



Akcionarsko društvo za ispitivanje kvaliteta "KVALITET" Niš  
SEKTOR ZA ISPITIVANJE  
LABORATORIJA ZA ELEKTROMAGNETSKU KOMPATIBILNOST  
Srbija, 18000 Niš, Bulevar Svetog Cara Konstantina 82-86



ATC  
01-001

АКРЕДИТОВАНА  
ЛАБОРАТОРИЈА  
ЗА ИСПИТИВАЊЕ  
SRPS ISO/IEC 17025:2006

**STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE**  
**161900780N**

**NOSILAC PROJEKTA I INVESTITOR**

Naziv: **Vip mobile d.o.o.**  
Adresa: **Milutina Milankovića 1ž, 11000 Beograd**

**OPŠTI PODACI O PROJEKTU**

Naziv: **Stručna ocena opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni radio-bazne stanice KG4441\_01 KG\_Kragujevac\_centar\_5 (Nova Instalacija)**  
Tip/model: **Radio-bazna stanica GSM900/LTE800/UMTS2100/LTE1800**  
Adresa: **Nikole Pašića 10a, Kragujevac**

**PODACI O PROJEKTNOM TIMU**

Rukovodilac projekta: **Ivan Blagojević, dipl. ing. el.**  
Saradnici na projektu: **Vlatko Crnčević, dipl. inž. el., odgovorni projektant**  
**Bratislav Trajković, dipl. inž. el.**

Datum:18.02.2020.


Rukovodilac projekta: Ivan Blagojević

(M.P.)

Broj primerka	A	1	2	3	4	5
---------------	---	---	---	---	---	---

## SADRŽAJ

<b>PROJEKTI ZADATAK</b>	<b>3</b>
<b>REŠENJE</b>	<b>4</b>
<b>O ODREĐIVANJU MULTIDISCIPLINARNOG TIMA</b>	<b>4</b>
<b>1. OPŠTA DOKUMENTACIJA</b>	<b>5</b>
1.1. IZVOD IZ REŠENJA O REGISTRACIJI AKREDITOVANOG PREDUZEĆA IZVRŠIOCA IZRADE STRUČNE OCENE	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
1.2. OBIM AKREDITACIJE ZA AKREDITOVANO TELO „KVALITET“ A.D. NIŠ	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>2. PODACI O NOSIOCU PROJEKTA</b>	<b>7</b>
<b>3. ZAKONSKA REGULATIVA</b>	<b>8</b>
<b>4. OPIS LOKACIJE</b>	<b>9</b>
4.1. POSTOJEĆE STANJE	<b>10</b>
<b>5. TEHNIČKO REŠENJE</b>	<b>11</b>
PROJEKTOVANA EFEKTIVNA IZRAČENA SNAGA RADIO-BAZNE STANICE KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5	<b>12</b>
<b>6. STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE</b>	<b>13</b>
6.1. UTICAJ ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA NA LJUDE	<b>13</b>
6.2. FIZIČKE VELIČINE I POJMOVI IZ OBLASTI ELEKTROMAGNETSKIH ZRAČENJA I GRANICE ŠTETNOG RF ZRAČENJA .....	<b>15</b>
6.3. FIZIČKE VELIČINE KOJE SE KORISTE ZA DEFINISANJE GRANICE ŠTETNOG RADIO FREKVENTNOG (RF) ZRAČENJA .....	<b>18</b>
6.4. ZAKONSKA REGULATIVA O GRANICAMA IZLOŽENOSTI NEJONIZUJUĆEM ZRAČENJU	<b>19</b>
6.5. SKRAĆENI PRIKAZ METODA PREDIKCIJE NIVOA ELEKTROMAGNETNE EMISIJE	<b>26</b>
<b>7. PRORAČUN NIVOA ELEKTROMAGNETNE EMISIJE U LOKALNOJ ZONI BAZNE STANICE – KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5</b>	<b>28</b>
<b>8. ZAKLJUČAK PRORAČUNA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA U ŽIVOTNOJ SREDINI</b>	<b>52</b>
<b>9. MERE I USLOVI</b>	<b>54</b>
<b>10. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE PLANIRANE TELEKOMUNIKACIONE OPREME</b>	<b>56</b>
<b>11. PRILOZI</b>	<b>57</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>58</b>

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 3 od 59
---	----------------	---	----------------

## PROJEKтни ZADATAK

<b>Naziv projekta</b>	Stručna ocena opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni radio-bazne stanice mobilne telefonije
<b>Objekat</b>	RADIO-BAZNA STANICA KG4441_01 KG_Kragujevac_centar_5
<b>Lokacija</b>	Nikole Pašića 10-a, Kragujevac (WGS koordinate: 44°0'45.81"N 20°55'2.37"E)
<b>Nosilac projekta</b>	Vip mobile d.o.o., Milutina Milankovića 1ž, 11000 Beograd

U okviru Stručne ocene opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni radio-bazne stanice KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5, potrebno je izvršiti procenu očekivanog intenziteta elektromagnetne emisije u lokalnoj zoni stanice (proračun jačine električnog polja na relevantnim udaljenostima u lokalnoj zoni emisije bazne stanice) uzevši u obzir postojeće opterećenje životne sredine na lokaciji utvrđeno merenjem, sa ciljem da se proverí usklađenost sa postojećim standardima i važećim propisima u oblasti izlaganja ljudi radio-frekvencijskim elektromagnetnim poljima, kao i da se utvrdi neophodnost izrade Studije o proceni uticaja na životnu sredinu. *Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu* („Sl. glasnik RS“, br. 135/04, 36/09).

Cilj izrade Stručne ocene opterećenja životne sredine za potrebe izgradnje baznesticestje da se utvrdi postojeće i buduće stanje opterećenja i da se na osnovu ove dokumentacije pokrene postupak izdavanja uslova i mera zaštite životne sredine, odnosno odlučivanja o potrebi procene uticaja na životnu sredinu kod nadležnog organa. Korisnik izvora nejonizujućeg zračenja podnosi nadležnom organu stručnu ocenu opterećenja životne sredine kao dokaz da taj izvor neće svojim radom dovesti do prekoračenja propisanih graničnih vrednosti.

Pored opštih dokumenata i podataka o nosiocu projekta, Stručna ocene opterećenja životne sredine treba da sadrži:


- opis lokacije na kojoj će se izgraditi objekat stanice
- opis projekta – tehničkog rešenja
- primenjenu metodologiju i rezultate merenja i proračuna
- zaključak

Stručnu ocenu treba izraditi u skladu sa važećim propisima Republike Srbije. *Pravilnikom o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu* („Sl. Glasnik RS“ br. 69/05), *Zakonom o zaštiti životne sredine* („Sl. glasnik RS“, br. 135/04, 36/09 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon i 43/11 - Ustavni sud), *Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu* („Sl. Glasnik RS“, br. 135/04, 36/09), kao i na osnovu člana 6, *Pravilnika o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja* ("Sl. glasnik RS", br. 104/2009).

### NOSILAC PROJEKTA

Vip mobile d.o.o.,  
Milutina Milankovića 1ž, 11000 Beograd

---

	I07FO01	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 4 od59
---	---------	--	---------------

Na osnovu člana 19. Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. Glasnik RS“, br. 135/04, 36/09) donosim sledeće

## REŠENJE

### o određivanju multidisciplinarnog tima

Određuje se multidisciplinirani tim za izradu **Stručne ocene opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni bazne stanice** u sklopu projekta izgradnje radio-bazne stanice KG4441\_01 KG\_Kragujevac\_centar\_5, Nikole Pašića 10-a, Kragujevac

**Rukovodilac projekta:** Ivan Blagojević, dipl. inž. el.

**Odgovorni projektant:** Vlatko Crnčević, dipl. inž. el.


**Član tima:** Bratislav Trajković, dipl. inž. el.

Imenovani su dužni da se pri izradi Stručne ocene opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni radio-bazne stanice KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5 pridržavaju tehničkih propisa i normativa, shodno *Zakonu o proceni uticaja na životnu sredinu* („Sl. glasnik RS“, br. 135/04, 36/09), *Pravilniku o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu* („Službeni glasnik RS“ br. 69/05), Zakona o zaštiti od nejonizujućih zračenja ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009).


**KVALITET a.d. NIŠ**

---

Vladimir Vukašinović, generalni direktor

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 5 od59
---	----------------	---	---------------

## 1. OPŠTA DOKUMENTACIJA

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 6 od 59
---	----------------	---	----------------

## I Z J A V A

### odgovornog projektanta o primeni propisa

Prilikom izrade tehničke dokumentacije:

**Investitor:** Vip mobile d.o.o.,  
Milutina Milankovića 1ž, 11000 Beograd

**Sistem:** GSM/UMTS/LTE


**Dokumentacija:** Stručna ocena opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni bazne stanice  
KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5

poštovanesuusvemuodredbeZakona o planiranju i izgradnji ("Službeniglasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14 i 145/14)i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23 od 2. marta 2015, 77 od 9. septembra 2015, 58 od 22. juna 2016), Zakona o elektronskim komunikacijama (Sl. glasnikRSbr. 44/10), kaoipropisa, standarda, tehničkihnormativainormikvaliteta čijajeprimenaobaveznapiizradiovevrstedokumentacije.

18. Februar2020.

ODGOVORNI PROJEKTANTI

Vlatko Crnčević, dipl.Inž

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 7 od 59
---	----------------	---	----------------

## 2. PODACI O NOSIOCU PROJEKTA

<b>Nosilac projekta:</b>	Vip mobile d.o.o. Milutina Milankovića 1ž, Beograd
<b>Šifra delatnosti:</b>	-
<b>Telefon:</b>	+381 11 225 4313
<b>Fax:</b>	---
<b>E-mail</b>	---
<b>MB:</b>	-
<b>PIB:</b>	-
<b>Odgovorno lice:</b>	-
<b>Osoba za kontakt:</b>	Branislav Mrdak -

### 3. ZAKONSKA REGULATIVA

Pravnu osnovu na kojoj se temelji ova stručna ocena uticaja na životnu sredinu čine zakonske odredbe i odgovarajuća regulativa kojom je ova materija regulisana:

1. Pravilnika o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. Glasnik RS“ br. 69/05)
2. Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/04, 36/09 - dr. zakon, 72/09 - dr. zakon i 43/11 – US);
3. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Službeni glasnik RS”, br. 135/04 i 36/09);
4. Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu („Službeni glasnik RS”, br. 135/04 i 88/10);
5. Zakon o zaštiti od nejonizujućeg zračenja („Službeni glasnik RS“ br. 36/09);
6. Zakon o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014);
7. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („SL. Glasnik RS“, br. 101/05);
8. Pravilnik o postupku javnog uvida, prezentaciji i javnoj raspravi o studiji i o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS“ br. 69/05);
9. Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja („Službeni glasnik RS”, 104/09);
10. Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa („Službeni glasnik RS”, 104/09);
11. Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini („Službeni glasnik RS”, 104/09);
12. Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica u pogledu kadrova, opreme i prostora za vršenje poslova sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini, načinu i metodama sistematskog ispitivanja („Službeni glasnik RS”, 104/09);
13. Plan namene radio-frekvencijskih opsega (SL. glasnik RS br 112/04, 86/08);

#### Ostala stručna i naučna dokumentacija

14. SRPS EN 61566:2009 Merenje izlaganja radiofrekvencijskim elektromagnetnim poljima - Jačina polja u opsegu frekvencija od 100 kHz do 1 GHz;
15. SRPS EN 50413:2010 Osnovni standard za procedure merenja i izračunavanja izlaganja ljudi električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima (od 0 Hz do 300 GHz);
16. SRPS EN 50383:2012 Osnovni standard za izračunavanje i merenje jačine elektromagnetskog polja i SAR-a u odnosu na izlaganje ljudi elektromagnetskom polju u radio stanicama i fiksnim priključnim stanicama za bežične telekomunikacione sisteme (od 110 MHz do 40 GHz);
17. SRPS EN 50492:2010 Osnovni standard za merenje jačine elektromagnetskog polja na licu mesta u odnosu na izlaganje ljudi u blizini emisionih stanica;



## 4. OPIS LOKACIJE

**Lokacija:**
**KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5**


Slika 1. Strelicom označena pozicija bazne stanice.

Oznaka lokacije	KG4441_01
Naziv lokacije	KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5
Adresa	Nikole Pašića 10a, Kragujevac
Okrug	Šumadijski (Moravički)
Opština	Kragujevac
Katastarska parcela	k.p. 3902, KO KRAGUJEVAC III
GPS koordinate	44°0'45.81"N 20°55'2.37"E
Nadmorska visina	175m

**Opis lokacije:**

Lokacija "KG4441\_01 KG\_Kragujevac\_centar\_5" će se nalaziti na krovu stambene zgrade na adresi Nikole Pašića 10a, u Kragujevcu. U pitanju je objekat vrlo velike visine i spratnosti PR+15 spratova na čijem ravnom krovu se planira instalacija RBS opreme Vip-a. Na istom objektu, na najvišem krovu, već se nalazi i antenski sistem Telenor. U ovom slučaju, oprema dvaju operatera će biti smeštena na jedan objekat. Okolina lokacije na kojoj je planirana nova RBS je urbana sredina sa većim brojem stambenih i poslovnih objekata u okruženju.



Slika 2. Pozicija lokacije KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5

#### 4.1. Postojeće stanje

Bazna stanica na Lokaciji KG4441\_01 KG\_Kragujevac\_centar\_5 predviđena je da bude instalirana na ravnom krovu stambene zgrade. Trenutno, na istom krovu se nalazi instalacija Telenora, kabineti bazne stanice i 3 stuba sa antenama. Pre izrade ove stručne ocene 21.11.2019. urađeno je merenje zatečenog stanja električnog polja u okruženju u slobodnom prostoru i ispitni izveštaj broj 161900780N je u prilogu ovog dokumenta. Na budućoj VIP-ovoj lokaciji oznake KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5 u vreme merenja nije bilo instalirane VIP opreme ali je postojala oprema operatera Telenor.

## 5. TEHNIČKO REŠENJE

Lokacija "KG4441\_01 KG\_Kragujevac\_centar\_5" će se nalaziti na adresi Nikole Pašića 10a,u Kragujevcu. U pitanju je objekat na čijem ravnom krovu se planira instalacija RBS opreme Vip-a. Na lokaciji je planirano postavljanje kabineta ZTE za napajanje i baterijski backup PPOormana, kao i radio modula ispod antena. ZTE kabineta H=2.1m + Airscale unutar kabineta će se postaviti na novu RBS platformu, desno od njega postavlja se PPO orman, a sa krajnjeleve strane RBS šine ostaje slobodan prostor za buduća proširenja. Od VIP opreme planirana je instalacija 4 panel antene koje će se koristiti za: GSM, UMTS, LTE1800 i LTE800 sisteme. Antenski sistem biće četvorosektrorski 10°/100°/190°/280° i usvakom sektoru biće instalirana po jedna panel antena i to sve tipa K80010966. Antenski sistem biće instaliran na krovu objekta preko četiri nova nosača sa kosnicama i balastima, pri čemu će svaki sektor biti na po jednom nosaču. Visine antena od nivoa tla biće Hbase=50.00m za sve četiri antene K80010966.

Montiraće se ukupno 8 novih NSN AirScale RRH radio modula, za svaki sektor po jedan par AHEGB (za LTE1800 i UMTS) + AHPMDA (za GSM i LTE800), na nove antenske nosače.

Od RF modula prema odgovarajućim panel antenama Kathrein 80010966 biće korišćena po dva 1/2" antenska right-angle prelazna kabla, dužine po 5m.

Inicijalne konfiguracije primopredajnika na lokaciji su 2+2+2+2 za GSM900, 2+2+2+2 za UMTS2100 i 1+1+1+1 za LTE800 i LTE1800 sistem po sektorima.

Detaljan pregled relevantnih podataka po radio-sistemima dat je u tabelama 4-7 a crteži za lokaciju na slikama 5 i 6.

Projektovana efektivna izračena snaga radio-bazne stanice **KG\_Kragujevac\_centar\_5**

U tabelama 4, 5, 6 i 7 navedeni su parametri predviđene konfiguracije sistema GSM900, UMTS2100, LTE1800 i LTE800 na osnovu zadatih vrednosti planirane konfiguracije, izračunate vrednosti efektivne izračene snage.

