



# PROBLEMI SA UPOTREBOM SAVREMENE 5G TEHNOLOGIJE U REPUBLICI SRBIJI I PREPORUKE SA USKLAĐIVANJEM PROPISA U OBLASTI ZAŠTITE OD NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA



Nebojša KRSTIĆ, Dušan MRĐA, Danijel VELIMIROVIĆ, Zoltan NAĐ, Ištvan BIKIT, Sofija FORKAPIĆ  
*Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku, Novi Sad, Srbija*

nebojsa.krstic@df.uns.ac.rs, mrdjad@df.uns.ac.rs, danijel.velimirovic@df.uns.ac.rs, nzolik@df.uns.ac.rs, bikit@df.uns.ac.rs, sofija@df.uns.ac.rs

## Uvod

- U ovom radu su predstavljene trenutne normativne vrednosti za bezbedne nivoe nejonizujućeg zračenja u Srbiji i Evropi. Nova 5G tehnologija, uprkos mnogim prednostima, takođe budi strah u društvu.
- 5G mreža zahteva veću gustinu baznih stanica, što je povezano sa većom koncentracijom elektromagnetnog zračenja.
- preporuka laboratorija koje sprovede ispitivanja elektromagnetskih polja je da svaki izvor nejonizujućeg zračenja u naseljenom mestu bude izvor od posebnog interesa i da podleže periodičnoj kontroli.
- Ukoliko na lokaciji postoji više izvora EMZ, koja ne dostižu 10%, verovatno je da će uzrokovati ukupno veće EM polje i veći ukupni faktor izloženosti u odnosu na usamljeni izvor koji prelazi 10% iznosa referentne granične vrednosti za tu frekvenciju.
- Opseg od 3400 do 3800 MHz koji se razmatra za upotrebu 5G mreže je dobar kompromis između pokrivenosti i kapaciteta. Makro ćelije dugog dometa moći će se implementirati u ovom frekvencijskom opsegu kako bi se garantovalo dobro pokrivanje, a istovremeno imaju proširene propusne kapacitete potrebne za mobilne telefone velike brzine prenosa podataka.

## Pregled zakonske regulative u EU i Republici Srbiji

Tabela1. Preporuka Saveta 999/519/EC, Referentni nivoi za električna, magnetna i elektromagnetna polja (0-300 GHz)

Frekvencija $f$	Jacina električnog polja $E$ [V/m]	Jacina magnetnog polja $H$ [A/m]	Gustina magnetnog fluksa $B$ [ $\mu$ T]	Gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) [ $W/m^2$ ]
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	
8-25 Hz	10 000	$4000/f$	$5 000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4 / f$	$5 / f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,2	10

Tabela2. Referentni granični nivoi elektromagnetnog zračenja propisani u Srbiji za određene frekvencije u rasponu 0-300GHz (Službeni glasnik RS 104/09)

Frekvencija $f$	Jacina električnog polja $E$ [V/m]	Jacina magnetnog polja $H$ [A/m]	Gustina magnetnog fluksa $B$ [ $\mu$ T]	Gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) [ $W/m^2$ ]
< 1 Hz	5 600	12 800	16 000	
1-8 Hz	4 000	$12 800 / f^2$	$16 000 / f^2$	
8-25 Hz	4 000	$1 600/f$	$2 000/f$	
0,025-0,8 kHz	$100/f$	$1,6 / f$	$2 / f$	
0,8-3 kHz	$100/f$	2	2,5	
3-100 kHz	34,8	2	2,5	
100-150 kHz	34,8	2	2,5	
0,15-1 MHz	34,8	$0,292/f$	$0,368/f$	
1-10 MHz	$34,8 / f^{1/2}$	$0,292/f$	$0,368/f$	
10-400 MHz	11,2	0,0292	0,0368	0,326
400-2000 MHz	$0,55 f^{1/2}$	$0,00148 f^{1/2}$	$0,00184 f^{1/2}$	$f/1250$

□ Bazična ograničenja izlaganja stanovništva električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima (0 Hz do 300 GHz) jesu ograničenja u izlaganju vremenski promenljivim izvorima elektromagnetskih polja (niskofrekventni, visokofrekventni, uključujući radio frekvencijske, mikrotalasne i dr.), koja su zasnovana neposredno na utvrđenim zdravstvenim efektima i biološkim pokazateljima.

□ Pravilnikom o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja (Službeni glasnik RS 104/09) uvodi se pojam izvora nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa koji mogu da budu štetni po zdravlje ljudi, a određeni su kao stacionarni i mobilni izvori čije elektromagnetno polje u zoni povećane osetljivosti, dostiže najmanje 10% iznosa referentne, granične vrednosti propisane za tu frekvenciju za koji su obavezna periodična merenja jedanput svake druge kalendarske godine.

