

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovala nas je za članove Komisije za pregled i ocenu master rada kandidatkinje **Sanje Bjeković** pod naslovom „**Optimizacija performansi *downlink*-a u LTE mreži**“. Nakon pregleda rada podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci

Sanja M. Bjeković je rođena 09.07.1990. godine u Trebinju, Republika Srpska /BiH. Osnovnu i srednju školu završila je u Gacku (Republika Srpska/BiH), nakon čega je 2009. godine upisala Elektrotehnički fakultet u Beogradu. Diplomirala je u julu 2014. godine na odseku za Telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Sistemsko inženjerstvo sa ukupnom prosečnom ocenom sa osnovnih studija 8.57. Diplomski rad je odbranila sa ocenom 10. U periodu od jula do septembra 2014. godine završava praksu u kompaniji Vip mobile d.o.o u Sektoru za planiranje i optimizaciju radio mreže. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisuje u oktobru 2014. godine takođe na odseku za Telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Sistemsko inženjerstvo i radio komunikacije. U decembru 2014. godine počela je da radi u kompaniji Ericsson d.o.o. gde je učestvovala u implementaciji prve LTE mreže na teritoriji Republike Srbije.

2. Predmet master rada

Mobilne komunikacije i njihov značajan razvoj u poslednjih nekoliko godina su direktno uticale na povećanje kvaliteta života ljudi kako u privatnom tako i u poslovnom segmentu. Pristup obilju informacija uz bogat multimedijalni sadržaj kao i mogućnost da se takvim informacijama može pristupiti bilo kada i bilo gde svakako je postala ne samo realnost, već i važna potreba ljudi. Ubrzan razvoj mobilnih komunikacionih sistema postavlja kao permanantno uslov kontinualnu optimizaciju kako *uplink*-a tako i *downlink*-a radio mreže kako bi se obezbedio neophodan kvalitet servisa.

Iako je govorni servis i dalje najbitniji servis za većinu mobilnih operatera, zapravo je porast količine prenošenih podataka, praćen sa pojavom sve većeg broja raznovrsnih aplikacija i servisa, ono što ima najveći uticaj na mobilne mreže globalno. Međutim, ovakav porast aplikacija i servisa imao je i značajan uticaj na asimetriju *uplink* i *downlink* saobraćaja što opet značajno utiče na pristup u optimizaciji. Iako je u LTE mreži *uplink* kritičniji, istraživanja pokazuju kako je većina današnjeg korisničkog saobraćaja u mobilnim mrežama *downlink* tipa upravo zbog porasta broja asimetričnih aplikacija odnosno aplikacija koje su „*download*“ tipa (kao na primer *Android market*, *HTTP video/audio*, *Software updates*...). Iz tog razloga u LTE mreži se velika pažnja se posvećuje optimizaciji *downlink*-a.

Predmet ovog rada je upravo analiza performansi LTE mreže, kao četvrte generacije mobilnih komunikacionih sistema. Preciznije, u radu je analiziran uticaj interferencije na performanse *downlink*-a izborom i promenom snage referentnog signala. S obzirom da je kompletna analiza bazirana na realnim podacima prikupljenim sa mreže koja je tek u razvoju, rad se odnosi na optimizacione aktivnosti koje odgovaraju početnom stadijumu razvoja LTE mreže. Analiza uticaja promene parametara na performanse *downlink*-a odrađena je metodom komparativne analize mrežne statistike i rezultata *drive-test* merenja, pre i posle odgovarajućih promena. Preciznije, analiziran je uticaj promene odabranog parametra na glavne indikatore performansi *downlink*-a u LTE mreži (RSRP-*Reference Signal Received Power*, SINR-*Signal to Interference and Noise Ratio*, protok). Takođe, opisan je i uticaj koji predložene promene imaju na saobraćajne parametre.

2. Osnovni podaci o master radu

Master rad kandidatkinje Sanje Bjeković „**Optimizacija performansi *downlink*-a u LTE mreži**“, obuhvata 60 strana štampanog teksta u okviru kojih je 40 slika, 7 tabela i 21 citirana bibliografska referenca. Rad je organizovan tako da sadrži uvod, tri poglavlja, zaključak, spisak literature, spisak skraćenica kao i dodatni spisak slika i tabela.

4. Sadržaj i analiza rada

U prvom, uvodnom poglavlju je dat kratak pregled karakteristika mobilnih komunikacionih sistema od prve do četvrte generacije. Takođe, dat je i kratak osvrt na asimetričnost *uplink* i *downlink* saobraćaja.

U drugom poglavlju dat je pregled osnovnih karakteristika LTE sistema uključujući i kratak pregled LTE arhitekture, tehnike višestrukog pristupa, višeantenske sisteme, kao i raspoređivanje resursa u okviru LTE mreže (eng., *scheduling*).

S obzirom da se, kao što je već rečeno, kompletan rad bazira na optimizacionim aktivnostima koje su vezane za LTE mrežu koja je tek u razvoju, treće poglavlje je posvećeno osnovnim metrikama koje se koriste prilikom inicijalnog podešavanja/optimizacije (*initial tuning*) LTE mreže. U okviru ovog poglavlja opisane su ključne metrike i strategije inicijalnog podešavanja, tipični problemi uz primere rešenja istih, kao i osnovni principi utvrđivanja zone pokrivanja, odnosno dostupnosti servisa. Takođe, u ovom poglavlju dat je i opis i način na koji se formiraju teoretske krive koje se koriste tokom procesa optimizacije za evaluaciju performansi mreže, kako na *uplink*-u tako i na *downlink*-u.

Četvrto poglavlje je posvećeno optimizaciji *downlink*-a u LTE mreži. U okviru ovog poglavlja analiziran je uticaj promene snage referentnog signala na performanse *downlink*-a. Analiza je bazirana na realnim *drive-test* merenjima odgovarajućih parametara mreže. Data je komparativna analiza mrežne statistike, odnosno odgovarajućih indikatora (RSRP, SINR, protok..) koji odražavaju performanse *downlink*-a, pre i posle promene vrednosti odgovarajućih parametara. Na kraju, data je i procentualna vrednost poboljšanja koje unosi odgovarajuća promena snage referentnog signala, ali i uticaj koji ova promena ima na saobraćajne parametre u mreži.

U poslednjem, petom poglavlju, izložen je zaključak. Sumiran je sadržaj rada i konkretan predlog optimizacije performansi *downlink*-a. Istaknut je osnovni doprinos master teze, odnosno predložene optimizacije, i sumirane su osnovne aktivnosti koje bi trebalo sprovesti u mreži, u cilju očuvavanja pravih vrednosti saobraćajnih parametara, ukoliko bi se ova optimizaciona aktivnost sprovela.

5. Zaključak i predlog

U okviru master rada kandidatkinje Sanje Bjeković dat je i analiziran predlog optimizacije performansi *downlink*-a u LTE mreži. Najvažniji doprinosi master rada su sledeći:

- Dat je pregled osnovnih metrika i strategija koje se koriste prilikom inicijalnog podešavanja/optimizacije LTE mreže.
- Dat je opis i način na koji se formiraju teoretske krive koje se koriste prilikom optimizacije za evaluaciju performansi kako *uplink*-a tako i *downlink*-a.
- Predložena je i detaljno analizirana konkretna optimizaciona aktivnost za poboljšanje performansi *downlink*-a u LTE mreži. Analiza je bazirana na realnim merenjima, a konkretna evaluacija performansi je data metodom komparativne analize rezultata merenja pre i posle implementirane promene odgovarajućih parametara. Takođe, opisan je i uticaj koji predložena optimizacija ima na saobraćajne parametre u mreži.
- Predložena optimizaciona aktivnost donosi oko 15% poboljšanja u protoku u odnosu na inicijalna podešavanja mreže.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije predlažu Komisiji II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad **Sanje Bjeković**, pod naslovom „**Optimizacija performansi *downlink*-a u LTE mreži**“ prihvati kao master tezu i da kandidatkinji odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 14.12.2015.

Članovi komisije:

prof. dr Aleksandar Nešković


prof. dr Nataša Nešković