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika		Tip antene	Broj antena	Visina BAZE antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	Širina glavnog snopa zračenja antene [°]		Downtilt mehanički električni [°]		Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Snaga na ulazu antene [dBm] po kanalu	ERP po kanalu	
				[dBm]	[W]						Horizontalna	Vertikalna	[°]	[°]						[dBm]	[W]
KG4441_01 KG_Kragujevac_centar_5	KG4441_01/1	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	14.35	10	63	8.1	0	7	1/2"	5.0	1.35	2	41.65	56.00	398.11
	KG4441_01/2	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	14.35	100	63	8.1	0	7	1/2"	5.0	1.35	2	41.65	56.00	398.11
	KG4441_01/3	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	14.35	190	63	8.1	0	9	1/2"	5.0	1.35	2	41.65	56.00	398.11
	KG4441_01/4	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	14.35	280	63	8.1	0	6	1/2"	5.0	1.35	2	41.65	56.00	398.11

Tabela 4: Ukupna projektovana efektivna izračena snaga po sektorima za GSM sistem

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika		Tip antene	Broj antena	Visina BAZE antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	Širina glavnog snopa zračenja antene [°]		Downtilt mehanički električni [°]		Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Snaga na ulazu antene [dBm] po kanalu	ERP po kanalu	
				[dBm]	[W]						Horizontalna	Vertikalna	[°]	[°]						[dBm]	[W]
KG4441_01 KG_Kragujevac_centar_5	KG4441_01/U1	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	16.15	10	62	5.5	0	7	1/2"	5.0	1.55	2	41.45	57.60	575.44
	KG4441_01/U2	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	16.15	100	62	5.5	0	7	1/2"	5.0	1.55	2	41.45	57.60	575.44
	KG4441_01/U3	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	16.15	190	62	5.5	0	9	1/2"	5.0	1.55	2	41.45	57.60	575.44
	KG4441_01/U4	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	16.15	280	62	5.5	0	6	1/2"	5.0	1.55	2	41.45	57.60	575.44

Tabela 5: Ukupna projektovana efektivna izračena snaga po sektorima za UMTS sistem

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika		Tip antene	Broj antena	Visina BAZE antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	Širina glavnog snopa zračenja antene [°]		Downtilt mehanički električni [°]		Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Snaga na ulazu antene [dBm] po kanalu	ERP po kanalu	
				[dBm]	[W]						Horizontalna	Vertikalna	[°]	[°]						[dBm]	[W]
KG4441_01 KG_Kragujevac_centar_5	KG4441_01/L1	Outdoor	NSN flexi	46.0	39.8	K80010966	1	50.0	15.75	10	64	5.9	0	7	1/2"	5.0	1.50	1	44.5	60.26	1060.47
	KG4441_01/L2	Outdoor	NSN flexi	46.0	39.8	K80010966	1	50.0	15.75	100	64	5.9	0	7	1/2"	5.0	1.50	1	44.5	60.26	1060.47
	KG4441_01/L3	Outdoor	NSN flexi	46.0	39.8	K80010966	1	50.0	15.75	190	64	5.9	0	9	1/2"	5.0	1.50	1	44.5	60.26	1060.47
	KG4441_01/L4	Outdoor	NSN flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	15.75	280	64	5.9	0	6	1/2"	5.0	1.50	1	41.5	57.26	531.50

Tabela 6: Ukupna projektovana efektivna izračena snaga po sektorima za LTE1800 sistem

Lokacija	Oznaka sektora	Tip kabineta	Model kabineta bazne stanice	Snaga na izlazu iz predajnika		Tip antene	Broj antena	Visina BAZE antene (m)	Dobitak antene [dBd]	Ugao usmerenja [°]	Širina glavnog snopa zračenja antene [°]		Downtilt mehanički električni [°]		Tip kabla	Dužina kabla [m]	Gubici na kablovskoj trasi [dB]	Broj predajnika	Snaga na ulazu antene [dBm] po kanalu	ERP po kanalu	
				[dBm]	[W]						Horizontalna	Vertikalna	[°]	[°]						[dBm]	[W]
KG4441_01 KG_Kragujevac_centar_5	KG4441_01/800L1	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	13.95	10	65	9	0	7	1/2"	5.0	1.32	1	41.7	55.63	365.59
	KG4441_01/800L2	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	13.95	100	65	9	0	7	1/2"	5.0	1.32	1	41.68	55.63	365.59
	KG4441_01/800L3	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	13.95	190	65	9	0	9	1/2"	5.0	1.32	1	41.68	55.63	365.59
	KG4441_01/800L4	Outdoor	Nokia Flexi	43.0	20.0	K80010966	1	50.0	13.95	280	65	9	0	6	1/2"	5.0	1.32	1	41.68	55.63	365.59

Tabela 6: Ukupna projektovana efektivna izračena snaga po sektorima za LTE800 sistem

## 6. STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE

Karakteristike postojećeg stanja životne sredine predstavljaju osnovu za svako istraživanje problematike životne sredine na određenom prostoru. Problematika zaštite životne sredine predstavlja jedinstveno i kompleksno pitanje koje obuhvata sve aspekte razmatranja mogućeg uticaja predmetnog kompleksa na životnu sredinu.

Definisanje ciljeva u domenu zaštite životne sredine predstavlja zadatak, koji se najjednostavnije svodi na preduzimanje mera i postupaka radi obezbeđivanja minimalnih uslova, odnosno svođenje uticaja analiziranih objekata u granice prihvatljivosti.

Analizom, koja obuhvata proces identifikacije opterećenja u toku rada objekta predajne stanice i akcidenta, sa jedne strane i procenu potencijala posmatrane lokacije sa druge strane, dolazi se do tačnog određivanja kriterijuma odnosa objekat– životna sredina. Razmatranje koje sledi, daje prikaz stanja osnovnih činilaca životne sredine prostora predmetne lokacije i njene bliže okoline, za koje postoji mogućnost da budu izloženi riziku usled rada predajne stanice.

Postojeće opterećenje životne sredine utvrđeno je merenjem i procenom nivoa nejonizujućeg elektromagnetskog zračenja u okruženju lokacije buduće predajne stanice u različitim frekventnim opsezima.

### 6.1. Uticaj elektromagnetskog zračenja na ljude

Elektromagnetsko polje, kao deo biosfere, prirodno je i stalno čovekovo okruženje. Postoji prirodno zemljino statičko magnetno i električno polje. Dok je magnetno polje sporo promenljivo a promene od 1% su u vremenskom periodu od jednog veka, prirodno električno polje zavisi od atmosferskih uslova. I ovo polje je sporo promenljivo tako da se u intervalima vremena u satima mogu smatrati konstantnim. Tehnički razvoj a prvenstveno razvoj bežičnih telekomunikacionih sredstava je doveo do generisanja visokofrekventnih talasa i postojanje polja u životnoj sredini. Ove promene karakteristika polja u kojima se sada živi svet i čovek nalaze doveo je do viših nivoa električnog i magnetnog polja kako na nivou profesionalne, tako i na ambijentalne izloženosti čoveka elektromagnetnom zračenju, odnosno pojedinim delovima njegovog spektra. Ovaj tehnološki izazvani spektar različitih talasa se naziva elektromagnetsko zračenje ili elektromagnetni smog. Iako vrlo širok, ceo elektromagnetni spektar je biološki aktivan i različitim mehanizmima deluje na žive organizme.

Izvori elektromagnetnog zračenja mogu da se podele u dve grupe:

- prirodni izvori (sunčeva aktivnost, Zemlja, meteorološke pojave) i
- veštački izvori (izvori namernog i nenamernog zračenja).

**Nejonizujuće zračenje** je opšti pojam za deo elektromagnetnog spektra čiji kvant elektromagnetnog zračenja nema dovoljnu energiju da izazove jonizaciju materije. Jonizacija je proces generisanja jona iz atoma ili molekula na način da elektron postaje slobodan od atoma, odnosno pozitivnog atomskog ili molekulskog ostatka. Oslobođanje elektrona iz energetskih orbitala je prouzrokovano apsorpcijom energije kvanta elektromagnetskog zračenja, koja je jednaka (ili veća) od razlike energetskih nivoa u kome se nalazi elektron i najvećeg energetskog nivoa koji bi mogao da ima. Ova razlika energije se naziva

jonizacioni potencijal ili energija jonizacije. Za organska jedinjenja, i molekule koji čine biološka tkiva, jedan jonizovani molekul može da izazove procese rekombinacije i jonizacije na milione susednih molekula u samo jednoj pikosekundi. Zato pri razmatranju mogućih bioloških efekata prouzrokovanih promenama na molekularnom nivou treba sagledati i energije veze molekula. Smatra se da energija fotona koja je manja od 12.4eV nedovoljna da izazove jonizaciju materije bioloških tkiva od kojih su sastavljeni živi organizmi.

Kada elektromagnetsko zračenje ima veoma malu talasnu dužinu (od nekoliko pikometara do stotinak nanometara), govori se o jonizujućem zračenju. Jonizujuće zračenje obuhvata rentgensko i gama-zračenje i ima sposobnost uticaja na velike molekule, od kojih su sastavljena sva živa bića, te na taj način prouzrokuje značajne biološke promene.

Pri većim talasnim dužinama govori se o nejonizujućem zračenju. Nejonizujuća zračenja su elektromagnetna polja, koja imaju energiju fotona manju od 12,4 eV.

Ona obuhvataju:

- ultraljubičasto ili ultravioletno zračenje (talasne dužine od 100 nm do 400 nm),
- vidljivo zračenje (talasne dužine od 400 nm do 780 nm),
- infracrveno zračenje (talasne dužine od 780 nm do 1 mm),
- radio-frekvencijsko zračenje (frekvencije od 10 kHz do 300 GHz) i
- elektromagnetna polja niskih frekvencija (frekvencije od 0 do 10 kHz).

Prirodni fon elektromagnetnih (EM) zračenja kome je čovek bio izložen kroz svoju evoluciju potiče od zemaljskih izvora i iz svemira. Zemljini omotač, atmosfera, sunčevo EM zračenje u određenoj meri apsorbira i tako ga slabi. Ipak, kroz jedan "frekvencijski prozor" atmosfere prodire EM zračenje frekvencija od 10 MHz do 37.5 GHz. Zemaljske izvore nejonizujućeg zračenja čine atmosferska pražnjenja, čovek i sama zemlja. Površina Zemlje, pa i sam čovek emituju veoma slabo EM zračenje ali je ono ipak merljivo. Ljudski rod se u toku svoje evolucije razvio u ovakvom prirodnom fonu EM zračenja. Ovom prirodnom fonu nejonizujućeg zračenja treba dodati i prirodni fon jonizujućeg zračenja zemlje, tj. prirodnih radioaktivnih materija. Pretpostavlja se da se i zračenje vremenom menjalo, a moguće je da ovo zračenje u celom svom spektru (jonizujuće i nejonizujuće) bilo i prirodni izvor mutacija gena.

U veštačke izvore spadaju uređaji u ljudskom okruženju koji stvaraju električno, magnetno i elektromagnetno polje, bilo kao predmet njihove osnovne funkcije (telekomunikacioni uređaji) ili kao nusprodukt, neželjeno dejstvo kao što su sistemi za transformaciju i prenos el. energije, transformatori, grejna tela, indukcione peći, elektromotori i sl. Nekada su ova emitovana električna polja i talasi za pojedince korisna i poželjna, kao što je to pri radio i televizijskim prenosima i u okviru mreža mobilne telefonije kada korisnik ostvaruje komunikaciju, a istovremeno ta ista polja za druge ljude predstavljaju neželjena polja, koja deluju na njihove ćelije i utiču na njihov rad pa se njihovo dejstvo može karakterisati kako nepoželjno, štetno, zagađujuće ili kao dejstvo koje ugrožava njihovo zdravlje.

Ako se posmatra polje koje se prostire od izvora u slobodni prostor, jednom kad se udalji od antene formirajući polje zračenja ovaj talas je nezavistan od izvora i prostire se u prostoru u kome može da se apsorbira, reflektuje ili nastavi prostiranje ili dolazi do svih ovih pojava istovremeno. Ako se posmatra izvor kao tačkasti (skoncentrisan u malom delu zapremine) i energija koja u jednom

trenutku napušta površinu tog izvora, u nekom sledećem trenutku ta ista energija će proći kroz neku drugu zamišljenu sferu nekog poluprečnika. Ukupna energija, na površini bilo koje sfere koja je koncentrična u odnosu na izvor, pod uslovom da nema apsorpcije energije u prostoru, ostaje. Ovaj prostor u kome je elektromagnetni talas nezavisan od izvora se naziva daleka zona zračenja. Ovaj sferni oblik talasnog fronta je odredio i naziv ovakvog tipa talasa – sferni talas. Na velikim rastojanjima od izvora ova sfera ima približno izgled ravni pa se takvi talasi nazivaju i ravanski talasi. To nije slučaj u bliskom polju u kome svaki put kada se želi izmeriti polje ili se vrši prijem signala u bliskoj oblasti to odmah znači i reakciju na izvor, odnosno uticaj u kolu izvora.

Termički efekti, koji predstavljaju osnovni vid dejstva radiofrekvencijskog zračenja na žive organizme, manifestuju se u vidu zagrevanja tkiva. Toplota koju prouzrokuje elektromagnetno polje, preraspoređuje se termoregulacionim mehanizmom, kao vrstom odbrane organizma od pregrevanja.

Netermički biološki efekti mogu da imaju uticaja na DNK, enzime, imunološke mehanizme u organizmu, međućelijsku razmenu, elektrolizu, pojavu nadražaja u nervnim ćelijama, kao i na elektrohemijske i rezonantne efekte unutar ćelija. Promene u različitim tkivima, pri istom nivou zračenja, različite su. Osim ovih primarnih dejstava nejonizujućeg zračenja, treba da se spomenu i sekundarni uticaji, u vidu imunoloških promena, disbalansa u radu hormona, kao i pojave psiho-vegetativnih reakcija.

Sva ta polja mogu negativno da utiču i na rad električnih uređaja, koji se nađu u prostoru delovanja polja. Stepent elektromagnetne interferencije (EMI) zavisi od rastojanja, snage i frekvencije talasa, te od otpornosti elektronskih komponenti na uticaj tih talasa. Postoje standardi i preporuke koje definišu otpornost na interferenciju, kao i maksimalnu snagu elektromagnetnog polja, koju mogu da proizvedu. To su tzv. zahtevi za elektromagnetnu kompatibilnost (EMC). Minimizovanje rizika od elektromagnetne interferencije leži u poošttravanju zahteva za elektro - magnetnu kompatibilnost.

## 6.2. Fizičke veličine i pojmovi iz oblasti elektromagnetskih zračenja i granice štetnog RF zračenja

Tabela 1: Veličine elektromagnetnog polja

Veličina	Simbol	SI jedinica
Frekvencija	$f$	Hz
Talasna dužina	$\lambda$	m
Jačina električnog polja	$E$	V/m
Jačina magnetnog polja	$H$	A/m
Magnetna indukcija (gustina magnetnog fluksa)	$B$	T
Jačina Pointingovog vektora	$\Gamma$	W/m <sup>2</sup>
Karakteristična impendansa	$Z_c$	$\Omega$
Najveća dužina antene	$D$	m

- 1) *niskofrekventno (NF) zračenje* jeste nejonizujuće zračenje opsega između 0 i 10 kHz;
- 2) *visokofrekventno (VF) zračenje* obuhvata opseg nejonizujućeg zračenja od 10 kHz do 300 GHz;
- 3) *radio-frekvencijsko (RF) zračenje* jeste deo VF opsega između 300 kHz i 300 GHz;
- 4) *mikrotalasno zračenje (MT)* jeste deo radio-frekventnog opsega između 300 MHz i 300 GHz;
- 5) *neometano elektromagnetsko polje* jeste polje oko izvora u kome nema pokretnih objekata ili osoba i koje se koristi za izbor mernih tačaka;

6) *kontrolisana (nadzirana) zona* jeste ograđeni ili obeleženi prostor oko izvora nejonizujućeg zračenja koji je dostupan samo zaposlenim licima ili licima koja nadgledaju njegovo korišćenje;

7) *zone povećane osetljivosti* jesu: područja stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno; škole, domovi, predškolske ustanove, porodilišta, bolnice, turistički objekti, te dečja igrališta; površine neizgrađenih parcela namenjenih, prema urbanističkom planu, za navedene namene, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije.

**Jačina električnog polja** - je moduo vektora električnog polja ( $\vec{E}$ ), koja odgovara sili koja deluje na jedinično naelektrisanje koje se nalazi u polju.

$$\vec{E} = \frac{\vec{D} - \vec{P}}{\epsilon}$$

gde je  $\vec{D}$  vektor električne indukcije,  $P$  vektor polarizacije,  $\epsilon$  dielektrična propustljivost sredine.

**Jačina magnetnog polja** - je moduo vektora magnetnog polja ( $\vec{H}$ ), odgovara sili koja deluje u magnetnom polju na jedinični strujni element.

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu} \vec{B} - \vec{M}$$

gde je  $\vec{B}$  magnetna indukcija,  $M$  vektor magnetizacije, i  $\mu$  magnetna permeabilnost sredine.

**Jačina Pointingovog vektora**  $\vec{I}$  ili  $\vec{S}$ , predstavlja površinsku gustinu snage emitovnog talasa u određenom pravcu i izražava se jedinicom [ $\text{W/m}^2$ ].

$$\vec{I} = |\vec{E} \times \vec{H}|$$

#### Karakteristična impedanca sredine

Definiše se kao odnos  $Z_c = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$  i za slobodan prostor  $Z_c = Z_o = 377\Omega$ . Ona predstavlja u određenoj sredini odnos intenziteta transverzalnih komponenata električnog i magnetnog u polja u dalekoj zoni zračenja tj.  $Z_c = \frac{E}{H}$ .

#### Blisko polje (Frenelova zona)

U blizini izvora elektromagnetnog poremećaja komponente elektromagnetnog polja zavise od rastojanjakoje nije zanemarljivo i tada ne važi odnos  $Z_c = E/H$ . Na malim rastojanjima od izvora postoje komponente koje se inače zanemaruju na velikim rastojanjima. U bliskom polju postoji elektromagnetna indukcija, a ne zračenje. U tom području elektromagnetni talas je sferni, a ne ravanski.

#### Daleko polje (Fraunhoferova zona)

U ovom području, polje ima karakter ravnanskih talasa. Komponente elektromagnetnog polja vezane su preko karakteristične impedanse, gde se merenjem jedne komponente može izračunati druga.



### Srednja vrednost

Za bilo koju komponentu elektromagnetnog polja,  $x(t)$ , srednja vrednost je definisana i izračunava se prema formuli:

$$\bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

gde je  $T$  period signala. Kako kod prostoperiodičnih signala može doći do greške uvodi se srednja kvadratna vrednost koja eliminiše grešku koju unosi u proračunu znak amplitude.

### Srednja kvadratna vrednost (RMS) ili efektivna vrednost

Srednja vrednost bilo koje harmonijske funkcije pa i komponenti elektromagnetnih polja izračunava se:

$$X_{eff} = RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [x(t)]^2 dt},$$

**Maksimalna vrednost (peak value)** - odgovara maksimumu apsolutne vrednosti funkcije. Srednja vrednost ne daje dovoljno informacija da bi razlikovali fenomene koji mogu biti u potpunosti različiti u smislu vremenske promenljivosti, iako imaju iste srednje vrednosti.

