

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Мр Младена Копривице, дипл. инж.** за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 942/1 од 14.01.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Мр Младена Копривице, дипл. инж.** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Повећање ефикасности метода за мерење интензитета електричног поља у околини базних станица јавних мобилних система.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Младен Копривица рођен је 25.05.1975. године у Сарајеву. Основну школу “Павле Горанин Илија” у Сарајеву завршио је 1990. године са максималном просечном оценом, као носилац дипломе Митар Трифуновић Учо. Након тога је уписао Другу Сарајевску гимназију (математичко-физичко-рачунарска школа) где је завршио прва два разреда. Због ратних околности у Босни и Херцеговини 1992. године, преселио се на Соколац где је 1994. године завршио Средњу електротехничку школу са одличним успехом. Редовне студије завршио је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Телекомуникације, 2001. године, са просечном оценом 8,74. Магистарске студије завршио је, такође, на Електротехничком факултету у Београду, смер Телекомуникације, 2014. године, са просечном оценом 10. Запослен је на месту Вишег стручног сарадника – вишег лабораторијског инжењера на Катедри за телекомуникације Електротехничког факултета у Београду, од 2001. године. Поред тога обавља послове руководиоца и инструктора на *Cisco Networking* академији Електротехничког факултета.

Младен Копривица поседује лиценцу одговорног пројектанта телекомуникационих мрежа и система и учествовао је изради великог броја пројеката, студија, техничких решења и мерења рађених на Катедри за телекомуникације. Поред тога, обавља и послове Заменика руководиоца Лабораторије за радио-комуникације акредитоване од стране Акредитационог тела Србије.

Младен Копривица је *Senior member* IEEE удружења и члан извршног одбора IEEE секције Србија и Црна Гора. Члан је Друштва за телекомуникације, надзорног одбора Друштва за телекомуникације и организационог одбора конференције ТЕЛФОР. Такође,

члан је Инжењерске коморе Србије и испитивач за стручни део испита у Комисији за електронику и телекомуникације за област рачунарских мрежа.

Аутор је или коаутор 29 научних и стручних радова, од којих су 2 рада објављена у међународним часописима са СЦИ листе, 4 рада у домаћим часописима, 5 радова на међународним конференцијама, док су остали радови публиковани на домаћим конференцијама.

Младен Копривица је ожењен, и отац сина од 6 година и ћерке од 6 месеци.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Младен Копривица је завршио магистарске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Телекомуникације, 2014. године, са просечном оценом 10. Магистарску тезу „Експериментална анализа перформанси преноса говора коришћењем бежичне локалне рачунарске мреже” под менторством проф. др Александра Нешковића је одбранио 30.06.2014. године.

Облашћу мерења интензитета електричног поља у околини базних станица јавних мобилних система, Младен Копривица се бави од 2001. године, од када је запослен на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. У оквиру активности Лабораторије за радио-комуникације стекао је велика практична искуства у овој области, и као водећи инжењер значајно допринео акредитовању Лабораторије од стране Акредитационог тела Србије. Научно-истраживачко искуство у области предложене теме потврдио је објављивањем 2 рада у часописима међународног значаја (категорија M22), 2 рада у часописима националног значаја (1 категорије M52 и 1 категорије M53), 3 рада на конференцијама од међународног значаја (категорија M33) и 2 рада на конференцијама од националног значаја (категорија M63). Поред тога, Младен Копривица је дана 27.01.2015.год. успешно положио испит о подобности теме докторске дисертације.

Младен Копривица је део истраживачког тима ангажованог на *LEXNET (Low-EMF Exposure Future Networks)* пројекту. *LEXNET* пројекат (2012-2015. године) финансиран је од стране Европске Комисије у оквиру *FP7* програма (GA n°318273).

У току досадашњег научно-истраживачког рада Младен Копривица је био аутор или коаутор 29 радова, од којих су 2 рада објављена у часописима међународног значаја (категорија M22), 4 рада у часописима националног значаја (1 категорије M52 и 3 категорије M53), 5 радова на конференцијама од међународног значаја (категорија M33) и 18 радова на конференцијама од националног значаја (категорија M63):

Научни часописи међународног значаја

1. Koprivica M., Nešković N., Nešković A., Paunović Đ.: *Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station antenna masts*, Radiation Protection Dosimetry (ISSN 0144-8420), Vol 158, No 3, 2014, pp. 263-275, IF₂₀₁₃=0.861, (M22).
2. Nešković N., Koprivica M., Nešković A., Paunović Đ.: *Improving the efficiency of measurement procedures for assessing human exposure in the vicinity of mobile phone (GSM/DCS/UMTS) base stations*, Radiation Protection Dosimetry (ISSN 0144-8420), Vol 149, No 3, pp. 238-244, IF=0.909, (M22).

