

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **мр Дејана С. Вујића**, дипл. инж. ел., за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду донетој на седници већа бр. 768 од 05.11.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **мр Дејана С. Вујића**, дипл. инж. ел., за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **"Модел радио-мреже за приступ у случају великих скупова"**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Дејан С. Вујић рођен је у Београду, Република Србија, 17.09.1975. године. Основне студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је у школској 1994/1995 години, а завршио их у новембру 2000. године на Одсеку за електронику, телекомуникације и аутоматику (ЕТА), на смеру Телекомуникације, са просечном оценом 8.05 током студија. Дипломски рад одбранио је новембра 2000. године, и тиме стекао звање дипломираног инжењера електротехнике. Последипломске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је школске 2000/2001 године, на смеру Телекомуникације, успешно их завршивши 2006. године, са просечном оценом 10.00 током студија. Магистарски рад, под руководством ментора проф. др Мирослава Л. Дукића одбранио је маја 2006. године, и тиме стекао звање магистра електротехничких наука за област телекомуникација.

У целокупном периоду након завршетка основних студија па до данас запослен је на Електротехничком факултету у Београду. Од новембра 2000. године започео је сарадњу са Катедром за телекомуникације Електротехничког факултета у Београду, при чему је најпре запослен у звању стручног сарадника. Јуна 2001. године изабран је за асистента-приправника при Катедри за телекомуникације Електротехничког факултета у Београду, а од новембра 2006. године унапређен је у звање асистента при Катедри за телекомуникације. Током свог ангажовања на Електротехничком факултету у Београду, учествовао је у извођењу наставе и раду у лабораторији у оквиру више предмета из области телекомуникација, на основним и мастер студијама. Осим тога учествовао је као пројектант сарадник или одговорни пројектант у реализацији већег броја (више од 100) стручних и научних пројеката, студија, консултантских и других стручних послова изведених од стране Електротехничког

факултета у Београду и других домаћих и иностраних компанија, како у земљи тако и у иностранству.

У децембру 2004. године положио је стручни испит за дипломиране инжењере електротехнике, за стручну област Телекомуникационих система и мрежа, а маја 2005. године стекао је Лиценцу одговорног пројектанта за област телекомуникационих система и мрежа при Инжењерској комори Србије (лиценца 353). Од августа 2012. године поседује лиценцу овлашћеног извођача радова за област телекомуникационих система и мрежа (лиценца 453). Члан је међународног удружења за инжењерство и технологију (IET, некадашњи IEE), као и Друштва за телекомуникације. Ангажован је као рецензент у оквиру конференције од међународног значаја TELFOR.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Дејан С. Вујић је свој магистарски рад под називом "Техно-економска анализа фиксне бежичне мреже засноване на стандарду IEEE 802.16d (WiMAX)" из области телекомуникација, радио под руководством ментора проф. др Мирослава Ј. Дукића и одбранио га 26. маја 2006. године на Електротехничком факултету у Београду. Ова магистарска теза бавила се проблемом техничке и економске оправданости увођења нове технологије у мрежу телекомуникационог оператора. Рад садржи преглед технологије описане у IEEE 802.16 стандарду, са освртом на предности нових техничких решења. Техничка решења садржана у поменутом стандарду послужила су као узор за развој нових решења. Тако данас сви модерни комуникациони системи базирају свој рад на мултиплексу са међусобно ортогоналним носиоцима (OFDM), модерни радио-релејни системи су базирани на Интернет протоколу (IP) са адаптивном променом модулација а квалитет комуникације одређен је изабраном класом сервиса. Такође, развијени су модели понашања корисника и сервисни пакети за различите групе корисника. Избор структуре пакета извршен је на основу понашања корисника и постојећег стања телекомуникационих услуга на тржишту Србије у периоду израде тезе. На основу економског стања тржишта, анализе потребних ресурса за изградњу појединачне локације са базном станицом (приступним чвором) базираном на стандарду IEEE 802.16 (укључујући процену и грађевинских радова) утврђени су економски ефекти увођења нове технологије у мрежу претпостављеног телекомуникационог оператора.

У току свог досадашњег научно-истраживачког рада Дејан С. Вујић је био аутор/коаутор 1 рада у часопису са SCI листе (M21 IF 1.444 у петогодишњем периоду), 4 рада на конференцијама од међународног значаја (категиорија M33), 3 рада у часописима од националног значаја (M52/M53), 1 рад по позиву на конференцији од националног значаја (M61) и 8 радова на конференцијама од националног значаја (M63). Аутор је 1 прегледа књиге објављене у магазину са SCI IF листе, као и предавања по позиву на међународном скупу које није штампано у целини. Коаутор је 6 помоћних уџбеника и других публикација од којих су 4 са ISBN а 2 без, као и већег броја практикума за потребе извођења наставе у Лабораторији за телекомуникације Електротехничког факултета у Београду.