**Nivo odlučivanja** - su pragovi (izraženi u dB ispod referentnog nivoa) koji su postavljeni da bi se dozvolila neizvesnost merenja koja uzima u obzir korišćenu mernu opremu, okruženje i karakteristike zračenja (frekvencija, širokopojasnost, usmerenost). Time se omogućava uspostavljanje veze između tri pomenuta slučaja.

**Koeficijent izloženosti** - je odnos izmerenog maksimuma elektromagnetne gustine snage prema odgovarajućem referentnom nivou za frekvenciju na kojoj se EM polje meri.

**Ukupni koeficijent izloženosti** - prema principu linearne superpozicije je zbir parcijalnih koeficijenata izloženosti za pojedinačne frekvencije (opsege) i za određeno merno mesto.

Tabela 2: Podela frekvencijskih opsega

Oznaka	Naziv opsega		Opseg
/	Bez naziva		0 Hz - 3 Hz
ELF	Extremely low frequency	Ekstra niske	3 Hz - 30 Hz
SLF	Super low frequency	Super niske	30 Hz - 300 Hz
ULF	Ultra low frequency	Ultra niske	300 Hz - 3 kHz
VLF	Very low frequency	Vrlo niske	3 kHz - 30 kHz
LF	Low frequency	Niske	30 kHz - 300 kHz
MF	Medium frequency	Srednje	300 kHz - 3000 kHz
HF	High frequency	Visoke	3 MHz - 30 MHz
VHF	Very high frequency	Vrlo visoke	30 MHz - 300 MHz
UHF	Ultra high frequency	Ultra visoke	300 MHz - 3000 MHz
SHF	Super high frequency	Super visoke	3 GHz - 30 GHz
EHF	Extremely high frequency	Ekstra visoke	30 GHz - 300 GHz
/	Bez naziva		>300 GHz

### 6.3. Fizičke veličine koje se koriste za definisanje granice štetnog radio frekventnog (RF) zračenja

Elektromagnetno zračenje koje se javlja pri radu emisionih stanica spada u opseg nejonizujućeg zračenja. Ova zračenja mogu da izazovu biološke efekte u živim organizmima koji mogu biti termički i netermički.

Na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja, postavljene su preporuke o izlaganju stanovništva elektromagnetnom zračenju i poljima. Proširivanjem naučnih saznanja dolazi do sagledavanja novih mehanizma dejstva i interakcije elektromagnetnih polja i ćelije, organela, organa i tkiva što pomaže u sagledavanju zdravstvenih efekata i posledica.

Međunarodna i nacionalna ograničenja se postavljaju da bi se opšta ljudska populacija zaštitila od kratkoročnih i/ili dugoročnih zdravstvenih tegoba povezanih sa izlaganjem RF zračenju.

Prema dostupnim podacima, važeća regulativa iz oblasti zaštite od nejonizujućih zračenja nije uniformno definisana u zemljama Evropske unije. Prema jednoj relativno novoj studiji Evropskog komiteta za standardizaciju iz elektrotehnike (CENELEC - European Committee for Electrotechnical Standardisation), postoji preko 130 zakona, pravilnika, standarda i preporuka u oblasti zaštite od radio-frekvencijskog zračenja, a koje su donele pojedine zemlje članice. Doneto je i nekoliko direktiva Evropske unije iz oblasti zaštite od nejonizujućih zračenja.

Radi ujednačavanja kriterijuma sa zahtevima u pogledu očuvanja i podizanja kvaliteta životne sredine unutar Evropske unije, članice Evropskog komiteta za standardizaciju u elektrotehnici (CENELEC) izdale su standarde "*Measurement of exposure of radio frequency electro-magnetic fields - Field strength in frequency range 100 kHz ÷ 1 GHz - CEI IEC 61566*" i "*Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure magnetic and electromagnetic fields 0 Hz ÷ 300 GHz - CENELEC EN 50413:2008*". U našoj zemlji je usvojen ovaj standard sa oznakom, SRPS EN 50413:2010, koji pokriva ovu tematiku.

Zaštita od nejonizujućeg zračenja je u Republici Srbiji uređena Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik RS“ broj 36/2009). Ovim zakonom se uređuju načela, uslovi i mere zaštite zdravlja ljudi i životne sredine od štetnog dejstva nejonizujućih zračenja u korišćenju izvora nejonizujućih zračenja. Na osnovu Zakona o zaštiti od nejonizujućih zračenja, a radi njegove implementacije, izrađeni su sledeći podzakonski akti:

- Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja;
- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima;
- Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa;
- Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini;
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini i
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini.

Zaštita od elektromagnetnih zračenja na radu ukoliko pri radnom procesu postoje izvori elektromagnetnih zračenja i statička i stacionarna električna i magnetna polja regulisana je Pravilnikom o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju elektromagnetnom polju („Službeni glasnik RS“, broj 117/12).

Veličina koja je prihvaćena kao mera izloženosti RF zračenju je veličina pod nazivom specifična brzina apsorpcije energije, ili specifična snaga apsorpcije SAR ili specifična stopa apsorpcije (Specific Absorbtion Rate) izražena u jedinicama [W/kg]. Svi ovi nazivi tj prevodi označavaju istu veličinu - SAR. Ta veličina predstavlja energiju apsorbovanu po jedinici vremena i po jedinici mase živog organizma, pri čemu se uzima u obzir i vrsta izvora, frekvencija rada i vremensko trajanje izlaganja. Ukratko, može se reći da je SAR mera brzine kojom telo apsorbira energiju RF zračenja. Granične vrednosti za SAR se definišu posebno za celo telo, kao usrednjena veličina, kao i za pojedine delove tela posebno (glava, trup, i sl.).

Veličina koja se definiše kao energija apsorbovana po jedinici telesne mase naziva se specifična apsorpcija SA (Specific Absorbtion) [J/kg]. Ona se najčešće koristi za definisanje gornje granice impulsnog zračenja u oblasti mikrotalasa.

Pri izlaganju tela poljima vrlo visokih frekvencija, kada je dubina prodiranja elektromagnetskog polja u telo mala, za merenje količine zračenja u datoj tački koristi se veličina pod nazivom površinska gustina snage  $S$  (Power density) ili [W/m<sup>2</sup>] ili [W/mm<sup>2</sup>], koja definiše veličinu protoka snage po jedinici površine. U našoj terminologiji iz područja elektromagnetike, definiše se Pointingov vektor,  $S = E \cdot H$ , gde je  $E$  vektor jačine električnog polja, a  $H$  vektor jačine magnetnog polja. Pointingov vektor definiše i pravac i smer protoka energije. Površinska gustina snage  $S$ , izražena u W/m<sup>2</sup> jeste intenzitet Pointingovog vektora.

Osim ovih veličina, definišu se i granične vrednosti

- intenziteta vektora jačine električnog polja  $E$  [V/m],
- intenziteta vektora jačine magnetnog polja  $H$  [A/m],
- intenziteta vektora magnetne indukcije  $B$  [T].

#### 6.4. Zakonska regulativa o granicama izloženosti nejonizujućem zračenju

Standardi u oblasti zaštite od zračenja u suštini se odnose na propise, preporuke i granične vrednosti kojima se određuju maksimumi izlaganja zračenju u cilju zaštite ljudskog zdravlja. Tako su se 1953.godine pojavili prvi na naučnoj osnovi bazirani standardi, kojima je Schwanza granicu zračenja odredio vrednost 10 mW/cm<sup>2</sup>. Ova vrednost je rezultat eksperimenta na termičkom modelu kojim je ograničen porast unutrašnje temperature izloženog pojedinca do najviše 1°C ako je apsorbovana oko polovina upadne energije. Ova vrednost je usvojena i iz razloga što su neke od studija pokazale da RF zračenja gustine snage čak i ispod vrednosti 100 mW/cm<sup>2</sup> mogu izazvati pojavu katarakte oka. Mnoge organizacije usvojile su vrednost od 10 mW/cm<sup>2</sup> kako bi je prilagodile svojim potrebama i ograničenjima, koja su se kretala od 100 μW/cm<sup>2</sup> pa do 100 mW/cm<sup>2</sup>. Prvi projekat o standardima pojavio se 1960. godine. Objavila ga je Američka asocijacija za standarde (ASA) koja je kasnije postala Američki institut za nacionalne standarde (ANSI). Godine 1982.pojavio se prvi standard o frekvencijskoj zavisnosti SAR, a 1991. godine IEEE komitet SCC- 28 (Standards Coordinating Commitee 28) objavio je novi IEEE C95.1- 1991 standard, koji je zatim 1992. godine ANSI usvojila za američki nacionalni standard. Godine 1999. SCC- 28 daje dopunu IEEE C95.1- 1991 standarda. Za razliku od prethodnih, standard IEEE iz 1991 godine sadrži dve preporuke u vezi u ograničenja frekvencijskog opsega (između 1 MHz i 3 GHz), koje potiču od različitosti okruženja u kojima se javlja zračenje. Tako se za izloženost zračenju opšte populacije, kao što je npr. izloženost zračenju na javnim mestima, preporučuje 1/5 granice koja je data za izloženost zračenju u profesionalnu izloženost.

U svetu se najčešće korišćeni standardi zasnivaju na IEEE C95 standardima, na preporukama Nacionalnog saveta zaštite od radijacije i merenja (NCRP- *National Council on Radiation Protection and Measurements*), kao i na ograničenjima *International Radiation Protection Association (IRPA)* i *International Commision on Non- Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*.

Standardi zaštite od RF zračenja baziraju se na rezultatima kritičkih procena i interpretacija značajnih naučnih istraživanja. Pri tom su u razmatranje uzeta sva laboratorijska i epidemiološka istraživanja koja prouzrokuju ma kakvu biološku reakciju, bilo da su to kratkoročne ili dugoročne ekspozicije. Na osnovu ovih procena usvojena je granična vrednost za SAR i to za najniži intenzitet zračenja pri kome je zabeležena reakcija, koja bi mogla biti štetna po ljude bez obzira na prirodu interakcionog mehanizma. Da bi se uzela u obzir i nepouzdanost pojedinih podataka i da bi se osigurali da su postavljene granice daleko ispod nivoa zračenja pri kojima bi se mogli pojaviti bilo kakvi negativni efekti, dobijene granične vrednosti su umanjene za neki proizvoljan zaštitni faktor, tako da su to najčešće vrednosti 10- 50 puta niže od uočene granične vrednosti (bar što se tiče IEEE standarda i NCRP preporuka).

Tako je određena granica za poremećaj u ponašanju, koja za srednju vrednost SAR za celo telo i za životinjske vrste iznosi od 2- 9 W/kg. Pri tom su u ovim eksperimentima korišćeni pacovi i nekoliko različitih vrsta majmuna, a testovi su obavljani na frekvencijama od 200 MHz do preko 5 GHz. Ovu graničnu vrednost prati i porast temperature tela, najčešće za oko 1 °C. Svi pomenuti standardi (IEEE, NCRP i ICNIRP) vezani za izloženost RF/MW zračenju baziraju se na promenama u ponašanju i beleže za graničnu vrednost SAR 4 W/kg u širokom opsegu frekvencija od 100 kHz do 10 GHz. Faktor sigurnosti 10 uzet je za zračenje pri profesionalnoj izloženosti, npr. na radnom mestu, a dodatni faktor 5 za izloženost zračenju opšte populacije. Tako se u pomenutim standardima za maksimalnu srednju SAR za celo telo navodi vrednost od 0.4 W/kg za profesionalce i 0.08 W/kg za neprofesionalce. Jedva primetne razlike u ograničenjima, koja su postavile različite organizacije, iskorišćene su da bi se odredila maksimalna dozvoljena vrednost (MPE) zbog postojanja ljudi znatno osetljivijih na elektromagnetna zračenja. Kroz aktivnosti Svetske zdravstvene organizacije na planu harmonizacije standarda različite ekspertske grupe rade zajednički ka razvoju jedinstvenog naučno baziranog svetskog standarda.

#### 6.4.1. Norme sigurnosti u Republici Srbiji

U našoj zemlji od 1990. godine postoje zakonski propisi koji regulišu pitanje normi ekspozicije radiofrekventnim zračenjima. Na osnovu Pravilnika o jugoslovenskim standardima za radiokomunikacije ("Sl. list SFRJ", br. 50/90) Savezni zavod za standardizaciju ustanovio je jugoslovenski standard o maksimalnim nivoima izlaganja radiofrekvencijskim zračenjima koji se odnose na ljude (JUS N. No. 205- 1990). Tim standardima, koji se primenjuju na sve oblike radiofrekventnih talasa, utvrđeni su maksimalni nivoi ekspozicije ljudi u frekvencijskom opsegu od 300 kHz do 300 GHz.

Maksimalni nivoi ekspozicije ne odnose se na pacijente podvrgnute radiofrekventnim zračenjima u toku medicinske dijagnostike ili terapije. Standard se, takođe, ne primenjuje na frekvencijama nižim od 1 GHz, ako je ulazna snaga antene 7 W ili manja, budući da takvi uređaji stvaraju vrlo ograničena polja. Odredbe standarda se ne primenjuju ni na mikrotalasne i visokofrekventne grejne uređaje. Ovaj standard je povučen iz upotrebe 2012. godine i donet je Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009).

#### 6.4.2. Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja

Ovim zakonom uređuju se uslovi i mere zaštite zdravlja ljudi i zaštite životne sredine od štetnog dejstva nejonizujućih zračenja u korišćenju izvora nejonizujućih zračenja. Zaštita od profesionalnog izlaganja izvorima nejonizujućih zračenja nije predmet ovog zakona. Na osnovu Zakona o zaštiti od nejonizujućih zračenja ("Službeni glasnik RS", br. 36/09) Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja donelo je, krajem 2009. godine, šest novih podzakonskih akata- pravilnika, koji detaljnije regulišu ovu oblast ("Službeni glasnik RS", br. 104/09). Usvajanjem ovih Pravilnika zaokružena je postojeća regulativa u oblasti zaštite od nejonizujućih zračenja, pri čemu su jasno definisana prava i

obaveze korisnika izvora nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, definisani granični nivoi, razređene procedure, uspostavljene metode ispitivanja i sistematskog ispitivanja.

Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja baziran je na dosadašnjim saznanjima iz oblasti zaštite od nejonizujućih zračenja i na podacima o regulativi i njenom sadržaju iz ove oblasti zemalja Evropske unije, kao i drugih zemalja. U zemljama Evropske unije regulativa iz oblasti zaštite od nejonizujućih zračenja je dosta fragmentisana: postoji preko 130 zakona, pravilnika, standarda i preporuka u oblasti zaštite od radio-frekvencijskog zračenja koje su donele pojedine zemlje članice. Doneto je i nekoliko direktiva Evropske unije, a od posebnog značaja je preporuka Saveta Evrope 1999/519/EC od 12. jula 1999. godine. Takođe, od velikog značaja su i preporuke Svetske zdravstvene organizacije u vezi sa korišćenjem izvora nejonizujućih zračenja, u kojima se savetuje oprezan pristup kao preventivna mera.

#### 6.4.3. Osnovni termini u skladu sa Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja

1. nejonizujuća zračenja jesu elektromagnetska zračenja koja imaju energiju fotona manju od 12,4 eV. Ona obuhvataju: ultraljubičasto ili ultravioleto zračenje (talasne dužine 100-400 nm), vidljivo zračenje (talasne dužine 400-780 nm), infracrveno zračenje (talasne dužine 780 nm - 1 mm), radio-frekvencijsko zračenje (frekvencije 10 kHz - 300 GHz), elektromagnetska polja niskih frekvencija (frekvencije 0-10 kHz) i lasersko zračenje. Nejonizujuća zračenja obuhvataju i ultrazvuk ili zvuk čija je frekvencija veća od 20 kHz;
2. izvor nejonizujućih zračenja jeste uređaj, instalacija ili objekat koji emituje ili može da emituje nejonizujuće zračenje;
3. izvor nejonizujućih zračenja od posebnog interesa jeste izvor koji može biti opasan po zdravlje ljudi uzimajući u obzir najbolje dostupne naučne podatke;
4. objekat sa izvorom nejonizujućih zračenja jeste objekat gde se proizvode ili koriste izvori nejonizujućih zračenja;
5. granica izlaganja nejonizujućim zračenjima jeste maksimalno dozvoljena vrednost intenziteta polja u životnoj sredini koja je određena standardom ili drugim propisom. Ova granica se ne odnosi na pacijente u zdravstvenim ustanovama na kojima se primenjuje kontrolisana medicinska terapija ili dijagnostički postupak;
6. zona opasnog zračenja jeste prostor oko izvora nejonizujućih zračenja u kome intenzitet nejonizujućih zračenja prelazi propisanu granicu;
7. životna sredina jeste skup prirodnih i stvorenih vrednosti čiji kompleksni međusobni odnosi čine okruženje, odnosno prostor i uslove za život;
8. stanovništvo čine lica svih godina starosti, pola i zdravstvenog stanja koja obavljaju sve životne aktivnosti. Ova lica ne moraju biti svesna da su izložena nejonizujućem zračenju i ne moraju da poznaju štetne efekte ovog zračenja;
9. operater ili rukovalac jeste lice koje radi sa izvorima ili nadgleda rad izvora nejonizujućih zračenja;
10. zaštita od nejonizujućih zračenja obuhvata skup mera i postupaka kojima se sprečava ili umanjuje štetno dejstvo nejonizujućih zračenja u životnoj sredini;
11. ispitivanje zračenja koje potiče od izvora nejonizujućih zračenja jeste merenje, a po potrebi i proračun parametara polja i njegove prostorne raspodele u životnoj sredini;
12. vanredni događaj jeste neplanirani događaj u kojem je zbog ljudske greške ili kvara opreme nastupilo ili je moglo nastupiti štetno dejstvo nejonizujućih zračenja na zdravlje ljudi.

