

Zagreb, 14. ožujak 2002
autor: Dinko Korunić, kreator@srce.hr

Mrežni elaborat za ZESA, FER

Uvod u problematiku

Trenutno stanje mrežne izvedbe (vidjeti Dodatak 1) na Zavodu je neprilagođeno trenutnim i budućim potrebama osoblja i studenata, kao i mrežnim zahtjevima koji će dolaziti bilo iz ostalog dijela FER mreže bilo sa Interneta općenito: Centralni dio zavodske mreže su 4 primjerka DE-809TC mrežnih koncentratora (tzv. *hub*) starije (tzv. *unmanaged hub*) generacije sa svaki po 8/16 ulaza (tzv. *port*). Osnovni problem ovakve izvedbe je iznimno veliko zagušenje preko radnog dana (veliki broj tzv. *kolizija*), nepouzdan rad (isporuka mrežnih paketa nije garantirana u slučajevima preopterećena) i neinteligentno baratanje striktno unutrašnjim, kao i unutrašnje-vanjskim prometom. Takvi koncentratori dijele promet na mnogo malih jedinica, čime se pojedinci dobivaju tek male **dijelove ukupne protočnosti**. Nakon izvršenih mjerenja i u skladu sa teorijom utvrđeno je da ovakva izvedba od planiranih 10Mbit za cijeli zavod u stvarnosti nikad ne omogućava korisnicima potpunih 10Mbit nazivne protočnosti, već je čak i za glavni mrežni poslužitelj **esa1.esa.fer.hr** (spojen direktno na koncentrator na 5-om katu) pri maksimalnom protoku prisutan minimalan gubitak od čak 10% za slučaj kada ga ne ometa niti jedno drugo računalo (nema dijeljenja prometa). Kada promatramo te rezultate potrebno je naglasiti da je riječ o savršenim uvjetima, dakle stvarni uvjeti za unutrašnju mrežu su daleko lošiji i moguća su daleko veća usporenja - praktično obično oko 50% i više. Dijagrami protočnosti kao i rezultati mrežnih mjerenja se nalaze u Dodatku 2 i Dodatku 3, zajedno sa kraćim objašnjenjima.

Napretkom mrežnih tehnologija kao i daljnjim razvojem računala, mreže je potrebno poboljšavati da bi mogle kvalitetno i pouzdano prenositi sve zahtjevnije sadržaje koji su danas prisutni u funkciji razmjene informacija i samim vrlo kompleksnim Internet tehnologijama. Treba naglasiti da i multimedija (audio, video i sl.) općenito rečeno postaje dio stručnih informacija i nastavnih sadržaja koji se nalaze na Internetu ili se oslanjaju na njega. Takav razvoj - koji već danas vidimo na djelu - postavlja visoke zahtjeve pred mrežnu opremu. Nažalost, mreža Zavoda je trenutno neprilagođena čak i unutrašnjem svakodnevnom korištenju - a onda i korištenju Interneta. Veće zagušenje interne mreže znači i upitan prijenos željenih mrežnih podataka (mail, Web, itd.) - što je potrebno po svaku cijenu izbjeći. U sadašnjoj izvedbi dolazi do povremenih prekida u internoj komunikaciji računala za Zavodu, nemogućnosti razmjene nastavnih i inih sadržaja, a NT poslužitelj koji je trebao nositi centralnu ulogu mrežnog poslužitelja je posve nefunkcionalan.

Rješenje problema

Od budućeg rješenja problema tražimo:

- kvalitetu (renomiranost, sigurnost, garancija, izvedba)
- vrhunske mogućnosti (upravljivost, otpornost na greške, programirljivost, nadgledanje, udaljena prijava statusa/pogreške)
- skalabilnost i buduća nadogradivost (vertikalna i horizontalna)