Научни часописи националног значаја

1. Koprivica M., Ilić M., Nešković A., Nešković N.: *AN EMPIRICAL STUDY OF THE EDCA QOS MECHANISM FOR VOICE OVER WLAN*, Telfor Journal, Vol 3, No 1, 2011, pp. 33-38, (M53).

2. Nešković N., Nešković A., Koprivica M., Paunović Đ.: *Eksperimentalno-statistička analiza nivoa elektromagnetne emisije u lokalnoj zoni antenskih stubova baznih stanica mobilne telefonije*, Telekomunikacije, Vol 58, No 4, 2009, pp. 1-6, (M53).
3. Nešković A., Nešković N., Koprivica M., Paunović Đ.: *Rezultati merenja RF zračenja tipičnih električnih uređaja iz životnog okruženja*, Tehnika – Elektrotehnika, No 4, 2009, pp. 46-60, (M52).
4. Koprivica M.: *AUTOMATIC SYSTEM FOR MEASUREMENT OF GSM SERVICE QUALITY WITH GPS LOCALIZATION*, Telekomunikacije, Vol 47, No 1, 2002, pp. 99-104, (M53).

Научне конференције међународног значаја (M33)

1. Koprivica M., Petrić M., Popović M., Milinković J., Nikšić C., Nešković A.: *Long-term variability of electromagnetic field strength for GSM 900MHz downlink band in Belgrade urban area*, Proceedings of the 22nd Telecommunications Forum TELFOR 2014, Belgrade 2014, pp. 9-12.
2. Popović M., Koprivica M., Nikšić S., Milinković J., Nešković A.: *Methodology for the comparison of cellular technologies and services with respect to EMF exposure*, Proceedings of the 22nd Telecommunications Forum TELFOR 2014, Belgrade 2014, pp. 13-16.
3. Freudenstein F., Wiedemann P. M., Pejanović-Djurišić M., Koprivica M., Nešković A.: *Intuitive Exposure and Risk Perception of RF EMF: Case Studies Serbia and Montenegro*, Proceedings of the 22nd Telecommunications Forum TELFOR 2014, Belgrade 2014, pp. 1-4.
4. Koprivica M., Ilić M., Nešković A., Nešković N., Krajnović N.: *EXPERIMENTAL EVALUATION OF IEEE 802.11E EDCA QOS MECHANISM FOR VOICE OVER WLAN*, Proceedings of the EUROCON 2011, IEEE Region 8 conference, Lisbon 2011, pp. 1-4.
5. Pavlović M., Nešković A., Koprivica M.: *DVB-T MOBILE DIVERSITY RECEPTION*, Proceedings of the SIBIRCON 2010, IEEE Region 8 conference, Irkutsk Listvyanka 2010, pp. 320-325.

Научне конференције националног значаја (M63)

1. Anđelić A., Koprivica M., Božilović B.: *Eksperimentalna analiza performansi VPN konekcije između strongSwan klijenta i Cisco IOS IPsec gateway-a*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2011, Beograd 2011, pp. 162-165.
2. Sokić J., Vučićević M., Koprivica M., Nešković A.: *UPOREDNA ANALIZA KVALITETA UMTS SIGNALA MOBILNIH OPERATORA*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2011, Beograd 2011, pp. 501-504.
3. Marović L., Janković I., Koprivica M., Nešković A.: *Markovljev multipath model radio kanala u outdoor okruženju*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2011, Beograd 2011, pp. 497-500.
4. Vučićević M., Sokić J., Koprivica M., Nešković N., Nešković A.: *ANALIZA KVALITETA GSM SIGNALA MOBILNIH OPERATORA KORIŠĆENJEM MERNOG UREĐAJA ROHDE&SCHWARZ ROMES 4.11*, Zbornik radova konferencije INFOTEH 2011, Jahorina 2011, pp. 144-148.
5. Koprivica M., Ilić M., Nešković A., Nešković N.: *Eksperimentalna analiza efikasnosti EDCA tehnike u prenosu govora pri konkurentnom best effort saobraćaju*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2010, Beograd 2010, pp. 344-347.
6. Koprivica M., Anđelić A., Nešković A., Paunović Đ.: *EKSPERIMENTALNA ANALIZA PROCEDURE ROAMING-A U WLAN MREŽI SA CENTRALIZOVANOM ARHITEKTUROM*, Zbornik radova konferencije ETRAN 2008, Palić 2008, pp. 1-4.