#### 6.4.4. Načela u skladu sa Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja

Uređivanje zaštite od nejonizujućih zračenja zasniva se na sledećim načelima:

1. načelo zabrane - izlaganje nejonizujućim zračenjima iznad propisane granice i svako nepotrebno izlaganje nejonizujućim zračenjima nije dozvoljeno;

2. načelo srazmernosti - uslovi i dozvoljenost korišćenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa se određuju i cene prema koristi koju njihovo korišćenje pruža društvu u odnosu na potencijalne rizike nastupanja štetnog dejstva usled njihovog korišćenja, uzimajući u obzir nivo i trajanje izloženosti stanovništva u konkretnom slučaju, starosnu i zdravstvenu strukturu potencijalno izloženog stanovništva, način, vreme i mesto korišćenja takvog izvora, prisustvo drugih izvora sa različitim frekvencijama, kao i druge relevantne okolnosti konkretnog slučaja;
3. načelo javnosti - podaci o nejonizujućim zračenjima dostupni su javnosti.

#### 6.4.5. Deklarisane vrednosti u skladu sa propisima

U našoj zakonskoj regulativi donešen je pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima br.36/09 kojim je uređena ova oblast. Ovim Pravilnikom („Službeni glasnik RS”, br.36/09) propisuju se granice izlaganja nejonizujućim zračenjima, odnosno bazična ograničenja i referentni granični nivoi izlaganja stanovništva električnim, magnetnim i elektromagnetnim poljima različitih frekvencija.

Odredbe ovog pravilnika odnose se na zone povećane osetljivosti izvan kontrolisanih (nadziranih) oblasti, osim na zračenje uređaja koji su namenjeni terapiji ili lečenju u zdravstvu ili zračenje radarskih i primopredajnih sistema za odbrambene potrebe, za zaštitu, spasavanje ili pružanje pomoći.

Referentni granični nivoi služe za praktičnu procenu izloženosti, kako bi se odredilo da li postoji verovatnoća da bazična ograničenja budu prekoračena. Iskazuju se zavisno od visine frekvencije polja prema sledećim parametrima:

- jačina električnog polja  $E$  (V/m),
- jačina magnetnog polja  $H$  (A/m),
- gustina magnetskog fluksa  $B$  ( $\mu$ T),
- gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) -  $S_{ekv}$  (W/m<sup>2</sup>).

Primena merljivog referentnog graničnog nivoa osigurava poštovanje relevantnog bazičnog ograničenja. U narednoj tabeli definisane su vrednosti ograničenja za opštu ljudsku populaciju.

Tabela 3: *Bazična ograničenja izloženosti stanovništva električnim, magnetnim i elektromagnetnim poljima (0Hz do 300GHz)*

Frekventni opseg	$B$ (mT)	$J$ (mA/m <sup>2</sup> )	$SAR$ (W/kg) uprosečen za celo telo	$SAR$ (W/kg) lokalizovan na glavu i trup	$SAR$ (W/kg)	
					lokalizovan na ekstremitete	$S$ (W/m <sup>2</sup> )
0Hz	40					
0-1Hz		8				
1-4Hz		$8/f$				
4Hz–1000 Hz		2				
1000Hz–100 kHz		$f/500$				
100kHz–10 MHz		$f/500$	0,08	2	4	
10 MHz –10 GHz			0,08	2	4	
10–300 GHz						10

Tabela 4: Referentni granični nivoi za opštu populaciju – stanovništvo

Frekvencija	Jačina električnog polja E (V/m)	Jačina magnetskog polja H (A/m)	Gustina magnetskog toka B (mT)	Gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) $S_{ekv}$ (W/m <sup>2</sup> )	Vreme uprosečenja t(minuta)
< 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		6
0,15–1 MHz	34,8	0,292/ $f$	0,368/ $f$		6
1–10 MHz	34,8/ $f^{1/2}$	0,292/ $f$	0,368/ $f$		6
10–400 MHz	11,2	0,0292	0,0368	0,326	6
<b>400–2000 MHz</b>	<b>0,55 <math>f^{1/2}</math></b>	<b>0,00148 <math>f^{1/2}</math></b>	<b>0,00184 <math>f^{1/2}</math></b>	<b>f/1250</b>	<b>6</b>
<b>2–10 GHz</b>	<b>24,4</b>	<b>0,064</b>	<b>0,08</b>	<b>1,6</b>	<b>6</b>
10–300 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6	68/ $f^{1.05}$

Tabela 5: Referentni granični nivoi za tehničko osoblje Granične vrednosti intenziteta električnog polja, intenziteta magnetnog polja i srednje gustine snage za tehničko osoblje (vreme usrednjavanja 6 minuta)

Frekvencija - f	Intenzitet električnog polja [V/m]	Intenzitet magnetnog polja [A/m]	Gustina snage [W/m <sup>2</sup> ]
do 1 Hz	-	1.63 x 10 <sup>5</sup>	-
1-8 Hz	20000	1.63 x 10 <sup>5</sup> / $f^2$	-
8-25 Hz	20000	2 x 10 <sup>4</sup> / $f^2$	-
0.025 – 0.82 kHz	500/ $f$	20/ $f$	-
0.82 – 65 kHz	610	24.4	-
0.065 – 1 MHz	610	1.6/ $f$	-
1 – 10 MHz	610/ $f$	1.6/ $f$	-
10 – 400 MHz	61	0.16	10
<b>400 – 2000 MHz</b>	<b>3<math>f^{1/2}</math></b>	<b>0.008 <math>f^{1/2}</math></b>	<b>f/40</b>
<b>2 – 300 GHz</b>	<b>137</b>	<b>0.36</b>	<b>50</b>

Granične vrednosti za opsege radio-sistema koji su predmet razmatranja u okviru ove stručne ocene date su u tabeli 6.

Opseg UMTS2100	2125MHz – 2140MHz	
Norma za	Opšta populacija	Tehničko osoblje
Intenzitet električnog polja[V/m]	<b>24,4</b>	137
Intenzitet magnetnog polja[A/m]	0,064	0.36
Gustina srednje snage[W/m <sup>2</sup> ]	1,6	50

Opseg GSM900	890-915/935-960 MHz	
Norma za	Opšta populacija	Tehničko osoblje
Intenzitet električnog polja [V/m]	<b>16.8</b>	92.2
Intenzitet magnetnog polja [A/m]	0,044	0.245
Gustina srednje snage [W/m <sup>2</sup> ]	0,72	23.6

Opseg LTE800	791-821/832-862 MHz	
Norma za	Opšta populacija	Tehničko osoblje
Intenzitet električnog polja [V/m]	<b>15.5</b>	84.8
Intenzitet magnetnog polja [A/m]	0,042	0.226
Gustina srednje snage [W/m <sup>2</sup> ]	0,64	20

Opseg LTE1800	1710-1785/1805-1880 MHz	
Norma za	Opšta populacija	Tehničko osoblje
Intenzitet električnog polja [V/m]	<b>23.4</b>	127
Intenzitet magnetnog polja [A/m]	0,062	0.339
Gustina srednje snage [W/m <sup>2</sup> ]	1,44	45

**Tabela 6.** - Granične vrednosti za predmetne opsege

Pri simultanom izlaganju poljima sa različitim frekvencijama mora se uzeti u obzir mogućnost zbirnih efekata tim izlaganjima. Proračuni zasnovani na zbirnim delovanjima moraju se izvesti za svaki pojedini efekt, tako da se odvojena procena vrši za termičke i električne stimulatívne efekte na telo. Uticaji svih polja se sumiraju na sledeći način

$$\sum_{i>100kHz}^{1MHz} \left( \frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1MHz}^{300GHz} \left( \frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100kHz}^{1MHz} \left( \frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>150kHz}^{300GHz} \left( \frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

Pri čemu je:

$E_i$  – jačina električnog polja izmrena na frekvenciji  $i$ ;

$E_{L,i}$  - referentni nivo električnog polja;

$H_i$  - jačina magnetnskog polja na frekvenciji  $j$ ;

$H_{L,j}$  - referentni nivo magnetnskog polja;

$c$  - je  $87/f^{1/2}$  V/m;

$d$  - je  $0,37/f$  A/m.



#### 6.4.6. *Mere zaštite od nejonizujućih zračenja u skladu sa Zakonom*

U sprovođenju zaštite od nejonizujućih zračenja preduzimaju se sledeće mere:

- 1) propisivanje granica izlaganja nejonizujućim zračenjima;
- 2) otkrivanje prisustva i određivanje nivoa izlaganja nejonizujućim zračenjima;
- 3) određivanje uslova za korišćenje izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa;
- 4) obezbeđivanje organizacionih, tehničkih, finansijskih i drugih uslova za sprovođenje zaštite od nejonizujućih zračenja;
- 5) vođenje evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa;
- 6) označavanje izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa i zone opasnog zračenja na propisani način;
- 7) sprovođenje kontrole i obezbeđivanje kvaliteta izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa na propisani način;
- 8) primena sredstava i opreme za zaštitu od nejonizujućih zračenja;
- 9) kontrola stepena izlaganja nejonizujućem zračenju u životnoj sredini i kontrola sprovedenih mera zaštite od nejonizujućih zračenja.

#### 6.4.7. *Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja*

U decembru 2009. godine usvojen je Pravilnik o granicama izlaganja („Sl. Glasnik“, br. 104/09). Pravilnikom su ustanovljena bazična ograničenja i referentni granični nivoi izlaganja stanovništva nejonizujućem zračenju. Usvojena bazična ograničenja i referentni granični nivoi su strožiji od onih koje preporučuju ICNIRP smernice. Referentni granični nivoi služe za praktičnu procenu izloženosti, kako bi se odredilo da li postoji verovatnoća da bazična ograničenja budu prekoračena. Iskazuju se zavisno od visine frekvencije polja prema sledećim parametrima:

- jačina električnog polja  $E$  (V/m),
- jačina magnetnskog polja  $H$  (A/m),
- gustina magnetnskog fluksa  $B$  ( $\mu$ T),
- gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) -  $S_{ekv}$  ( $W/m^2$ ).

Primena merljivog referentnog graničnog nivoa osigurava poštovanje relevantnog bazičnog ograničenja. U narednoj tabeli (Tabela 7) definisane su vrednosti ograničenja za opštu ljudsku populaciju.

Ovim pravilnikom propisuju se izvori nejonizujućih zračenja koji se smatraju izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrste izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa za koje je obavezno ispitivanje nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i period njihovog ispitivanja. Odredbe ovog pravilnika odnose se na zone povećane osetljivosti izvan kontrolisanih (nadziranih) oblasti, osim na zračenje uređaja koji su namenjeni terapiji ili lečenju u zdravstvu ili zračenje radarskih i primopredajnih sistema za odbrambene potrebe, za zaštitu, spasavanje ili pružanje pomoći. Izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa smatraju se izvori elektromagnetnog zračenja 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.

#### 6.4.8. Način ispitivanja novih i rekonstruisanih izvora

Postupak pripreme za izgradnju, postavljanje i upotrebu novih izvora nejonizujućih zračenja, odnosno rekonstrukcija postojećih izvora nejonizujućih zračenja, vrši se uz:

1. pribavljanje uslova i mera zaštite životne sredine koje izdaje nadležni organ u skladu sa propisima kojima se uređuje zaštita životne sredine;
2. procenu uticaja na životnu sredinu u postupku koji sprovodi nadležni organ pre izdavanja odobrenja za njihovu izgradnju, odnosno postavljanje i upotrebu u skladu sa propisima kojima se uređuje procena uticaja na životnu sredinu. U postupku izdavanja uslova i mera zaštite životne sredine, odnosno odlučivanja o potrebi procene uticaja na životnu sredinu iz stava 1. ovog člana korisnik izvora nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa (u daljem tekstu: korisnik) podnosi nadležnom organu stručnu ocenu opterećenja životne sredine kao dokaz da taj izvor neće svojim radom dovesti do prekoračenja propisanih graničnih vrednosti. Stručnu ocenu daje organizacija ovlašćena za sistematsko ispitivanje nivoa nejonizujućeg zračenja u životnoj sredini, pri čemu uzima u obzir postojeće opterećenje koje su utvrđuje merenjem i opterećenje koje novi ili rekonstruisani izvor unosi u životnu sredinu.

#### 6.5. Skraćeni prikaz metoda predikcije nivoa elektromagnetne emisije

Problem predikcije nivoa električnog polja u lokalnoj zoni predajne stanice može se razmatrati na više načina. Svakako, jedan od najpreciznijih pristupa podrazumeva direktnu implementaciju *Maxwell*-ovih jednačina (ili neki od mnogobrojnih aproksimativnih postupaka) prostiranja elektromagnetnog polja. Međutim, nedostatak ovakvog pristupa se ogleda u tome što se zahteva izuzetno veliki broj ulaznih podataka. Tačnije, predajni antenski sistem, kao i okruženje ovog antenskog sistema moraju biti izuzetno precizno modelovani što često nije moguće ostvariti. Dodatno, rešavanje ovakvih problema je izuzetno računarski složeno što podrazumeva relativno dugotrajne proračune uz angažovanje značajnih računarskih resursa. Zbog svega prethodno navedenog, a imajući u vidu namenu rezultata proračuna autori ovog projekta opredelili su se za nešto jednostavniji pristup rešavanja problema predikcije nivoa električnog polja koji daje zadovoljavajuću tačnost u relativno kratkom vremenu. Pri tome vrednosti koje se dobijaju ovakvim pristupom predstavljaju vrednosti najgoreg slučaja, tj. nešto su veće od onih koje bi se mogle očekivati u praksi. Naime, polazeći od osnovne jednačine prostiranja elektromagnetnih talasa u slobodnom prostoru (jednačina 4.1), snaga napajanja antena, kao i od trodimenzionalnih modela dijagrama zračenja korišćenih antenskih panela moguće je u svakoj tački prostora izračunati intenzitet električnog polja koji potiče od predajnika svake antene ponaosob i to posebno za svaki od radio kanala koji se emituju preko iste antene. Konkretno, intenzitet električnog polja koje potiče od jednog predajnika može se odrediti korišćenjem sledećeg izraza:

$$E_{i,j} = \frac{\sqrt{30 * P_a^i * G_T^i(\alpha_i, \varphi_i)}}{d} \quad (4.1)$$

gde je

$E_{i,j}$  – intenzitet električnog polja koje potiče od  $j$ -tog radio kanala sa  $i$ -te antene

$P_a^i$  – snaga napajanja  $i$ -te antene

$G_T^i$  – dobitak  $i$ -te predajne antene u pravcu definisanom uglovima  $\alpha_i$  i  $\varphi_i$

$d$  – rastojanje od predajnika.

Treba primetiti da su signali koji potiču sa različitih antena zbog prostorne razdvojenosti nekorelisani. Takođe, signali različitih radio-kanala koji se emituju preko iste antene nisu međusobno

korelisani zbog frekvencijske razdvojenosti (naravno, emituju se i različite modulišuće poruke). Zbog toga, ukupni nivo električnog polja koji potiče od predajnika fizički povezanih na jednu antenu u jednoj tački može se odrediti po principu „sabiranja po snazi“, odnosno korišćenjem sledećeg izraza:

$$E_i = \sqrt{\sum_j E_{i,j}^2} \quad (4.2)$$

Konačno, ukupni intenzitet električnog polja u nekoj tački prostora koji potiče od svih predajnika u sistemu može se odrediti na sledeći način:

$$E_{\text{tot}} = \sqrt{\sum_i E_i^2} \quad (4.3)$$

U cilju dobijanja visoke potpune rezolucije, izabrano je da se u zoni od interesa intenzitet električnog polja proračunava za svaku elementarnu površinu dimenzija 1m x 1m. Proračun je rađen za GSM/LTE/UMTS sistem.

Formule 4.1-4.3. važe u uslovima slobodnog prostora bez prepreka (tzv. Free space model). U uslovima unutar prostorija, u objektima, signal dodatno slabi prilikom prolaska kroz zidove. Elementi građevinskih objekata (zidovi, tavanice, krovovi) u velikoj meri slabe elektromagnetni talas koji se prostire kroz njih, 10 do 20dB u zavisnosti od konstrukcije zgrade. U uslovima unutar prostorija, u objektima, signal dodatno slabi prilikom prolaska kroz zidove. Na frekvencijama na kojima rade GSM900 i UMTS sistem u radovima utvrđeno je prosečno slabljenje od 14.2dB (GSM900), 13.4dB (GSM1800) i 12.8dB (UMTS) na nivou prizemlja sa standardnom devijacijom približno 8dB za različite tipove objekata. Takođe utvrđeno je da slabljenje signala opada sa porastom spratnosti oko 1.4dB po spratu za niže spratove ispitivanih objekata, dok je varijacija u slabljenju na spratovima koji su viši od objekata u okolini, praktično zanemarljiva. S obzirom na navedene podatke, kao i na uslove karakteristične za predmetnu lokaciju, proračun intenziteta električnog polja unutar objekata u lokalnoj zoni predmetne bazne stanice, izvršen je uzimajući u obzir 8dB slabljenja nivoa signala kroz zidove na poslednjem spratu/spratu od interesa, za sisteme GSM900, LTE800, UMTS, respektivno dok se za uobičajene objekte koji imaju prozore, vrata i druge slične otvore na fasadi, uzima vrednost 3dB jer je upravo toliko slabljenje istih.