Standardno rješenje ovakvih problema je uvođenje mrežnih *preklopnika* (tzv. switch) koji omogućavaju **punu brzinu** za **svakog** korisnika pojedinačno kao i prijelaz na punu 100Mbit vezu (op. a: **već ugovoreno** sa CIP službom na FER-u) čime će se ostvariti ubrzanja čak i više od 10ak puta. Kako postoji više kategorija ovakvih uređaja, mi nudimo tri zasebna rješenja koja je omogućiti poboljšanje cjelokupne zavodske mreže (sva tri kata) uz minimum potrebnog mijenjanja dosadašnjih mrežnih spojeva: minimum kabliranja - za svako računalo bez svojeg UTP mrežnog spoja direktno na preklopnik potrebno je dodati jedan zaseban kabel do glavnog preklopnika, čime se rješava potreba za dodatnim koncentratorima u svakoj prostoriji i povećava brzina rada korisnicima. Dosadašnja računala u općem slučaju nije potrebno softverski nadograđivati, a tek je par računala moguće (no nije nužno) nadograditi sa kvalitetnijim (100Mbit propusnosti) mrežnim karticama. Potrebno je naglasiti da će čak i **bez** potonje **nadogradnje** i tim korisnicima mreža biti puno "brža" nego do sada.

Općenito, rješenja imaju ove zajedničke točke:

- potrebna su 3 preklopnika niže klase (klase do 700 USD po primjerku)
- 2 preklopnika nužno moraju imati 24 ulaza (po jedan za 4 i 5 kat)
- 1 preklopnik treba biti 12 ulazni (za 2 kat)

Rješenja su različita po mogućnostima i kvalitetom, krenimo redom od najboljeg i najskupljeg prema najjeftinijem i najjednostavnijem:

1. 2 inteligentna 24-ulazna preklopnika + 1 intelig. 12-ulazni preklopnik:

Ukupna pretpostavljena cijena opreme:25, 000 Kn

Ukupna cijena postavljanja opreme i izrade nacрта:5,000 Kn

Ukupno: 30, 000 Kn

2. 2 inteligentna 24-ulazna preklopnika + 1 obični 12-ulazni preklopnik:

Ukupna pretpostavljena cijena opreme:23,500 Kn

Ukupna cijena postavljanja opreme i izrade nacрта:4,000 Kn

Ukupno: 27,500 Kn

3. 2 obična 24-ulazna preklopnika + 1 obični 12-ulazni preklopnik:

Ukupna pretpostavljena cijena opreme:14,300 Kn

Ukupna cijena postavljanja opreme i izrade nacрта:4,000 Kn

Ukupno: 18,300 Kn

Napomena:

U cijenu postavljanja opreme i izrade nacрта (elaborata i mjerenja) je uračunata i kompletna sanacija nefunkcionalnog Windows NT4 poslužitelja. Njegova zadaća je biti kompletno sigurnosno rješenje u vidu mrežnog nadgledatelja prometa, detekcija mogućih provala, sekundarni DNS i sekundarni e-mail poslužitelj, kao i posve funkcionalan Web poslužitelj sa najnovijim Microsoft tehnologijama što će predstavljati cjelovit mrežni sustav sa Linux poslužiteljem i otporan na moguće greške.

Također je za prva dva rješenja uračunato vrijeme potrebno za programiranje svih mrežnih parametara i optimiranje naprednih VLAN (mogućnost dijeljenja računala u vrste "radnih" skupina u **virtualnim mrežama**) i QoS (takav način konfiguracije gdje je moguće osigurati **prednost** nekim računalima/podacima pred ostalima - npr. mail/DNS/web

poslužitelj bi mogao imati veći prioritet i samim time manje mogućnosti da se zaguši od ostalog prometa i sl.) mogućnosti koje inteligentni preklopnici nude.

Tražena cijena postavljanja opreme je ukupno potraživanje za naš tim od dvije osobe (M. Pužar i D. Korunić) koji će postavljati, programirati i upravljati navedenu opremu.

Ponuđena rješenja u detalje

Navedena rješenja su različita i cijenom i kvalitetom. Potrebno je znati da **prvo rješenje** nudi kompatibilnost (10/100Mbit protočnosti), najveću skalabilnost i iznimnu kvalitetu kao i osiguranu buduću **nadogradivost** na nadolazeće iznimno brze 1000Mbit mreže. I ne samo to - moguće je spajati se i na optičke mreže uz odgovarajuće module se čime takvo ulaganje može u budućnosti samo isplatiti.