7. Borenović M., Nešković A., Koprivica M.: *PREGLED METODA ODREĐIVANJA POZICIJE U ZATVORENOM PROSTORU*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2007, Beograd 2007, pp. 195-198.
8. Đurović Đ., Koprivica M., Nešković N., Paunović Đ.: *ANALIZA PROTOKA U INFRASTRUKTURNOJ IEEE 802.11g WLAN MREŽI U REALNIM USLOVIMA*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2006, Beograd 2006, pp. 218-221.
9. Borenović M., Nešković A., Koprivica M.: *POZICIONIRANJE KORISNIKA U WLAN MREŽAMA PRIMENOM VEŠTAČKIH NEURALNIH MREŽA*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2006, Beograd 2006, pp. 194-197.
10. Radić P., Koprivica M., Nešković A.: *ANALIZA PROTOKA U INFRASTRUKTURNOJ 802.11b WLAN MREŽI U REALNIM USLOVIMA*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2005, Beograd 2005, pp. 1-4.
11. Petković M., Simić M., Koprivica M., Nešković N., Nešković A., Paunović Đ.: *SISTEM ZA AUTOMATSKO MERENJE INTENZITETA ELEKTRIČNOG POLJA REALIZOVAN KORIŠĆENJEM SPEKTRALNOG ANALIZATORA PROTEK 3201*, Zbornik radova konferencije ETRAN 2005, Budva 2005, pp. 249-252.
12. Janković I., Koprivica M., Krajnović N., Nešković A., Paunović Đ.: *TEORIJSKA I EKSPERIMENTALNA ANALIZA IZBORA TIPRA AUTENTIFIKACIJE I ENKRIPCije U WLAN IEEE 802.11b MREŽI*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2004, Beograd 2004, pp. 1-4.
13. Janković I., Koprivica M., Nešković A., Paunović Đ.: *EKSPERIMENTALNA ANALIZA RADIO-POKRIVANJA WLAN IEEE 802.11b MREŽA (OPSEG 2.4GHz) U ZATVORENOM PROSTORU*, Zbornik radova konferencije ETRAN 2004, Čačak 2004, pp. 94-97.
14. Simić M., Koprivica M., Nešković A., Nešković N., Paunović Đ.: *SISTEM ZA AUTOMATSKO MERENJE NIVOAA ELEKTROMAGNETNE EMISIJE U LOKALNOJ ZONI RADIO PREDAJNIKA*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2003, Beograd 2003, pp. 1-4.
15. Koprivica M., Krajnović N., Simić N.: *ANALIZA NAČINA LOKALNOG KABLIRANJA U ZGRADI ZA KABLOVSKO DISTRIBUTIVNE SISTEME*, Zbornik radova konferencije ETRAN 2003, Herceg Novi 2003, pp. 195-198.
16. Zeljković N., Nešković A., Koprivica M.: *PROGRAMSKA SIMULACIJA I ANALIZA RADA KONTROLERA BAZNIH STANICA U OKVIRU GSM MREŽE*, Zbornik radova konferencije ETRAN 2002, Banja Vrućica 2002, Teslić, pp. 43-46.
17. Koprivica M., Simić M., Nešković A., Paunović Đ.: *MERENJE RASPOLOŽIVOSTI I KVALITETA SERVISA U GSM SISTEMU*, Zbornik radova konferencije ETRAN 2002, Banja Vrućica, Teslić 2002, pp. 47-50.
18. Koprivica M.: *AUTOMATSKI SISTEM ZA MERENJE KVALITETA SERVISA U GSM SISTEMU UZ PRIMENU GPS LOKALIZACIJE*, Zbornik radova konferencije TELFOR 2001, Beograd 2001, Studentska sekcija, pp. 617-620.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је Младен Копривица постигао у свом досадашњем стручном и научном раду, публикованих научних резултата из области мерења интензитета електричног поља у околини базних станица јавних мобилних система, као и практичног искуства које је стекао у оквиру активности Лабораторије за радио-комуникације акредитоване од стране Акредитационог тела Србије, може се закључити да је испунио услове који га квалификују да приступи изради докторске тезе на предложену тему.