Polazeći od osnovnih postavki proračuna nivoa električnog polja u lokalnoj zoni predajnog antenskog sistema, prilikom analize nivoa elektromagnetne emisije od praktičnog interesa je tzv. “daleka zona” zračenja, koja će i biti razmatrana u okviru ove Studije. S obzirom na činjenicu da je za učestanost 900MHz (1800MHz, odnosno 2100MHz) talasna dužina  $\lambda=0.33\text{m}$  ( $\lambda=0.17\text{m}$ , odnosno  $\lambda=0.14\text{m}$ ), može se reći da pretpostavke o dalekoj zoni zračenja važe već na rastojanjima većim od 1.6 m (0.8m, odnosno 0.7m), što je rastojanje koje odgovara udaljenosti  $5\lambda$ . U slučaju kada se analizira tzv. “daleko polje” intenzitet električnog polja, intenzitet magnetnog polja i gustina snage emisije su jednoznačno povezani.

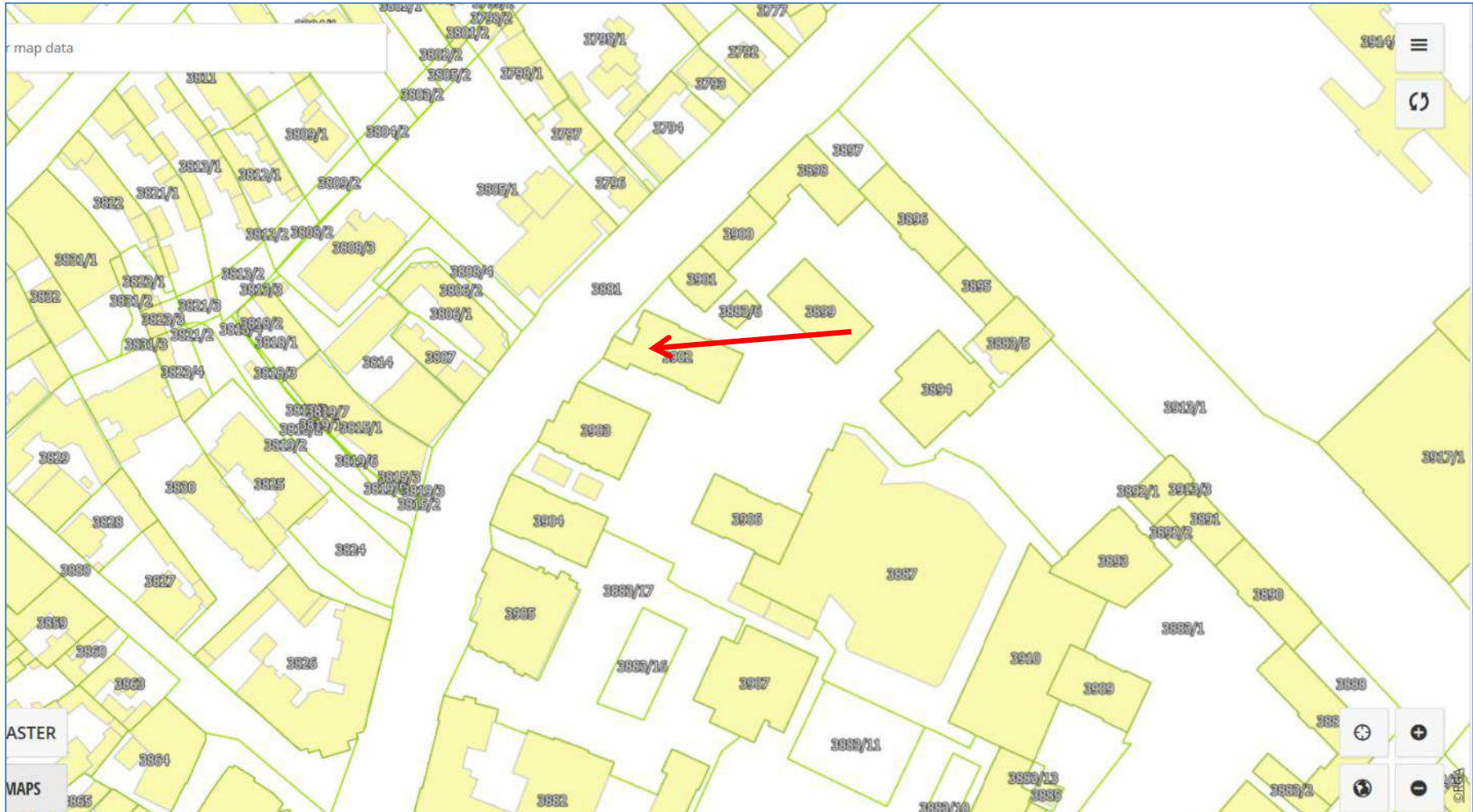
## 7. PRORAČUN NIVOA ELEKTROMAGNETNE EMISIJE U LOKALNOJ ZONI bazne stanice – KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5

U prvom koraku neophodno je utvrditi u kom delu prostora oko bazne stanice treba izvršiti proračun nivoa elektromagnetne emisije, odnosno električnog polja. Neposredno okruženje lokacije je gusto naseljeno, radi se o urbanom centru grada sa većim brojem visokih stambenih i poslovnih zgrada. Antenski sistem je smešten na visokom objektu. Teren oko lokacije je ravan. Na osnovu konstatovane topografije i rasporeda naselja, procenjujem da je potrebno uraditi proračun električnog polja na nivou terena u okruženju lokacije, na udaljenosti od 100m od centara antenskih stubova. Što se tiče nivoa, odnosno visina, za koje treba uraditi računicu to bi bilo sledeće:

- Za otvoren teren na visini +1.7m iznad tla
- Unutar nižih objekata na najvišem nivou svakog pojedinačnog objekta
- Unutar objekata koji su iste visine kao i objekat na kom je bazna stanica, na prethodnjem spratu, jer su antene tiltovane i očekivano je veće polje na tom nivou

Dakle, proračun treba uraditi za sve otvorene prostore, u krugu 100m od lokacije. Postojeće opterećenje utvrđeno je ispitivanjem urađenim 21.11.2019., dokumentovanog u Izveštaju o ispitivanju nejonizujućeg zračenja br. 161900780N koji je u prilogu ove Stručne ocene, utvrđeno je da je u okolini lokacije izmereno polje u opsegu rada predmetnih sistema koje ne prelazi vrednost **1.457V/m**, i koje potiče od postojećih Telenor sistema. U cilju utvrđivanja nivoa elektromagnetne emisije na lokaciji predajne stanice izvršen je detaljan proračun nivoa električnog polja u lokalnoj zoni. Lokalna zona stanice je zona od interesa i obuhvata prostor oko stanice u kojem mogu da se dese nešto povećane vrednosti električnog polja, zbog rada stanice a u okviru koje se može naći čovek. Proračun je pokazao da je nivo električnog polja koje se javlja kao posledica rada bazne stanice daleko ispod referentnih vrednosti datih u tabeli 6. Proračun je rađen za GSM/LTE/UMTS sistem, i rezultati su prikazani grafički i tabelarno. Lokalna zona emisije stanice zavisi od tipa instalacije (instalacija antenskog sistema na stubu, objektu, unutar objekta,...). Tako npr. u slučaju instalacije antenskog sistema emisije stanice na tornju, lokalna zona stanice obuhvata praktično zonu na nivou tla oko tornja na kojem se nalazi antenski sistem u kojoj su zastupljene najveće vrednosti intenziteta električnog polja, s obzirom da se na ostalim nivoima ne može naći čovek. Prilikom izrade proračuna precizno su definisane pozicije antenskog sistema, kao i osnovnih parametara instalacije, te je izvršen proračun nivoa elektromagnetne emisije sa ciljem da se analizira:

- doprinos predmetne bazne stanice koja radi sa maksimalnim opterećenjem i doprinos svih sistema na lokaciji kada rade sa maksimalnim opterećenjem kao i zbirni uticaj predmetne bazne stanice operatera VIP i bazne stanice operatera TELENOR kada sve bazne stanice rade sa maksimalnim opterećenjem
- Kao osnov za izradu podloge korišćen je aerofoto snimak, informacije sa Geo-portala i informacije i podaci uzeti tokom obilaska lokacije. Pozicija stanice je data crvenom strelicom a definisan je i krug od 100m unutar kojeg treba uraditi proračun.



Slika 7.1. Situacija u okruženju buduće bazne stanice. Lokacija antenskog stuba je označena crvenom strelicom. Podloga je preuzeta sa portala Geo-Srbija. Ucrtni su objekti i granice katastarskih parcela.



Slika 7.2. Pozicija lokacije sa ucrtanim krugom radijusa 100m

Azimuti stanice VIP su 10°-100°-190° -280°. Na istoj zgradi nalazi se instalacija Telenor sa Azimutima 0°-120°-240°

Tabela 7.1– spisak objekata u okruženju bazne stanice:

OBJEKAT	Visina Objekta (m)	SPRATNOST	TIP OBJEKTA	OBJEKAT	Visina Objekta (m)	SPRATNOST	TIP OBJEKTA
S1	48	P+15	stambeni	S15	16	P+3	poslovni
S2	8	P+1	poslovni	S16	11	P+2	poslovni
S3	20	P+4+Ptk	stambeni	S17	22	P+6	stambeni
S4	16	P+3+Ptk	stambeni	S18	16	P+3	poslovni
S5	16	P+3+Ptk	stambeni	S19	22	P+6	stambeni
S6	22	P+6	stambeni	S20	11	P+2	poslovni
S7	6	P+1	poslovni	S21	16	P+4	poslovni
S8	25	P+7	poslovni	S22	5	P	stambeni
S9	16	P+4	stambeni	S23	5	P	stambeni
S10	48	P+15	stambeni	S24	5	P	stambeni
S11	48	P+15	stambeni	S25	5	P	stambeni
S12	16	P+3	poslovni	S26	5	P	stambeni
S13	5	P	poslovni	S27	5	P	stambeni
S14	16	P+3	poslovni	S28	8	P+1	stambeni

Rezultati proračuna nivoa električnog polja u lokalnoj zoni bazne stanice na lokaciji KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5 prikazani su u grafičkom obliku na slikama 7.3– 7.18 i tabelarno za tačkese najvišim vrednostima u tabeli 7.2. Intenzitet električnog polja proračunat je za svaku elementarnu površinu dimenzije 1m x 1m. Analizirana površina je proširena i van granica kako bi se uočio uticaj predajne stanice i na zonu oko objekta. Proračun je urađen vodeći računa o nivelaciji terena. Rezultati proračuna, pokazuje sledeće:

- U zoni radijusa od 100m od pozicije stanice na nivou +1.70m u odnosu na nivo tla vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog GSM predajnika ne prelaze **0.30 V/m, na otvorenom prostoru** (slika 7.3, tabela 7.2);
- U zoni radijusa od 100m od pozicije stanice na nivou +1.70m u odnosu na nivo tla vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog LTE800 predajnika ne prelaze **0.23 V/m, na otvorenom prostoru** (slika 7.4, tabela 7.2);
- U zoni radijusa od 100m od pozicije stanice na nivou +1.70m u odnosu na nivo tla vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog UMTS predajnika ne prelaze **0.49 V/m, na otvorenom prostoru** (slika 7.5, tabela 7.2);
- U zoni radijusa od 100m od pozicije stanice na nivou +1.70m u odnosu na nivo tla vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog LTE1800 predajnika ne prelaze **0.36 V/m, na otvorenom prostoru** (slika 7.6, tabela 7.2);

Maksimalne vrednosti u objektima, prema proračunima su sledeće:

- U objektu S10, unutar nivoa na pretposlednjem spratu na visini +43m vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog GSM predajnika ne prelaze **2.23 V/m, unutar objekta** (slika 7.11, tabela 7.2);
- U objektu S10, unutar nivoa na pretposlednjem spratu na visini +43m vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog LTE800 predajnika ne prelaze **1.50 V/m, unutar objekta** (slika 7.12, tabela 7.2);
- U objektu S10, unutar nivoa na pretposlednjem spratu na visini +43m vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog UMTS2100 predajnika ne prelaze **2.63 V/m, unutar objekta** (slika 7.14, tabela 7.2);
- U objektu S10, unutar nivoa na pretposlednjem spratu na visini +43m vrednosti električnog polja koje će poticati od VIP-ovog LTE1800 predajnika ne prelaze **2.70 V/m, unutar objekta** (slika 7.13, tabela 7.2);

Dakle, na osnovu proračuna elektromagnetne emisije oko budućeg stuba na kojem se planira instalacija bazne stanice može se zaključiti da će nivo elektromagnetne emisije koji bude poticao od bazne stanice VIP mobilna mesta na kojima se može naći čovek, **biti znatno ispod referentnih** nivoa koje propisuje Pravilnik o granicama izlaganja. Referentni granični nivo polja za predajni opseg je 24.4 V/m - intenzitet električnog polja za UMTS2100, 23.4 V/m za LTE1800, 16.8 V/m za GSM900 i 15.5 za LTE800, tako da su maksimalno proračunate vrednosti manje od dozvoljenih. Skrećemo pažnju da je režim rada bazne stanice uzeti na strani sigurnosti, kao da radi maksimalnim kapacitetom odnosno za nepovoljniji slučaj.

Tabela 7.2.

KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5								
Objekat/Tlo	nivo na kom je rađen proračun (m)	spolja/unutra	maksimalna vrednost (V/m) LTE800	maksimalna vrednost (V/m) GSM900	maksimalna vrednost (V/m) LTE1800	maksimalna vrednost (V/m) UMTS2100	Faktor izloženosti samo VIP sistemi	Faktor izloženosti VIP+Telenor
TLO	1.7	spolja	0.23	0.3	0.36	0.49	0.0007	0.0019



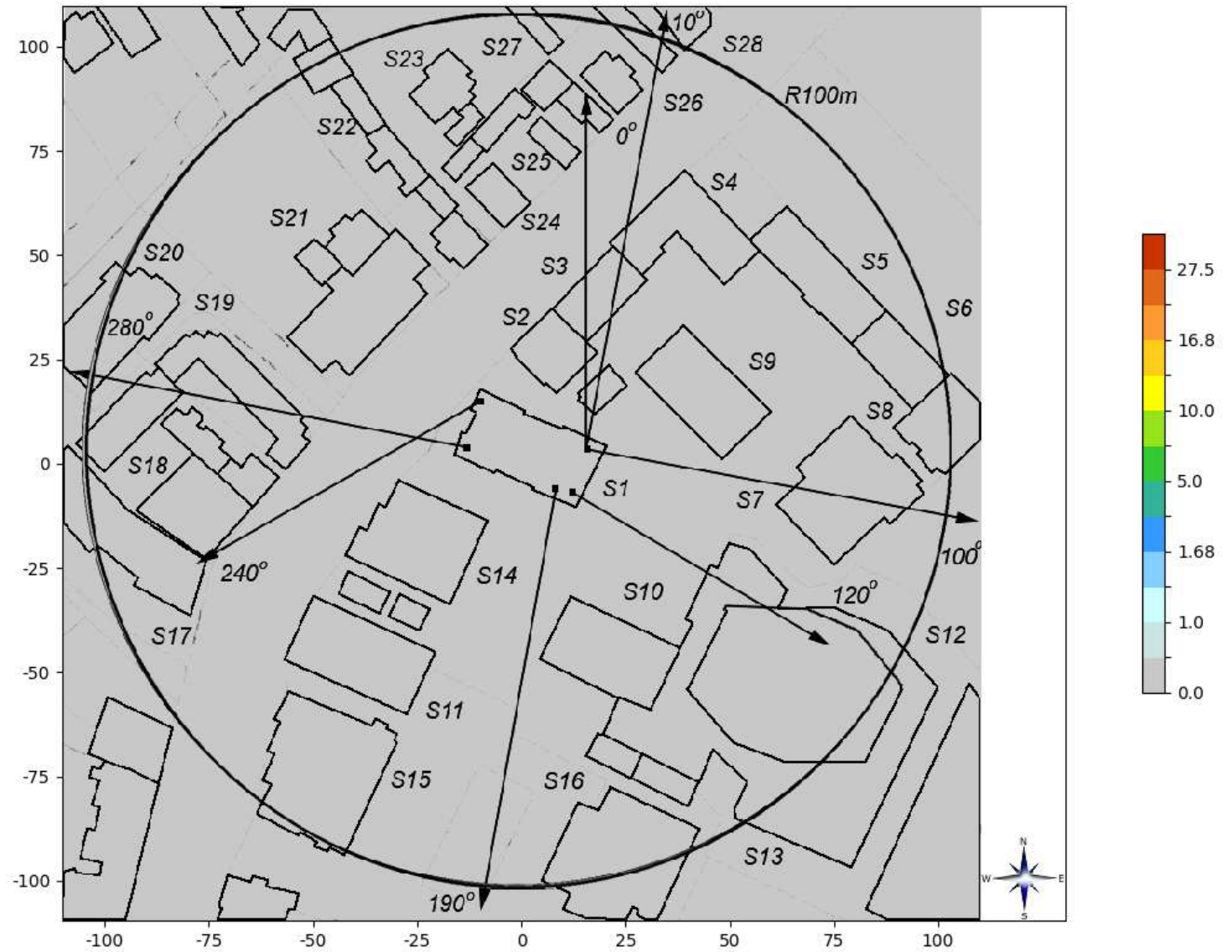
I07FO01

STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE  
STANICE KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5  
161900780N