Drugo rješenje je kompromis između kvalitete i cijene i po nama možda i preporučljivo: prateći mrežni promet ustvrdili smo da su 4 i 5 kat najprometniji, dok 2 kat tvori tek 10ak % prometa. Potrebno je naravno i napomenuti da će fizički takvo rješenje biti praktički zanemarivo manje brzo i kvalitetno naspram prethodnog. Važno je primijetiti da i ovo rješenje kao i prethodno nudi QoS i VLAN mogućnosti koje su danas iznimno bitna stavka u naprednom konfiguriranju mreže. Osim toga, ovakva dva inteligentna poslužitelja je moguće nadograđivati i horizontalno i vertikalno (dakle i dodajući više takvih preklopnika u za slučaj rasta mreže i dodajući same module u slučaju rasta količine prometa na mreži - nadograđujući mrežu na optička vlakna, 1000Mbps mrežu i sl.).

Naposljetku, treće i najjeftinije rješenje je najjednostavnije za održavanje, no ono praktički **ne zadovoljava** sve uvjete: nadogradivosti praktički i nema, uređaje je nemoguće programirati ili upravljati s njima - te oni niti ne mogu inteligentno raspoređivati mrežni promet. Takvo rješenje je financijski neisplativo jer predstavlja tek privremeno rješenje problema.

Stvarni prijedlog odgovarajuće mrežne opreme i dobavljača slijedi:

dobavljač	cijena (Kn)	opis
Autronic	9.282,54	SMC6624M, 24-port 10/100 inteligentni preklopnik sa 2 slota za moguće nadopune
Autronic	3.071,66	SMC EZ1024DT, 24-port 10BASE-T/100BASE-TX RJ-45 neinteligentni preklopnik
Autronic	1.763,13	SMC EZ1016DT, 16-port 10BASE-T/100BASE-TX RJ-45 neinteligentni preklopnik

Napomena:

Navedeni su samo proizvodi koji u ovom trenutku odgovaraju zadanim parametrima (kvaliteta, mogućnosti, **doživotna garancija**, performanse, cijena).

Dodatak 1:

Količinski popis mrežne opreme:

količina	brzina (Mbps)	tip	opis
4	10	koncentrator	DE-809TC koncentrator
26	10/100	mrežna kartica	-
23	10	mrežna kartica	-
1	10	koncentrator	SVEC koncentrator
2	10/100	preklopnik	Genius 8 port (7+1)
1	10	koncentrator	3COM 8 port (7+1)

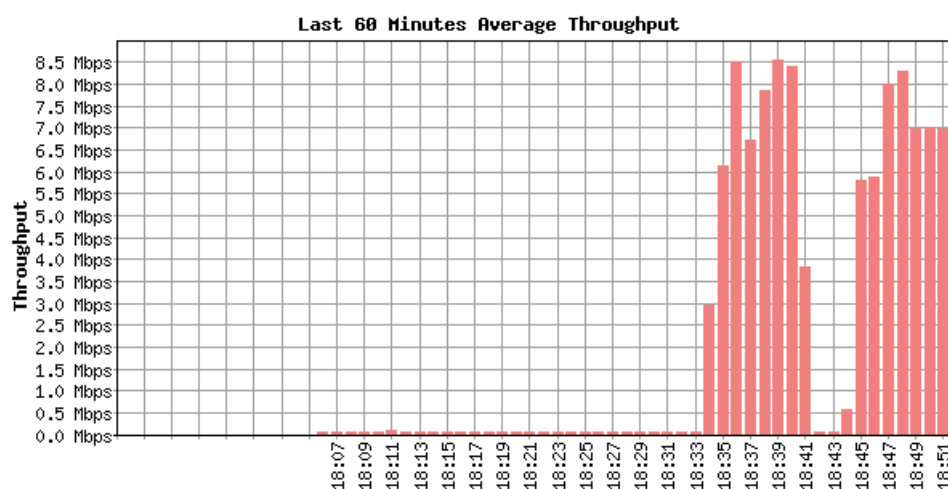
Karakteristike DE-809TC koncentratora:

