WIRELESS ТЕХНОЛОГИЈЕ У ШКОЛИ – ПРИМЕР ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКЕ ШКОЛЕ „НИКОЛА ТЕСЛА“ У НИШУ

Радое Јевтић¹, Драгана Јевтић², Јован Ничковић³, Вања Ничковић⁴

WIRELESS TECHNOLOGY IN SCHOOL – EXAMPLE OF ELECTRICAL TECHNICAL SCHOOL „NIKOLA TESLA“ IN NIS

Radoje Jevtić, Dragana Jevtić, Jovan Ničković, Vanja Ničković

Сажетак

Велики научно-технолошки напредак довео је до употребе многих савремених технологија у различитим објектима и установама, па и у школама. Једна од веома често примењиваних технологија у последње време је wireless – бежична технологија. Ова технологија омогућава брзо и економично повезивање корисника између себе, као и корисника на интернет, што је најчешћи случај. Међутим, веома често се постављају питања безбедности и штетности приликом коришћења ове технологије, јер уређаји који служе за примопредају сигнала – тзв. рутери (енгл. router) емитују високофреквентне електромагнетне зраке и самим тим формирају електромагнетно поље око себе. У раду су приказани резултати мерења и симулације електромагнетног поља бежичних, wireless рутера TL-WR 340G и AT-WA1104G у електротехничкој школи „Никола Тесла“ у Нишу, као и упоређивање добијених резултата са одговарајућим здравственим стандардима.

Кључне речи: wireless, школа, здравље, стандард.

Summary

Large scientific technological progress has led to the use of many modern technologies in various buildings and institutions, including schools. One of the most frequently applied technology lately is wireless technology. This technology allows fast and economical connection between the user and the user itself as the Internet, which is most often the case. However, very often the questions of safety and hazards when using this technology as devices that are used for the transfer of signals, so-called routers. Routers emit high-frequency electromagnetic radiation and thereby forming an electromagnetic field around it. This paper presents the results of measurement and simulation of electromagnetic fields of wireless routers TL-WR 340G and AT-WA1104G in the School of Electrical Engineering „Nikola Tesla“ in Nis and compare the results with the appropriate health standards.

Keywords: wireless, schools, health standard.

1 Радое Јевтић, магистар техничких наука, Е.Т.Ш. „Никола Тесла“, Ниш.

2 Драгана Јевтић, професор разредне наставе, О.Ш. „Ђеле Кула“, Ниш.

3 Јован Ничковић, дипломирани инжењер електронике, Е.Т.Ш. „Никола Тесла“, Ниш.

4 Вања Ничковић, доктор медицине, Универзитет у Приштини са седиштем у Косовској Митровици.

УВОД

Као и многе савремене технологије, и технологија бежичних комуникација доживела је велики напредак у последњих неколико година. Бежична телекомуникација подразумева пренос информација између два или више корисника који нису директно, физички повезани. Растојања могу бити различита, од неколико метара па чак до више хиљада километара. Она обухвата различите врсте фиксних, мобилних и преносних двосмерних радио-апарата, мобилних телефона, PDA уређаја, као и бежично умрежавање. Други примери бежичних видова телекомуникација су GPS јединице, отварачи гаражних или улазних врата, бежични компјутерски мишеви, тастатура и слушалице (телефон/компјутер), слушалице, радио-пријемници, сателитска телевизија, бежични телефони...

Потреба за бежичним телекомуникацијама настала је као логична последица повезивања удаљених корисника који стално мењају локацију, тако да су због природе или потребе свог посла онемогућени да користе стационарни вид повезивања (на пример, путем каблова). Поред овог, постоје још многи примери логичне потребе за бежичним телекомуникацијама, као што су превелики и недосежни размак, који се постиже типичним каблирањем, обезбеђивање резервног типа комуникације у случају отказивања обичних мрежа, повезивање преносивих радио-пријемника, превазилажење проблема у којима је инсталација каблова практично неизводљива или финансијски неприхватљива и слично.

Услуге које може пружити овај вид телекомуникација су заиста бројне: компјутерске мреже, даљинска контрола, саобраћајни системи, контрола инфрацрвених и ултрасоничних уређаја, GMRS, сателитска телевизија и многе друге. Због великих могућности којима се побољшава данашњи рад и живот савременог човека, врло често се поставља питање о безбедности коришћења и употребе уређаја и опреме за бежичну комуникацију по људско здравље. Ово се нарочито односи на употребу ових уређаја у одређеним објектима у којима има много људи и деце због њихове практичне примене да више корисника може користити неку мрежу као што је Интернет истовремено, без многобројних каблова и прикључака. Дobar пример оваквих установа су школске установе.

Уређаји намењени за бежичну телекомуникацију раде на принципу простирања електромагнетног зрачења високе фреквенције (најчешће око

2.4 GHz). Баш из тог разлога се постављају логична питања везана за максималне вредности јачина електричног и магнетног поља које потичу од антена рутера за бежичну комуникацију, а посебно од максималног контролисаног и неконтролисаног излагања овој врсти зрачења. Ове вредности су данас углавном обухваћене и ограничене у одговарајућим стандардима. Један такав пример може се видети у табели 1 [1–4].

Табела 1. Дозвољене вредности зрачења према IEEE C95.1-у.

Фреквентни опсег	Контролисано излагање (mW/cm ²)(6min)	Неконтролисано излагање (mW/cm ²)(30min)
0.3–3.0 MHz	(100)	
3.0–30 MHz	(900/f ²)	
0.3–1.34 MHz		(100)
1.34–30 MHz		(180/f ²)
30–300 MHz	1.0	0.2
300–1500 MHz	f/300	f/1500
1,5–100 GHz	5	1.0

МЕРЕЊЕ И МЕРНА ИНСТРУМЕНТАЦИЈА

Мерења су реализована у лабораторијама 112 и 113 Електротехничке школе „Никола Тесла“ у Нишу при нормалним лабораторијским условима: притиску, температури и влажности ваздуха. Мерења јачине електричног поља, јачине магнетног поља и изложености електромагнетном зрачењу реализована су помоћу инструмента SPECTRAN HF 60105, инструмента специјално намењеног мерењу високофреквентног електромагнетног зрачења и његових компоненти. Уз инструмент је коришћен и апликативни софтвер LCS Spectrum Analyzer (HF). Wireless рутери који су били коришћени су TL-WR 340G и AT-WA1104G. Први рутер налазио се у лабораторији 113, а други у лабораторији 112. Оба рутера су за време мерења постављена у средину лабораторија у којима су се налазили, на висини од 1,35м од пода.

Мерења су реализована тако што је мерни инструмент постављан од средине антене рутера,

па све до удаљености од 300mm од средине антене, у корацима од по 50mm. Димензије рутера TL-WR 340G су 16cm x 10,2cm x 2,8cm, док су димензије рутера AT-WA1104G 15,55cm x 10,55cm x 2,6cm. Поред наведених величина, измерене су и максимална даљина до којих се могао хватати сигнал са рутера, што је показало знатно мање резултате од оних које су наведене у техничким упутствима рутера. Тако на пример за рутер AT-WA1104G стоји да је максимална даљина простирања сигнала у тзв. „indoor условима“ 120m, док су добијени резултати показали знатно мање вредности и то за исти спрат даљину од 63,5m, а за спратове испод и изнад спрата на коме се налази лабораторија 112 даљине од 45,6m и 42,76m, док су за рутер TL-WR 340G добијене још мање вредности. Радне фреквенције уређаја измерене су инструментом и углавном су показивале вредност од 2,452 GHz за TL-WR 340G рутер, односно 2,413 GHz за AT-WA1104G рутер [5–7].

Слика 1. Spectran HF 60105

Слика 2. Wireless рутер AT-WA 1104G у лабораторији 112 Е.Т.Ш. „Никола Тесла“.

РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

Слика 3. Јачина електричног поља AT-WA 1104G и TL-WR 340G рутера.

Слика 4. Јачина магнетног поља AT-WA 1104G и TL-WR 340G рутера.

Важно је напоменути да су мерења јачине електричног и магнетног поља наведених рутера вишеструко понављана и да су реализована за време док се у лабораторијама изводила настава. Оба рутера су намерно постављена у средину и једне и друге лабораторије, иако и на местима где су обично постављени, а то су места поред осигурача и центра напајања имају одличан положај у смислу обезбеђивања мрежног приступа.

РЕЗУЛТАТИ СИМУЛАЦИЈЕ

Симулација електричног и магнетног поља бежичних рутера AT-WA 1104G и TL-WR 340G реализована је у програму HFSS 10, специјалном софтверском пакету намењеном за прорачун високофреквентног електромагнетног поља кроз

вишеслојне средине. За симулацију је било неопходно конструисати симулационе моделе оба рутера у програму HFSS 10, према својим одговарајућим физичким димензијама, који су представљени на сликама 5 и 6.

Слика 5. Симулациони модел wireless рутера TL-WR 340G у програму HFSS 10.

Слика 6. Симулациони модел wireless рутера AT-WA1104G у програму HFSS 10.

Због комплексности израде потпуног симулационог модела рутера у просторији у којој се налазе разни други предмети (клубе, рачунари, столице) симулациони модели који су коришћени у раду су конструисани тако да се рутери налазе у центру лабораторија са својим реалним димензијама које су оивичене зидовима одговарајуће дебљине и састава. Компликованији симулациони модел би свакако захтевао више радне меморије као и знатно више времена потребног за прорачун, које би се мерило десетинама сати [8, 9].

Слика 7. Графичка презентација симулације јачине електричног поља рутера TL-WR 340G у центру лабораторије 113 (а) и рутера AT-WA 1104G (б) у центру лабораторије 112.

Слика 8. Графичка презентација симулације јачине магнетног поља рутера TL-WR 340G у центру лабораторије 113 (а) и рутера AT-WA 1104G (б) у центру лабораторије 112.

Слика 9. Симулациони резултати јачине електричног поља AT-WA 1104G и TL-WR 340G рутера.

Слика 10. Симулациони резултати јачине магнетног поља AT-WA 1104G и TL-WR 340G рутера.

УПОРЕДНА АНАЛИЗА ДОБИЈЕНИХ РЕЗУЛТАТА

Резултати мерења и резултати симулације међусобно се разликују, као што је и било очекивано. Такође, резултати мерења и симулације се разликују и у односу на нека ранија мерења, зато што су приликом ранијих мерења јачина електричног и магнетног поља сви могући додатни извори електромагнетног зрачења били елиминисани колико год је то било максимално могуће, док су за мерења која су реализована у овом раду постојали многи други извори електромагнетног зрачења (штекери, рачунари, мобилни телефони ученика), што је и довело до добијених резултата.

Табела 2. ICNIRP дозвољене вредности за становништво и професионалну изложеност.

f (MHz)	E (V/m)	H (A/m)
10-400	28	0.073
	61	0.160
400-2000	$1.375\sqrt{f}$	$0.0037\sqrt{f}$
	$3.000\sqrt{f}$	$0.0080\sqrt{f}$
2000-300000	61	0.160
	137	0.360

Уколико се добијене вредности за јачину електричног и магнетног поља упореде са величинама које су прописане одговарајућим стандардима (ICNIRP, IEE, JUS), може се видети да су добијене вредности далеко испод вредности које су дозвољене стандардима. Један такав стандард приказан је у табели 2.

Резултати реализованих мерења изложености електромагнетном зрачењу (mW/cm^2), као и исте вредности добијене прорачуном показују да су добијене вредности далеко испод оних које су дозвољене стандардима. У прилог томе свакако иде и чињеница да се рутери сигурно неће налазити на растојањима од 5, 10, 20, 30, па и више центиметара, него на много већим даљинама.

Такође, може се уочити и да су добијене вредности мање него рецимо вредности за јачину електричног и магнетног поља мобилних телефона, који такође представљају групу уређаја који емитују високофреквентно електромагнетно зрачење [10–15].

Слика 11. Упоредни приказ резултата изложености на различитим растојањима од антене рутера AT-WA 1104G

ЗАКЉУЧАК

Несумњиво је да бежичне технологије због својих веома битних техничких карактеристика све више узимају примат над осталим телекомуникационим технологијама. Њихова масовна употреба често је довођена у питање због безбедности употребе ових уређаја по своје кориснике. То је нарочито важно за одређене услове примене, када се ови уређаји примењују тамо где је густина корисника веома велика, али и растојања рутера од самих корисника. Један такав пример представљају школе.

Резултати овог рада показали су да је употреба рутера у школи, чак и при условима када су присутни други извори електромагнетног зрачења, безбедна. Међутим, чињеница да живимо у тзв. „електромагнетном смогу“ потпуно захтева и оправдава мерења овакве врсте да би се увек имао увид у животну и радну средину.

Литература

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless>.
2. <http://pedja.supurovic.net/koliko-je-opasno-zracenje-wireless-opreme>.
3. www.beotel.net/?strana=12.
4. Крстић Д. Д, Марковић В. В, Николић Н. М, Ђинђић Б, Радић С. С, Петковић Д. М, Марковић М. Д, Биолошки ефекти зрачења бежичних комуникационих система. *Acta Medica Medianae*, Ниш, 2004; Vol 3.
5. Alied Telesis: Wireless Router AT-WA1104G Manual issue. 2008.
6. Wireless Router TL-WR 340G, Manual issue, Limitless Wireless.
7. AAronia AG, Spectran manual, 2005.
8. Ansoft, HFSS manual issue, 2003.
9. Јевтић Р. Б, Расподела електромагнетног поља фреквенција мобилних комуникација у човеку. Магистарска теза, Факултет заштите на раду, Универзитет у Нишу, 2009.
10. IEEE Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields 3kHz to 300 GHz, ASNSI/IEEE Standard C95.1, New York, 1999.
11. Safety level with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 300kHz to 100GHz, ANSI Standard C95.1-1982,1982.
12. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) – ICNIRP guidelines, Health Phys, 1998.
13. Јевтић Р. Б, Ниčkовић Ј. Т, Упоредна анализа експерименталних резултата и резултата симулације електромагнетног поља мобилног телефона. 17th Telecommunication forum TELFOR 2009, Београд, 2009.
14. Jevtić D, Jevtić R, Ničković J: Results for SAR simulation of mobile phones at children at the age of 10. ETRAN conference, Donji Milanovac, 2010.
15. Jevtić R, Ničković J: Measuring and simulation electromagnetic field results of wireless router AT-WA1104G. 19th Telecommunication forum TELFOR 2011, Beograd, 2011.

Контакт: Радоје Јевтић, Е.Т.Ш. „Никола Тесла“, Александра Медведева 18, 18000 Ниш, Србија, Tel: +381 63 759 019 3,
E-mail: milan.jvtc@gmail.com.