

Center za tehnično varnost in strokovne naloge

Št. poročila: **LPMPPZ-2014-0888-TZ**

Datum: 13.08.2014

POROČILO O MERITVAH VIRA VISOKOFREKVENČNEGA ELEKTROMAGNETNEGA POLJA

Naročnik: Telekom Slovenije d.d.
Cigaletova 15
1000 Ljubljana

Lokacija meritve: DORNAVA (MDORNA)
Datum meritve: 09.07.2014
Vrsta merjenega sistema: GSM 900, LTE

Poslano: 1 x naročnik
1 x arhiv ZVD

Metoda meritve DP-LPMPPZ-01

Meritve opravil in poročilo izdelal:	Pregledal in odobril:
 mag. Tom Zickero, univ. dipl. inž. el.	Andraž Tancek 

Merilni rezultati se nanašajo izključno na merjene vire na obravnavani lokaciji.

KAZALO

POVZETEK.....	3
1 OPIS STANJA MERJENE LOKACIJE	3
2 MERILNI POSTOPEK.....	5
2.1 POVZETEK IZ MERILNEGA PROTOKOLA	5
2.2 SLIKE MERILNIH TOČK.....	6
3 IZMERJENE VREDNOSTI.....	7
3.1 GSM 900.....	7
3.2 LTE 1800 MHz.....	8

POVZETEK

Bazni postaji GSM 900 in LTE **DORNAVA (MDORNA)** sta del visokofrekvenčnega radijskega sistema, investitorja Telekom d.d.

V okolici baznih postaj smo opravili meritve veličin elektromagnetnega polja v skladu s *Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja* (Uradni list RS, št.70/96).

Osnova za izdelavo poročila o vplivu na okolje so meritve in pripadajoči izračuni. Veličine elektromagnetnega polja, ki se merijo oz. izračunavajo, so po *Uredbi o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju* (Uradni list RS, št. 70/96) naslednje: električna poljska jakost (E), magnetna poljska jakost (H) in gostota pretoka moči (S). V *Uredbi* so podane tudi referenčne vrednosti s katerimi se primerjajo izmerjene veličine. Na podlagi primerjave izmerjenih in referenčnih vrednosti se poda končna ugotovitev.

Uredba pri meritvah električne in magnetne poljske jakosti ter gostote pretoka moči visokofrekvenčnega elektromagnetnega sevanja določa uporabo merilnih metod, ki so opisane v standardu SIST ENV 50166-2:1995 in tehničnemu priporočilu IEEE Std. C95.3-1991.

1 OPIS STANJA MERJENE LOKACIJE

Bazni postaji GSM 900 in LTE, DORNAVA (MDORNA) sta postavljeni v kraju Dornava.

GSM 900 in LTE bazni postaji pripadajo tri celice.

Lokacija spada v I. stopnjo varstva pred sevanji.

Okolica anten, ki je obremenjena z visokofrekvenčnimi viri elektromagnetnih sevanj, je predmet naše obravnave.



Slika 1: Prostorska umestitev bazne postaje



Slika 2: Prikaz merilnih točk

Ostali podatki o lokaciji, vremenskih pogojih v času meritve in uporabljenih merilnih instrumentih se nahajajo v povzetku merilnega protokola, točka 2.1.

2 MERILNI POSTOPEK

Meritve so bile opravljene v treh merilnih točkah v okolici bazne postaje. Izbrane so bile točke, kjer je možnost obremenitve prebivalstva največja. Merilno anteno smo vrteli po celotnem prostoru tako, da smo zajeli elektromagnetna polja iz vseh smeri. Meritve elektromagnetnih polj smo opravili v skladu z internim delovnim postopkom, ki je arhiviran na ZVD. Pri meritvah smo uporabili spektralni analizator NARDA SRM 3006 s pripadajočo anteno.