- Ethernet 10Base-T koncentrator sa 8/16 RJ-45 UTP ulazima i 1 BNC ulazom
- LED diode: uključen, TX, link, RX, kolizija
- IEEE 802.3 10Mbit/sec kompatibilan
- podržan RJ-45 podatkovni ulaz za UTP Cat. 3, 4, 5 (Ethernet zvjezdasta topologija)
- podržan BNC podatkovni ulaz za Coax RG-58A/U (Ethernet bus topologija)
- građen oko čipa AMD 79C981
- SOHO neinteligentni koncentrator za male radne grupe

Dodatak 2:

Navedena mjerenja su vršena sa glavnog mrežnog poslužitelja na ZESA - esa1.esa.fer.hr baziranog na Linux operativnom sustavu što je omogućilo korištenje naprednih **Ntop**, **IPtraf**, **Netpipe-TCP** i **bing** (Dodatak 3) alata za kvalitetno određivanje mrežnog prometa. Sva mjerenja su izvršena pri zanemarivom vanjskom opterećenju i skoro nikakvom opterećenju ostalih računala u LAN-u. Mjerila se kvaliteta odaziva računala u ZESA mreži prema vanjskom Internetu (u ovom slučaju ostatak fer.hr mreže koja je 100Mbit/sec bazirana) i pri tome je potrebno imati u vidu da bi rezultati čak bili vidno lošiji za interni promet (prosječno 50-60% lošiji, pa čak u nekim situacijama i više).

Slika 1



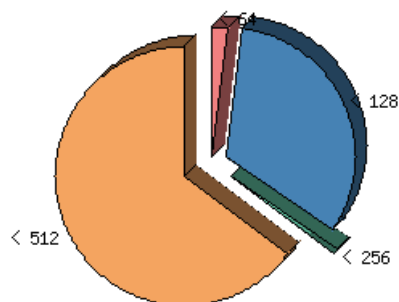
Kao što možemo vidjeti iz priložene slike, pri maksimalnom opterećenju (započelo u 18:34) se protočnost ne raspoređuje podjednako kako bi smo očekivali već nepredviđeno varira. Nadalje, maksimalna postignuta protočnost od 8.5 je daleko ispod predviđenih 10Mbit/sec za ovaj slučaj što pokazuje loš dizajn mreže.

Analizom stvarnog mrežnog prometa dobivene su slijedeće statistike iz slučajnog uzorka:

veličina paketa	postoci	broj paketa u uzorku
< 64 byteova	2.0%	33,033
< 128 byteova	32.6%	535,365
< 256 byteova	0.7%	11,146
< 512 byteova	64.7%	1,064,522
< 1024 byteova	0.0%	0
< 1518 byteova	0.0%	0
> 1518 byteova	0.0%	0

Grafički predočeno, dobivamo slijedeće:

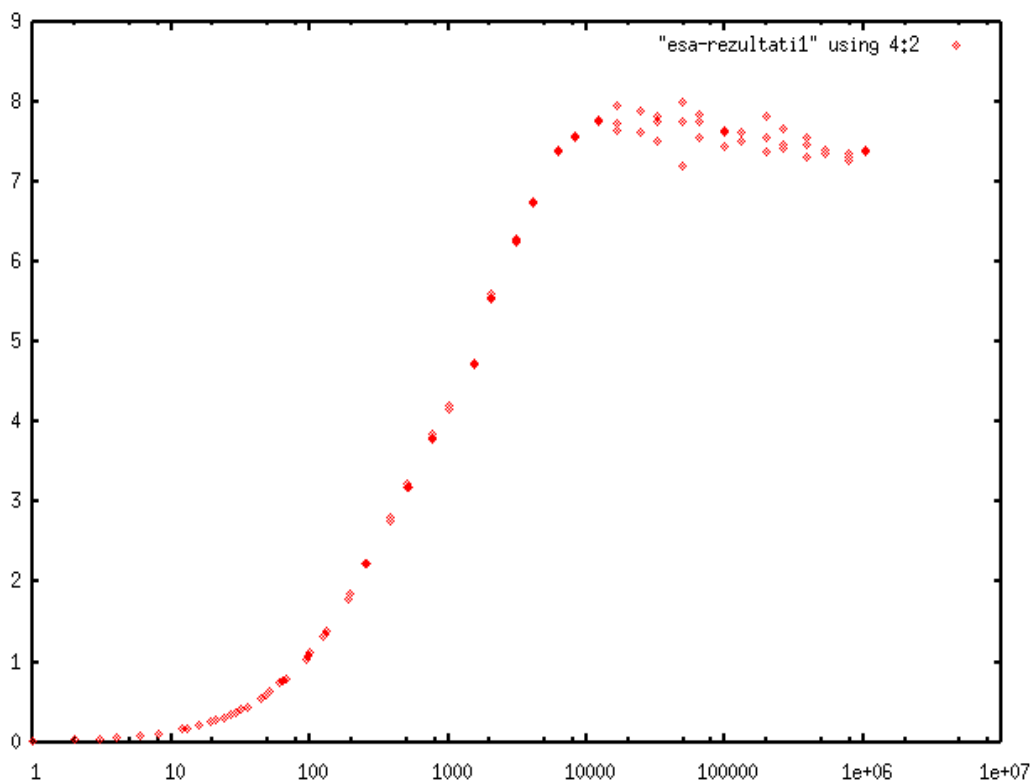
Slika 2



Uzevši u obzir neefikasnost koncentratora pri velikom prometu srednjih i malih paketa, ne treba nas ni čuditi manjak performansi i povremena zagušenja, kao i velik broj kolizija (slanje paketa u isto vrijeme, pa je potrebno napraviti ponovno slanje paketa - pri čemu opadaju ukupne mrežne performanse takvog sustava) prisutnih na mreži pri većim opterećenjima.

Naposljetku, slijede i rezultati mrežnih performansi ovisno o vremenu ili veličini poslanih blokova, čime se saznaju stvarne performanse ovisno o prometu.

Slika 3



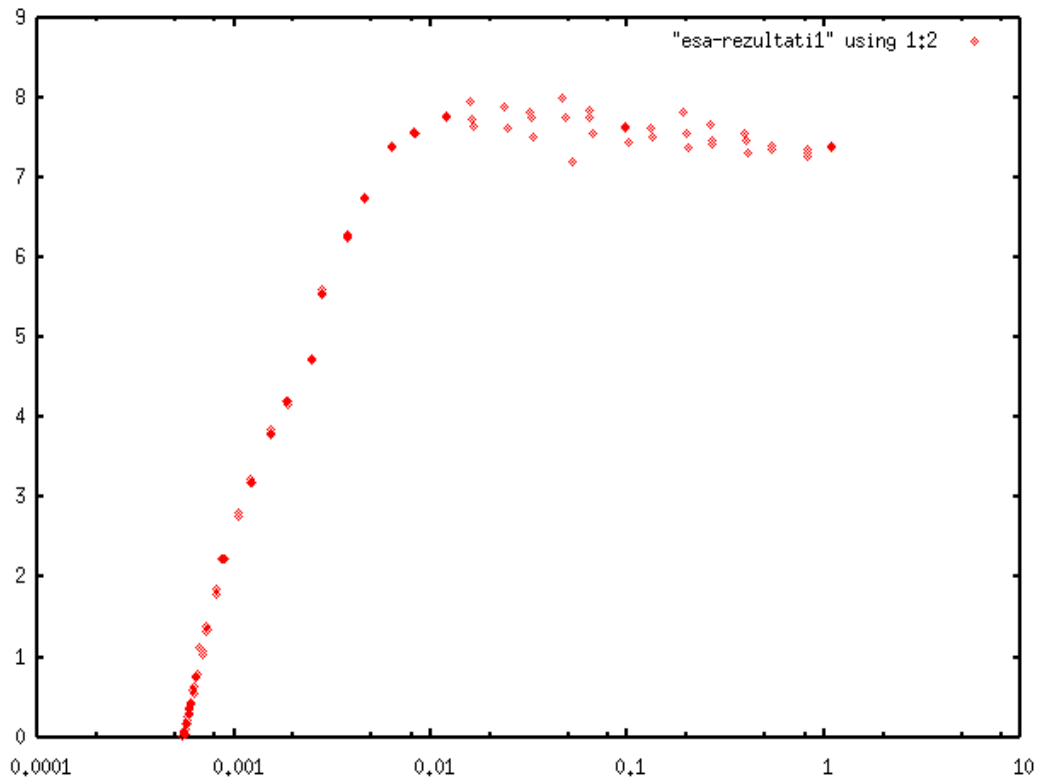
Napomena: X os predstavlja veličinu bloka u bajtovima, dok je Y os brzina u Mbps.