## Rezultati



Slika 1. Izgled izvora predmetnog ispitivanja - levo i spektar emitovanog zračenja - desno

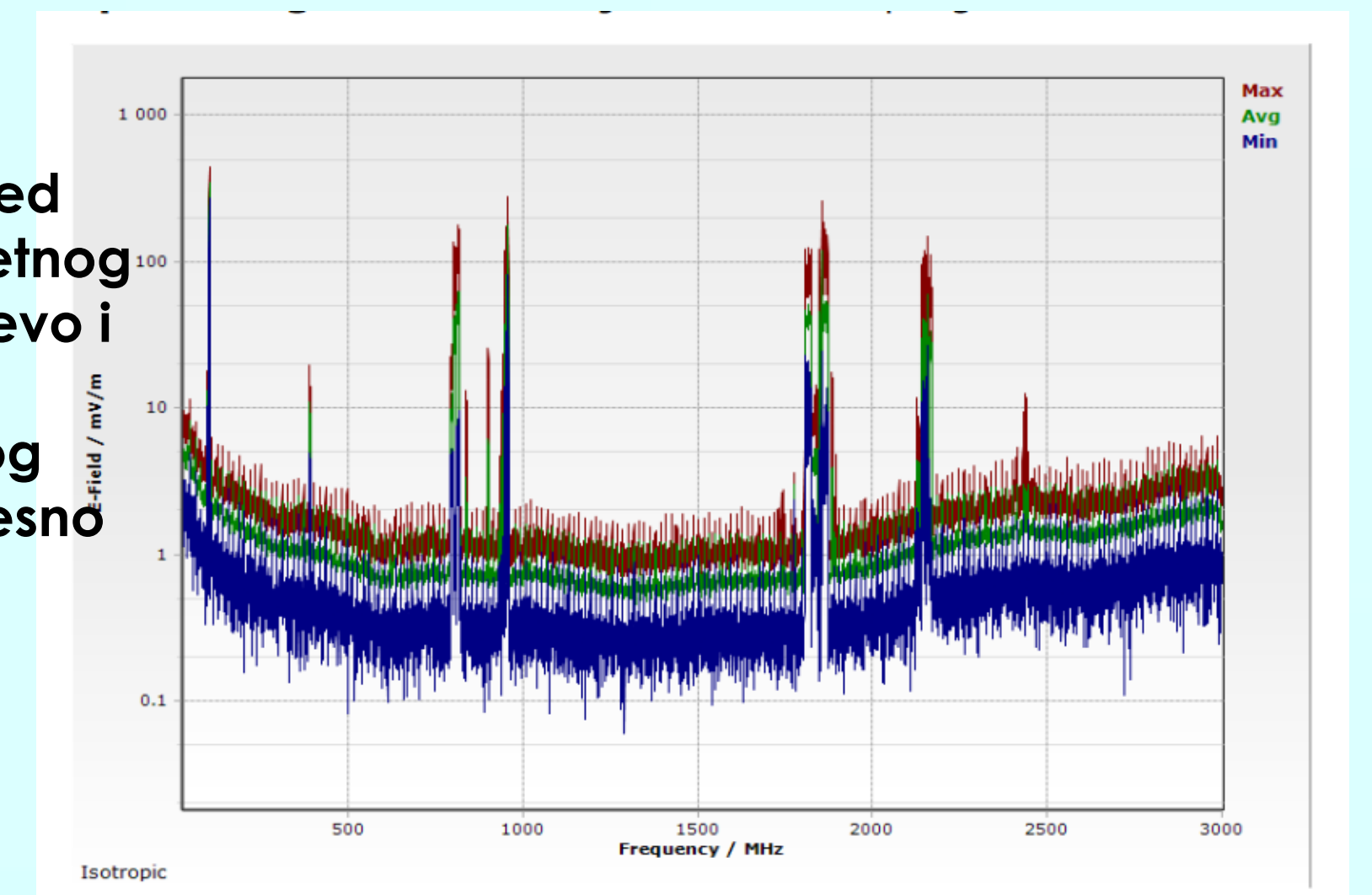
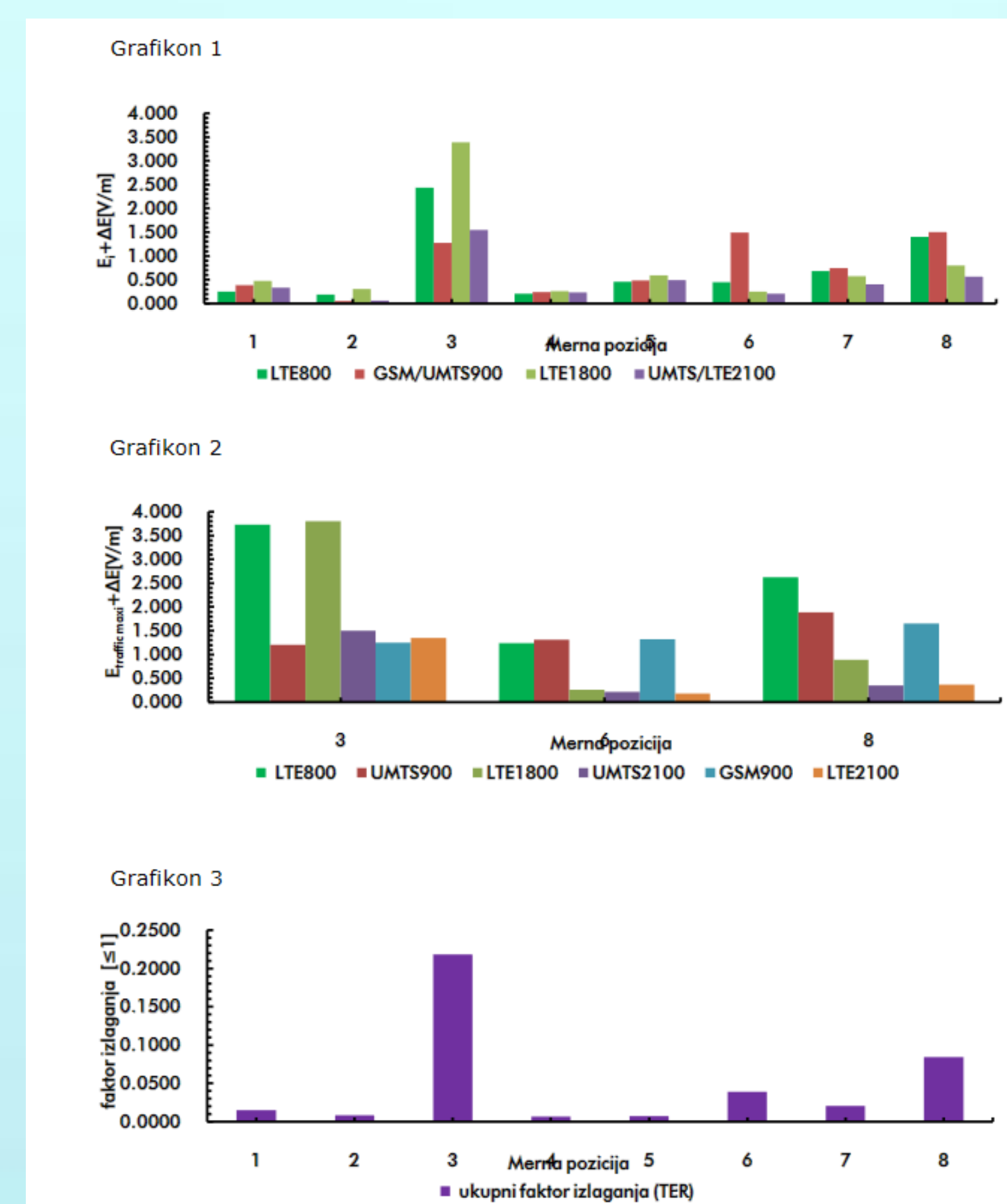


Tabela 3. Jačina ukupnog izmerenog električnog polja po tačkama ispitivanja

Merna pozicija	$E_{uk}$ [V/m]	$\pm \Delta E_{uk}$ [V/m]
1	1.557	0.498
2	0.858	0.275
3	6.390	2.045
4	1.330	0.426
5	1.799	0.576
6	2.797	0.895
7	2.186	0.700
8	4.436	1.420



Slika 2. Izmerene vrednosti električnog polja sa mernom nesigurnošću – Grafikon 1; maksimalno procenjene vrednosti sa mernom nesigurnošću - Grafikon 2 i ukupni faktori izlaganja pri maksimalnom opterećenju i sa mernom nesigurnošću – Grafikon 3 na svim mernim pozicijama

## Zaključak

Problem kod uvođenja 5G tehnologije je da se još uvek ne zna kako uspostaviti granične vrednosti pa samim tim ni kako ispitivati tako nastalo EM zračenje. Kontinuirano praćenje nivoa elektromagnetskih polja ne može da služi za ispitivanja konkretnih baznih stanica. Takve zaključke daju Laboratorije akreditovane po međunarodnim standardima gde se jasno navode metodologije merenja, zahtevi za opremom, stručnim kadrom itd. Takođe, smatramo da kriterijum od 10% graničnih vrednosti za pojedinačnu frekvenciju nije dovoljan uslov da se izvor okarakterise kao izvor od posebnog interesa jer primeri iz prakse pokazuju da tada nije uzet u obzir simultani efekat više antena na jednoj lokaciji koji može da se odrazi samo kroz faktor ukupnog izlaganja.