2.1 Povzetek iz merilnega protokola

OSNOVNI PODATKI

Datum meritve: 09.07.2014 Metoda meritve: opisana v DP-LPMPPZ-01

Na lokaciji je: GSM 900 in LTE

Ostalo: /

Ali obstajajo originalni podatki o sistemu naročnika: DA

Podatki o vremenskih razmerah: TEMP.: cca. 19°C, REL.VLAŽNOST: cca. 55 %, Z. PRITISK: 981 hPa, DRUGO: oblačno

PODATKI O BAZNIH POSTAJAH:

Št. celic (anten):GSM 900: 3, LTE: 3

Mobilni sistemi:

GSM 900: 1. celica: 2, 2. celica: 2, 3. celica: 2

LTE: 1. celica: 1, 2. celica: 1, 3. celica: 1

PODATKI O MERILNIH TOČKAH:

Opis merilnih točk:

1. merilna točka: V smeri cca. 255°.

2. merilna točka: V smeri cca. 135°.

3. merilna točka: V smeri cca. 45°.

Čas meritev: 13:30 – 14:30

OPIS MERILNE OPREME:

- Spektralni analizator NARDA SRM 3006 + antena.
- WS 9032.

2.2 Slike merilnih točk



Slika 3: Merilna točka 1



Slika 4: Merilna točka 2



Slika 5: Merilna točka 3

3 Izmerjene vrednosti

3.1 GSM 900

Izmerjene vrednosti elektromagnetnih polj v posamezni merilni točki prikazujejo vrednosti električne poljske jakosti za posamezni BCCH kanal (kanal s stalno konstantno največjo oddajno močjo posamezne celice). Izmerjena vrednost električne poljske jakosti posameznega BCCH kanala omogoča vrednotenje največjih možnih obremenitev okolja z elektromagnetnimi polji, ki jih lahko povzroča bazna postaja mobilnega operaterja.

GSM 900 - MT1

Celica i	$E_{i,BCCH}$ (V/m)
	Mobitel
1	0,093
2	0,126
3	0,267

GSM 900 - MT2

Celica i	$E_{i,BCCH}$ (V/m)
	Mobitel
1	0,102
2	0,260
3	0,119

GSM 900 - MT3

Celica i	$E_{i,BCCH}$ (V/m)
	Mobitel
1	0,222
2	0,075
3	0,202

Razširjena merilna negotovost znaša ($k=2$) $< \pm 45$ %.

3.2 LTE 1800 MHz

Izmerjene vrednosti elektromagnetnih polj v posamezni merilni točki prikazujejo vrednosti RS kanalov za posamezno celico. Izmerjena vrednost električne poljske jakosti RS kanalov omogoča vrednotenje največjih možnih obremenitev okolja z elektromagnetnimi polji, ki jih lahko povzroča bazna postaja posameznega mobilnega operaterja.

CELL	ci	eARFCN	pci	RS [dBc] MaxPower	RS [dBc] RStxP	Azimut [°]	MT1 [V/m]		MT2 [V/m]		MT3 [V/m]		K*
							RS0	RS1	RS0	RS1	RS0	RS1	
MDORNA18A	53990431	1657	300	431	153	45	0,000	0,000	0,004	0,005	0,025	0,031	24,55
MDORNA18B	53990432	1657	301	431	153	135	0,000	0,000	0,010	0,000	0,005	0,000	24,55
MDORNA18C	53990433	1657	302	431	153	255	0,038	0,043	0,004	0,005	0,000	0,000	24,55

K*-Faktor maksimizacije, ki se upošteva pri maksimizacija rezultata.

Razširjena merilna negotovost znaša ($k=2$) $< \pm 45$ %.

Center za tehnično varnost in strokovne naloge

Št. poročila: **LPMPZ-2014-0888A-TZ**

Datum: 13.08.2014

VREDNOTENJE IZMERJENIH VREDNOSTI VISOKOFREKVENČNIH ELEKTROMAGNETNIH POLI

Naročnik: Telekom Slovenije d.d.
Cigaletova 15
1000 Ljubljana

Lokacija meritev: DORNAVA (MDORNA)
Datum meritve: 09.07.2014
Vrsta merjenega sistema: GSM 900, LTE

Poslano: 1 x naročnik
1 x arhiv ZVD
Metoda meritve: DP-LPMPPZ-01

Meritve opravil in poročilo izdelal: Pregledal in odobril:

mag. Tom Zickero, univ. dipl. inž. el. Andraž Tancek



Merilni rezultati se nanašajo izključno na merjene vire na obravnavani lokaciji.

Stran 1 / 6 - dokument vsebuje 6 strani in ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti!

KAZALO

1	VREDNOTENJE VPLIVOV NA OKOLJE	3
1.1	RAČUNSKO VREDNOTENJE ZA GSM 900	4
1.2	RAČUNSKO VREDNOTENJE ZA LTE.....	5
1.3	KONČNI REZULTAT.....	5
2	SKLEPNA OCENA.....	6

1 VREDNOTENJE VPLIVOV NA OKOLJE

Vrednotenje obremenitve okolja kot posledice virov visokofrekvenčnih elektromagnetnih sevanj v okolici bazne postaje je bilo opravljeno na podlagi naslednjih predpisov:

1. Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96).
2. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 70/96).

Mejne vrednosti glede na Uredbo

V Uredbi o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96) so določene mejne vrednosti za visokofrekvenčna elektromagnetna sevanja, ki jih podajamo v tabeli 1:

f (MHz)	E (V/m)		H (A/m)		S (W/m ²)	
	I. območje	II. območje	I. območje	II. območje	I. območje	II. območje
10 ≤ 400	8,6	27,5	0,022	0,07	0,2	2
400 ≤ 2000	0,43√f	1,37√f	1,15*10 ⁻³ √f	3,64*10 ⁻³ √f	f/2000	f/200
2000 ≤ 150.000	19	61,4	0,05	0,163	1	10

*f – frekvenca izražena v MHz.

Tabela 1: Mejne vrednosti predpisane v Uredbi

Obremenitev območja s sevanjem je čezmerna, če na kraju meritev za električno poljsko jakost, magnetno poljsko jakost in gostoto pretoka moči kot posledice obratovanja ali uporabe enega ali več visokofrekvenčnih virov sevanja najmanj pri eni frekvenci velja:

$$\sum_i \left(\frac{E_i}{L_{E,i}} \right)^2 > 1 \quad \text{in} \quad \sum_j \left(\frac{H_j}{L_{H,j}} \right)^2 > 1 \quad 680 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$$

$$\sum_i \left(\frac{S_i}{L_{S,i}} \right) > 1 \quad 10 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$$

kjer so:

E_i ... efektivna vrednost električne poljske jakosti i-tega vira oz. i-te frekvence, če vir seva pri več frekvencah

H_j ... efektivna vrednost magnetne poljske jakosti j-tega vira oz. j-te frekvence, če vir seva pri več frekvencah

Si ... povprečna vrednost gostote pretoka moči i -tega vira oz. i -te frekvence, če vir seva pri več frekvencah

$L_{E,i}$, $L_{H,j}$, $L_{S,i}$ - i -temu frekvenčnemu območju ustrezna mejna vrednost električne, magnetne poljske jakosti in povprečne vrednosti gostote pretoka moči

1.1 Računsko vrednotenje za GSM 900

Računsko vrednotenje izmerjenih rezultatov bo narejeno v skladu s predvideno največjo možno obremenitvijo merjene točke z elektromagnetnimi polji. Pri izračunu smo upoštevali polno zasedenost prometnih kanalov frekvenčnega spektra GSM 900. Računski postopek je v skladu z DP-LPMPPZ-01.

Celica i	Azimut	BCCH kanal	$P_{i,BCCH}$	n_i	K_i
1	45°	118	8 W	2	1,41
2	135°	122	8 W	2	1,41
3	255°	120	8 W	2	1,41

* z sivo barvo so označeni podatki, ki jih je potrebno pridobiti od lastnika vira sevanja

Tabela 2: Osnovni podatki - GSM 900

GSM 900 - MT1

Celica i	$E_{i,BCCH}$ (V/m)	K_i	$E_{i,MAX}$ (V/m)
1	0,093	1,41	0,1311
2	0,126	1,41	0,1777
3	0,267	1,41	0,3765

Mobitel $E_{900MT1} = 0,44$ V/m

GSM 900 - MT2

Celica i	$E_{i,BCCH}$ (V/m)	K_i	$E_{i,MAX}$ (V/m)
1	0,102	1,41	0,1438
2	0,260	1,41	0,3666
3	0,119	1,41	0,1678

Mobitel: $E_{900MT2} = 0,43$ V/m

GSM 900 - MT3

Celica i	$E_{i,BCCH}$ (V/m)	K_i	$E_{i,MAX}$ (V/m)
1	0,222	1,41	0,3130
2	0,075	1,41	0,1058
3	0,202	1,41	0,2848

Mobitel: $E_{900MT3} = 0,44$ V/m

1.2 Računsko vrednotenje za LTE

Računsko vrednotenje izmerjenih rezultatov bo narejeno v skladu s predvideno največjo možno obremenitvijo merjene točke z elektromagnetnimi polji. Pri izračunu smo upoštevali polno zasedenost frekvenčnega spektra LTE 1800 MHz sistema. Računski postopek je v skladu z DP-LPMPPZ-01.

Izmerjena vrednost		
MT1	MT2	MT3
[V/m]	[V/m]	[V/m]
1,41	0,34	0,98

Tabela 3: Izmerjene vrednosti - LTE

1.3 Končni rezultat

V skladu s predpisanimi enačbami (glej poglavje 1) ovrednotimo največje preračunane vrednosti električne poljske jakosti za posamezno merilno točko glede na predpisane referenčne vrednosti po Uredbi.

Referenčne vrednosti za električno poljsko jakost (V/m) za I. stopnjo varstva pred sevanji:

- GSM 900 (f = 935 MHz): 13,15 V/m
- LTE (f = 1800 MHz): 18,3 V/m

GSM 900	E_{skupen} (V/m)
MT1	0,44
MT2	0,43
MT3	0,44
LTE	E_{skupen} (V/m)
MT1	1,41
MT2	0,34
MT3	0,98

Merilne točke	Vrednotenje po Uredbi za I. območje
	$\sum(E_i/L_{E,i})^2$
MT1	7,06E-03
MT2	1,41E-03
MT3	3,99E-03

Tabela 4: Ovrednotenje po posamezni merilni točki glede na referenčne vrednosti

Razširjena merilna negotovost znaša ($k=2$) $< \pm 45$ %.

Iz zgornje tabele je razvidno, da največje vrednosti elektromagnetnih polj, ki jih lahko pričakujemo v posameznih merilnih točkah, nikjer ne presegajo referenčnih vrednosti (razmerje je manjše od 1), ki so v Uredbi navedene za I. območje.

2 SKLEPNA OCENA

Na podlagi:

- meritev, izvedenih na izbranih merilnih točkah v okolici bazne postaje DORNAVA (MDORNA),
- predpisanih določil Uredbe o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96),
- predpisanih določil Pravilnika o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 70/96)
- mednarodnih standardov s področja elektromagnetnih sevanj,
- internega delovnega postopka DP-LPMPPZ-01

ugotavljamo,

da obremenitev okolja z visokofrekvenčnim elektromagnetnim sevanjem izven zaščitene okolice delujočih GSM 900 in LTE baznih postaj DORNAVA (MDORNA) **ne presega mejnih vrednosti**, ki jih predpisuje Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96) in mednarodni standardi in je kot takšna

sprejemljiva za okolje.