U ovom slučaju možemo vidjeti da se tek pri većim blokovima (0.8 MB velik paket - 7.4 Mbps) dobivaju performanse približne teoretskim, i to još uvijek sa gubicima od približnih 10-20%. Dobro je i primijetiti slab odaziv koncentratora pri malim paketima kada dolazi do

izražaja brzina ponavljanja (tzv. *repeating*) samog internog procesora koncentratora, i vrlo spor rast kvalitete prijenosa.

Na idućem grafu se nalazi graf protočnosti kroz vrijeme, i to je vrijeme kad imamo optimalnu veličinu paketa, a koncentratoru treba nešto (što manje to bolje - u ovom slučaju nije riječ o posve zanemarivim brojkama) procesorskog vremena za prijenos podataka:

Slika 4



Napomena: na X osi se nalazi vrijeme izraženo u sekundama, a na Y osi je protočnost izražena u jedinici Mbps.

Dodatak 3:

Kao finalni test uzet je program **bing** i njegova mogućnost da generira pseudoslučajne podatke i mjeri potrebno vrijeme njihovog prenošenja između dvije točke. Referentne točke bile su računalo **gnjilux.srk.fer.hr** (100 Mbps SRK-FER mreža) i **esa1.esa.fer.hr** (10Mbit ZESA-FER mreža), te u drugoj kombinaciji **hlapic.srce.hr** (100/1000 Mbps vanjska CARNet mreža) naspram **esa1** poslužitelja.

1. mjerenje gnjilux-esa1:

```
--- esa1.esa.fer.hr statistics ---
bytes  out    in    dup  loss  rtt (ms): min      avg      max
      44237954237954          0%      0.039    0.043    1.749
      108237954237954          0%      0.037    0.040    10.243
```

```
--- www.fer.hr statistics ---
bytes  out    in    dup  loss  rtt (ms): min      avg      max
      44237954237954          0%      1.011    1.134    164.786
      108237954237953          0%      1.185    1.341    250.630
```

```
--- estimated link characteristics ---
warning: rtt big host1 0.037ms < rtt small host2 0.039ms
estimated throughput 5885057bps
minimum delay per packet 0.852ms (5016 bits)
```

```
average statistics (experimental) :
packet loss: small 0%, big 0%, total 0%
warning: rtt big host1 0.040ms < rtt small host2 0.043ms
average throughput 4970874bps
average delay per packet 0.971ms (5717 bits)
weighted average throughput 4970863bps
```

2. mjerenje hlapic-esa1:

```
--- esa1.esa.fer.hr statistics ---
bytes  out    in    dup  loss  rtt (ms): min      avg      max
      44124860124860          0%      0.039    0.043    7.230
      108124860124860          0%      0.037    0.039    2.703
```

```
--- hlapic.srce.hr statistics ---
bytes  out    in    dup  loss  rtt (ms): min      avg      max
      44124860124860          0%      1.315    1.660    470.790
      108124860124859          0%      1.510    1.914    482.154
```

```
--- estimated link characteristics ---
warning: rtt big host1 0.037ms < rtt small host2 0.039ms
estimated throughput 5251282bps
minimum delay per packet 1.142ms (5997 bits)
```

```
average statistics (experimental) :
packet loss: small 0%, big 0%, total 0%
warning: rtt big host1 0.039ms < rtt small host2 0.043ms
average throughput 4031496bps
average delay per packet 1.482ms (7784 bits)
```


weighted average throughput 4031480bps

Kao i do sada očita su znatna odstupanja od teoretskih karakteristika, a da ni ne spominjemo punu brzinu 100Mbit mreže gdje bi brojke bile oko 15ak puta veće.