2. Предмет и циљ истраживања

Интензиван развој система и уређаја за бежичне комуникације обележио је претходну деценију. Због просторне распрострањености нарочито се истичу јавни мобилни системи (GSM - *Global System for Mobile Communications*, DCS - *Digital Communication System* и UMTS - *Universal Mobile Telecommunication System*). Као и остали бежични системи, јавни мобилни системи као основу за међусобну комуникацију користе емисију електромагнетних таласа. Последица тога је пораст нивоа електромагнетног зрачења у животном окружењу. Генерално, код становништва постоји страх од ефеката овог зрачења. Са друге стране, мобилни системи су данас незаменљив део савременог живота и не могу се једноставно уклонити или заменити. Из тих разлога од велике важности је потреба за објективним сагледавањем нивоа електромагнетног зрачења у животном окружењу.

Да би се контролисао утицај електромагнетног зрачења на људе, у оквиру међународних стандарда [1]-[4], као и у домаћој регулативи [5]-[6], дефинисане су норме којима се ограничава излагање електромагнетним пољима која потичу од телекомуникационих уређаја. Овим нормама дефинисане су границе, исказане кроз базична ограничења и изведени референтни гранични нивои, преко којих људи не смеју бити изложени електромагнетним пољима. Да би се у пракси проверило да ли је испоштован овај услов спроводе се мерења, а понекад и прорачуни, интензитета електромагнетног поља у околини базних станица јавних мобилних система. Методе које се користе за мерење интензитета електромагнетног поља у околини базних станица дефинисане су међународним стандардима [7]-[10], и оне се развијају и надограђују у складу са развојем телекомуникационих система, као и побољшањима мерних уређаја. Један сегмент у развоју ових метода, који је посебно актуелан у последње време, је одређивање мерне несигурности резултата мерења [11]-[12].

Циљ овог истраживања је повећање ефикасности метода за мерење интензитета електромагнетног поља у околини базних станица које се може постићи унапређењима у неколико сегмената. Са једне стране, процес мерења интензитета електричног поља на локацији базне станице треба да буде спроведен у релативно кратком времену, да би се постигла економска исплативост и да би се узнемиравање људи који живе на локацији svelo на минимум. Са друге стране, стандардима се захтева мерење средње вредности у дефинисаном периоду од 6 мин на свакој мерној позицији. Предмет овог истраживања је скраћивање времена мерења средње вредности, што знатно убрзава поступак и омогућава да се испоштују наведени захтеви, као и да се спроведу свеобухватнија мерења. Наиме, са краћим мерењем на једној мерној позицији, могуће је обухватити већи број мерних позиција по локацији.

У случају систематских мерења интензитета електричног поља која се спроводе у већим областима често се користи велики број поједностављених мерних система или поједностављених верзија експозиметара, који због једноставније реализације користе линијске антене, помоћу којих се мери само једна просторна компонента електричног поља. С обзиром да дефинисане методе [7]-[10] подразумевају изотропна мерења, у оквиру овог истраживања биће размотрена могућност конверзије резултата мерења једне просторне компоненте електричног поља у интензитет који се добија изотропним мерењима. Ово је од посебног значаја с обзиром да је уочено да се применом линијске антене добијају мање вредности интензитета електричног поља од реално очекиваних [13]-[16].

Поред добро познатог краткотрајног фединга, који генерално карактерише пропагацију електромагнетних таласа, неколико додатних ефеката могу имати значајан утицај на променљивост интензитета електромагнетног поља које потиче од базних станица [17]. Најзначајнији ефекти који су последица телекомуникационих протокола и који директно утичу на предајну снагу базних станица су саобраћајно оптерећење, аутоматска контрола снаге и дисконтинуална предаја [18]. Да би се утврдило да ли су испоштоване норме, потребно је одредити максималну вредност интензитета електричног поља. Анализа променљивости интензитета електричног поља базних станица у одређеним временским

интервалима, а посебно процена максималног интензитета поља, је, такође, предмет овог истраживања.

Од посебног значаја за примену решења за повећање ефикасности метода за мерење интензитета електричног поља у околини базних станица јесте спровођење анализе како и колико предложена решења утичу на мерну несигурност резултата мерења, што ће, такође, бити спроведено у оквиру ове дисертације.

Поред унапређења метода које се користе, важан део истраживања у области мерења интензитета електромагнетног поља јесу и резултати мерења спроведених у реалним окружењима базних станица [19]-[28]. У оквиру овог истраживања биће спроведена статистичка анализа резултата мерења интензитета електричног поља у околини базних станица мерених у оквиру активности Лабораторије за радио-комуникације.

Литература:

1. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): *Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*, Health Physics Vol 74, No 4, 1998, pp. 494-522.
2. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA): *Radiation Protection Standard - Maximum exposure levels to radiofrequency fields – 3 kHz to 300 GHz*, ARPANSA Radiation Protection Series, No 3, 2002.
3. Federal Communications Commission (FCC) 1997-01 ed: OET Bulletin 65: *Evaluating compliance with FCC guidelines for human exposure to radio-frequency electromagnetic fields*. FCC, 1997.
4. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) standard C95.1-1999: *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*, IEEE, 1999.
5. Закон о заштити од нејонизујућих зрачења, Службени гласник РС број 36/09, 2009.
6. Правилник о границама излагања нејонизујућим зрачењима, Службени гласник РС број 104/09, 2009.
7. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC): *European Standard EN 50413:2008 - Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz–300 GHz)*. CENELEC, 2008.
8. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC): *European Standard EN 50383:2010/AC:2013 - Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz–40 GHz)*. CENELEC, 2013.
9. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC): *European Standard EN 50400:2006/A1:2012 - Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz–40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service*. CENELEC, 2012.
10. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC): *European Standard EN 50492:2008/A1:2014 - Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations*. CENELEC, 2014.
11. Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM) 100:2008: *Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement*. JCGM, 2008.
12. Stratakis D.I., Miaoudakis A.I., Xenos T.D., Zacharopoulos, V.G.: *Overall Uncertainty Estimation in Multiple Narrow-Band In Situ Electromagnetic Field Measurements*, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol 58, No 8, 2009, pp. 2767-2779.

13. Thuróczy G., Molnár F., Jánossy G., Nagy N., Kubinyi G., Bakos J., Szabó, J.: *Personal RF exposimetry in urban area*, Annals of Telecommunications, Vol 68, No 1-2, 2008, pp. 87-96.
14. Knafl U., Lehmann H., Riederer M.: *Electromagnetic Field Measurements Using Personal Exposimeters*, Bioelectromagnetics, Vol 29, No 2, 2008, pp. 160-162.
15. Bolte J.F., Van der Zande G., Kamer J.: *Calibration and uncertainties in personal exposure measurements of radiofrequency electromagnetic fields*, Bioelectromagnetics, Vol 32, No 8, 2011, pp. 652-663.
16. Neubauer G., Cecil S., Giczi W., Petric B., Preiner P., Fröhlich J., Rössli, M.: *The Association between exposure determined by radio frequency personal exposimeters and human exposure: A simulation study*, Bioelectromagnetics, Vol 31, No 7, 2010, pp. 535-545.
17. Sanchez M.G., Cuinas I., Alejos A.V.: *Electromagnetic field level temporal variation in urban areas*, Electronics Letters, Vol 41, No 5, 2005, pp. 233-234.
18. Mishra A.R. (ed). *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G Evolution to 4G*. John Wiley & Sons, 2007.
19. Cicchetti R., Faraone, A.: *Estimation of the Peak Power Density in the Vicinity of Cellular and Radio Base Station Antennas*, IEEE Transactions on Electromagnetic Capability, Vol 46, No 2, 2004, pp. 275-290.
20. Mild K.H. *Occupational Exposure to Radio-Frequency Electromagnetic Fields*, Proceedings of the IEEE, Vol 68, No 1, 1980, pp. 12-17.
21. Bornkessel C., Schubert M., Wuschek M., Schmidt, P.: *Determination of the general public exposure around GSM and UMTS base stations*, Radiation Protection Dosimetry, Vol 124, No 1, 2007, pp. 40-47.
22. Troisi F., Boumis M., and Grazioso P.: *The Italian national electromagnetic field monitoring network*, Annals of Telecommunications, Vol 68, No 1-2, 2008, pp. 97-108.
23. Gotsis A., Papanikolaou N., Komnarakos D., Yalofas, A., Constantinou P.: *Non-ionizing electromagnetic radiation monitoring in Greece*, Annals of Telecommunications, Vol 68, No 1-2, 2008, pp. 109-123.
24. Alanko T., Hietanen M., Nandelstadh P.V.: *Occupational exposure to RF fields from base station antennas on rooftops*, Annals of Telecommunications, Vol 68, No 1-2, 2008, pp. 125-132.
25. Wu T., Shao Q., Yang L., Qi D., Lin J., Lin X., Yu, Z.: *A large-scale measurement of electromagnetic fields near GSM base stations in Guangxi, China for risk communication*, Radiation Protection Dosimetry, Vol 155, No 1, 2013, pp. 25-31.
26. Kim B. C., Park, S. O.: *Evaluation of RF electromagnetic field exposure levels from cellular base stations in Korea*, Bioelectromagnetics, Vol 31, No 6, 2010, pp. 495-498.
27. Deatanyah P., Amoako J. K., Fletcher J. J., Asiedu G. O., Adjei D. N., Dwapanyin G. O., Amoatey, E. A.: *Assessment of radiofrequency radiation within the vicinity of some GSM base stations in Ghana*, Radiation Protection Dosimetry, Vol 151, No 2, 2012, pp. 218-223.
28. Nayyeri V., Hashemi S.M., Borna M., Jalilian H.R., Soleimani, M.: *Assessment of RF radiation levels in the vicinity of 60 GSM mobile phone base stations in Iran*, Radiation Protection Dosimetry, Vol 155, No 2, 2013, pp. 241-244.

3. Полазне хипотезе

У области електромагнетног зрачења базних станица јавних мобилних система дефинисане су међународне и националне норме којима се ограничава излагање људи. Да би се у пракси проверило да ли су норме испоштоване, дефинисане су методе које се користе за мерење интензитета електромагнетног поља у околини базних станица. Са развојем телекомуникационих система, као и побољшањима мерних уређаја, неопходно је да се развијају и надограђују постојеће методе. Полазећи од дефинисаних норми и постојећих

метода, у оквиру овог истраживања биће дата решења за повећање ефикасности у неколико сегмената. Поред тога, биће спроведена и анализа како и колико предложена решења утичу на мерну несигурност резултата мерења, с обзиром да је то од посебног значаја за њихову примену.

4. Научне методе истраживања

У оквиру докторске дисертације биће коришћене следеће методе:

- Библиографска анализа дефинисаних норми којима се ограничава излагање људи електромагнетним пољима која потичу од телекомуникационих уређаја.
- За потребе одређивања доприноса појединачних компоненти мерне несигурности биће спроведена анализа објављених радова и стандарда, анализа карактеристика типичних уређаја који се користе у пракси, као и експериментална анализа резултата мерења интензитета електричног поља.
- За потребе повећања ефикасности метода за мерење интензитета електричног поља у околини базних станица, применом поступка мерења средње вредности интензитета електричног поља у временском интервалу краћем од оног који је предвиђен стандардима, биће спроведена експериментална анализа у околини мултисистемске базне станице у урбаном окружењу.
- За потребе конверзије резултата мерења једне просторне компоненте електричног поља у интензитет који се добија изотропним мерењима, биће спроведена експериментална анализа мерењем три просторне компоненте електричног поља у неколико стандардних окружења.
- Експериментална анализа променљивости интензитета електричног поља које потиче од базних станица јавних мобилних система у дефинисаним временским интервалима, биће спроведена на неколико урбаних локација.
- Статистичка анализа резултата мерења са великог броја локација базних станица (више од 500) за које су извршена мерења у оквиру активности Лабораторије за радио-комуникације. Ова анализа ће бити спроведена за три различите категорије локација: базне станице инсталиране на антенском стубу, базне станице инсталиране на објекту и базне станице инсталиране унутар објекта.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да из докторске дисертације проистекну следећи конкретни резултати:

- Преглед дефинисаних норми којима се ограничава излагање људи електромагнетним пољима која потичу од телекомуникационих уређаја.
- Развој методе за одређивање мерне несигурности резултата мерења интензитета електричног поља у околини базних станица јавних мобилних система.
- Повећање ефикасности метода за мерење интензитета електричног поља у околини базних станица мерењем средње вредности у временском периоду краћем од оног који је предвиђен стандардима.
- Развој модела за конверзију резултата мерења једне просторне компоненте електричног поља у интензитет који се добија изотропним мерењима.
- Експериментална анализа променљивости интензитета електричног поља које потиче од базних станица јавних мобилних система у дефинисаним временским интервалима.
- Статистичка анализа резултата мерења интензитета електричног поља у околини базних станица инсталираних на антенском стубу.

- Статистичка анализа резултата мерења интензитета електричног поља у околини базних станица инсталираних на објекту.
- Статистичка анализа резултата мерења интензитета електричног поља у околини базних станица инсталираних унутар објекта.

Неки од резултата досадашњих истраживања приказани су у следећим радовима кандидата:

Научни часописи међународног значаја

1. Koprivica M., Nešković N., Nešković A., Paunović Đ.: *Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of GSM/UMTS base station antenna masts*, Radiation Protection Dosimetry (ISSN 0144-8420), Vol 158, No 3, 2014, pp. 263-275, IF₂₀₁₃=0.861, (M22).
2. Nešković N., Koprivica M., Nešković A., Paunović Đ.: *Improving the efficiency of measurement procedures for assessing human exposure in the vicinity of mobile phone (GSM/DCS/UMTS) base stations*, Radiation Protection Dosimetry (ISSN 0144-8420), Vol 149, No 3, pp. 238-244, IF=0.909, (M22).

6. План истраживања и структура рада

План истраживања, који ће да прати и структура рада, састоји се из неколико делова. У првом делу биће спроведена библиографска анализа и дат преглед дефинисаних норми којима се ограничава излагање људи електромагнетним пољима базних станица. Поред тога, биће представљене методе које се користе за мерење интензитета електромагнетног поља. У другом делу биће обрађене појединачне компоненте мерне несигурности и дефинисана метода за одређивање комбиноване мерне несигурности резултата мерења. Трећи део истраживања ће да обухвати експерименталну анализу електричног поља у околини мултисистемске базне станице у урбаном окружењу, на основу које ће бити урађена анализа утицаја скраћивања времена усредњавања на резултат мерења. Развој модела за конверзију резултата мерења једне просторне компоненте електричног поља у интензитет који се добија изотропним мерењима, базиран на експерименталним мерењима три просторне компоненте електричног поља у неколико стандардних окружења, представљаће четврти део. У петом делу биће спроведена експериментална анализа променљивости интензитета електричног поља у дефинисаним временским интервалима на неколико урбаних локација. Статистичка анализа резултата мерења са великог броја локација базних станица, за три различите категорије локација базних станица (инсталација на антенском стубу, инсталација на објекту и инсталација унутар објекта), биће спроведена у шестом делу. Закључна разматрања биће изложена у завршном делу предложене докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

У предлогу тезе јасно је објашњен значај метода за мерење интензитета електромагнетног поља у околини базних станица, као и потреба за повећањем њихове ефикасности. На прегледан и јасан начин су дефинисана потенцијална унапређења метода у неколико сегмената, изабране адекватне експерименталне и статистичке методе истраживања, и прецизно идентификовани очекивани научни доприноси. Поред тога, дефинисан је одговарајући план истраживања, као и структура рада.

Досадашњи резултати Младена Копривице у стручном и научном раду, публиковани научни резултати из области мерења интензитета електричног поља у околини базних станица јавних мобилних система, као и практична искуства која је стекао у оквиру

активности Лабораторије за радио-комуникације акредитоване од стране Акредитационог тела Србије, у потпуности га квалификују за рад на предложеној теми.

На основу свега наведеног закључујемо да **Мр Младен Копривица**, дипл. инж. испуњава све услове за израду докторске дисертације на српском језику и потврђујемо научну заснованост предложене теме **„Повећање ефикасности метода за мерење интензитета електричног поља у околини базних станица јавних мобилних система”**. С обзиром да тема покрива актуелну област истраживања у Радио-комуникацијама и Јавним мобилним системима на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, као да и припада ужој научној области телекомуникација, за ментора предлажемо др Александра Нешковића, ванредног професора Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

Сходно томе, предлажемо Наставно-научном већу Електротехничког факултета, Универзитета у Београду да одобри Младену Копривици израду докторске дисертације под горе наведеним насловом.

Београд, 27. јануар 2015.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



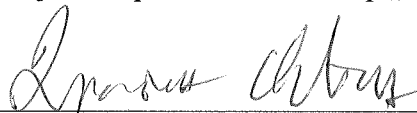
др Александар Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Ирини Рељин, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милош Бореновић, научни сарадник
Развојно истраживачки центар „Vlacom“



др Драган Олћан, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Наташа Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет