

# 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 **Milije Vasović** pod naslovom „**Uparedna analiza indikatora ključnih performansi VOIP i klasičnih poziva u mobilnim mrežama**“. Nakon pregleda rada podnosimo sledeći

## IZVEŠTAJ

### 1. Biografski podaci

Milija Vasović rođen je 07. novembra 1986. godine u Valjevu. Osnovnu školu je završio u Kosjeriću, a srednju elektrotehničku školu smer elektrotehničar elektronike je završio u Valjevu. 2005. godine upisao je Elektrotehnički fakultet u Beogradu. Diplomirao je oktobra 2009. godine na Odseku za telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Radio komunikacije, odbranom diplomskog rada „Procena performansi turbo kodova“. Tokom osnovnih studija postigao je prosečnu ocenu 8.13. Diplomске – akademske master studije na Elektrotehničkom fakultetu, Odsek za telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Sistemsko inženjerstvo i radio-komunikacije, upisao je 2009. godine i položio sve ispite u roku od godinu dana. Nakon isteka zakonskog prava za studiranje akademskih master studija, upisao je ponovo 2016. godine master akademske studije na istom odsjeku i smeru, položio je jedan dodatni ispit koji mu nije priznat od ranije, sa ukupnom prosečnom ocenom 9.4.

Kandidat je od 2011. godine zaposlen sa preko 6 godina radnog iskustva u telekomunikacijama u tri različite kompanije. Trenutno je zaposlen u kompaniji „P3 Communication“, u timu *Data Deep Dive Analysis*, gde radi poslednje dve godine. Na radnom mestu obavlja sledeće aktivnosti: analiza performansi mobilnih telekomunikacionih mreža sa kraja na kraj za servise prenosa govora i podataka, klasifikacija neuspešnih sekvenci, specifikacija evaluacije radio signala iz mernog sistema kao i testiranje rezultata.

### 2. Predmet master rada

Sa razvojem mobilnih telekomunikacionih sistema istovremeno su se pojavili novi izazovi i zahtevi kojima je trebalo odgovoriti, kako bi sistem nesmetano funkcionisao. Jedan od izazova sa uvođenjem mreže četvrte generacije (4G) bio je i ostvarivanje poziva u LTE (*Long Term Evolution*) mreži. Upravo će tema ovog rada biti uporedna analiza jednog od načina ostvarivanja poziva u LTE mreži VoLTE (*Voice over LTE*), VoWiFi (*Voice over WiFi*) i klasičnih poziva na osnovu drive-test rezultata merenja.

Povratak na nižu tehnologiju (GSM, UMTS) radi ostvarivanja poziva CSFB (*Circuit Switched FallBack*) znači da sa jedne strane kvalitet poziva ostaje na istom nivou, a sa druge strane se povećava vreme potrebno za uspostavu poziva. To praktično znači da se otišlo korak unazad jer je degradiran jedan od osnovnih indikatora performansi mobilnih mreža kada su pozivi u pitanju. Da bi mobilni korisnici osetili potpuni benefit od uvođenja LTE mreže, pred mobilne operatore je postavljen i novi izazov uvođenja VoLTE i VoWiFi poziva. To podrazumeva nova investiranja pre svega u obezbeđivanje dobrog LTE pokrivanja na celoj teritoriji koju pokriva mobilni operator, ali i u implementaciju IMS (*IP Multimedia Subsystem*) platforme da bi uopšte bilo moguće ostvariti VoIP (*Voice over IP*) pozive u mobilnoj mreži.

Predmet rada je analiza mobilnih mrežnih operatera sa stanovišta performansi koje se ostvaruju u slučaju poziva. Analiza podrazumeva poređenje ključnih indikatora performansi mobilnih mreža kao što su vreme uspostave poziva, kvalitet govornog signala, udeo CSFB tehnike u pozivima i tome slično. Za analizu koriste se rezultati *drive-test* i *walk-test* merenja kao i softverski alati *Romes* proizvođača „Rohde&Schwarz“, *Tems Investigation* proizvođača „Tems“ kao i *Wireshark* softver za analizu paketskog prenosa.

Cilj rada je da se uporede performanse klasičnih (*legacy*) poziva sa jedne strane sa sve aktuelnijim VoLTE pozivima kao i međusobno poređenje performansi VoIP poziva tj. VoLTE i VoWiFi. Poređenje se vrši između različitih tehnologija sa jedne strane ali i između operatera sa druge strane za iste vrste poziva. Na osnovu rezultata analize predlažu se i potencijalne optimizacije u mobilnoj mreži u cilju popravljavanja performansi.

### 3. Osnovni podaci o master radu

Master rad kandidata Milije Vasovića „Uparedna analiza indikatora ključnih performansi VOIP i klasičnih poziva u mobilnim mrežama“, obuhvata 105 strana štampanog teksta uključujući 109 slika, 8 tabela i 15 citiranih bibliografskih referenci. Rad je organizovan tako da sadrži uvod, pet poglavlja, zaključak i spisak literature. Na kraju su kao prilozi dodati spisak korišćenih skraćenica, spisak slika kao i spisak tabela.

#### 4. Sadržaj i analiza rada

U uvodnom poglavlju Master rada date su osnovne informacije o razvoju mobilnih ćelijskih mreža kao i o izazovima koji su postavljeni pred mreže četvrte generacije. Ukratko je opisano šta će sve biti tema rada i kako će celine biti organizovane u samom radu.

U drugom poglavlju dat je pregled razvoja mobilnih ćelijskih sistema od prve do četvrte generacije. Iznet je kratak rezime i osvrt na arhitekturu svake od generacija mobilnih mreža kao i prednosti i mane svake od njih.

Treće poglavlje sadrži koncept i osnovne karakteristike klasičnih (*legacy*) poziva. Dat je pregled načina prenosa govornog signala, kao i problemi sa kojima se suočava LTE mreža kada je prenos klasičnih poziva u pitanju. Na kraju je detaljno opisan tok uspostave klasičnih poziva u različitim RAT tehnologijama.

VoLTE pozivi, tj. osnovni zahtevi IMS platforme, kao i proces registracije mobilnih uređaja na IMS platformu opisani su u četvrtom poglavlju. Pored toga, dat je i detaljan opis signalizacije prilikom uspostave VoLTE poziva, kao i primeri validnih i invalidnih neuspešnih VoLTE poziva. Pod invalidnim slučajevima se podrazumeva ponašanje mobilnog uređaja koje nije u skladu sa standardom.

Detaljna uporedna analiza performansi ključnih indikatora klasičnih i VoLTE poziva dati su u petom poglavlju. Detaljno su opisani glavni indikatori ključnih performansi poziva. Analizirani su rezultati *drive-test* merenja gde su poređene performanse između različitih mobilnih operatera kao i između različitih tipova poziva. Na kraju je napravljena komparativna analiza za tri operatera kako bi se uporedili rezultati merenja.

U šestom poglavlju analizirani su rezultati VoWiFi poziva sa stacionarnih i *walk-test* merenja. U ovom poglavlju dat je i pregled arhitekture VoWiFi mreže, kao i trendovi i sam njen razvoj. Na kraju su poređeni rezultati merenja između operatera, a takođe su upoređeni rezultati i sa rezultatima VoLTE odnosno klasičnih poziva.

U poslednjem, sedmom poglavlju, izložen je zaključak. Sumirani su rezultati analize i date komparativne prednosti koje donose nove tehnologije, odnosno benefiti VoIP poziva u mobilnim mrežama u odnosu na klasične tradicionalne pozive. Konačno, date su smernice u kom smeru bi mogle da idu buduće analize, u smislu provere kvaliteta interoperabilnosti između različitih tehnologija, kao i optimizacija ključnih parametara u mreži.

#### 5. Zaključak i predlog

U master radu Milije Vasovića izložena je detaljna analiza kao i komparativne prednosti VoIP poziva u odnosu na klasične pozive. Najvažniji doprinosi master rada su sledeći:

- Izvršena je detaljna analiza indikatora ključnih performansi VoIP i klasičnih (*legacy*) poziva u mobilnim mrežama različitih operatera na osnovu *drive-test* i *walk-test* rezultata merenja, kao i poređenje performansi između različitih vrsta poziva.
- Dat je pregled i definicija osnovnih indikatora ključnih performansi (KPI - *Key Performance Indicator*) za klasične i VoIP pozive na osnovu kojih se mogu vršiti poređenja i analize.
- Tokom analize, a na osnovu rezultata merenja, date su preporuke za optimizaciju u mobilnim mrežama operatera u cilju unapređenja performansi.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije predlažu Komisiji II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad Milije Vasović, pod naslovom „Uporedna analiza indikatora ključnih performansi VOIP i klasičnih poziva u mobilnim mrežama“ prihvati kao master tezu i da kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 01.09.2017.

Članovi komisije:

prof. dr Aleksandar Nešković



prof. dr Nataša Nešković