Кандидат је као истраживач учествовао у реализацији 4 пројеката технолошког развоја финансираних од стране Министарства Републике Србије надлежног за област науке и технолошког развоја у периоду 2002 - 2013 године. Осим тога, кандидат је учествовао у реализацији већег броја научно-стручних студија и пројеката из шире или уже области тема докторске дисертације. Осим тога учествовао је као пројектант сарадник или одговорни пројектант у реализацији већег броја (више од 100) стручних и научних пројеката, студија, консултантских и других стручних послова изведених од стране Електротехничког факултета у Београду и других домаћих и иностраних компанија, како у земљи тако и у иностранству (Црна Гора, Велика Британија, Пољска, Катар, Мексико) чије теме се могу сврстати у ужу и ширу област теме доктората.

A. Spisak publikovanih radova i tehničkih rešenja

A.1 Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja (M21)

1. Branka Jokanović, **Dejan S. Vujić**: "WiMAX experience in Serbia and Montenegro", IEEE Microwave Magazine, April 2009, Vol. 10, No. 2, pp. 28-32 (impact factor 0.896 za 2009, 1.444 za petogodišnji period).

A.2 Radovi publikovani u celini na konferencijama od međunarodnog značaja (M33)

1. **Dejan S. Vujić**: "In-Building Design Based on Building Information Model", TELFOR 2013, Belgrade, Serbia, November 2013 (prihvaćen za objavljivanje).
2. **Dejan S. Vujić**: "On Indoor to Outdoor Radio Access Network Planning in Mobile Systems", TELSIS 2013, Niš, Serbia, October 2013, Vol.2, pp.623-626.
3. **Dejan S. Vujić**: "Mobile Financial System Services Potential to Provide Banking Services to General Population", TELFOR 2011, Belgrade, Serbia, November 2011, Vol. 1, pp. 118-121.
4. **Dejan S. Vujić**: "Big Events Capacity Analysis of the UMTS RAN", IEEE TELSIS 2011, Niš, Serbia, October 2011, Vol. 2, pp. 681-685.

A.3 Radovi publikovani u časopisima od nacionalnog značaja (M52/M53)

1. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: "Uloga savremenih komercijalnih telekomunikacionih sistema u procesu planiranja, organizacije i izvođenja vojnih operacija", Vojni glasnik, maj-avgust 2004, pp. 400-406 (M52).
2. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: "Analiza interferencije u SS DS-CDMA FWA sistemu", Telekomunikacije, septembar 2002, Vol. 47, No. 3, pp. 12-20 (M53).
3. Jelena D. Čertić, **Dejan S. Vujić**: "Analiza ometanja FH signala šumnim signalom u delu opsega signala sa frekvencijskim skakanjem", Telekomunikacije, septembar 2002, Vol. 47, No. 3, pp. 26-30 (M53).

A.4 Predavaње po pozivu sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M61)

1. Miroslav L. Dukić, **Dejan S. Vujić**: "Telekomunikacione pristupne mreže", TELFOR 2002, novembar 2002, Beograd.

A.5 Radovi publikovani u celini na konferencijama od nacionalnog značaja (M63)

1. Dj. M. Sarac, G. B. Markovic, **D. S. Vujic**, M. L. Dukic: "CBA – Communication Bit Stream Analyzer (CBA) software", OTEH 2011, oktobar 2011, Beograd.
2. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: "Uloga savremenih komercijalnih telekomunikacionih sistema u procesu planiranja, organizacije i izvođenja vojnih operacija", Simpozijum Teorijski i praktični aspekti savremenih operacija, april 2004, Beograd.
3. **Dejan S. Vujić**, Jelena D. Čertić: "Komparativna analiza mogućih postupaka ometanja FH signala", TELFOR 2001, novembar 2001, Beograd, pp. 238-241.
4. Vesna M. Golubović, **Dejan S. Vujić**: "Standardi za bežični LAN", TELFOR 2001, novembar 2001, Beograd, pp. 343-346.
5. Goran B. Marković, **Dejan S. Vujić**, Jelena D. Čertić, Miroslav L. Dukić: "Mogućnosti generisanja signala sa frekvencijskim skakanjem korišćenjem direktne digitalne sinteze", TELFOR 2001, novembar 2001, Beograd, pp. 176-179.
6. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: "Analiza spoljne interferencije u DS-CDMA WLL sistemu", TELFOR 2000, novembar 2000, Beograd, pp. 219-222.
7. **Dejan S. Vujić**: "Opis nekih tehnika za potiskivanje širokopojasne smetnje u SS DS-CDMA sistemima", TELFOR 2000, novembar 2000, Beograd, pp. 485-488.
8. **Dejan S. Vujić**: "Analiza interferencije unutar SS DS-CDMA WLL sistema", TELFOR 2000, novembar 2000, Beograd, pp. 481-484.

A.6 Радови за стицање научних звања (M72)

1. **Dejan S. Vujić**, „*Tehno-ekonomska analiza fiksne bežične mreže zasnovane na standardu IEEE 802.16d (WiMAX)*”, Magistarska teza, ETF Beograd, maj 2006 godine, mentor prof. Dr Miroslav L. Dukić.