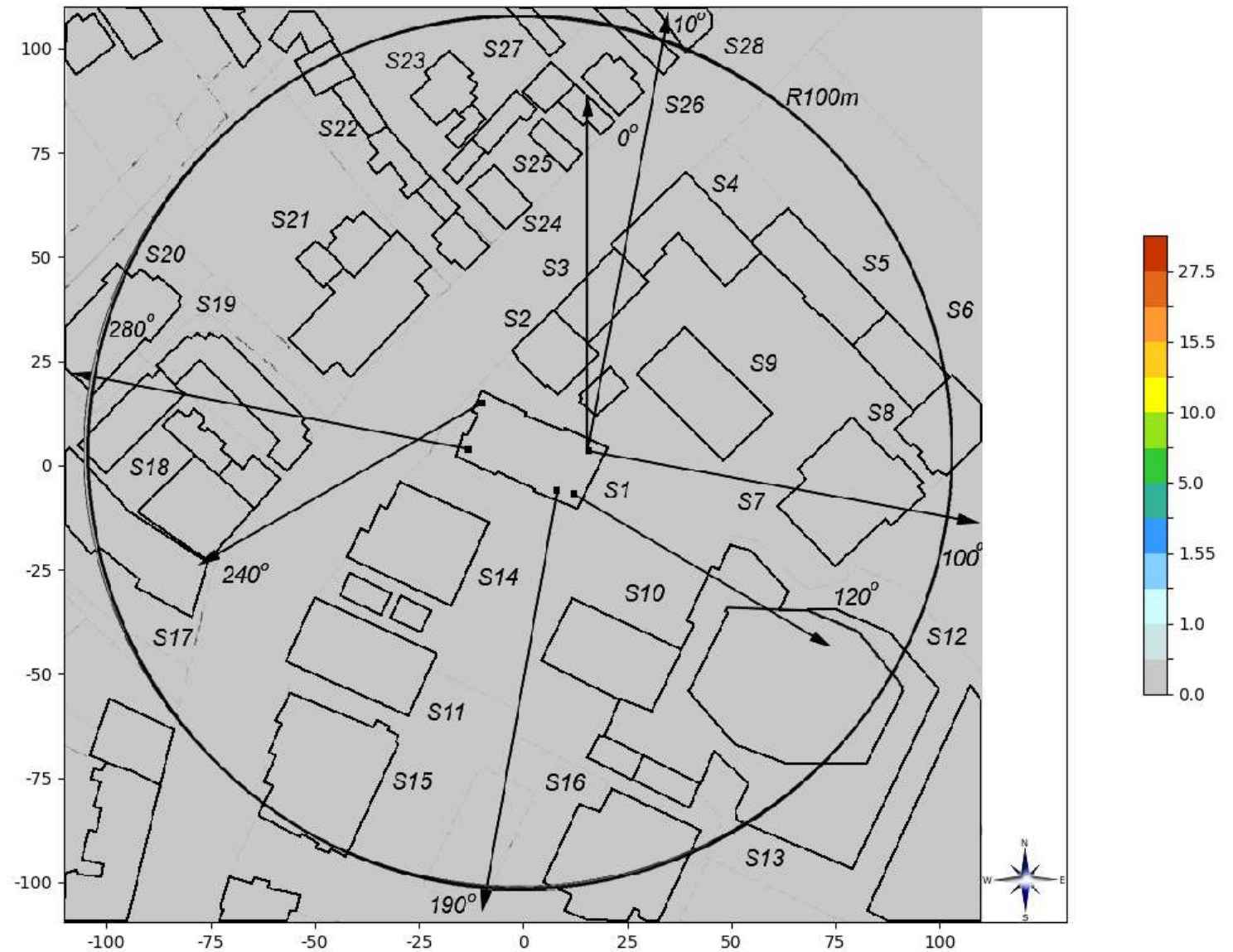
Strana 32 od 59

KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5								
Objekat/Tlo	nivo na kom je rađen proračun (m)	spolja/unutra	maksimalna vrednost (V/m) LTE800	maksimalna vrednost (V/m) GSM900	maksimalna vrednost (V/m) LTE1800	maksimalna vrednost (V/m) UMTS2100	Faktor izloženosti samo VIP sistemi	Faktor izloženosti VIP+Telenc
S1	46	unutra	1.43	2.01	1.95	2.11	0.036	0.0481
S2	6	unutra	0.07	0.08	0.12	0.12	0.0001	0.0002
S3	17	unutra	0.14	0.18	0.16	0.36	0.0003	0.0007
S4	14	unutra	0.13	0.16	0.16	0.16	0.0002	0.0007
S5	14	unutra	0.15	0.16	0.26	0.19	0.0003	0.0004
S6	20	unutra	0.21	0.26	0.3	0.26	0.0006	0.0008
S7	3	unutra	0.11	0.14	0.1	0.24	0.0001	0.0003
S8	21	unutra	0.21	0.26	0.26	0.27	0.0006	0.0008
S9	14	unutra	0.09	0.16	0.16	0.34	0.0003	0.0004
S10	43	unutra	1.5	2.23	2.7	2.63	0.051	0.0542
S11	43	unutra	1.1	1.63	1.92	1.82	0.0258	0.0307
S12	14	unutra	0.17	0.22	0.25	0.2	0.0004	0.0009
S13	3	unutra	0.12	0.13	0.2	0.21	0.0002	0.0005
S14	12	unutra	0.09	0.11	0.12	0.22	0.0001	0.0003
S15	12	unutra	0.16	0.19	0.22	0.19	0.0003	0.0005
S16	9	unutra	0.15	0.18	0.22	0.18	0.0003	0.0004
S17	20	unutra	0.2	0.24	0.18	0.25	0.0005	0.0007
S18	14	unutra	0.15	0.17	0.16	0.17	0.0002	0.0008
S19	20	unutra	0.21	0.23	0.19	0.29	0.0005	0.001
S20	10	unutra	0.15	0.16	0.14	0.18	0.0003	0.0004
S21	14	unutra	0.12	0.16	0.17	0.26	0.0002	0.0004
S22	3	unutra	0.1	0.1	0.15	0.12	0.0001	0.0003
S23	2	unutra	0.09	0.11	0.15	0.12	0.0001	0.0003
S24	2	unutra	0.09	0.1	0.07	0.11	0.0001	0.0003
S25	2	unutra	0.09	0.11	0.12	0.12	0.0001	0.0005
S26	2	unutra	0.08	0.11	0.12	0.12	0.0001	0.0004
S27	2	unutra	0.1	0.1	0.17	0.12	0.0001	0.0003
S28	5	unutra	0.12	0.09	0.18	0.11	0.0002	0.0003

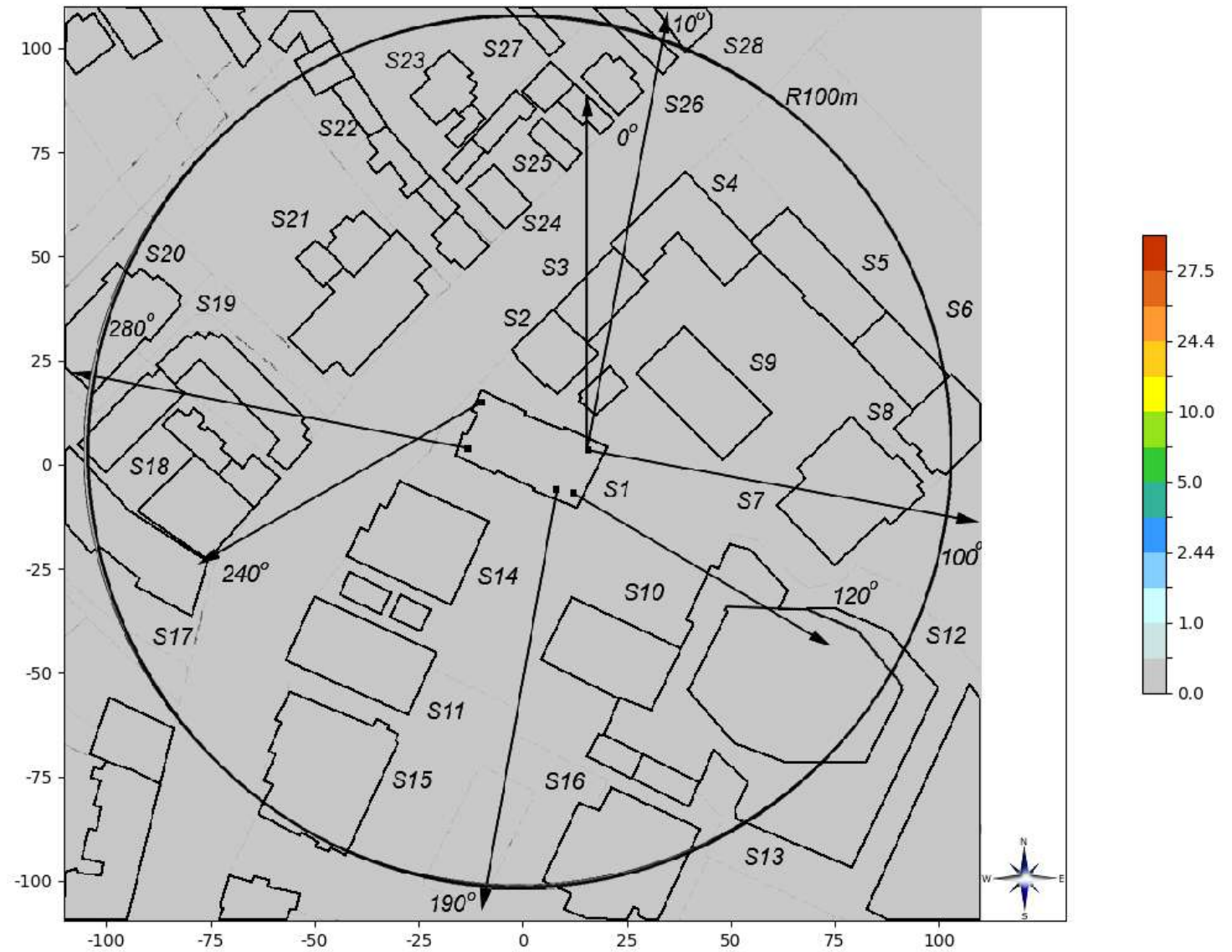




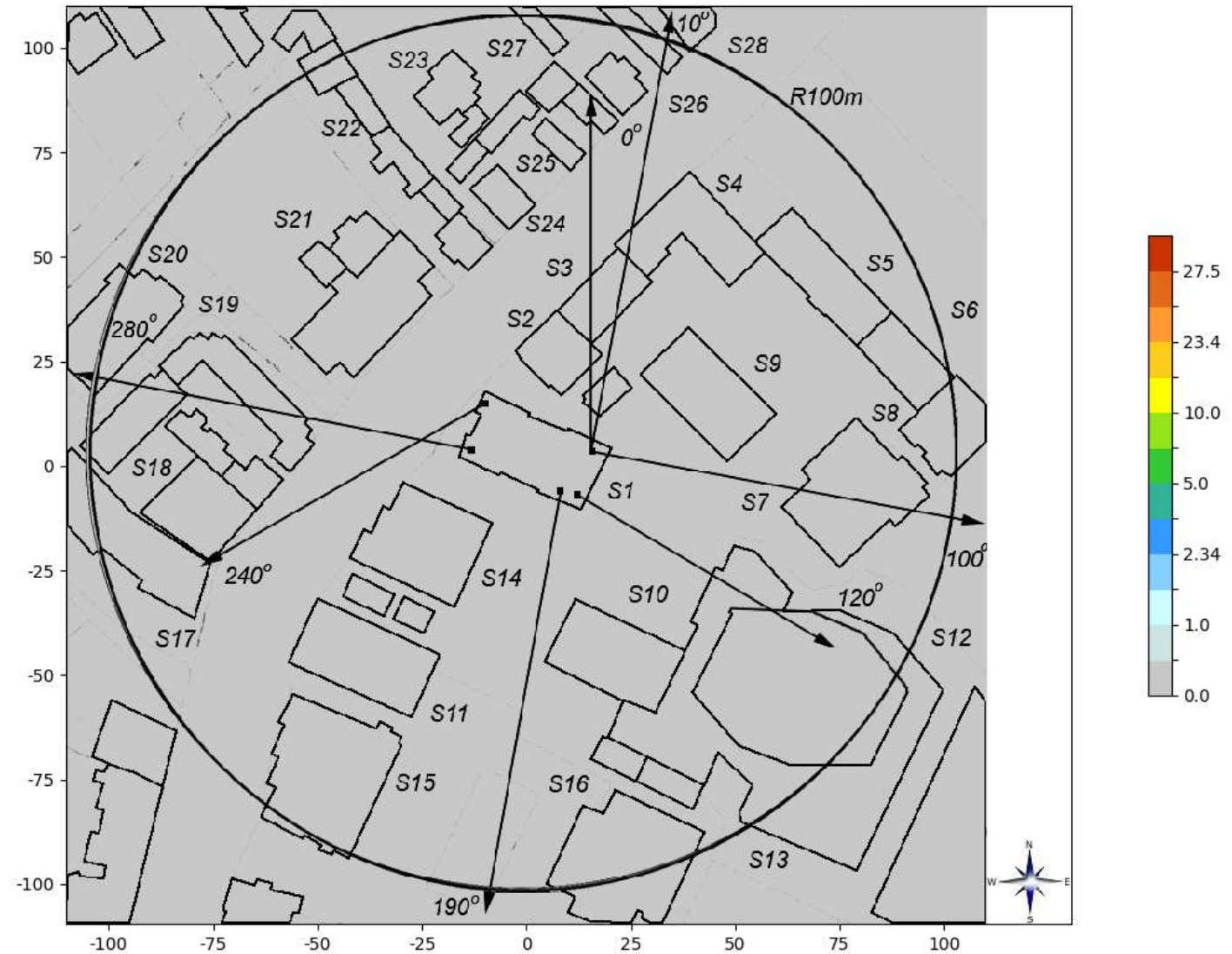
Slika 7.3 Rezultat proračuna jačine električnog polja koje potiče od GSM predajnika Vip mobile, u zoni od 100m oko antenskog stuba na visini +1.70m od nivoa tla.



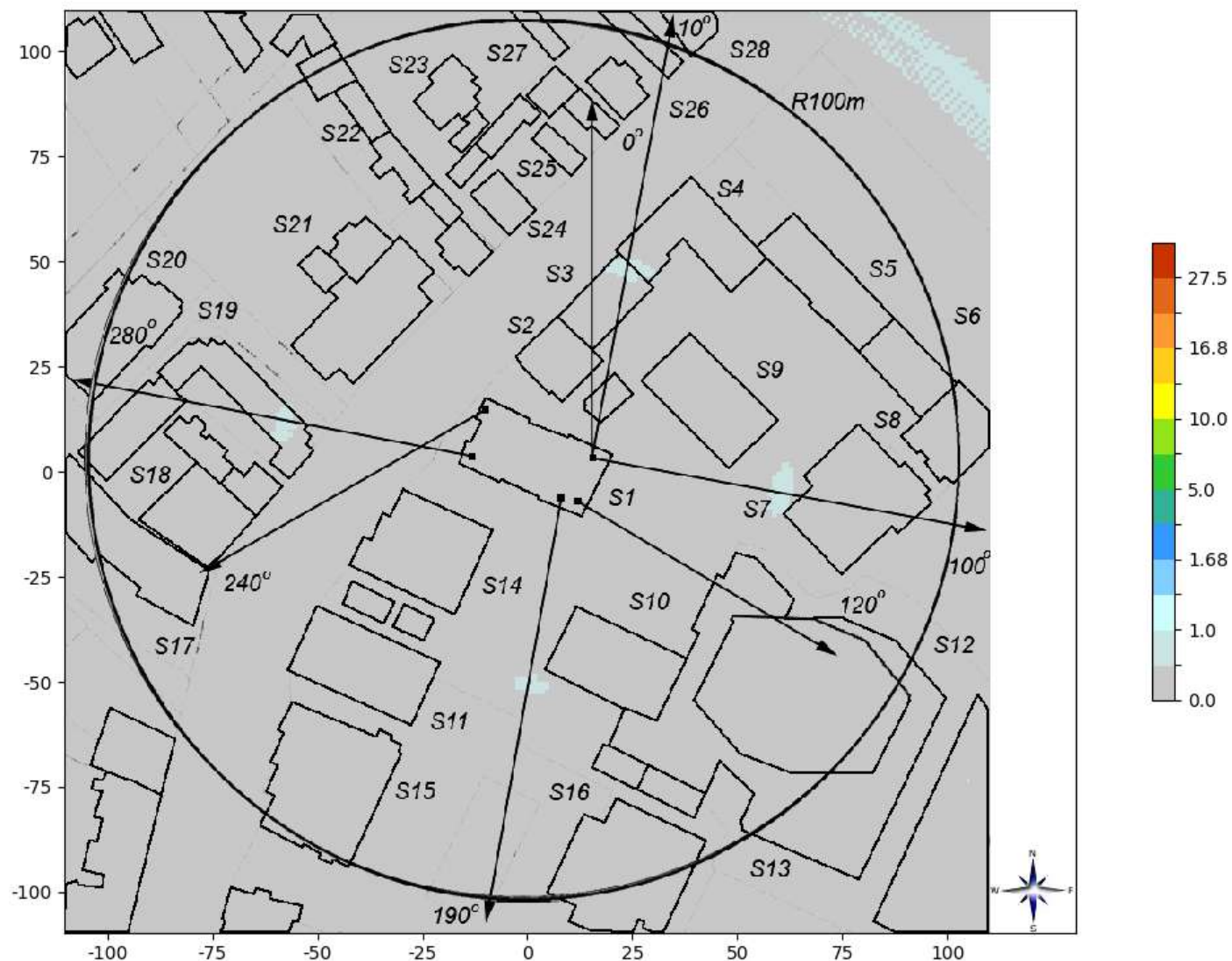
Slika 7.4 Rezultat proračuna jačine električnog polja koje potiče od LTE800 predajnika Vip mobile, u zoni od 100m oko antenskog stuba na visini +1.70m od nivoa tla.



