

HAKOM

Mjerno izvješće broj: EMP 05-ST/2017

Mjerenja u svrhu utvrđivanja izloženosti elektromagnetskim poljima
na području povećane osjetljivosti
u Kninu, Žagrović

Dana 4. prosinca 2017. godine u vremenu od 10:00 do 15:00 obavljena su mjerenja i provjera izloženosti elektromagnetskim poljima na područjima povećane osjetljivosti, sukladno "Pravilniku o posebnim uvjetima postavljanja i uporabe radijskih postaja" (NN br. 45/12 i NN br. 18/15 - u daljnjem tekstu: Pravilnik), na više lokacija u **Knin, Žagrović**.

Mjerenja su provedena mjernim kompletom „Rohde & Schwarz“ tip RFEX koji sadrži umjerenu antenu (Tri-axis probe - R&S SerNo:100105), analizator spektra R&S tip FSH-3 SerNo: 101950, mjerni tripod i odgovarajuću programsku podršku na slijedeći način:


- **mjerenja prema preprogramiranom tvorničkom modelu "Rohde & Schwarz" FSH3 30-2500MHz All** i to u vremenskom trajanju najmanje 6 min. (PK-AV mjerni protokol);
- **provjera najviših pojedinačnih razina elektromagnetskog polja** na licu mjesta (za GSM, DCS, UMTS, LTE u ovom slučaju);
- **mjerenje razine elektromagnetskog polja pojedinačnog dijela radiofrekvencijskog spektra prema utvrđenim najvišim razinama $E_j/E_{L,j}$** na toj mikrolokaciji (za GSM, DCS, UMTS, LTE u ovom slučaju);
- **provjera elektromagnetskog polja prema izloženosti višestrukim izvorima na različitim frekvencijama.** Slučaj izlaganja elektromagnetskim poljima više jakih izvora koji zrače na različitim frekvencijskim područjima, također je obrađen u Pravilniku. Granične veličine elektromagnetskih polja u Hrvatskoj i uvjeti koji moraju biti zadovoljeni u slučaju elektromagnetskog polja više frekvencija - određeni su na način, da pri izračunu izloženosti na konkretnim mikrolokacijama na kojima su provedena mjerenja mora biti zadovoljen i slijedeći uvjet:

$$\sum_{j=1}^{N_g} \left[\frac{E_j(f_j)}{E_{L,j}} \right]^2 \leq 1, \quad f_j \in 100 \text{ kHz}, 300 \text{ GHz}$$



Slika 1. Mjerne točke (MT ○) u odnosu na odašiljački sustav (OD □)

1) Mjerenje izloženosti elektromagnetskom polju (mjerna točka MT-1):

MT-1 prema odašiljačkom sustavu: antenski sustav je vidljiv s pozicije mjerne točke udaljenost do antenskog sustava 1: 67,9, elevacija 49,4°	MT-1 prema odašiljačkom sustavu: antenski sustav je vidljiv s pozicije mjerne točke udaljenost do antenskog sustava 2: 79,9, elevacija 12,3°
	

Oznaka, mjesto i adresa mjerne točke:	MT-1	Knin, Žagrović Zagrebačka 32			
Nadnevak i vrijeme mjerenja:	4. prosinca 2017.	10:00 - 12:00			
Temperatura:	10	°C			
Zemljopisne odrednice mjerne točke:	44,2°02'59,7"	16°11'11,5" Format: WGS			
Apsolutna visina mjerne antene iznad tla:	0 m				
Relativna visina mjerne antene	+1,5 m (tripod)				
Proizv., tip i ser. broj mjernog instrumenta:	"Rohde & Schwarz" tip FSH-3 ser.broj: 101950				
Proizv., tip i ser. broj mjerne antene:	"Rohde & Schwarz" tip Tri-Axis Probe TS-EMF ser.broj: 100105				
Mjerna nesigurnost:	± 1 dB (900 MHz); ± 1,7 dB (1800 MHz) u području temp. -10°C ... +50°C				
Podaci o dominantnim procjena dogledanja	Sustav:	Udaljenost (m)	Azimut (°)	Elevacija (°)	Opt.dogledanje:
	GSM/UMIS/DCS/LTE	67,9	150	49,4	DA
	GSM/UMIS/DCS/LTE	79,9	12,3	350	DA
Max. proširena mjerna nesigurnost:	± 2,5 dB u temp. području +15°C ... +35°C				
Mjerne veličine:	Frekvencija f (MHz);		Jakost električnog polja E_j (V/m) ili (dBμV/m)		

	Frekvencija (MHz)	E _j (dBuV/m)	Pravilnik			Pravilnik		K
			E _j	EL _j	Esig	(E _j /EL _j) ²	EL _j	
f1	813,500000	107,6	0,241 V/m	15,69 V/m	OK	0,000236	15,69 V/m	0,0085
f2	927,800000	117,8	0,773 V/m	16,75 V/m	OK	0,002128	16,75 V/m	
f3	928,200000	103,5	0,15 V/m	16,76 V/m	OK	0,000080	16,76 V/m	
f4	928,600000	105,2	0,183 V/m	16,76 V/m	OK	0,000119	16,76 V/m	
f5	929,000000	106,0	0,2 V/m	16,76 V/m	OK	0,000143	16,76 V/m	
f6	929,400000	106,2	0,205 V/m	16,77 V/m	OK	0,000149	16,77 V/m	
f7	1815,100000	121,5	1,187 V/m	23,43 V/m	OK	0,002565	23,43 V/m	
f8	1845,200000	105,6	0,19 V/m	23,63 V/m	OK	0,000064	23,63 V/m	
f9	1845,800000	105,9	0,198 V/m	23,63 V/m	OK	0,000070	23,63 V/m	
f10	1846,000000	114,8	0,552 V/m	23,63 V/m	OK	0,000546	23,63 V/m	
f11	1851,800000	107,5	0,236 V/m	23,67 V/m	OK	0,000100	23,67 V/m	
f12	1852,000000	120,8	1,092 V/m	23,67 V/m	OK	0,002130	23,67 V/m	
f13	2127,500000	107,9	0,249 V/m	24,4 V/m	OK	0,000104	24,4 V/m	
f14	2132,500000	107,3	0,232 V/m	24,4 V/m	OK	0,000090	24,4 V/m	
(pojedinačno)						$\sum_{j=1}^{N_g} \left[\frac{E_j(f_j)}{E_{L,j}} \right]^2 \leq 1, f_j \in 100kHz, 300GHz$		

Na sve izmjerene vrijednosti dodana je proširena mjerna nesigurnost u iznosu 2,5 dB. Izmjerena uvećana vrijednost E_j je niža od propisanih graničnih vrijednosti EL_j

2) Mjerenje izloženosti elektromagnetskom polju (mjerna točka MT-2):

Mjerna točka MT-2	MT-1 prema odašiljačkom sustavu: antenski sustav je vidljiv s pozicije mjerne točke udaljenost do antenskog sustava: 25,9 m, elevacija: 8,3°
	

Oznaka, mjesto i adresa mjerene točke:	MT-2	Knin, Žagrovići Zagrebačka ulica 38			
Nadnevak i vrijeme mjerenja:	4. prosinca 2017.	12:30 do 13:30			
Temperatura:	10	°C			
Zemljopisne odrednice mjerne točke:	44°03'02,4"	16°11'11,6" Format: WGS			
Apsolutna visina mjerne antene iznad tla:	-3				
Relativna visina mjerne antene	+1.5 m (tripod)				
Proizv., tip i ser. broj mjernog instrumenta:	"Rohde & Schwarz" tip FSH-3 ser.broj: 101950				
Proizv., tip i ser. broj mjerne antene:	"Rohde & Schwarz" tip Tri-Axis Probe TS-EMF ser.broj: 100105				
Mjerna nesigurnost:	± 1 dB (900 MHz); ± 1,7 dB (1800 MHz) u području temp. -10°C ... +50°C				
Podaci o dominantnim izvorima zračenja i	Sustav:	Udaljenost (m)	Azimat (°):	Elevacija (°):	Opt.dogledanje:
	GSM/UMTS/LTE	20,5	205	26,8	DA
Max. proširena mjerna nesigurnost:	± 2,5 dB u temp. području +15°C ... +35°C				
Mjeme veličine:	Frekvencija f (MHz); Jakost električnog polja E _j (V/m) ili (dBμV/m)				

Frekvencija (MHz)	E _j (dBuV/m)	Pravilnik			Pravilnik		K	
		E _j	EL _j	Esig	(E _j /EL _j) ²	EL _j		
f1	798,500000	107,2	0,228 V/m	15,54 V/m	OK	0,000215	15,54 V/m	0,0135
f2	813,500000	101,1	0,114 V/m	15,69 V/m	OK	0,000053	15,69 V/m	
f3	927,800000	121,9	1,251 V/m	16,75 V/m	OK	0,005578	16,75 V/m	
f4	930,200000	119,6	0,959 V/m	16,77 V/m	OK	0,003270	16,77 V/m	
f5	955,400000	104,0	0,159 V/m	17 V/m	OK	0,000088	17 V/m	
f6	957,400000	101,8	0,123 V/m	17,02 V/m	OK	0,000052	17,02 V/m	
f7	958,200000	101,1	0,113 V/m	17,03 V/m	OK	0,000044	17,03 V/m	
f8	1815,100000	116,4	0,658 V/m	23,43 V/m	OK	0,000790	23,43 V/m	
f9	1845,200000	114,7	0,546 V/m	23,63 V/m	OK	0,000533	23,63 V/m	
f10	1848,200000	102,8	0,138 V/m	23,64 V/m	OK	0,000034	23,64 V/m	
f11	1852,000000	105,0	0,178 V/m	23,67 V/m	OK	0,000057	23,67 V/m	
f12	2127,500000	117,9	0,785 V/m	24,4 V/m	OK	0,001034	24,4 V/m	
f13	2132,500000	119,9	0,986 V/m	24,4 V/m	OK	0,001632	24,4 V/m	
f14	2137,500000	106,7	0,216 V/m	24,4 V/m	OK	0,000079	24,4 V/m	
(pojedinačno)				$\sum_{j=1}^{N_g} \left[\frac{E_j(f_j)}{E_{L,j}} \right]^2 \leq 1, f_j \in 100kHz, 300GHz$				

Na sve izmjerene vrijednosti dodana je proširena mjerna nesigurnost u iznosu 2,5 dB. Izmjerena uvećana vrijednost E_j je niža od propisanih graničnih vrijednosti E_{L,j}.

3) Mjerenje izloženosti elektromagnetskom polju (mjerna točka MT-3):

Mjerna točka MT-3	MT-3 prema odašiljačkom sustavu: antenski sustav je vidljiv s pozicije mjerne točke udaljenost do antenskog sustava: 5 m, elevacija: 32°
	

Oznaka, mjesto i adresa mjerne točke:	MT-3	Knin, Zagrovići Zagrebačka ulica 127			
Nadnevak i vrijeme mjerenja:	4. prosinca 2017.	14:00 do 15:00			
Temperatura:	10	°C			
Zemljopisne odrednice mjerne točke:	44°03'0,584"	16°11'06,47" Format: WCS			
Apsolutna visina mjeme antene iznad tla:	0 m				
Relativna visina mjerne antene	+1,5 m (tripod)				
Proizv., tip i ser. broj mjernog instrumenta:	"Rohde & Schwarz" tip FSH-3 ser.broj: 101950				
Proizv., tip i ser. broj mjerne antene:	"Rohde & Schwarz" tip Tri-Axis Probe TS-EMF ser.broj: 100105				
Mjerna nesigurnost:	± 1 dB (900 MHz); ± 1,7 dB (1800 MHz) u području temp. -10°C...+50°C				
Podaci o dominantnim izvorima zračenja i	Sustav:	Udaljenost (m)	Azimit (°):	Elevacija (°):	Opt.dogledanje:
	GSMUMIS/LTE	160	90	15,2	DA
Max. proširena mjerna nesigurnost:	± 2,5 dB u temp. području +15°C...+35°C				
Mjerne veličine:	Frekvencija f (MHz); Jakost električnog polja E _j (V/m) ili (dB _μ V/m)				

	Frekvencija (MHz)	E _j (dB _μ V/m)	Pravilnik			Pravilnik		K
			E _j	EL _j	Esig	(E _j /EL _j) ²	EL _j	
f1	798,500000	113,7	0,483 V/m	15,54 V/m	OK	0,000965	15,54 V/m	0,0026
f2	934,800000	106,6	0,213 V/m	16,82 V/m	OK	0,000160	16,82 V/m	
f3	938,800000	106,3	0,206 V/m	16,85 V/m	OK	0,000149	16,85 V/m	
f4	955,400000	110,7	0,344 V/m	17 V/m	OK	0,000410	17 V/m	
f5	957,400000	103,6	0,151 V/m	17,02 V/m	OK	0,000078	17,02 V/m	
f6	957,800000	104,4	0,166 V/m	17,02 V/m	OK	0,000096	17,02 V/m	
f7	958,000000	104,6	0,169 V/m	17,02 V/m	OK	0,000098	17,02 V/m	
f8	958,600000	104,2	0,163 V/m	17,03 V/m	OK	0,000092	17,03 V/m	
f9	958,800000	104,5	0,168 V/m	17,03 V/m	OK	0,000097	17,03 V/m	
f10	959,000000	104,5	0,167 V/m	17,03 V/m	OK	0,000096	17,03 V/m	
f11	959,200000	103,7	0,154 V/m	17,03 V/m	OK	0,000082	17,03 V/m	
f12	959,400000	106,6	0,213 V/m	17,04 V/m	OK	0,000156	17,04 V/m	
f13	2147,500000	106,5	0,211 V/m	24,4 V/m	OK	0,000075	24,4 V/m	
f14	2152,500000	107,0	0,224 V/m	24,4 V/m	OK	0,000085	24,4 V/m	
			(pojedinačno)	$\sum_{j=1}^{N_g} \left[\frac{E_j(f_j)}{E_{L,j}} \right]^2 \leq 1, f_j \in 100kHz, 300GHz$				

Na sve izmjerene vrijednosti dodana je proširena mjerna nesigurnost u iznosu 2,5 dB. Izmjerena uvećana vrijednost E_j je niža od propisanih graničnih vrijednosti EL_j.

Zaključak:

1) Temeljem izmjerenih razina elektromagnetskih polja (EMP) na području povećane osjetljivosti uvećanih za proširenu mjernu nesigurnost u iznosu od **2,5 dB** (E_j), može se zaključiti da su razine **niže** od propisanih graničnih vrijednosti ($E_{L,j}$) iz Pravilnika.

2) Pravilnikom o posebnim uvjetima postavljanja i uporabe radijskih postaja, predviđen je i poseban uvjet koji mora biti zadovoljen u slučaju izlaganja elektromagnetskim poljima više različitih frekvencija. Sukladno izmjerenim i obrađenim rezultatima mjerenja elektromagnetskih polja, najviša dobivena izračunata vrijednost za mjernu točku 1 iznosi **0,0135** ($K \leq 1$), čime je zadovoljen i taj uvjet.