A.7 Остале публикације

1. Miroslav L. Dukić, **Dejan Vujić**, Goran Marković, *Principi telekomunikacija - Zbornik rešenih problema*, Akademski misao, 469 strana, Beograd, maj 2009, pomoćni udžbenik, ISBN: 9789-86-7466-358-5.
2. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić, *Fiksni bežični pristup – Tehnologije, Principi planiranja i tehno-ekonomska analiza*, Akademski misao, 2. izdanje, 190 strana, ISBN: 86-7466-245-5, maj 2006.
3. Jelena Čertić, Nenad Dmitrović, Miroslav L. Dukić, Aleksandar Janković, Goran Marković, **Dejan S. Vujić**, *xDSL sistemi: tehnologija, planiranje i implementacija*, Akademski misao, 183 strane, ISBN: 86-7466-193-9, 2005.
4. Jelena Čertić, Nenad Dmitrović, Miroslav L. Dukić, Aleksandar Janković, Goran Marković, **Dejan S. Vujić**, *xDSL sistemi: tehnologija, planiranje i implementacija – Prezentacija*, Akademski misao, 169 strana, ISBN: 86-7466-192-0, februar 2005.
5. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić, *Wi-Fi i WiMAX – Tehnologije i primene*, Akademski misao, 191 strana, oktobar 2006.
6. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić, *Sistemi fiksnog bežičnog pristupa*, Akademski misao, 2004.

A.8 Приказ књиге

1. **Dejan S. Vujić**: Preview of “*The Design of CMOS radio-frequency integrated circuits*”, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2004, ISBN: 0-521-83539-9, IEE Communication Engineer Magazine, August/September 2004, pp. 47 (IF 0.293 za 2002.).

A.9 Предавања по позиву

1. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: „*WiMAX – Izazovi i tehnologija*“, ICT Forum, oktobar 2008, Privredna komora Niša, Niš, Srbija.
2. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: „*WiMAX – Izazovi i tehnologija*“, IBM Telco Day, jun 2008, Holliday Inn, Beograd, Srbija.
3. **Dejan S. Vujić**: „*Trendovi u strukturnom kabliranju*“, Stručni skup Telekomunikaciona instalacija u poslovnim i stambenim objektima – savremeni koncepti, u organizaciji Inženjerske komore Srbije, Gradjevinski fakultet u Beogradu, maj 2008, Beograd, Srbija.
4. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: „*Optički sistemi u telekomunikacionim mrežama za pristup*“, Tehnički skup Crony, maj 2007, Donji Milanovac, Srbija.
5. **Dejan S. Vujić**, Miroslav L. Dukić: „*Fiksni bežični pristup – WiMAX*“, Tehnički skup Crony, maj 2007, Donji Milanovac, Srbija.
6. **Dejan S. Vujić**: „*Fiber to the Home – Trenutno stanje i globalni trendovi*“, Prezentacija Corning Cable Systems & BIT Projekt, oktobar 2006, Poslovni centar „Ušće“, Beograd, Srbija.
7. Miroslav L. Dukić, **Dejan S. Vujić**: „*Javna nabavka storage sistema*“. IDC Adriatics Roadshow, maj 2006, Intercontinental, Beograd.
8. Miroslav L. Dukić, **Dejan S. Vujić**: „*Telekomunikacione pristupne mreže*“, DATUM 2002, oktobar 2002, Hyatt Regency, Beograd.
9. Miroslav L. Dukić, **Dejan S. Vujić**: „*Voice over IP – trenutno stanje i budućnost*“, DATUM 2004, oktobar 2004, Hyatt Regency, Beograd.

10. **Dejan S. Vujić:** “*Telekomunikacije u Srbiji posle 2005. godine i tržište kablova u budućnosti*”, Corning Cable Systems & BIT Projekt Presentation, novembar 2004, Hyatt Regency, Beograd.

A.10 Научни и стручни семинари

1. **Dejan S. Vujić:** “*Spectrum Monitoring and Measurement System*”, Workshop, u organizaciji TCS – Hartwood Services, januar 2009, COFETEL, Mexico City, Mexico DF, Mexico.
2. **Dejan S. Vujić, Miroslav L. Dukić:** “*Bežične širokopojasne komunikacije*”, TELSIS 2005, Niš, Srbija i Crna Gora, septembar 2005.
3. **Miroslav L. Dukić, Dejan S. Vujić:** “*Sistemi fiksnoг bežičnog pristupa zasnovani na standardu IEEE 802.16 (WiMAX)*”, TELFOR 2006, novembar 2006, Beograd.
4. **Dejan S. Vujić:** “*Fiksni bežični pristup*”, poglavlje na seminaru “*Bežične mreže*”, u organizaciji prof. dr Miroslava L. Dukića i prof. dr Djordja Paunovića, TELFOR 2004, novembar 2004, Beograd.
5. **Dejan S. Vujić:** “*Fiksni bežični pristup*”, poglavlje na seminaru “*Telekomunikacione pristupne mreže*”, u organizaciji prof. dr Miroslava L. Dukića, TELFOR 2003, novembar 2003, Beograd.
6. **Dejan S. Vujić:** “*IS-95*”, poglavlje na seminaru “*Sistemi proširenog spektra*”, u organizaciji prof. dr Miroslava L. Dukića, TELFOR 2002, novembar 2002, Beograd.

