

# NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovalo nas je za članove Komisije za pregled i ocenu master rada kandidata **Milana Lalića** pod naslovom „**Analiza i optimizacija rada HSDPA algoritama u cilju povećanja neto bitskih brzina protoka**“. Nakon pregleda rada podnosimo sledeći

## IZVEŠTAJ

### 1. Biografski podaci

Milan Lalić rođen je 3. juna 1987. godine u Šibeniku, Republika Hrvatska. Osnovnu školu i prirodno-matematički smer VI beogradske gimnazije završio je u Beogradu. 2006. godine upisao je Elektrotehnički fakultet u Beogradu. Diplomirao je juna 2011. godine na Odseku za telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Radio komunikacije, odbranom diplomskog rada „Analiza mogućnosti daljinskog upravljanja električnim tiltom antena“. Tokom osnovnih studija postigao je prosečnu ocenu 8.29. Diplomске-akademske master studije na Elektrotehničkom fakultetu, smer Sistemsko inženjerstvo i radio komunikacije, upisao je 2011. godine. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.0. Kandidat od decembra 2011. godine radi za kompaniju Erikson na poziciji inženjera zaduženog za radio optimizaciju.

### 2. Predmet master rada

Glavni pokretač razvoja mobilnih mreža danas jeste rast paketskog saobraćaja. Kako bi se izašlo u susret višestrukome povećanju paketskog saobraćaja, osim direktnog povećanja kapaciteta sistema prenosa, u mobilnim mrežama se takođe teži poboljšanju korisničkog iskustva koje se u osnovi ogleda kroz poboljšanje korisničke neto bitske brzine protoka na *downlink* smeru. Pošto je široka implementacija 4G mreža još uvek daleka, mobilni operatori se opredeljuju za nastavak usavršavanja postojećih 3G mreža kako bi se povećao kapacitet za paketski saobraćaj i u isto vreme povećala bitska brzina protoka za korisnike.

U slučaju 3G WCDMA mreža, poslednji stepen modernizacije predstavlja HSPA+ set protokolskih unapređenja koji u teoriji omogućavaju povećanje maksimalne moguće bitske brzine protoka na vrednost od čak 42 Mbps. Međutim, maksimalna vrednost bitske brzine protoka od 42 Mbps na *downlink* smeru se gotovo nikad neće postići u realnoj mreži, jer je trenutna bitska brzina protoka određenog korisnika ograničena od strane većeg broja spoljnih faktora kao što su slabljenje na radio linku usled propagacije, degradacija kvaliteta radio signala usled interferencije i pojava dodatnih korisnika koji takođe zahtevaju prenos u istom trenutku. Nezavisno od radio uslova, bitska brzina protoka takođe može da bude ograničena i zbog nedostatka potrebne količine predajnih resursa u baznoj stanici.

Svi prethodni faktori koji utiču na krajnju korisničku neto bitsku brzinu protoka su promenljivi u vremenu i neophodno je da se bazna stanica njima prilagođava u svakom novom intervalu u kome će se vršiti transmisija. Bazna stanica treba da odredi prioritete korisnika kome će prenos biti dozvoljen, da izabere fizičke karakteristike prenosa kako bi se očuvao dobar integritet veze, i za kraj da potpuno iskoristi sve dostupne predajne resurse. Na ovaj način se maksimizira efikasnost prenosa predajne mreže i takođe se maksimizira moguće ostvariva korisnička neto bitska brzina protoka. Ulogu prilagođavanja bazne stanice i sistema prenosa obavljaju HSDPA algoritmi koji su softverski implementirani u baznoj stanici. Najvažniji HSDPA algoritmi koji direktno utiču na vrednosti ostvarenih neto bitskih brzina protoka su: HSDPA *Scheduler algoritam*, CQI *Adjustment algoritam*, i TFRC algoritam.

Tema ovog master rada jeste upravo analiza rada HSDPA algoritama i njihovog uticaja na performanse paketskog prenosa na *downlink* smeru. Cilj rada jeste da se prikaže kako se poboljšanje i optimizacija rada HSDPA algoritma može iskoristi kao mehanizam za povećanje srednje vrednosti neto bitske brzine protoka za sve korisnike u mreži.