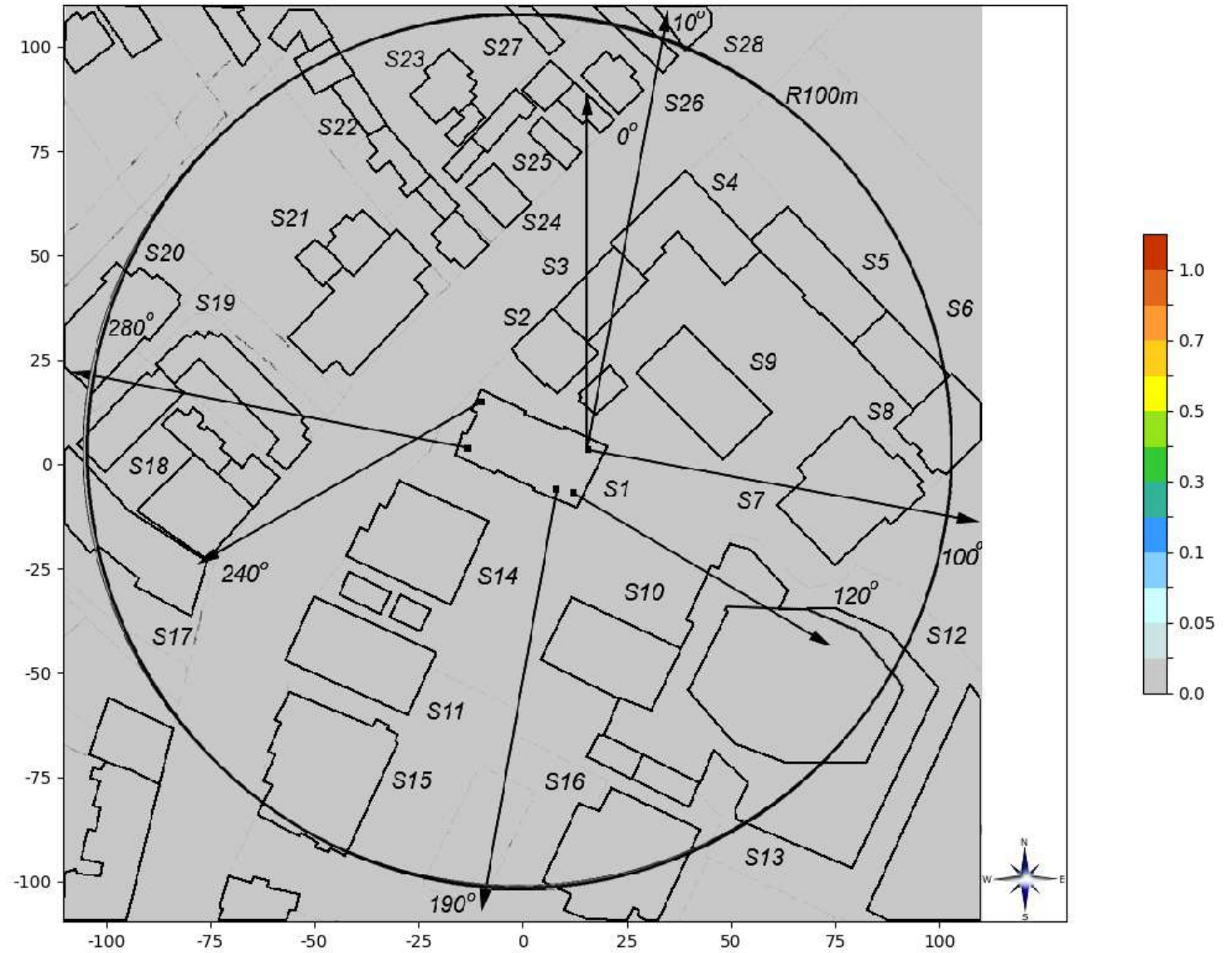
Slika 7.5 Rezultat proračuna jačine električnog polja koje potiče od UMTS predajnika Vip mobile, u zoni od 100m oko antenskog stuba na visini +1.70m od nivoa tla.



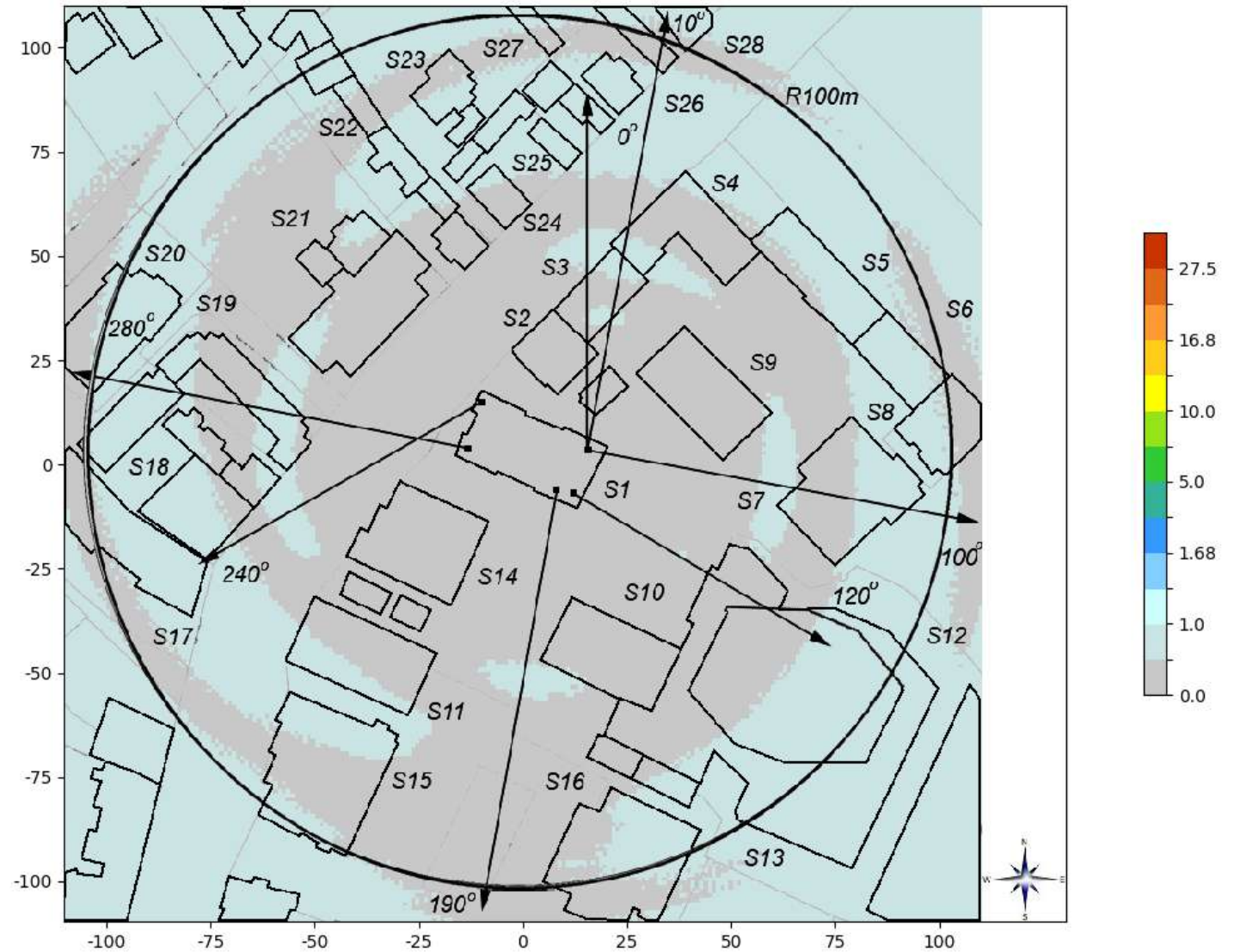
Slika 7.6 Rezultat proračuna jačine električnog polja koje potiče od LTE1800 predajnika Vip mobile, u zoni od 100m oko antenskog stuba na visini +1.70m od nivoa tla.



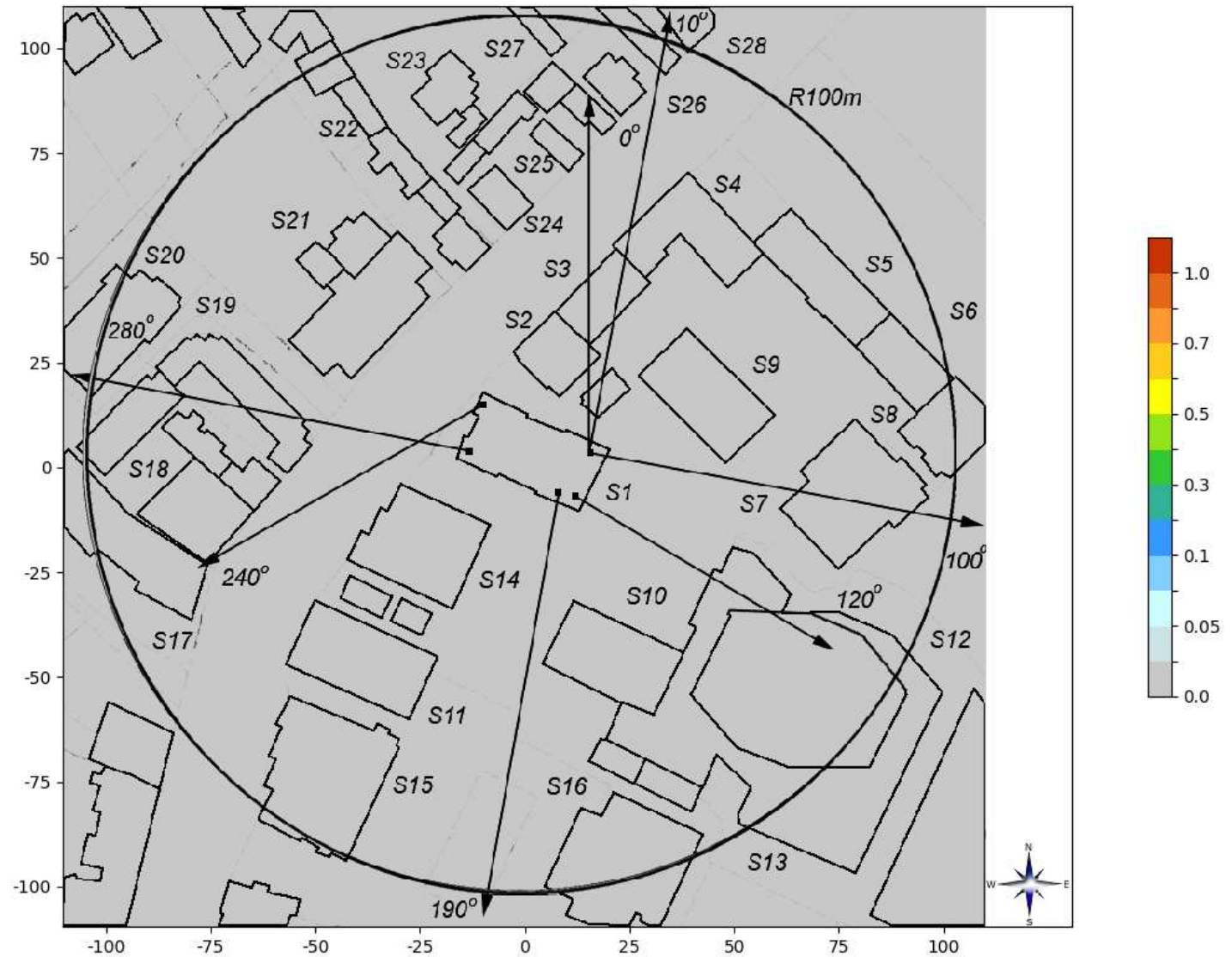
Slika 7.7 Rezultat proračuna jačine električnog polja koje potiče od svih predajnika Vip mobile, u zoni od 100m oko antenskog stuba na visini +1.70m od nivoa tla.



Slika 7.8 Rezultat proračuna faktora izlaganja na tlu na visini 1.7m za slučaj kada svi sistemi Vip mobile rade sa maksimalnim kapacitetom



Slika 7.9 Rezultat proračuna jačine električnog polja koje potiče od predajnika Vip i Telenor, u zoni od 100m na tlu na visini +1.70m od nivoa tla.



Slika 7.10 Rezultat proračuna faktora izlaganja na tlu na visini 1.7m za slučaj kada sistemi Vip i Telenor rade sa maksimalnim kapacitetom





Slika 7.11 Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kada GSM900 bazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.

objekat s10												
GSM 900												
indoor												
nivo objekti                      43												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-32								1.73	1.66	1.61		
-33								1.58	1.57	1.55	1.59	1.56
-34							1.78	1.76	1.73	1.71	1.68	1.67
-35							1.83	1.81	1.78	1.76	1.73	1.71
-36						1.86	1.84	1.82	1.79	1.75	1.71	1.73
-37						1.99	1.99	1.99	1.97	1.79	1.79	1.78
-38					1.99	1.99	1.98	1.96	1.84	1.83	1.81	1.78
-39					2	1.98	1.95	1.88	1.86	1.83	1.79	1.74
-40				2.23	2.04	2.07	2.09	1.92	1.94	1.95	1.82	1.82
-41				2.17	2.03	2.05	2.06	1.93	1.94	1.83	1.83	1.82
-42			2.12	2.12	2.03	2.02	2.01	1.93	1.92	1.84	1.82	1.76
-43			2.11	2.08	2.02	2	1.97	1.91	1.88	1.83	1.8	1.76
-44		2.23	2.1	2.15	2.02	2.07	1.95	1.99	1.87	1.91	1.8	1.84
-45		2.17	2.2	2.11	2.13	2.04	1.95	1.97	1.88	1.91	1.82	1.83
-46	2.21	2.13	2.14	2.07	2.08	2.01	1.94	1.95	1.88	1.89	1.82	1.76
-47	2.16	2.1	2.09	2.04	2.03	1.98	1.93	1.92	1.87	1.82	1.8	1.76
-48			2.05	2.01	1.98	1.95	1.91	1.89	1.85	1.81	1.78	1.83
-49					2.1	2.02	1.94	2.01	1.93	1.85	1.91	1.83
-50							1.93	1.86	1.91	1.85	1.78	1.83
-51									1.89	1.84	1.78	1.74
-52											1.78	1.74
<b>maksimalna vrednost</b>		<b>2.23</b>										
<b>pozicija</b>		<b>[7, -40]</b>										

Tabela uz Sliku 7.11Maksimalni Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kada GSM900 bazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.



Slika 7.12 Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kada LTE800bazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.



Slika 7.13 Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kada LTE1800bazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.

<b>objekat s10</b>											
<b>L1800</b>											
<b>indoor</b>											
<b>nivo objekta</b>	<b>43</b>										
	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>-32</b>								1.82	1.77	1.73	
<b>-33</b>								1.62	1.64	1.66	1.75
<b>-34</b>							1.93	1.92	1.93	1.94	1.95
<b>-35</b>							2.03	2.04	2.06	2.06	2.05
<b>-36</b>						2.08	2.08	2.08	2.08	2.07	2.03
<b>-37</b>						2.32	2.36	2.39	2.42	2.16	2.2
<b>-38</b>				2.31	2.34	2.36	2.38	2.22	2.24	2.25	
<b>-39</b>				2.35	2.35	2.34	2.26	2.26	2.26	2.24	
<b>-40</b>			2.7	2.44	2.52	2.58	2.34	2.42	2.48	2.29	
<b>-41</b>			2.62	2.45	2.5	2.54	2.38	2.43	2.29	2.33	
<b>-42</b>		2.54	2.57	2.46	2.48	2.49	2.39	2.41	2.33	2.33	
<b>-43</b>		2.54	2.52	2.47	2.46	2.44	2.38	2.36	2.33	2.3	
<b>-44</b>	2.68	2.54	2.63	2.48	2.56	2.41	2.49	2.35	2.44	2.32	
<b>-45</b>	2.62	2.68	2.58	2.64	2.53	2.42	2.47	2.37	2.43	2.34	
<b>-46</b>	2.65	2.57	2.61	2.54	2.57	2.49	2.41	2.44	2.37	2.4	2.34
<b>-47</b>	2.59	2.54	2.55	2.5	2.51	2.46	2.4	2.4	2.35	2.31	2.32
<b>-48</b>		2.5	2.47	2.46	2.42	2.38	2.36	2.33	2.3	2.28	
<b>-49</b>				2.67	2.56	2.44	2.58	2.48	2.38	2.53	
<b>-50</b>						2.44	2.35	2.46	2.39	2.32	
<b>maksimalna vrednost</b>	<b>2.7</b>										
<b>pozicija</b>	<b>[7, -40]</b>										

Tabela uz Sliku 7.13Maksimalni Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kada LTE1800 bazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.



Slika 7.14 Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kadaUMTSbazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.

objekat s10	UMTS												
indoor													
nivo objekta:	<b>43</b>												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
-32								0.74	0.8	0.83			
-33								0.75	0.79	0.81	0.8		
-34							0.97	1.01	1.04	1.1	1.14		
-35							1.15	1.2	1.24	1.29	1.32		
-36						1.19	1.24	1.27	1.3	1.33	1.32		
-37						1.63	1.74	1.83	1.91	1.54	1.65		
-38					1.62	1.72	1.79	1.86	1.65	1.72	1.78		
-39					1.73	1.77	1.81	1.73	1.77	1.79	1.79		
-40				2.33	1.93	2.13	2.28	1.92	2.09	2.22	1.94		
-41				2.27	2.02	2.16	2.27	2.05	2.15	1.96	2.06		
-42			2.15	2.24	2.1	2.18	2.24	2.11	2.17	2.06	2.1		
-43			2.2	2.22	2.17	2.19	2.2	2.14	2.14	2.1	2.09		
-44		2.51	2.26	2.48	2.24	2.43	2.2	2.37	2.17	2.32	2.14		
-45		2.46	2.6	2.44	2.57	2.42	2.26	2.38	2.23	2.34	2.21		
-46	2.54	2.43	2.53	2.42	2.51	2.4	2.29	2.36	2.27	2.33	2.24		
-47	2.49	2.43	2.47	2.41	2.45	2.38	2.31	2.34	2.28	2.22	2.24		
-48			2.43	2.4	2.39	2.36	2.32	2.3	2.27	2.23	2.21		
-49					2.63	2.51	2.39	2.53	2.42	2.32	2.45		
-50							2.39	2.3	2.41	2.33	2.25		
-51									2.39	2.32	2.26		
-52											2.26		
maksimalna vrednost		<b>2.63</b>											
pozicija		<b>[8, -49]</b>											

Tabela uz Sliku 7.14Maksimalni Rezultat proračuna jačine električnog polja u objektima za slučaj kada UMTSbazna stanica operatera VIP Mobile radi sa maks. kapacitetom.



Slika 7.15 Rezultati proračuna jačine električnog polja u objektima kada svi sistemi VIP Mobile na lokaciji rade sa maks. kapacitetom.






Slika 7.16 Rezultati proračuna faktora izlaganja u objektima, za slučaj kada svi sistemi VIP Mobile na lokaciji rade sa maks. kapacitetom.



Slika 7.17 Rezultati proračuna jačine električnog polja u objektima kada svi sistemi VIP i Telenor na lokaciji rade sa maks. kapacitetom.



Slika 7.18 Rezultati proračuna faktora izlaganja u objektima, za slučaj kada svi sistemi VIP i Telenor na lokaciji rade sa maks. kapacitetom.

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 52 od 59
---	----------------	---	-----------------

## 8. ZAKLJUČAK PRORAČUNA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA U ŽIVOTNOJ SREDINI

U cilju utvrđivanja nivoa elektromagnetne emisije na lokaciji predajne stanice urađeno je nulto merenje i izvršen je proračun nivoa elektromagnetne emisije u okruženju buduće bazne stanice. Za lokalnu zonu, odnosno neposredno okruženje lokacije stanice može da se konstatuje sledeće:


- Na osnovu merenja izvršenog 21.11.2019., dokumentovanog u Izveštaju o ispitivanju nejonizujućeg zračenja br. 161900780N koji je u prilogu ove Stručne ocene, utvrđeno je da u okolini lokacijemaksimalno izmereno postojeće polje iznosi oko 1.457 V/m.
- Proračunom vrednosti intenziteta električnog polja za buduću stanicu Vip mobile KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5 kako na otvorenom terenu tako i u utar objekata, su dobijene vrednosti koje suznatno manje **od referentnih vrednosti za posmatrane sisteme GSM/UMTS/LTE.**
- **Maksimalne proračunate vrednosti na nivou tla su daleko manje od 10% od referentnih vrednosti**
- **Maksimalne proračunate vrednosti u objektima donekle premašuju vrednosti od 10% od referentnih u objektu koji je označen na grafikonu kao S10 a to je susedni soliter iste visine kao objekat na kom je bazna stanica. Taj objekat je na pravcu sektora sa azimutom 190° i nalazi se na oko 40-50m od antena.**

Referentni granični nivo polja za predajni opseg je 24.4 V/m - intenzitet električnog polja za UMTS2100, 23.4 V/m za LTE1800, 16.8 V/m za GSM900 i 15.5 za LTE800. Maksimalne vrednosti koje se dobiju proračunom su:

- Polje od GSM predajnika ne prelazi **2.23 V/m odnosno 13.2%** u odnosu na referentni nivo za sistem GSM900
- Polje od UMTS2100 predajnika ne prelazi **2.63 V/m odnosno 10.8%** u odnosu na referentni nivo za sistem UMTS2100
- Polje od LTE1800 predajnika ne prelazi **2.70 V/m odnosno 11.5%** u odnosu na referentni nivo za sistem LTE1800

Na osnovu merenja i preliminarnog proračuna, navedeni izvor može da se smatra izvorom od posebnog interesa jer su preliminarno proračunate vrednosti ukazale da realne vrednosti na nekim pozicijama mogu biti veće od vrednosti od 10% od referentnih. Takođe, zona u kom se nalazi izvor može da se smatra zonom povećane osetljivosti jer se radi o stambenoj zoni sa velikim brojem stambenih i javnih zgrada u okruženju.

Rezultati merenja i rezultati proračuna intenziteta električnog polja pokazuju da su i postojeći nivoi i očekivani nivoi elektromagnetne emisije na mestima na kojima se može naći čovek (opšta populacija), **ispodreferentnih nivoa koje propisuje** Pravilnik o granicama izlaganja. Izvršena procena i analiza nivoa elektromagnetne emisije u lokalnoj zoni, sugerišeda **nije neophodno da se radi Studija o proceni uticaja posmatrane stanice na životnu sredinu.** U skladu sa članom 11. Pravilnika o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, nivo

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 53 od 59
---	----------------	---	-----------------


elektromagnetnih polja manji od 10% propisanih graničnih vrednosti se smatra izuzetno malim, a korisnik je u tom slučaju oslobođen vršenja periodičnih ispitivanja. U ovom slučaju realna očekivana vrednost je za neke sisteme nešto veća od 10% referentne vrednosti. Pored toga, potrebno je istaći da su nivoi graničnih vrednosti u našoj zemlji duplo strožiji od međunarodnih ICNIRP preporuka.

U Beogradu,  
18.02.2020.

Odgovorni projektant  

---

Vlatko Crnčević, dipl.inž.el.

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 54 od 59
---	----------------	---	-----------------

## 9. MERE I USLOVI

### Opšte:

#### Mere u slučaju redovnog rada


Polazeći od zakonskih normativa i specifičnosti objekta, u toku redovnog rada moraju se primenjivati sledeće mere zaštite:

- uticaj elektromagnetne emisije na životnu sredinu obavezno je utvrditi merenjima karakteristike elektromagnetnog polja na samoj lokaciji u skladu sa propisanim standardima i normama, a u cilju maksimalne zaštite ljudi i tehničkih uređaja;
- u skladu sa Pravilnikom o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja (Službeni glasnik RS br. 104/2009), obavezno je izvršiti prvo merenje elektromagnetne emisije u području od interesa, kao i periodično, po potrebi. Izveštaj o izvršenom periodičnom merenju dostaviti nadležnom organu u roku od 15 dana od dana ispitivanja.
- Radio-stanica mora biti zaključana i zaštićena od neovlašćenog pristupa.
- Nosilac projekta je dužan da obezbedi izvršavanje programa praćenja uticaja na životnu sredinu;
- Preporuka nosiocu projekta je da radio-stanicu uključi u sistem daljinskog nadgledanja i održavanja u okviru koga treba da se nadgledaju sve kritične funkcije rada stanice sa stanovišta zaštite životne sredine kao što su neovlašćeno otvaranje radio-stanice, havarija ili problemi u antenskim vodovima i antenskim sistemima.
- Nosiocu projekta se preporučuje da organizuje nadgledanje rada stanice 24 časa dnevno 365 dana godišnje;
- Nosiocu projekta se preporučuje da istakne zabrane pristupa radio stanici neovlašćenim licima; pristup mogu imati samo ovlašćena lica koja su obučena za poslove održavanja i koja su upoznata sa činjenicom da se nikakve aktivnosti ne mogu obavljati na antenskom sistemu pre isključenja predajnika radio stanice.

#### Mere u slučaju udesa

Primenom zakonskih propisa i propisanih mera zaštite verovatnoća udesa svodi se na najmanju moguću meru. Dodatno, oprema koja se instalira na lokaciji objekta zadovoljava sve međunarodne normative, a tehnološki je realizovana na visokom nivou. Ipak, u cilju sprečavanja eventualnih incidentnih situacija, predlažu se sledeće mere zaštite:

- u slučaju neregularnosti u radu stanice, Nosilac projekta je dužan da organizuje stručnu ekipu koja će običi radio stanicu u najkraćem mogućem vremenu;
- u slučaju da se radio stanica nalazi u urbanoj sredini, ekipe Nosioca projekta su dužne da u roku od 6 sati od pojave neregularnosti izađu na lokaciju objekta i konstatuju uzroke alarma;
- u slučaju da se radio stanica nalazi u ruralnoj sredini, ekipe Nosioca projekta su dužne da u roku od 24 sata od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju uzroke alarma;
- u slučaju da je generisani alarm kritičan sa stanovišta zaštite životne sredine (požar u objektu, problemi u radu antenskih sistema, i sl.) Nosilac projekta je dužan da daljinski isključi radio stanicu iz operativnog rada.

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 55 od 59
---	----------------	---	-----------------

### Mere zaštite od nejonizujućeg zračenja

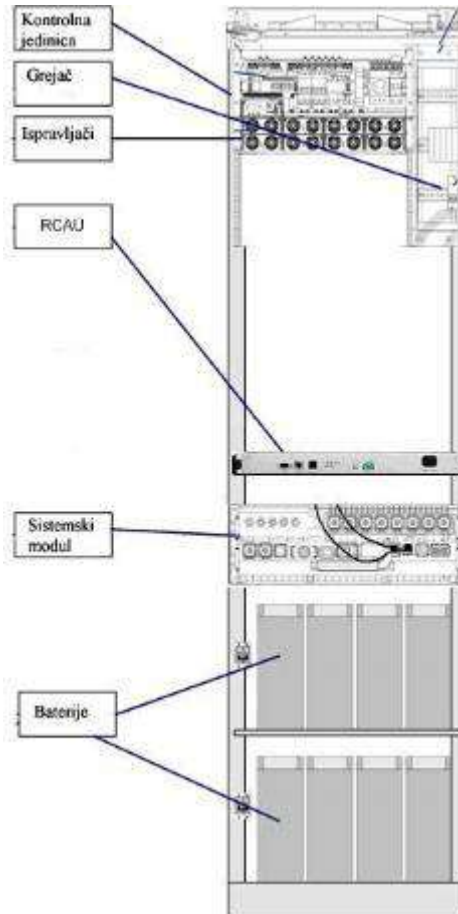
Na osnovu Zakona o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik RS“ br. 36/2009), u sprovođenju zaštite od nejonizujućih zračenja preduzimaju se sledeće mere:

- propisivanje granica izlaganja nejonizujućim zračenjima (Pravilnik o granicama izloženosti nejonizujućim zračenjima u zonama povećane osetljivosti („Sl. Glasnik“, br. 104/09), u Studiji tabela 6.1);
- otkrivanje prisustva i određivanje nivoa izlaganja nejonizujućim zračenjima (Radi otkrivanja prisustva, utvrđivanja opasnosti, obaveštavanja i preuzimanja mera zaštite od nejonizujućih zračenja vrši se sistematsko ispitivanje nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini.);
- određivanje uslova za korišćenje izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa (Prema Pravilniku o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa („Sl. Glasnik“, br. 104/09) izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa smatraju se izvori elektromagnetnog zračenja 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.);
- obezbeđivanje organizacionih, tehničkih, finansijskih i drugih uslova za sprovođenje zaštite od nejonizujućih zračenja;
- vođenje evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa;
- sprovođenje kontrole i obezbeđivanje kvaliteta izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa na propisani način;
- primena sredstava i opreme za zaštitu od nejonizujućih zračenja;
- kontrola stepena izlaganja nejonizujućem zračenju u životnoj sredini i kontrola sprovedenih mera zaštite od nejonizujućih zračenja;
- obezbeđivanje materijalnih, tehničkih i drugih uslova za sistematsko ispitivanje i praćenje nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini;
- obrazovanje i stručno usavršavanje kadrova u oblasti zaštite od nejonizujućih zračenja u životnoj sredini;
- informisanje stanovništva o zdravstvenim efektima izlaganja nejonizujućim zračenjima i merama zaštite i obaveštavanje o stepenu izloženosti nejonizujućim zračenjima u životnoj sredini.

## 10. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE PLANIRANE TELEKOMUNIKACIONE OPREME

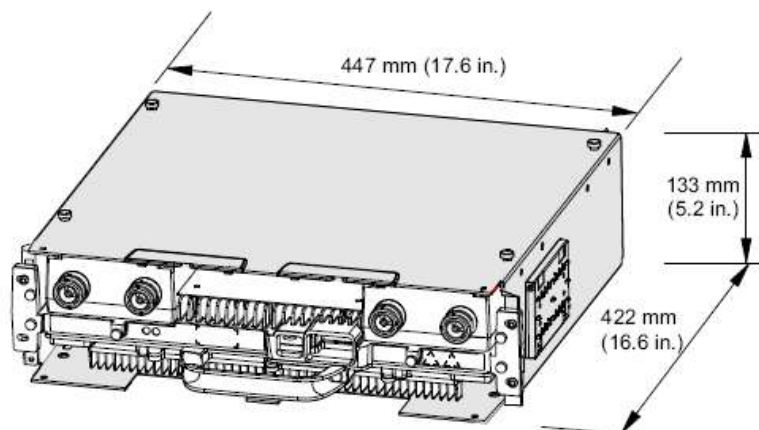
Za potrebe ove procene, upotrebijene su tipične karakteristike opreme za ovu vrstu instalacije.

Nokia Flexi bazna stanica smeštena u rek data je na slici ispod.



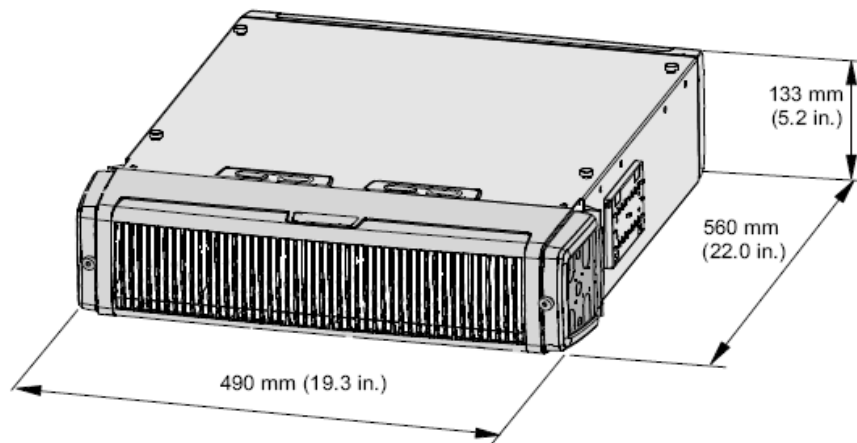
Sl. 9.1. Hardver BS Nokia Flexi

Na slikama 9.2. i 9.3 prikazane su dimenzije modula Nokia Flexi.



Slika 9.2. Spoljašnjedimenzije modula bez kućišta






Slika 9.3. Dimenzije modula sa kućištem

## 11. PRILOZI


### A. ISPITNI IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU NIVOVA NEJONIZUJUĆEG ZRAČENJA BR : 161900780N

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 58 od 59
---	----------------	---	-----------------

## LITERATURA

### **Nacionalni propisi:**

- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine („Sl. glasnik RS" br. 135/04);
- Zakon o zaštiti životne sredine („Sl. glasnik RS" br. 135/04 i 36/09);
- Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS" br. 135/04);
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS" br. 135/04);
- "Radio-komunikacije - Radio-frekvencijska zračenja - Maksimalni nivoi izlaganja koji se odnose na ljude" Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom, JUS N.NO.205, Pravilnik br. 06/01-93/178, Sl. list SFRJ br. 50/90.
- Zakon o planiranju i izgradnji („Sl. glasnik RS" br. 72/09, 81/09);
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Sl. glasnik RS" br. 101/05)
- Zakon o zaštiti kulturnih dobara („Sl. glasnik RS" br.71/94);
- Zakon o postupanju sa otpadnim materijama („Sl. glasnik RS" br. 25/96, 26/96)
- Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Sl. Glasnik RS" br. 36/09)
- Pravilnik o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, ("Službeni glasnik RS", broj 104/09)
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja, kao i način i metode sistematskog ispitivanja u životnoj sredini, („Službeni glasnik RS", broj 104/09)
- Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistemskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini, ("Službeni glasnik RS", broj 104/09)
- Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju pravna lica koja vrše poslove ispitivanja nivoa zračenja izvora nejonizujućih zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini,
- Pravilnik o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, ("Službeni glasnik RS", broj 104/09)
- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima, ("Službeni glasnik RS", broj 104/09)
- Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, ("Službeni glasnik RS", broj 104/09)
- Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka („Sl. glasnik RS" br. 54/92)
- Pravilnik o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka („Sl. glasnik RS" br. 30/97)
- Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS" br. 69/05)
- Pravilnik o tehničkim normama za odžavanje antenskih stubova („Sl. list SFRJ" br. 65/84);
- Plan namene radio-frekvencijskih opsega („Sl. glasnik RS" br. 112/04);
- Svi tehnički uslovi i uputstva ZJPTT iz predmetne oblasti.
- Jugoslovenski standardi sa obaveznom primenom:JUS N.N6.xxx, posebno JUS N.N6.201;
- Srpski standardi SRPS EN 50383, SRPS EN 50384 i SRPS EN 50385.
- Ostali relevantni propisi.

	<b>I07FO01</b>	STRUČNA OCENA OPTEREĆENJA ŽIVOTNE SREDINE U LOKALNOJ ZONI RADIO-BAZNE STANICE KG4441_01 KG_KRAGUJEVAC_CENTAR_5 161900780N	Strana 59 od 59
---	----------------	---	-----------------

### **Međunarodni propisi i literatura:**

- *"Human exposures to electromagnetic fields. High frequency (10kHz to 300GHz) "*, European prestandard ENV 50166-2, CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization, Januar 1995;
- *"Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)"* ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection;
- *"Radiofrequency radiation, Principles and Methods of Measurements - 300kHz to 100GHz"*, Australian standard AS 2772.2, The Standards Association of Australia, North Sydney, 1988.;
- *"Radiofrequency Radiation Exposure Limits"*, U.S. Federal Communications Commission
- *International Commission on Nonionizing Radiation Protection*
- Pravilnik o radio-komunikacijama pridodat Međunarodnoj konvenciji o telekomunikacijama;
- Ostali relevantni propisi.

### **Projektna dokumentacija:**

- Tehničko rešenje za lokaciju KG4441\_01 KG\_KRAGUJEVAC\_CENTAR\_5– Telemontaža d.o.o.

KRAJ DOKUMENTA