Б. Пројекти технолошког развоја финансирани од стране надлежног Министарства РС

1. Истраживач (пројектант сарадник) у пројекту, “Развој и реализација елемената софтверског радија и специфичне опреме и софтвера за радио-дифузију и мобилне телекомуникације”, Пројекат технолошког развоја Министарства за науку и технологију Републике Србије, ТР/ИТ.1.18.0100, период 2002-2004 година.
2. Истраживач (пројектант сарадник) у пројекту, “Развој и реализација софтвера, хардвера и услуга на бази софтверског радија за бежичне комуникације”, Пројекат технолошког развоја Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије, ТР-6149, период 2005-2008 година.
3. Истраживач (пројектант сарадник) у пројекту, “Развој и реализација нове генерације софтвера, хардвера и услуга на бази софтверског радија за наменске апликације”, Пројекат технолошког развоја Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, ЕТ-11030, период од априла 2008. године до 2011. године.
4. Истраживач (пројектант сарадник) у пројекту, “Напредне технике ефикасног коришћења спектра у бежичним системима”, Пројекат технолошког развоја Министарства науке и просвете Републике Србије, ТР32037, период 2011 – 2014 година.

Ц. Избор пројеката и студија из области предложене докторске дисертације

1. Члан тима задуженог за инсталацију LTE и swar постојеће опреме у мрежи оператора PolkomTel, задужен за координацију и анализу рада инсталационих тимова, за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks Polska, од новембра 2012 до фебруара 2013.
2. Главни и одговорни пројектант Студије пројектовања система за мониторинг и процедура мерења радио-фреквенцијског спектра у Републици Србији, Фаза 1, за потребе Републичке агенције за електронске комуникације (РАТЕЛ), од октобра 2012 до јануара 2013.
3. Члан тима задуженог за оптимизацију GSM мреже мобилног оператора O2 у области Глазгова (више BSC-ова), за потребе O2, од октобра 2012 до јануара 2013.

4. Главни и одговорни пројектант у Главном пројекту Изградње језгра IMS Telenor мреже јавних мобилних телекомуникација, Фаза V, за потребе Telenor d.o.o., од јуна 2012 до септембра 2012.
5. Главни и одговорни пројектант Студије и идејног пројекта система за контролу спектра на територији Републике Србије, за потребе РАТЕЛ-а, од октобра 2011 до фебруара 2012.
6. Члан тима са обавезама анализе стања мреже и израде drive test извештаја за Portobello Road у Лондону у склопу припрема за Олимпијаду 2012 (small cells анализа, оптимизација покривања и минимизација интерференције), за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks UK, од новембра 2011 до јануара 2012.
7. Члан тима са обавезама анализе стања мреже и израде drive test извештаја за област Lee Valley у склопу припрема за Олимпијаду 2012, за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks UK, од новембра 2011 до јануара 2012.
8. Члан тима са обавезама анализе стања мреже и израде drive test извештаја за област Wimbledon-a у склопу припрема за Олимпијаду 2012, за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks UK, од новембра 2011 до јануара 2012.
9. Члан тима са обавезама анализе стања мреже и израде drive test извештаја за област Hadleigh Farm у склопу припрема за Олимпијаду 2012, за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks UK, од новембра 2011 до јануара 2012.
10. Члан тима са обавезама анализе стања мреже и израде drive test извештаја за скуп мреже путева коришћених за олимпијска такмичења на Олимпијади 2012 (мушки и женски бициклизам, једриличарска рута на Темзи), за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks UK, од новембра 2011 до јануара 2012.
11. Члан тима са обавезама анализе стања мреже и израде drive test извештаја за више региона у Великој Британији у мрежи O2/Telefonica (кампања националног нивоа), за потребе O2, од октобра 2011 до јануара 2012.
12. Пројектант у оквиру пројекта изградње GSM/UMTS indoor мреже оператора O2 у Westfield Stratford тржном центру, за потребе ProjexCI UK и Nokia Siemens Networks UK, од новембра 2011 до децембра 2011.
13. Пројектант у оквиру пројекта изградње GSM/UMTS indoor мреже оператора O2 на стадионима Coventry Ricoh Arena и Glasgow Hampden Park, у склопу припрема за Олимпијаду 2012, за потребе Konsing UK и Nokia Siemens Networks UK, јун 2011.
14. Главни пројектант пројекта изградње GSM/UMTS indoor и кампус мреже оператора O2 у Олимпијском Парку у Лондону (више објеката унутар Олимпијског парка и екстеријер парка), за потребе Konsing UK и Nokia Siemens Networks UK, од марта 2011 до јула 2011.
15. Главни и одговорни пројектант Главног пројекта Проширења IV контролно-комутационог центра “Бежанија” GSM/UMTS мреже јавне мобилне телефонске мреже МТС, за потребе “Телеком Србија” а.д., од децембра 2010 до априла 2011.
16. Консултант и аутор решења телекомуникационог система у пројекту SCADA система за надгледање у реалном времену бушотина воде, нафте и гаса у Dukhan-у, за потребе Energoprojekt A.D. и Qatar Petroleum, Qatar, јун 2010.
17. Главни и одговорни пројектант у пројекту за добијање фреквенција у опсегу 900MHz, 1800MHz и 2100MHz, за рад GSM, DCS1800 и UMTS радио-базних станица, поднет Министарству за капиталне инвестиције, за потребе “Телеком Србија” а.д., децембар 2009 (више од 200 базних станица на територији Србије).
18. Главни и одговорни пројектант у пројекту за добијање фреквенција у опсегу 420MHz за рад FWA CDMA2000 система, поднет Министарству за капиталне инвестиције, за потребе “Телеком Србија” а.д., новембар 2009 (38 базних станица на територији Србије).