### 3. Osnovni podaci o master radu

Master rad kandidata Milana Lalića „**Analiza i optimizacija rada HSDPA algoritama u cilju povećanja neto bitskih brzina protoka**“, obuhvata 66 strana štampanog teksta sa 26 slika, 8 tabela i 8 citiranih bibliografskih referenci. Rad je organizovan tako da sadrži uvod, tri poglavlja, zaključak i spisak literature.

### 4. Sadržaj i analiza rada

U uvodnom poglavlju su razmatrani razlozi za izradu teze i dat je pregled ostalih poglavlja rada.

U drugom poglavlju su predstavljeni teorijski principi rada HSDPA algoritama. Prvo je opisan HSDPA *Scheduler* algoritam koji ima za ulogu da na osnovu predefinisanih faktora i odabrane strategije rangira sve aktivne korisnike i zatim da izabere set korisnika kojim će biti data dozvola za prenos i da njima dodeli neophodne predajne resurse. Dalje je objašnjena uloga CQI indikatora kvaliteta kanala i način na koji ga UE terminal generiše i prosleđuje baznoj stanici. Nastavak poglavlja se odnosi na CQI *Adjustment* i TFRC algoritme koji pri prihvatanju reportovanog CQI indikatora vrše njegovu korekciju kako bi se dobila preciznija ocena kvaliteta radio kanala korisnika i koja se onda kasnije upotrebljava za mapiranje transportne kombinacije fizičkih osobina prenosa. Za kraj poglavlja je ostavljen proračun vrednosti realno očekivane maksimalne i srednje neto bitske brzine protoka koje prosečan korisnik u realnim HSDPA mrežama može da očekuje.

U trećem poglavlju je analiziran uticaj HSDPA algoritama na performanse prenosa u realnoj mreži gde je za primer uzeta Erikson 3G mreža Cosmote operatora u Rumuniji. Dodatno, pošto je analiza zasnovana na performansama sistema prenosa u periodu u toku kojeg je izvršen projekat modernizacije mreže i zamene vendora, izložena je posebna analiza koja vrši poređenje rada HSDPA algoritama dva različita vendora, ZTE i Eriksona.

U četvrtom poglavlju je opisan proces optimizacije Erikson sistemskih parametara koji kontrolišu HSDPA algoritme, a u cilju daljeg povećanja korisničkih neto bitskih brzina protoka u mreži.

U poslednjoj petoj glavi je izložen zaključak.

### 5. Zaključak i predlog

Master rad Milana Lalića prikazuje važnost ispravnog rada HSDPA algoritama i daje predlog optimalnih vrednosti za odgovarajuće sistemske parametre u cilju maksimizacije korisničkih neto bitskih brzina protoka na *downlink* smeru. Najvažniji doprinosi master rada su sledeći:

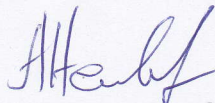
- Predstavljen je sveobuhvatan prikaz svih HSDPA algoritama i objašnjen je njihov uticaj na funkcionisanje paketskog prenosa, na primeru jedne realne Erikson mreže.
- Izvršena je komparativna analiza mrežnih performansi i rada HSDPA algoritama između ZTE i Erikson mreža. Prikazano je i objašnjeno zašto Erikson mreža postiže i do 30% veću vrednost srednje korisničke neto bitske brzine protoka u mreži.
- Objašnjen je proces optimizacije sistemskih parametara koji upravljaju HSDPA algoritmima u Erikson mreži i dat je predlog novih optimalnih vrednosti parametara. Predložene optimalne vrednosti parametara su testirane u živoj Erikson mreži i zabeleženo je povećanje vrednosti srednje korisničke neto bitske brzine protoka za čak 60% u odnosu na standardne fabrički preporučene vrednosti parametara.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije predlažu Komisiji II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad **Milana Lalića**, pod naslovom „**Analiza i optimizacija rada HSDPA algoritama u cilju povećanja neto bitskih brzina protoka**“ prihvati kao master tezu i da kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 03.09.2014.

Članovi komisije:

prof. dr Aleksandar Nešković



prof. dr Nataša Nešković