19. Главни и одговорни пројектант при изради Пројекта језгра GSM/UMTS мреже компаније Telenor d.o.o. (Фаза III), Србија, за потребе Telenor d.o.o., од јуна 2009 до октобра 2009.
20. Главни и одговорни пројектант при изради Пројекта језгра GSM/UMTS мреже компаније Telenor d.o.o. (Фаза II), Србија, за потребе Telenor d.o.o., од маја 2009 до августа 2009.
21. Одговорни пројектант при изради Елабората за доделу фреквенција у опсегу 420MHz за потребе система фиксног бежичног приступа заснованог на стандарду CDMA2000 у Републици Србији (34 базне станице на различитим локацијама у Србији), за „Телеком Србија“ а.д., октобра 2008.
22. Одговорни пројектант при изради Елабората за доделу фреквенција у опсегу 3.5GHz за потребе системе фиксног бежичног приступа заснованог на стандарду 802.16 (WiMAX) (15 базних станица у Београду, Новом Саду и Панчеву), за Друштво за телекомуникације “Verat” d.o.o., октобра 2008.
23. Коаутор Студије о техничким могућностима имплементације система заснованих на технологији мобилног WiMAX-а у опсегу 3.7GHz у Републици Србији, за потребе Републичке агенције за телекомуникације (РАТЕЛ), септембра 2008.
24. Одговорни пројектант при изради Пројекта UMTS core мреже компаније Telenor d.o.o., Србија, за потребе Telenor d.o.o., јуна 2008.
25. Одговорни пројектант при изради Елабората за доделу фреквенција у опсегу 420MHz за потребе система фиксног бежичног приступа заснованог на стандарду CDMA2000 у Републици Србији (регион јужне Србије, 7 базних станица), за „Телеком Србија“ а.д., марта 2008.
26. Одговорни пројектант при изради Елабората за доделу фреквенција у опсегу 420MHz за потребе система фиксног бежичног приступа заснованог на стандарду CDMA2000 у Републици Србији (регион Јагодине, Чачка, Краљева, Бруса и Косовске Митровице, 20 базних станица), за „Телеком Србија“ а.д., фебруара 2008.
27. Одговорни пројектант при изради преко 40 главних пројеката за WiMAX базне станице у јавној телекомуникационој мрежи за пружање јавних телекомуникационих сервиса путем фиксног бежичног приступа у радио-фреквенцијском опсегу 3400-3600MHz, на бази WiMAX технологије, у Републици Црној Гори, за потребе Друштва за телекомуникације MTEL d.o.o., Подгорица, од јуна 2007 до децембра 2008.
28. Одговорни пројектант при изради Елабората за доделу фреквенција у опсегу 420MHz за потребе система фиксног бежичног приступа заснованог на стандарду CDMA2000 у Републици Србији (регион Обреновца, више базних станица), за „Телеком Србија“ а.д., новембра 2007.
29. Одговорни пројектант при изради Елабората за доделу фреквенција у опсегу 420MHz за потребе система фиксног бежичног приступа заснованог на стандарду CDMA2000 у Републици Србији (регион Наталинаца, више базних станица), за „Телеком Србија“ а.д., јула 2007.
30. Консултант и члан стручног тима задуженог за имплементацију пилот пројеката бежичних система за приступ, базираних на WiMAX технологији, за потребе „Телекома Србија“ а.д., од јуна 2006 до јуна 2007.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је кандидат остварио у свом досадашњем стручном и научном раду, односно публикованих научних резултата и практичног искуства које је кандидат стекао при реализацији научних и стручних пројеката из уже или шире области предложене теме докторске дисертације, може се закључити да је кандидат Дејан С. Вујић испунио све услове који га квалификују да приступи изради докторске дисертације под предложеним насловом.

2. Предмет и циљ истраживања

Комуникација крајњих корисника у мрежама мобилне телефоније поприма мултимедијални карактер. Крајњи корисници последњих година знатно мање позивају друге кориснике у поређењу са бројем сесија везаних за приступ Интернету са својих мобилних уређаја или upload-ом видео снимака и слика на своје профиле у оквиру друштвених мрежа. Самим тим, последњих година јавља се тренд сталног коришћења сервиса односно интензивног коришћења ресурса мреже од стране крајњих корисника.

Други ефекат уочљив у оквиру мрежа мобилне телефоније настао је са повећањем пенетрације сервиса мобилне телефоније. Наиме, уочљиво је да данас више од 75% телефонских позива и приступа Интернету са мобилних телефона долази из затворених простора (пословни објекти, резиденцијални објекти, објекти за забаву и рекреацију итд.) док је мањи део активности заиста инициран изван затвореног простора. Због тога, досадашњи приступ оптимизацији и унапређењу рада мреже спровођењем тзв. drive test-ова губи на значају а траже се нови начини за праћење понашања корисника и креирање саобраћајног профила корисника. Очита је промена понашања и саобраћајних профила крајњих корисника у односу претходну деценију.

Литература која се бави проблемом оптималног планирања мобилних мрежа у затвореним просторима је скромна у поређењу са литературом која третира питања планирања тзв. масго мрежа. Разлог је првобитни истраживачки импулс, у периоду изградње масго (outdoor) мрежа и каснијих практичних покушаја да се покривање унутар објеката оствари употребом масго мреже. Постојећа литература превасходно се бави оптималним распоредом антена унутар објекта у оквиру тзв. indoor (in-building) мреже као и пропагационим условима унутар објекта који су значајно различити од спољашње средине. Међутим, постојећа литература не третира уопште питање пројектовања мобилних мрежа за велике скупове.

Посебна категорија употребе мобилних терминала од стране крајњих корисника јесу велики скупови какви су спортске или музичке приредбе. Имајући у виду величину и значај оваквих догађаја, као и њихову учестаност и периодичност, овај сегмент планирања мобилних мрежа се може сматрати врло запостављеним.

Предмет ове докторске дисертације представља моделовање радио-приступне мреже за системе мобилне телефоније у случају великих скупова а конкретно у случају Олимпијских игара одржаних у Лондону 2012. године. Основни циљ дисертације јесте да понуди модел за опис понашања корисника на великим, специјалним догађајима, да дефинише саобраћајни профил корисника за 2G/3G системе и предложи даљу надоградњу модела у случају 4G система. Овај захтев односи се на случај када не постоји један изолован објект у коме се одржава скуп, већ више објеката и пратећи простор око њих. На основу утврђених претпоставки, креиран је модел понашања корисника и утврђени су ризици за потенцијалне проблеме у мрежи за велике скупове, и дати су конкретни резултати у случају Олимпијских игара одржаних 2012. године, кроз одговарајућу функцију са тежинским параметрима дефинисаним у оквиру дисертације. Коначно, дефинисана је функција цене која је демонстрирана рачунарском симулацијом на конкретном моделу Олимпијских игара из 2012. године.

Осврт на релевантне библиографске изворе:

Основни релевантни библиографски извори који треба да буду коришћени као основа при изради предметне докторске дисертације су:

- Rümmler R., Ashraf I., Aghvami A.H.: "Impact of code orthogonality, power control error and source activity on the capacity of multicast transmissions in WCDMA", *In Proceedings of IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC 2004*, No. 1, pp. 1695-1699.

- Dharmaja S., Jindal V., Varshney U.: "Reliability and Survivability Analysis for UMTS networks: An Analytical Approach", *IEEE Transactions on Network and Service Management*, Vol. 5, No. 3, pp. 132–142, September 2008.
- Isotalo T., Lempiainen J., Niemela J.: "Indoor Planning for High Speed Downlink Packet Access in WCDMA Cellular Network", *Wireless Personal Communications*, Vol. 52, No. 1, pp. 89-104, January 2010.
- Ata O.W., Shahateet A.M, Jawadeh M.I., Amro, A.I.: "An Indoor Propagation Model Based on A Novel Multi Wall Attenuation Loss Formula at Frequencies 900MHz and 2.4GHz", *Wireless Personal Communications*, Vol. 69, No. 1, pp. 23-36, mart 2013.
- Tan W.L., Lam F., Lau W.C.: "An Empirical Study on 3G Network Capacity and Performance", In *Proceedings of IEEE International Conference on Computer Communications, INFOCOM 2007*, No. 1, pp. 1513-1521.
- Akl R., Nguyen S.: "Capacity Allocation in Multi-Cell UMTS Networks for Different Spreading Factors with Perfect and Imperfect Power Control", In *Proceedings of IEEE Consumer Communications and Networking Conference, CCNC 2006*, No. 1, pp. 928-932.
- Hedge N., Altman E.: "Capacity of Multiservice WCDMA Networks with Variable GoS", *Wireless Networks*, Vol. 12, No. 2, pp. 241-253, April 2006.
- Lee C.Y., Shin H.M.: "Cell Planning in WCDMA Networks for Service Specific Coverage and Load Balancing", *Wireless Personal Communications*, Vol. 67, No. 3, pp. 721-739, December 2012.
- Saraydar C., Abraham S., Chuah M. C.: "Impact of Rate Control on the Capacity of an Iub Link: Multiple Service Case", In *Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC 2003*, No. 1, pp. 1418-1423.
- Al-Kanj L., Dawy Z., Turkiyyah G.: "A Mathematical Optimization Approach for Cellular Radio Network Planning with Co-Siting", *Wireless Networks*, Vol. 18, No. 5, pp. 507-521, July 2012.
- Amaldi E., Capone A., Malucelli F.: "Radio Planning and Coverage Optimization of 3G Cellular Networks", *Wireless Networks*, Vol. 14, No. 4, pp. 435-447, August 2008.
- Leu J.S., Lin C.K.: "On utilization Efficiency of Backbone Bandwidth for a Heterogeneous Wireless Network Operator", *Wireless Networks*, Vol. 17, No. 7, pp. 1595-1604, October 2011.
- Giacomazzi P., Musumeci L., Verticale G.: "An Analytical Model Based on the ETSI Criteria for the Evaluation of User Satisfaction in UMTS", *Wireless Networks*, Vol. 12, No. 6, pp. 789-796, December 2006.
- Wang J.B, Wang J.Y., Chen M.: "Downlink System Capacity Analysis in Distributed Antenna Systems", *Wireless Personal Communications*, Vol. 67, No. 3, pp. 631-635, December 2012.
- Wang J.Y, Wang J.B., Chen M.: "System Capacity Analysis and Antenna Placement Optimisation for Downlink Transmission in Distributed Antenna Systems", *Wireless Personal Communications*, Vol. 71, No. 1, pp. 531-554, July 2013.
- Koo I., Yang J., Kim K.: "Two Traffic Parameters Efficiently to Approximate the Call Blocking Probability in CDMA Systems with 3 Sectors", *IEICE Transactions on Communications*, Vol. 85-B, No. 4 pp. 849-853, April 2002.
- Svoboda P., Karner W., Rupp M.: "Modeling E-Mail Traffic for 3G Mobile Networks", In *Proceedings on IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC 2007*, No. 1, pp. 1190-1194.
- Li X., Zaki Y. et al.: "HSUPA Backhaul Network Dimensioning", In *IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC 2008*, Vol. 19, No. 1, pp. 528-533.
- Garcia A.E., Rodriguez L., Hackbarth K.D.: "Cost models for QoS-differentiated interconnecting and wholesale access services in future generation networks", *Telecommunication Systems*, Vol. 51, No. 4, pp. 221-231, December 2012.

- Velez F.J., Cabral O., Merca F., Vassiliou V.: "Service characterization for cost/benefit optimization of enhanced UMTS", *Telecommunication Systems*, Vol. 50, No. 1, pp. 31-45, April 2012.

3. Полазне хипотезе

Досадашње планирање покривања унутрашњости објеката заснивало се на употреби outdoor мреже. Овакав приступ даје резултате код мањих објеката. Такође, за велике објекте попут тржних центара, коришћене су микро базне станице за потребе покривања унутар објеката а ређе дистрибуирани антенски системи (DAS). Специфичност ових објеката јесте да крајњи корисници у општем случају не мењају своје навике и понашање приликом употребе сервиса мобилне телефоније јер нису усмерени на исти догађај нити имају изражену жељу за коришћењем својих терминала. Самим тим, њихов саобраћајни профил није битно другачији од профила када се налазе код куће или у радном окружењу.

Приликом анализе спроведе у оквиру дисертације разматрани су догађаји који привлаче велики број посетилаца на релативно малом простору. Претпостављено је да већи број истовремених или временски блиских догађаја (музичких или спортских) утичу на понашање корисника. Тако су дефинисане различите фазе понашања корисника од доласка на место догађаја, припреме за догађај, активности у оквиру самог догађаја у зависности од динамике догађаја и коначно у периоду напуштања догађаја. Досадашње истраживање у литератури бави се искључиво једним саобраћајним профилем корисника или покушајима да се предложи генерички модели за остваривање максималног саобраћаја у објекту од интереса, без узимања у обзир понашања корисника. У оквиру анализе сматрано је да понашање корисника битно утиче на квалитет сервиса и оствариви капацитет у мрежи.

Претпостављено је да крајњи корисници преваходно користе 3G мрежу и да је на основу уобичајеног понашања корисника у тасто мрежи, као и на великим скуповима сличног типа, могуће креирати саобраћајни профил корисника и структуру саобраћаја. Даља екстраполација познатих информација биће извршена типизацијом специјалних догађаја и понашањем корисника у складу са категоријом догађаја. Такође, на основу плана организације догађаја биће дефинисани ризици (проблем вршног оптерећења мреже) и одговарајућа тежинска функција са параметерима дефинисаним у оквиру дисертације у циљу рангирања степена ризика.

4. Научне методе истраживања

У оквиру предложене дисертације биће спроведена теоријска анализа понашања крајњих корисника у случају великих скупова. За потребе анализе користиће се информације са претходних скупова. На основу теоријске анализе, физичког распореда објеката и сатнице значајних догађаја биће дефинисан теоријски модел за карактеризацију ризика тј. међусобног утицаја догађаја. Конкретан пример у случају Олимпијских игара у Лондону 2012. године ће бити приказан и анализиран у циљу демонстрације и потврде модела. На основу дефинисаних саобраћајних профила и понашања корисника биће анализиран капацитет система и покривање у Олимпијском парку уз приказ и објашњење појединих резултата и ефеката.

Анализа ће бити извршена симулацијом већег броја сценарија са различитим бројем корисника уз анализу расположивих ресурса у тзв. baseband-у, односно у потребном броју channel elements-а у случају 3G система. За потребе симулације биће развијен симулациони модел у оквиру програмског пакета MATLAB. Поред овог пакета у току анализе користиће се самостално развијени алати за предикцију нивоа сигнала и за анализу капацитета мобилне мреже.

Спроведена анализа треба да потврди и демонстрира примену предложених теоријских модела у оквиру дисертације.

5. Очекивани научни допринос

На основу резултата истраживања које ће бити спроведено у оквиру израде предметне докторске дисертације очекивани су следећи оригинални научни доприноси:

- Детаљна анализа понашања крајњих корисника у случају великих скупова који окупљају велики број корисника истовремено, како у затвореним просторима тако и на отвореном;
- Развој новог модела за оцену ризика вршног оптерећења мреже у случају истовременог одржавања великих скупова на малом географском растојању уз дефиницију параметара који утичу на модел (тежинска функција);
- Дефинисање одговарајуће функције која ће послужити за оцену исплативости инвестиције у потребне техничке ресурсе и изградњу или измену постојеће мреже на локацији или у објекту од интереса (функција цене) уз задржавање истог субјективног квалитета мреже од стране корисника.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање при изради предложене дисертације требало би да се изврши у складу са следећим планом истраживања:

- Преглед поступака планирања in-building мрежа мобилне телефоније дефинисаних у литератури и истицање разлика у односу на планирање масовне мреже;
- Анализа понашања корисника на великим скуповима која обухвата кретање, задржавање и опште понашање корисника;
- Преглед, карактерисање и креирање типова великих скупова и опис њиховог утицаја на понашање корисника и саобраћајни профил корисника;
- Спровођење одговарајуће теоријске анализе у циљу развоја и дефинисања нових решења за анализу ризика везаних за капацитет мреже и тежинских коефицијената који учествују у њој;
- Дефинисање функције цене (економске исплативости) реализације потребне мреже са становишта капацитета сложености система;
- Развој симулационог модела за потребе верификације предложених функција, са описом поступка симулације, изабраних метода и параметара;
- Закључна разматрања и препоруке за даља унапређења у случају различитих типова скупова и нових технологија.

Очекује се да структура предложене докторске дисертације, уз одговарајуће уводно и закључно поглавље, као и одређене прилоге, углавном прати дефинисани план истраживања уз евентуалне измене у складу са оствареним резултатима истраживања.

7. Закључак и предлог

Дејан С. Вујић пријавио је своју докторску дисертацију под насловом "**Модел радио-мреже за приступ у случају великих скупова**" у складу са Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду, подневши на увид сва предвиђена документа.

Из достављене документације, која укључује и библиографију до сада објављених радова и прегледа научних и стручних пројеката кандидата, може се закључити да Дејан С. Вујић испуњава све формалне и суштинске услове за приступање изради докторске дисертације. На основу образложења предмета и циљева истраживања, полазних хипотеза истраживања, као и очекиваних научних доприноса и плана истраживања, закључујемо да је предложена тема научно актуелна у домену савремених бежичних телекомуникационих

система и да омогућава да се у овину ње остваре значајни научни и стручни доприноси из научне области телекомуникација. Предложени ментор проф. др Мирослав Л. Дукић има већи број публикованих радова из области којој припада предложена докторска дисертација.

Стога, Комисија предлаже Научно-наставном већу Електротехничког факултета у Београду да кандидату **мр Дејану С. Вујићу** одобри израду докторске дисертације под насловом "**Модел радио-мреже за приступ у случају великих скупова**". За ментора рада предлаже се др Мирослав Л. Дукић, редовни професор на Електротехничком факултету у Београду који је био и ментор магистарског рада кандидата.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Мирослав Л. Дукић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

др Предраг Н. Иваниш, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

др Горан З. Марковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Александар М. Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

др Милан Љ. Јанковић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

др Дејан Д. Драјић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет