

KORISNIK

**"TELEKOM SRBIJA" A.D.  
TAKOVSKA 2  
BEOGRAD**

MESTO  
ISPITIVANJA

BS „ KIU28, KIO28 ČOKA 2 “  
Palih boraca BB  
Čoka

BROJ  
IZVEŠTAJA

2010/20-270 AP

NASLOV

**STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA  
ŽIVOTNU SREDINU BAZNE STANICE  
MOBILNE TELEFONIJE  
„ KIU28, KIO28 ČOKA 2 “  
ČOKA**

SAGLASAN  
NARUČILAC

IZVRŠILAC

Aleksandar Pavkov, dipl. inž. el.  
odgovorni projektant

mr Zoran Nikolić, dipl. inž. znr.  
generalni direktor

Oktober 2020.  
Novi Sad

## **SADRŽAJ**

<b>OPŠTI DEO</b>	<b>5</b>
<b>1. PODACI O NOSIOCU PROJEKTA</b>	<b>18</b>
1.1 UVODNE NAPOMENE	18
1.2 PROJEKTNII ZADATAK	19
<b>2. OPIS LOKACIJE NA KOJOJ SE PLANIRA IZVOĐENJE PROJEKTA</b>	<b>20</b>
2.1 OPŠTE	20
2.2 PODACI O MAKROLOKACIJI	20
2.3 PODACI O MIKROLOKACIJI	21
2.5 KLIMATSKE KARAKTERISTIKE I METEOROLOŠKI POKAZATELJI	22
2.6 STANJE INFRASTRUKTURE	22
2.7 BILJNI I ŽIVOTINJSKI SVET U REGIONU	23
2.8 ZAŠTIĆENA KULTURNA DOBRA	23
2.9 PRIKAZ PEDOLOŠKIH, GEOMORFOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH KARAKTERISTIKA TERENA	23
2.10 NASELJENOST I KONCENTRACIJA STANOVNIŠTVA	23
2.11 SEIZMIKA I TRUSNO PODRUČJE	23
2.12 POLOŽAJ OBJEKATA U KRUGU POLUPREČNIKA 300 M OD ANTENSKOG SISTEMA	23
<b>3. OPIS PROJEKTA</b>	<b>25</b>
3.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE DIGITALNE MOBILNE TELEFONIJE	25
3.2 TREĆA GENERACIJA MOBILNE TELEFONIJE - UMTS	30
3.3 ČETVRTA GENERACIJA MOBILNE TELEFONIJE - LTE	33
3.4 OPIS BAZNE STANICE	35
3.4.1 Opšte	35
3.4.2 RADIO-OPREMA	35
3.4.2 ANTENSKI SISTEM	35
3.4.3 Efektivna snaga zračenja bazne stanice ERP	38
3.4.4 Smeštanje opreme	39
3.4.5 Uklapanje u životnu sredinu	40
3.4.6 Prikaz vrste i količine potrebne energije i sirovina	40
<b>4. PRIKAZ GLAVNIH ALTERNATIVA KOJE JE NOSILAC PROJEKTA RAZMATRAO</b>	<b>42</b>
4.1 POSTAVNI PLANOVI NOVOG STANJA	44
<b>5. PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE NA LOKACIJI I BLIŽOJ OKOLINI (MIKRO I MAKRO LOKACIJA)</b>	<b>45</b>
5.1 REZULTATI MERENJA ELEKTROMAGNETNE EMISIJE U LOKALNOJ ZONI BUDUĆE BAZNE STANICE (U FREKVENTNOM OPSEGU UMTS2100 I LTE800, OPERATORA „TELEKOM SRBIJA“)	45
5.1.1 Organizacija koja je vršila merenje	45
5.1.2 Rezime merenja širokopojasnog opsega frekvencija	45
5.1.3 Rezultati merenja opsega radio-sistema mobilnih operatora	46
5.2 Izjava o usklađenosti sa specifikacijama	47
<b>6. OPIS MOGUĆIH ZNAČAJNIH UTICAJA PROJEKTA NA ŽIVOTNU SREDINU</b>	<b>48</b>

6.1 UTICAJI U TOKU IZGRADNJE-PROŠIRENJA OBJEKTA	48
6.2 UTICAJI U TOKU EKSPLOATACIJE	48
6.3 ANALIZA UTICAJA PREDAJNIKA RADIO-RELEJNIH VEZA	50
6.4 UTICAJ ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA NA LJUDE	50
6.5 PARAMETRI KOJI SE KORISTE ZA DEFINISANJE GORNJE GRANICE RF ZRAČENJA	52
6.5.1 Granične vrednosti pojedinih parametara	53
6.5.2 Algoritam za proračun intenziteta vektora jačine električnog polja u okolini bazne stanice	57
6.5.3 Proračun uticaja istovremenog zračenja elektromagnetnih talasa različitih frekvencija	64
6.5.4 Uticaj materijala na prostiranje elektromagnetnog zračenja	64
6.6 UTICAJ ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA NA TEHNIČKE UREĐAJE	66
6.7 PRORAČUN OPTEREĆENJA KOJE IZVOR UNOSI U ŽIVOTNU SREDINU	67
6.8 REZULTATI PRORAČUNA ZONE NEDOZVOLJENOG ZRAČENJA	68
6.9 REZULTATI PRORAČUNA INTENZITETA VEKTORA JAČINE ELEKTRIČNOG POLJA	71
6.9.1 Proračun na nivou 1,5 m (nivo tla, sa prosečnom visinom čoveka od +1,5 m)	71
6.2.3 Proračun na najizloženijim spratovima objekata	77
6.10 REZIME REZULTATA PRORAČUNA INTENZITETA VEKTORA JAČINE ELEKTRIČNOG POLJA	81
7. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU U SLUČAJU UDESA	82
8. OPIS MERA PREDVIĐENIH U CILJU SPREČAVANJA, SMANJENJA I GDE JE TO MOGUĆE, OTKLANJANJA SVAKOG ZNAČAJNIJEG ŠTETNOG UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU	83
8.1 OBAVEZNE MERE ZAŠTITE PREDVIĐENE ZAKONSKOM REGULATIVOM	83
8.2 OBAVEZNE MERE ZAŠTITE PO PRESTANKU RADA BAZNE STANICE	85
8.3 OPŠTE OBAVEZE	85
8.4 MERE TOKOM IZVOĐENJA GRAĐEVINSKIH RADOVA	86
8.5 MERE TOKOM REDOVNOG RADA	86
8.6 KONTROLISANA ZONA	87
9. PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU	88
9.1 PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE ZA VREME FUNKCIONISANJA PROJEKTA NA LOKACIJAMA GDE SE OČEKUJE UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU	88
9.2 PARAMETRE NA OSNOVU KOJIH SE MOGU UTVRDITI ŠTETNI UTICAJI NA ŽIVOTNU SREDINU	88
9.3 MESTA, NAČIN I UČESTALOST MERENJA UTVRĐENIH PARAMETARA	89
10. NETEHNIČKI KRAĆI PRIKAZ PODATAKA NAVEDENIH U TAČKAMA 2.-9. OVE STUDIJE	91
11. PODACI O TEHNIČKIM NEDOSTACIMA ILI NEPOSTOJANJU ODGOVARAJUĆIH STRUČNIH ZNANJA I VEŠTINA ILI NEMOGUĆNOSTI DA SE PRIBAVE ODGOVARAJUĆI PODACI	103
12. USKLAĐENOST REZULTATA PRORAČUNA I MERENJA SA PROPISIMA	104
12.1 ZAKLJUČAK	105
13. USLOVI I SAGLASNOSTI DRUGIH NADLEŽNIH ORGANA I ORGANIZACIJA U SKLADU SA POSEBNIM ZAKONOM	106



## STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

### ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zsz@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

14. LICA KOJA SU UČESTVOVALA U IZRADI STUDIJE I ODGOVORNO LICE	107
PRILOZI	108
REFERENCE	108

**OPŠTI DEO**

Predmet ispitivanja	Životna sredina
Vrsta ispitivanja	Studija o proceni uticaja elektromagnetnog zračenja na životnu sredinu
Regulativa	<p>[Z1]- Zakon o zaštiti životne sredine („Službeni glasnik RS“, br. 135/2004, 36/2009, 36/2009-dr. zakon, 72/2009-dr. zakon, 43/2011-odluka US, 14/2016, 76/2018 i 95/2018)</p> <p>[Z2]- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Službeni glasnik RS“ br. 135/04 i 36/09)</p> <p>[Z3]- Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik RS“ br. 36/09)</p> <p>[Z4]- Zakon o elektronskim komunikacijama („Službeni glasnik RS“, br. 44/2010, 60/2013-odluka US, 62/2014 i 95/2018)</p> <p>[Z5]- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Službeni glasnik RS“ br. 101/05, 1/15 i 113/2017 - dr. zakon)</p> <p>[Z6]- 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, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon i 9/2020).</p> <p>[Z7]- Zakon o zaštiti od požara ("Sl. glasnik RS", br. 111/2009, 20/2015, 87/2018 i 87/2018 - dr. zakoni).</p> <p>[Z8]- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini („Službeni glasnik RS“ br. 36/09 i 88/10)</p> <p>[Z9]- Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon)</p> <p>[Z10]- Zakon o zaštiti prirode ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 91/2010 - ispr., 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon)</p> <p>[Z11]- Zakon o zaštiti vazduha („Službeni glasnik RS“ br. 36/09 i 10/13)</p> <p>[Z12]- Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon).</p> <p>[P1]- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik RS“ br. 104/09)</p> <p>[P2]- Pravilnik o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja („Službeni glasnik RS“ br. 104/09)</p> <p>[P3]- Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu („Službeni glasnik RS“ br. 69/05)</p> <p>[P4]- Pravilnik o sadržini evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa („Službeni glasnik RS“ br. 104/09)</p> <p>[P5]- Pravilnik o sadržini i izgledu obrasca izveštaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini („Službeni glasnik RS“ br. 104/09)</p> <p>[P6]- Pravilnik o uslovima koje moraju ispunjavati pravna lica u pogledu kadrova, opreme i postora za vršenje poslova sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini, načinu i metodama sistematskog ispitivanja („Službeni glasnik RS“ br. 104/09).</p> <p>[P7]- Pravilnik o uslovima koje moraju ispunjavati pravna lica u pogledu kadrova, opreme i postora za vršenje poslova ispitivanja nivoa nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa u životnoj sredini („Službeni glasnik RS“ br. 104/09).</p> <p>[P8]- Pravilnik o načinu skladištenja, pakovanja i obeležavanja opasnog otpada („Službeni glasnik RS“ br. 92/10)</p> <p>[P9]- Pravilnik o načinu i postupku upravljanja istrošenim baterijama i akumulatorima („Službeni glasnik RS“ br. 86/10)</p> <p>[S1]- SRPS EN 50383:2012 (+AC:2013) 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)</p> <p>[S2]- SRPS EN 50400:2008 (+A1:2013, AC:2012) Osnovni standard za pokazivanje usaglašenosti stacionarne opreme za radio-prenos (od 110 MHz do 40 GHz) predviđene za upotrebu u bežičnim telekomunikacionim mrežama sa osnovnim ograničenjima ili referentnim nivoima koji se odnose na opštu izloženost radiofrekvencijskim elektromagnetskim poljima kada se stavi u upotrebu</p>

	<p>[S3]- SRPS EN 50413:2010 (+A1:2014) Osnovni standard za procedure merenja i izračunavanja izlaganja ljudi električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima (od 0 Hz do 300 GHz)</p> <p>[S4]- SRPS EN 50420:2008 Osnovni standard za procenu izlaganja ljudi elektromagnetskim poljima iz samostalnog radio predajnika (od 30 MHz do 40 GHz)</p> <p>[S5]- SRPS EN 50492:2010 (+A1:2014) Osnovni standard za merenje jačine elektromagnetskog polja na licu mesta u odnosu na izlaganje ljudi u blizini baznih stanica</p> <p>[S6]- SRPS EN 61566:2009 Merenje izlaganja radiofrekvencijskim elektromagnetskim poljima - Jačina polja u opsegu frekvencija od 100 kHz do 1 GHz</p> <p>[S7]- IEC 62232:2011 Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure</p> <p>[S8]- SRPS HD 60364-1: 2012/A11:2017 Standard o zaštiti strujnih kola od kratkog spoja i zemljospoja</p> <p>[S9]- SRPS EN 62305-1: 2016/AC:2017, SRPS EN 62305-3:2017. Standard zaštite antenskih sistema od atmosferskih pražnjenja</p>
Rešenja o ovlašćenju stručne organizacije	Rešenje za vršenje poslova sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućih zračenja u životnoj sredini, broj 532-04-00028/2010-04, izdato od Ministarstva životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja Republike Srbije
Softver za proračun	IXUS Modeller 3.0.17. (Calculator 8.2) od 29.11.2011. licenca 4464DB50
Ukupan broj strana	108



РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
МИНИСТАРСТВО ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ  
И ПРОСТОРНОГ ПЛАНИРАЊА

Омладинских бригада 1  
11070 Нови Београд

Тел + 381 (011) 31-31-357; 31-31-359 / Факс + 381 (011) 31-31-394 / www.ekoplan.gov.rs

REPUBLIC OF SERBIA  
MINISTRY OF ENVIRONMENT  
AND SPATIAL PLANNING

1. Omladinskih brigada Str.  
11070 New Belgrade



По мери природе

Бр/№: 532-04-00028/2010-04

Датум/Date: 11.03.2010. године

На основу члана 5. став 5. и 6. Закона о заштити од нејонизујућих зрачења („Службени гласник РС”, бр. 36/09), члана 20. Закона о министарствима („Службени гласник РС” бр. 65/08) и члана 192. став 1. Закона о општем управном поступку („Службени лист СРЈ”, бр. 33/97 и 31/01), на захтев Институт „Ватрогас”, Лабораторија, Булевар Војводе Степе 66, Нови Сад, министар животне средине и просторног планирања, доноси

### **РЕШЕЊЕ**

1. Утврђује се да Институт „Ватрогас”, Лабораторија, Булевар Војводе Степе 66, Нови Сад, испуњава услове у погледу кадрова, опреме и простора, као и да примењује методе мерења и прорачуна важећих домаћих и међународних стандарда за вршење послова систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења у животној средини.
2. У случају измене прописаних услова за вршење послова систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења у животној средини, утврђених у тачки 1. овог решења, Институт „Ватрогас”, Лабораторија, Булевар Војводе Степе 66, Нови Сад, дужан је да одмах обавести министра надлежног за послове заштите од нејонизујућих зрачења.

### **Образложење**

Институт „Ватрогас”, Лабораторија, Булевар Војводе Степе 66, Нови Сад, поднео је захтев Министарству животне средине и просторног планирања, за утврђивање испуњености услова у погледу кадрова, опреме и простора за вршење послова систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења у животној средини, у складу са чланом 5. став 5. и 6. Закона о заштити од нејонизујућих зрачења.

Услови које у погледу кадрова, опреме и простора, као и методе мерења и прорачуна важећих домаћих и међународних стандарда, које морају да испуњавају и примењују привредна друштва, предузећа и друга правна лица за вршење послова систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења у животној средини, прописани су чланом 3. и 4. Правилника о условима које морају да испуњавају правна лица која врше послове систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења, као и начин и методе систематског испитивања у животној средини („Службени гласник РС”, бр. 104/09).

На основу оствареног увида у приложени документацију уз предмтни захтев и извршеном провером, утврђено је да Институт „Ватрогас”, Лабораторија, Булевар Војводе Степе 66, Нови Сад, испуњава прописане услове и примењује прописане методе мерења и прорачуна у складу са чланом 3. и 4. Правилника о условима које морају да испуњавају правна лица која врше послове систематског испитивања нивоа

-2-

нејонизујућих зрачења, као и начин и методе систематског испитивања у животној средини, на основу чега се овлашћује за вршење послова систематског испитивања нивоа нејонизујућих зрачења у животној средини.

На основу утврђеног чињеничног стања решено је као у диспозитиву овог решења.

Ово решење је коначно у управном поступку.

**УПУТСТВО О ПРАВНОМ СРЕДСТВУ:** Против овог решења може се покренути управни спор пред Управним судом Србије у року од 30 дана од дана пријема решења. Тужба се предаје непосредно суду или путем поште.

Такса за ово решење наплаћена је на основу Закона о републичким административним таксама („Службени гласник РС” бр. 43/2003, 51/2003, 53/2004, 42/2005, 61/2005, 42/2006, 47/07, 54/08 и 5/09).



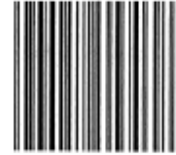
Достављено:

- Подносиоцу захтева
- Одсеку
- Архиви





Република Србија  
Агенција за привредне регистре



5000058357038

Регистар привредних субјеката

БД 53995/2012

Дана, 27.04.2012. године

Београд

Регистратор Регистра привредних субјеката који води Агенција за привредне регистре, на основу члана 15. став 1. Закона о поступку регистрације у Агенцији за привредне регистре („Службени гласник РС“, бр. 99/2011), одлучујући о регистрационој пријави промене података код INSTITUT VATROGAS DOO ZAŠTITA OD POŽARA, BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE NOVI SAD, матични број: 08345210, коју је поднео/ла:

Име и презиме: Зоран Николић

ЈМБГ: 1511957730025

доноси

#### РЕШЕЊЕ

**УСВАЈА СЕ** регистрациона пријава, па се у Регистар привредних субјеката региструје промена података код:

**INSTITUT VATROGAS DOO ZAŠTITA OD POŽARA, BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE NOVI SAD**

Регистарски/матични број: 08345210

и то следећих промена:

**Регистрација документа:**

Уписује се:

- Оснивачки акт - пречишћен текст од 23.01.2012 године.
- Измене оснивачког акта - одлука о изменама и допунама одлуке о оснивању од 23.01.2012 године.

#### Образложење

Подносилац регистрационе пријаве поднео је дана 24.04.2012. године регистрациону пријаву промене података број БД 53995/2012 и уз пријаву је доставио документацију наведену у потврди о примљеној регистрационој пријави.

Проверавајући испуњеност услова за регистрацију промене података, прописаних одредбом члана 14. Закона о поступку регистрације у Агенцији за привредне регистре, Регистратор је утврдио да су испуњени услови за регистрацију, па је одлучио као у диспозитиву решења, у складу са одредбом члана 16. Закона.

Висина накнаде за вођење поступка регистрације утврђена је Одлуком о накнадама за послове регистрације и друге услуге које пружа Агенција за привредне регистре („Сл. гласник РС“, бр. 5/2012).



## **ODLUKA O OSNIVANJU PRIVREDNOG DRUŠTVA (DOO)**

### **(PREČIŠĆEN TEKST)**

Odluka o osnivanju privrednog društva (doo), br. 789.od 07.11.2006 overena pred Opštinskim sudom u Novom Sadu, pod br. OV1 54945/2006 od 09.11.2006, god. Odluka o izmenama i dopunama Odluke o osnivanju privrednog društva (doo), br 73. od 12.08.2011. overena pred Gradskom upravom za opšte poslove Grada Novog Sada, pod br. 14039 od 16.08.2011.godine, II Odluka o izmenama i dopunama Odluke o osnivanju privrednog društva (doo), br. 58/1 od 23.01.2012. overene pred Gradskom upravom za opšte poslove Grada Novog Sada, pod br. 11231/2012 od 18.04.2011.godine.

#### **Član 1.**

Nikolić Zoran po Rešenju broj 06-313/368-89 od 25.09.1989. godine Republike Srbije Autonomne pokrajine Vojvodine Grad Novi Sad Sekretarijat za privredu i finansije opštine Slavija, osnovao je "VATRO GAS" sa sedištem u Novom Sadu, ul. Jovana Hranilovića 036.

PP "Vatrogas" za trgovinu i usluge u oblasti PPZ, zaštite na radu i zaštite životne sredine sa p.o. Novi Sad, Odlukom osnivača Nikolić Zorana, dana 4.8.1992. godine registrovano je u Privrednom sudu Novi Sad, broj registarskog uložka registracionog suda 1-7345, oznaka i broj upisnika suda Fi-4104/92.

Odlukom osnivača izvršena je izmena registracije 16.5.1995.g. oznaka i broj rešenja Fi 2279/95.

Odlukom osnivača 13.6.1996. godine izvršena je promena u D.O.O. "Vatrogas" za trgovinu i usluge u oblasti PPZ, zaštite na radu i zaštite životne sredine sa p.o. Novi Sad, oznaka i broj rešenja Fi 2890/06.

Delatnost je proširena 8.1.1997. godine, oznaka i broj rešenja Fi-5/97.

Po rešenju Privrednog suda Posl. Br. Fi.2824/98 od 3.8.1998.g. izvršeno je usklađivanje DOO sa Zakonom o preduzećima.

- instalacija i sistemi centralnog grejanja i provetravanja, klimatizacije, otprašivanja, vodovoda, kanalizacije i protivpožarne zaštite
- izrada projektno-tehničke dokumentacije za projektovanje i utvrđivanje efikasnosti sistema odsisne ventilacije
- izrada propisane dokumentacije za opremu za rad, sredstava i opremu za zaštitu na radu ili opasne materije - za njihovu upotrebu i održavanje, odnosno pakovanje, korišćenje i skladištenje
- tehnička kontrola projektne tehničke dokumentacije i ostale vrste projekata
- izrada posebnih priloga mera bezbednosti i zdravlja na radu i projektne tehničke dokumentaciju
- tehnički pregled novoizrađenih objekata i stručni nadzor pri izvođenju investicionih objekata
- tehničku kontrolu projektne-tehničke dokumentacije skloništa
- tehničku kontrolu skloništa (periodični pregled i atestiranja)
- tehnički pregled izgrađenih skloništa

#### 71.2 7120 Tehničko ispitivanje i analize

- kontrola kvaliteta i kvantiteta robe za industrijske proizvode iz oblasti metaloprerađivačke industrije
- merenje nivoa buke u životnoj sredini
- merenje emisije štetnih i opasnih materija u vazduhu na izvoru zagađivanja
- izrada elaborata procene opasnosti od hemijskog udesa i zagađivanja životne sredine
- izrada studija o proceni uticaja na životnu sredinu
- identifikacija mogućih opasnosti od hemijskog udesa, utvrđivanja mehanizma njegovog nastanka i razvoja i sagledavanje mogućih posledica
- utvrđivanje mera prevencija, pripravnosti i odgovora na hemijski udes
- pripreme za mogući hemijski udes, mere zaštite pri prostornom planiranju, projektovanju, izgradnji, procesu rada, deponovanju i čuvanju opasnih materija, kontroli korišćenja i održavanja opasnih instalacija, mere koje se preduzimaju pri obavljanju opasnih aktivnosti kojima se sprečava odnosno smanjuje verovatnoća

**Član 19.**

Društvo će poslovati u skladu sa propisima o zaštiti životne sredine.

**Član 20.**

Sve što nije regulisano ovim Aktom o osnivanju, rešavaće se u skladu sa Zakonom o privrednim društvima i drugim zakonskim propisima.

**Član 21.**

Izmene ovog Akta o osnivanju vršiće se u pismenoj formi.

Institut Vatrogas DOO Novi Sad, neće vršiti overu odluka o izmena i dopuna odluke o osnivanju privrednog društva.

Ovaj Akt o osnivanju sastavljen je u četiri istovetna primerka, jedan za postupak registracije, dva za Društvo i jedan sud overe.

Ovaj Akt o osnivanju stupa na snagu danom overe od strane nadležnog suda, a prestaje da važi ODLUKA O USKLAĐIVANJU JEDNOČLANOG DRUŠTVA SA OGRANIČENOM ODGOVORNOŠĆU SA ZAKONOM od 01.06.1998.godine.

U Novom Sadu, 23.01.2012. godine



**Osnivač Društva**  
**Zoran Nikolić**



## STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

### ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zzs@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

Na osnovu Zakona 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, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon i 9/2020) i člana 19. Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu i shodno Odluci Instituta vatrogas donosim:

### REŠENJE:

#### O ODREĐIVANJU PROJEKTANTA NA IZRADI

## STUDIJE O PROCENI UTICAJA BAZNE STANICE MOBILNE TELEFONIJE „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ NA ŽIVOTNU SREDINU

Ovlašćujem: **Aleksandra Pavkova dipl. inž. el.**

Kao odgovornog projektanta i saradnike na projektu:

**Nikolić Aleksandar, mast. inž. zžs.**  
**Igor Todorić el. teh.**

Za projektovanje i izradu tehničke dokumentacije

Generalni direktor:

---

mr Zoran Nikolić dipl. inž. znr.



## STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

### ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zsz@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

## IZJAVA ODOVORNOG PROJEKTANTA za Studiju o proceni uticaja

**Kao odgovorni projektant za** STUDIJU O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU BAZNE STANICE MOBILNE TELEFONIJE „KIU28, KIO28 ČOKA 2“, koja se nalazi u ulici Palih boraca BB, u Čoki.

## IZJAVLJUJEM

- da je Studija izrađena u skladu sa Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Službeni glasnik RS” br. 135/04 i 36/09), Zakon o zaštiti životne sredine („Službeni glasnik RS”, br. 135/2004, 36/2009, 36/2009-dr. zakon, 72/2009-dr. zakon, 43/2011-odluka US, 14/2016, 76/2018 i 95/2018), zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik RS” br. 36/09); 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, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon i 9/2020) i ostalim zakonima i pravilnicima iz ove oblasti.
- da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekati i da je Studija izrađena u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenje osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant: Aleksandar Pavkov dipl.inž.el.

Broj licence: 353 8288 04

Lični pečat: Potpis:

Broj Studije: br. 2010/20-270 AP

Mesto i datum: Novi Sad, oktobar 2020.g.

: page (Left Arrow)



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и  
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ  
утврђује да је

**Александар М. Павков**

дипломирани инжењер електротехнике  
ЈМБ 1102967303209

одговорни пројектант  
телекомуникационих мрежа и система

Број лиценце  
**353 8288 04**



У Београду,  
25. марта 2004. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ  
*Милош Лазаревић*  
Проф. др Милош Лазаревић  
инж. грађ. инж.

Број: 02-12/391422  
Београд, 23.09.2020. године



На основу члана 14. Статута Инжењерске коморе Србије  
("СГ РС", бр. 36/19) а на лични захтев члана Коморе,  
Инжењерска комора Србије издаје

## ПОТВРДУ

Којом се потврђује да је Александар М. Павков, дипл. инж. ел.  
лиценца број

**353 8288 04**

за

**одговорног пројектанта телекомуникационих мрежа и система**

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио  
обавезу плаћања чланарине Комори за текућу годину, односно до 25.03.2021.  
године, као и да му није изречена мера пред Судом части Инжењерске  
коморе Србије



Председница Инжењерске коморе Србије

*Марица М.*  
Марица Мијајловић, дипл. инж. арх.





**IXUS OWNER CERTIFICATE**

Owner:	Institut Vatrogas doo
Product:	IXUS Solo Modeller
Number of licences:	1
Date:	19 June 2012
Term:	Unlimited
Licence number:	4464DB50

Office References:

Account no:	INS001
Final invoice number:	INV00631
Item code:	2006-1010012

This document certifies that the listed software package(s) is legally owned and paid for by the organisation in question. Please contact [sales@emssixus.com](mailto:sales@emssixus.com) for more information.

Signed: \_\_\_\_\_



Ben Bosch – IXUS Product Manager



3 Meson Avenue, Technopark,  
Stellenbosch, 7600, South Africa  
Phone: +27 21 880 1880 | Fax: +27 21 880 1174  
[www.emssixus.com](http://www.emssixus.com) | [contact@emssixus.com](mailto:contact@emssixus.com)

## 1. PODACI O NOSIOCU PROJEKTA

<b>INVESTITOR</b>	„Telekom Srbija“ a.d. Direkcija za tehniku Funkcija za planiranje i razvoj mreže i servisa Sektor za razvoj pristupne mreže Bulevar umetnosti 16a, Beograd
<b>PIB</b>	100002887
<b>Matični broj</b>	17162543
<b>Šifra delatnosti</b>	6110
<b>Rešenje APR</b>	BD 72880/2013
<b>Generalni direktor</b>	Predrag Ćulibrk, dipl. ing.
<b>Direktor Direkcije za tehniku, Sektor za bežičnu pristupnu mrežu</b>	Đorđe Marović
<b>Kontakt osoba</b>	Jelena Mavrenović, dipl. inž. el. E-mail: jelenam@telekom.rs
<b>Naziv investicionog programa</b>	GSM/UMTS/LTE mreža javnih mobilnih telekomunikacija Srbije preduzeća „Telekom Srbija“ a.d.
<b>Karakter investicije</b>	Proširenje mreže

### 1.1 UVODNE NAPOMENE

Vlada Republike Srbije donela je 8. Juna 1997. Godine Odluku o dodeli GSM Licence, kojom je Preduzeću za telekomunikacije „Telekom Srbija“ a.d. dodelila Licencu za davanje telekomunikacionih usluga u oblasti GSM mobilnih mreža na području Srbije. Time je stečeno pravo na uspostavu mobilne mreže, upravljanje i obavljanje delatnosti na mreži, kao i pružanje javnih digitalnih celularnih mobilnih usluga na čitavom području Republike Srbije u skladu sa odredbama Licence, a prema GSM standardima. Licenca je izdata za početni period od 20 godina i uključuje pravo pružanja osnovnih i dopunskih usluga, kao i pružanje usluga sa dodatnim vrednostima. U skladu sa svojim planovima razvoja, „Telekom Srbija“ je u prethodnom periodu izradio svu potrebnu tehničku dokumentaciju i završio praktično sve radove koji se odnose na fazu I razvoja svoje GSM mreže. Time su se istovremeno stekli i uslovi za nastavak radova u fazi II i faze III, razvoja GSM mreže „Telekom Srbija“.

## 1.2 PROJEKTNI ZADATAK

U okviru Studije o proceni uticaja na životnu sredinu postojeće buduće radio-bazne stanice (BS) mobilne telefonije „KIU28, KIO28 ČOKA 2“, operatora mobilnih telekomunikacija bežičnih radio-sistema (mobilnog operatora) „Telekom Srbija“ potrebno je ispitati zatečeno opterećenje životne sredine i proceniti očekivani intenzitet elektromagnetne (EM) emisije proračunom jačine (intenziteta vektora) električnog polja na relevantnim udaljenostima u lokalnoj zoni emisije udućeg antenskog sistema bazne stanice.

Planirano je da bazna stanica radi u opsezima UMTS2100 i LTE800.

Cilj utvrđivanja intenziteta EM emisije je provera usklađenosti sa važećom zakonskom regulativom u oblasti izlaganja ljudi radio-frekvencijskim (RF) elektromagnetnim poljima (EMP), kao i utvrđivanje neophodnosti izrade Studije o proceni uticaja na životnu sredinu ovog izvora nejonizujućeg zračenja, uzimajući u obzir i postojeće bazne stanice u okolini.

Tehnički podaci o radio-opremi predmetne bazne stanice su preuzeti iz dokumenta BG Invest d.o.o.: 0 – GLAVNA SVESKA, Idejno rešenje za izgradnju RBS " KIU28, KIO28 ČOKA 2 " Palih boraca BB u Čoki, februar 2019. [R3].

Podaci o makrolokaciji preuzeti sa Interneta:

- Wikipedia, odrednica o Čoki: <https://sr.wikipedia.org/sr-el/Čoka> [I1]
- Republički zavod za statistiku, popis 2011: <http://popis2011.stat.rs/> [I2]
- Google Maps: <https://www.google.rs/maps/place/Čoka/> [I3]
- RATEL baza podataka o korišćenju RF spektra: <http://registar.ratel.rs/sr/reg203> [I4]
- Program Google Earth.

## 2. OPIS LOKACIJE NA KOJOJ SE PLANIRA IZVOĐENJE PROJEKTA

### 2.1 OPŠTE

<b>Naziv izvora</b>	BS „ KIU28, KIO28 ČOKA 2 “
<b>Namena (tip) izvora</b>	Radio bazna stanica mobilne telefonije
<b>Adresa</b>	Palih boraca BB
<b>Mesto</b>	Čoka
<b>Geografske koordinate</b>	45°56'45.76"N, 20°08'08.69"E nadmorska visina 81 m
<b>Katastarska parcela</b>	k.p. 2254
<b>Katastarska opština</b>	K.O. Čoka
<b>Opština</b>	Čoka

### 2.2 PODACI O MAKROLOKACIJI

Čoka je gradsko naselje u Srbiji u opštini Čoka u Severnobanatskom okrugu. Prema popisu iz 2011. bilo je 4028 stanovnika.

Ovde se nalaze Rimokatolička crkva u Čoki i Srpska pravoslavna crkva u Čoki.

Austrijski carski revizor Erler je 1774. godine u svom izveštaju konstatovao da mesto "Čoha" pripada Tamiškom okrugu, Čanadskog distrikta. Stanovništvo je bilo srpsko.[1] Kada je 1797. godine popisan pravoslavni klir tu su tri sveštenika. Parosi, pop Atanasije Mijić (rukop. 1759) znao je samo srpski jezik, a pop Maksim Nikolajević (1779) pored srpskog i rumunski jezik. Njegov srodnik, mladi kapelan Aleksije Nikolajević (1795) znao je srpski i mađarski jezik.

U naselju Čoka živi 3799 punoletnih stanovnika, a prosečna starost stanovništva iznosi 40,4 godina (38,6 kod muškaraca i 42,1 kod žena). U naselju ima 1802 domaćinstva, a prosečan broj članova po domaćinstvu je 2,61.

Stanovništvo u ovom naselju veoma je nehomogeno, a u poslednja tri popisa, primećen je pad u broju stanovnika.

Postoje 2 moguće teorije kako je Čoka dobila svoje ime.

Prva i manje verovatna je da je ime dobila od ptice Čoka, dok druga, koja je verovatno tačna, nam govori da je ime dato po prvoj porodici koja je naselila Čoku u početku 13. veka.



1. Mapa Srbije sa naznačenim položajem Čoke

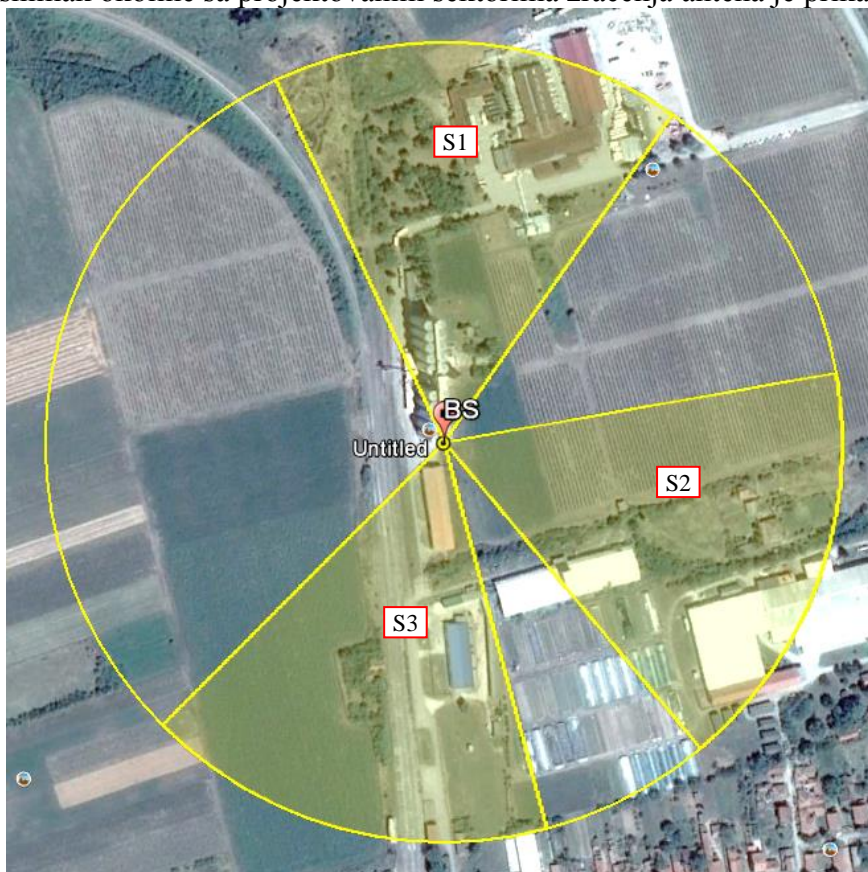
## 2.3 PODACI O MIKROLOKACIJI

Pored objekta silosa će biti montirana RBS platforma na kojoj će se nalaziti jedan Ericsson radio-kabinet BS6101 (UMTS2100/LTE800), Emerson kabinet EPC48200-HB4 (tip TY2A), čelični ram sa elektro ormanom +RO.TR-SP i planirano mesto za buduće proširenje. Biće montiran novi antenski nosači na silosu na kome je planirano postavljanje po jedne panel antene tipa K80010666 za sisteme UMTS2100 i LTE800 po sektorima 1,2 i 3, respektivno.



*Slika 2.2. Mikrolokacija na kojoj je planirana buduća BS*

Satelitski snimak okoline sa projektovanim sektorima zračenja antena je prikazan na Slici 2.3.



*Slika 2.3. Satelitski snimak mikrolokacije (pogled odozgo)*

## **2.5 KLIMATSKE KARAKTERISTIKE I METEOROLOŠKI POKAZATELJI**

S obzirom na geografski položaj, osnovne klimatske karakteristike područja opštine Kikinda je umereno-kontinentalna klima koja predstavlja prelaz između sredozemne i kontinentalne klime. Osnovno obeležje umereno-kontinentalne klime je prisustvo sva četiri godišnja doba. Leta su topla, zime hladne, jesen je duža i toplija od proleća, sa dužim sunčanim i toplim periodima (tzv. miholjsko leto), dok je proleće kratko i kišovito. Leto naglo dolazi.

Osnovni meteorološki elementi klime su: vazdušni pritisak, temperatura vazduha, vlažnost vazduha, padavine, oblačnost, osunčanost i vetar.

U ovom delu Vojvodine prosečni vazdušni pritisak je 1009 mbar.

Srednja godišnja temperatura vazduha u ovoj oblasti je 10,8 °C i kreće se u intervalu od -2 °C za januar, do 21,3 °C za jul i 20,7 °C za avgust. Temperaturni minimum vazduha se sve više pomera na februar, a maksimum na avgust.

Prosečna godišnja vlažnost u regionu je 76% (u proleće 72%, u leto 70%, u jesen 78%, u zimu 86%) dok je u vegetacionom periodu 70%. Najsuvlji meseci su jul i avgust sa 68%, a najvlažniji decembar i januar sa 86%.

Padavinski režim ima obeležja srednjeevropskog, preciznije podunavskog režima raspodele padavina, koji se karakteriše velikom neravnomernom raspodelom padavina po mesecima usled smenjivanja prodiranja raznorodnih vazdušnih masa u pojedinim dobima godine. Najveća količina padavina se javlja početkom leta (u junu) i sredinom jeseni (u oktobru) ili početkom proleća (u martu). Najmanje padavina se javlja u toku januara i februara. Prosečan godišnji broj dana sa padavinama je 122, a prosečna količina padavina godišnje je 610 mm. Najviše padavina se izlučuje krajem proleća i leti (u maju 239 mm, u julu 293 mm, u avgustu 279 mm). Prosečan broj dana sa snegom je 31, a najviše ga ima u januaru i decembru.

Pojava magle karakteristična je za zimsku polovinu godine i ukupno iznosi oko 45 dana. Broj dana sa gradom u proseku je 1,1 i najčešće se javlja u periodu od maja do avgusta.

Oblaci uglavnom nastaju nakon prodora hladnog vazduha zimi iz pravca zapada i severozapada. Najveću oblačnost 7,8 desetine neba ima februar a najmanju avgust 3,9 desetine neba. Srednja vrednost oblačnosti za celu godinu je 5,7 desetina, što znači da je više od polovine neba tokom godine prekriveno oblacima. Po godišnjim dobima srednja vrednost oblačnosti je sledeća: proleće 6,0, leto 4,5, jesen 3,5 i zima 7,5 desetine neba.

Insolacija ili osunčavanje direktno zavisi od oblačnosti. Prosečno trajanje sunčevog sjaja je 2080,2 časova godišnje. Najveća insolacija je u julu, 279,5 časova dok je najveća oblačnost u decembru, kada sunce sija u proseku 1,8 do 2 sata dnevno. Po godišnjim dobima broj časova sunčevog sjaja je sledeći: proleće 413,3 časa, leto 837,7 časova, jesen 479,7 časova i zima 247,8 časova.

## **2.6 STANJE INFRASTRUKTURE**

Lokacija se nalazi na krovu silosa na adresi ulica Palih boraca BB u Čoki. Do lokacije se prilazi sa katastarskog asfaltnog puta. U okolini objekta nalazi se niz više stanbenih i poslovnih objekata.

Na osnovu ispitivanja i RATEL-ove baze podataka o korišćenju radio-frekvencijskog spektra [14], u krugu poluprečnika 300 m nije ustanovljeno prisustvo drugih BS.

## **2.7 BILJNI I ŽIVOTINJSKI SVET U REGIONU**

U širem okruženju lokacije buduće bazne stanice, biljni svet čine retka stabla listopadnog drveća. U oblikovanom naseljenom delu, prilagođen je i današnji životinjski svet. On je, takođe, proređen vrstama i osiromašen brojnošću populacija. U okruženju bazne stanice nema zaštićenih prirodnih dobara, retkih i ugroženih biljnih vrsta. Od zaštićenih životinjskih vrsta koji se mogu naći u nivou antena i ispod, su roda, lasta, vrana i vrabac, dok pojas iznad antena nije analiziran pošto dejstvo antena nema uticaj zbog orijentacije antena prema dole.

## **2.8 ZAŠTIĆENA KULTURNA DOBRA**

U neposrednoj okolini bazne stanice nema objekata pod zaštitom države, ni arheoloških nalazišta. Takođe, u okruženju lokacije bazne stanice nema nepokretnih kulturnih dobara.

## **2.9 PRIKAZ PEDOLOŠKIH, GEOMORFOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH KARAKTERISTIKA TERENA**

Pedološke geomorfološke i hidrogeološke karakteristike terena nisu od interesa pri analizi uticaja elektromagnetne emisije baznih stanica na životnu sredinu. Objekat BS ne zagađuje vodu, vazduh, zbog čega podaci o izvoristu vodosnabdevanja nisu od interesa za ovu studiju.

## **2.10 NASELJENOST I KONCENTRACIJA STANOVNIŠTVA**

Prema popisu iz 2011. u Kikindi je bilo 38.065 stanovnika.

U naselju Kikinda živi 33.901 punoletni stanovnik, a prosečna starost stanovništva iznosi 39,6 godina (38,2 kod muškaraca i 40,9 kod žena). U naselju ima 14.607 domaćinstava, a prosečan broj članova po domaćinstvu je 2,86.

*Ovo naselje je uglavnom naseljeno Srbima. [Wikipedia].*

## **2.11 SEIZMIKA I TRUSNO PODRUČJE**

Maksimalni intenzitet očekivanih zemljotresa za povratni period od 500 godina (prema Pravilniku o teh. Normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, SL SFRJ 21/88 sa dopunama) iznosi VIII°MKS.

Spoljašnja projektna temperatura za zimski period (prema SRPS U.J5.600/1988): -18°C.

## **2.12 POLOŽAJ OBJEKATA U KRUGU POLUPREČNIKA 300 M OD ANTENSKOG SISTEMA**

Zona povećane osetljivosti je područje stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno. Na osnovu karakteristika izvora i konfiguracije terena, inicijalnim proračunom je ova zona određena kao krug poluprečnika 300 m od koordinata BS.

Objekti u zoni povećane osetljivosti opisani su u Tabeli 2.1 na narednim stranicama. Odrednica „blok“ u koloni „Tip objekta“ označava više objekata iste visine koji su međusobno na dovoljno bliskoj udaljenosti da čine celinu sa stanovišta prostiranja EMT. Podaci u kolonama „Azimut“ (uglovi pod kojima se vide najisturenije ivice objekta) i „Udaljenost“ (najbliže ivice objekta) su u odnosu na koordinate BS sa greškom  $\pm 5$  m. Kolona „Podnožje“ je nadmorska visina

podnožja objekta i razlika u odnosu na nadmorsku visinu podnožja antena BS (81 m). Kolona „Sprat“ je odnos najizloženijeg i najvišeg sprata na kome borave ljudi (0 je prizemlje). Kolona „Visina NS“ je visina najizloženijeg sprata u odnosu na podnožje antena. Kolona „Nivo“ je nivo proračuna za čoveka prosečne visine 1,5 m na najizloženijem spratu.

Postupak proračuna najizloženijeg sprata je opisan u poglavlju 6. Prosečna visina sprata je 3,0 m, ukupna visina zaokružena na 0,5 m.

Prema proračunu, najizloženiji su najviši spratovi svih objekata, što je posledica konfiguracije terena i visine antena.

*Tabela 2.11. Objekti u zoni povećane osetljivosti*

Oznaka	Tip objekta	Azimut [°]	Udaljenost [m]	Podnožje [m]	Sprat	Visina NS [m]	Nivo [m]
1P	POSLOVNI	0-360	0	78	8	27	25,5
2P	POSLOVNI	168-210	23	80	0	3	1,5
3P	POSLOVNI	169-177	141	79	1	6	4,5
4P	POSLOVNI	118-148	118	78	0	3	1,5
5P	POSLOVNI	179-181	294	79	0	3	1,5
6P	POSLOVNI	103-134	226	80	0	3	1,5



*Slika 2.4. Raspored objekata u zoni povećane osetljivosti  
Oznake: nS = Stambeni objekat; nP = Poslovni objekat;;*



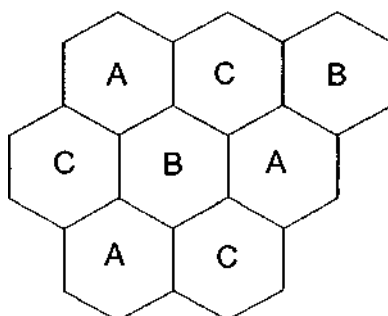
### 3. OPIS PROJEKTA

#### 3.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE DIGITALNE MOBILNE TELEFONIJE

Druga generacija javnih mobilnih telefonskih sistema je zamenila analogne sisteme prethodne generacije: NMT (Nordic Mobile Telephone system 450, 900), TACS (Total Access Communication System, ETACS, NTACS), AMPS (Advanced Mobile Phone Service EIA-553). Digitalni ćelijski mobilni sistemi druge generacije su:

- pan-evropski sistem GSM (Global System for Mobile Communications, GSM 900 i 1800),
- američki sistem DAMPS (Digital AMPS 800 i 1900),
- japanski sistem JDC ili PDC (Personal Digital Cellular) i
- pan-evropski sistem DCS-1800 (Digital Communication Services 1800).

Najveća prepreka širenju konvencionalnih (nećelijskih) mobilnih komunikacionih sistema prve generacije je potreba za velikim frekvencijskim opsegom. Ćelijske mreže nude rešenje ovog problema tako što se geografska područja podele na manje oblasti, tzv. Ćelije. To daje mogućnost da nesusedne ćelije koriste iste kanale. Slika 3.1 prikazuje prostornu strukturu i raspored ćelija. Svaka ćelija sadrži sopstvenu radio-opremu za komunikaciju sa korisnicima koji su na njenom području.



*Slika 3.1 Ćelijski sistem GSM mreže*

Drugu generaciju predstavljaju digitalni mobilni sistemi koji su iskoristili prednosti digitalne tehnike i digitalnog prenosa. Neke od osnovnih prednosti digitalnih sistema u odnosu na analogne su: visok kvalitet zvuka, niske cene, efikasno iskorišćen radio-frekvencijski opseg, kompatibilnost, korišćenje računarskih mreža, kao i veća otpornost digitalnih signala prema greškama koje nastaju u toku prenosa i obrade.

Komercijalni ćelijski sistemi pokrivaju površine sa različitim zahtevima (ruralna područja, autoputevi, gusto naseljeni industrijski centri itd.). Zbog toga se koriste ćelije različitih veličina i oblika. Od njihove veličine zavisi čitav niz faktora, pre svega snaga na prijemu i predaji. Prema veličini, ćelije mogu da se podele na: makro, mikro i piko ćelije. Veličine ćelija zavise od lokalnog saobraćaja. Što je veći saobraćaj, ćelije su manje. Izlazna snaga na predaji GSM 900 i GSM 1800 baznih stanica kreće se od nekoliko mW do par stotina W. Tabela 3.1 prikazuje podelu baznih stanica u zavisnosti od veličine ćelije i klase.

Tabela 3.1 Snaga bazne stanice u zavisnosti od tipa ćelije i klase

GSM 900			GSM 1800		
Tip ćelije	Klasa	Snaga (W)	Tip ćelije	Klasa	Snaga (W)
<b>Makro</b>	1	320 - (< 640)	<b>Makro</b>	1	20 - (< 40)
	2	160 - (< 320)		2	10 - (< 20)
	3	80 - (< 160)		3	5 - (< 10)
	4	40 - (< 80)		4	2,5 - (< 5)
	5	20 - (< 40)			
	6	10 - (< 20)			
	7	5 - (< 10)			
	8	2,5 - (< 5)			
<b>Mikro</b>	M1	(> 0,08) - 0,25	<b>Mikro</b>	M1	(> 0,5) - 1,6
	M2	(> 0,025) - 0,08		M2	(> 0,16) - 0,5
	M3	(> 0,008) - 0,025		M3	(> 0,05) - 0,16
<b>Piko</b>	P1	(> 0,02) - 0,1	<b>Piko</b>	P1	(> 0,04) - 0,2

Maksimalna snaga bazne stanice na predaji, za makro ćelije, promenljiva je i iznosi od 2,5 W do 320 W. Maksimalna snaga na predaji mobilne stanice je promenljiva (od 0,8 W do 20 W). Kod sistema sa mikro ćelijama koriste se snage od 8 mW do 250 mW, a mogu i veće, ako je obezbeđeno fizičko odvajanje ćelija (npr. Visoke zgrade). Pikoćelijski predajnici su predajnici veoma malih snaga zbog malih dimenzija ćelija.

U drugoj generaciji ćelijskih mobilnih sistema kontrola je distribuirana na bazne stanice. Svaki učesnik u komunikaciji preko svog mobilnog telefona ostvaruje vezu na najboljem slobodnom kanalu samo sa najbližom baznom stanicom, sa baznom stanicom od koje prima najjači test signal. Usled pretpostavljene mobilnosti korisnika, moguće je da u toku razgovora mobilni učesnik pređe iz zone jedne bazne stanice u zonu koju pokriva druga bazna stanica. Sistem određuje drugu baznu stanicu, drugu frekvenciju i, eventualno, drugi vremenski kanal za ostvarivanje komunikacije. Na ovaj način se vrši preuzimanje mobilne stanice od jedne bazne stanice ka drugoj baznoj stanici.

Zbog problema koji mogu da se jave pri prostiranju talasa, u vezi sa prirodom okruženja, mobilna telefonija druge generacije, skoro svuda u svetu, ima rezervisan frekvencijski opseg od 800 MHz do 1000 MHz, kao i viši opseg od 1700 MHz do 2000 MHz.

GSM je osnovan od strane Evropske konferencije za administraciju pošte i telekomunikacija CEPT (Conference Europeenne des Administrations des Postes et des Telecommunications), a danas je član evropske organizacije za standardizaciju ETSI (European Telecommunications Standard Institute). Kako GSM predstavlja međunarodni standard, „roaming“ je potpuno automatizovan unutar i između svih zemalja pokrivenih GSM sistemom.

Tabela 3.2 Osnovne karakteristike GSM 900 i GSM 1800

Osobine		GSM 900	GSM 1800
Opseg rada	Rx [MHz] Uplink	890 - 915	1710 - 1785
	Tx [MHz] Downlink	935 - 960	1805 - 1880
Razmak između Rx i Tx kanala [MHz]		45	95
Širina jednog kanala [kHz]		200	200
Širina jednog dupleksnog kanala [kHz]		2 x 200	2 x 200
Broj dupleksnih kanala po RF kanalu		8	8
Ukupan broj dupleksnih kanala		124 x 8	374 x 8
Dodela kanala		Dinamička	Dinamička

Tabela 3.2 prikazuje osnovne karakteristike GSM 900 i GSM 1800 standarda koji se koristi u Srbiji i većini zemalja. Iz tabele se može videti da radio-interfejs između mobilne stanice i bazne stanice u GSM mreži koristi dva opsega širine 25 MHz odnosno 75 MHz u frekvencijskom opsegu oko 900 MHz, odnosno 1800 MHz.

- Rx - smer od MS ka BS - Uplink (prijem);
- Tx - smer od BS ka MS - Downlink (predaja).

Ovi opsezi su podeljeni na 124, odnosno 374 parova nosilaca, međusobnog razmaka 200 kHz. Svakoј ćeliji se dodeljuje određeni broj nosilaca zavisno od očekivanog saobraćaja.

Prenosi se digitalizovan govor i koristi se višestruki pristup sa vremenskom raspodelom kanala TDMA (Time Division Multiple Access) za GSM 8 komunikacionih kanala po nosiocu. Sve informacije su digitalne. Kontinualna dvosmerna komunikacija je ostvarena sa dva nosioca, na razmaku od 45 MHz, odnosno 95 MHz.

GSM 900 i GSM 1800 se koriste gotovo svuda u svetu: Evropa, Srednji Istok, Afrika i većina azijskih zemalja. U Južnoj Americi se koristi GSM 850, GSM 900, GSM 1800 i GSM . U Sjedinjenim američkim državama, Kanadi i mnogim drugim državama u Americi se koriste GSM 850 i GSM 1900. Sa druge strane GSM 450 nije toliko uobičajen opseg i koristi se u skandinavskim zemljama, zemljama istočne evrope i Rusiji. Tabela 3.3 prikazuje granice opsega tih standarda.

Tabela 3.3 Granice GSM opsega

Sistem	Opseg	Prijem	Predaja	Dodela kanala
T-GSM-380	380	380,2 - 389,8	390,2 - 399,8	Dinamički
T-GSM-410	410	410,2 - 419,8	420,2 - 429,8	Dinamički
GSM-450	450	450,4 - 457,6	460,4 - 467,6	259 - 293
GSM-480	480	478,8 - 486	488,8 - 496	306 - 340
GSM-710	710	698 - 716	728 - 746	Dinamički
GSM-750	750	747 - 762	777 - 792	438 - 511

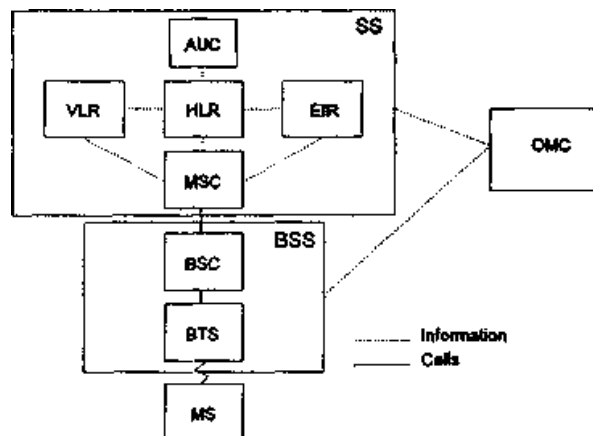
Sistem	Opseg	Prijem	Predaja	Dodela kanala
T-GSM-810	810	806 - 821	851 - 866	Dinamički
GSM-850	850	824 - 849	869 - 894	128 - 251
P-GSM-900	900	890 - 915	935 - 960	1 - 124
E-GSM-900	L900	880 - 915	925 - 960	975 - 1023, 0 - 124
R-GSM-900	900	876 - 915	921 - 960	955 - 1023, 0 - 124
T-GSM-900	900	870,4 - 876	915,4 - 921	Dinamički
DCS-1800	1800	1710 - 1785	1805 - 1880	512 - 885
PCS-1900	1900	1850 - 1910	1930 - 1990	512 - 810

**Legenda:** P-GSM (Standard/Primary GSM-900); E-GSM (Extended GSM-900, uključujući Standard GSM-900); R-GSM (Railways GSM-900, uključujući Standard i Extended GSM-900), T-GSM (TETRA-GSM); GSM-1800, u Velikoj Britaniji DCS (Digital Cellular Service); PCS (Personal Communications Service) u Severnoj Americi se odnosi na 1900 MHz.

Mreža baznih stanica digitalne mobilne telefonije GSM, treba da što ekonomičnije pokrije ogromne oblasti, kao i gusto naseljena gradska i prigradska naselja. Zahteva se pouzdan rad pri velikim brzinama (automobili i vozovi), u gustim gradskim sredinama, u rukama pešaka između visokih zgrada, unutar zgrada, parkinga, aerodroma i železničkih stanica.

GSM sistem mobilne telefonije sadrži 3 podsistema:

- Komutacioni sistem (SS - Switching System),
- Sistem baznih stanica (BSS - Base Station System) i
- Sistem za kontrolu rada mobilne mreže (OMC - Operation and Maintenance Center).



Slika 3.2 Blok dijagram GSM mobilne telefonske mreže

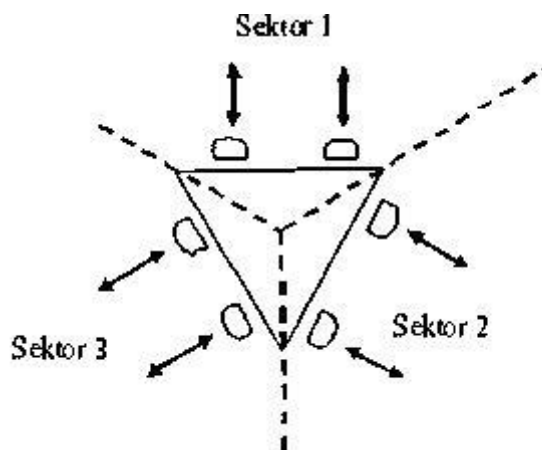
**Legenda:** AUC (Authentication Unit Center) centar identifikacije korisnika; HLR (Home Location Register) matični registar korisnika; VLR (Visitor Location Register) registar gostujućih mobilnih korisnika; MSC (Mobile Switching Center) mobilni komutacioni centar; EIR (Equipment Identity Register) registar identifikacije opreme; BTS (Base Transceiver Station) bazna primopredajna stanica; BSC (Base Station Controller) kontroler baznih stanica; MS (Mobile Station) mobilna stanica

Mobilna stanica (MS) je aparat koji omogućava korisniku da ostvari mobilne komunikacione usluge ponuđene unutar GSM mreže. MS sadrži kontrolnu jedinicu, primopredajnik i antenski sistem. Radio vezom se prenosi govor i signalizacija između MS i BS. Svaka MS može da koristi samo jedan kanal u jednom trenutku.

Sve funkcije predaje, prijema i obrade signala obavljaju se u okviru sistema baznih stanica - BSS. BSS obavlja radio komunikaciju sa mobilnim stanicama, vrši preuzimanje poziva između ćelija, kao i prosleđivanje „paging“ poruka. BSS upravlja svim delovima radio mreže i parametrima konfiguracije ćelija. Bazna stanica se sastoji iz dva podsistema:

- Kontrolera bazne stanice (BSC - Base Station Controller) i
- Bazne primopredajne stanice (BTS - Base Transceiver Station).

Osnovna funkcija BTS je da omogući slanje i primanje radio-signala. BTS može da sadrži jedan ili više primopredajnika da bi se ostvario određeni kapacitet. BTS radi sa dodeljenim radio-kanalima, i to različitim od radio-kanala koje se koriste u susednim ćelijama. Kao antene mogu da se koriste omnidirekzione ili usmerene primopredajne antene (obično se, za pokrivanje celog područja, koriste tri usmerene antene).



*Slika 3.3 Trosektorski sistem GSM*

Grupu BTS kontroliše kontroler baznih stanica BSC. Njegove funkcije su preuzimanje i kontrola predajne snage. Kada se korisnik kreće, on prelazi iz prostora jedne u prostor druge ćelije.

Preuzimanjem se poziv održava pri menjanju položaja korisnika i to bez primetne pauze. Za vreme trajanja veze, MS kontroliše (meri i prati) snage signala od okolnih BTS koji dopiru do nje i o ovome daje kontinuirana obaveštenja BSC. Ovo omogućuje BSC da donese ispravnu odluku kada da inicira preuzimanje i na koju novu ćeliju da se prebaci veza korisnika. GSM, preko BSC, omogućava kontrolu snage zračenja MS i, opciono, BTS. Na ovaj način, smanjenjem nivoa zračenja, minimizuje se interferencija sa ostalim GSM korisnicima i produžava život baterije MS. Pored mehanizma kontrole snage, koriste se prednosti diskretne prirode govornog signala u normalnom dijalogu (kada jedan sagovornik priča, drugi obično sluša i svaki glas ima „praznine“ koje se pojavljuju između izgovorenih slogova). Snaga emitovanog signala može da bude smanjena na nulu za više od pola vremena razgovora. Ovakva diskontinualna komunikacija se primenjuje na prijemu, „uplink“ i na predaji, „downlink“.

Jedan ili više BSC opslužuje komutacioni centar mobilnih servisa MSC. MSC obavlja funkcije komutacije i signalizacije između mobilnih korisnika i drugih MSC u okviru posmatrane

GSM mreže. Jednom MSC je dodeljeno više ćelija koje, zajedno, čine MSC servisno područje. MSC je i interfejs između GSM mreže i javnih govornih mreža ili mreža za prenos podataka. Povezan je sa ostalim MSC unutar jedne GSM mreže i sa ostalim GSM mrežama. OMC (Upravljački centar i centar za održavanje) nadgleda i kontroliše sistem.

U GSM mreži se primenjuje vremenski multipleks - TDMA. Svaki nosilac se koristi za prenos 8 fizičkih kanala, čiji podaci se prenose u vremenskoj sekvenci (vremenskim slotovima). Osam vremenskih slotova čine jedan ram. Svakom od fizičkih kanala se dodeljuje odgovarajući logički kanal, koji može da bude kontrolni ili saobraćajni. Na jednoj frekvenciji nosioca može istovremeno da se opsluži 8 mobilnih korisnika. Definisana je i druga vrsta kanala - logički kanali, čija mesta su mapirana u komunikacionim kanalima. Logički kanali se dele u dve grupe - saobraćajni kanali koji nose kodovani govor ili podatke, i kontrolni kanali koji nose podatke za signalizaciju i sinhronizaciju. Između logičkih kanala u istom fizičkom kanalu su dozvoljene samo određene kombinacije.

### 3.2 TREĆA GENERACIJA MOBILNE TELEFONIJE - UMTS

UMTS je jedna od tehnologija treće generacije (3G) mobilne telefonije. Ona predstavlja realizaciju nove generacije širokopolasne multimedijalne tehnologije mobilnih telekomunikacija. Cilj UMTS je da omogući mrežama da ponude globalni roming i podršku za usluge prenosa glasa, podataka i multimedijalnih sadržaja. Dok su GSM mreže podržavale prenos glasa i podataka malih brzina (npr. SMS poruke), UMTS mreže treće generacije, 3G mreže, omogućuju kako naprednije glasovne i multimedijalne usluge tako i mnogo veću brzinu prenosa podataka.

*Tabela 3.4 Poređenje brzina protoka podataka GSM / UMTS*

GSM	UMTS
14,4 kbit/s (SMS, MMS)	2 Mbit/s (SMS, MMS)
53,6 kbit/s (GPRS)	14 Mbit/s (DL, HSDPA)
384 kbit/s (EDGE)	28 Mbit/s (DL, HSPA+)
	5,76 Mbit/s (UL, HSUPA)
	11 Mbit/s (UL, HSPA+)

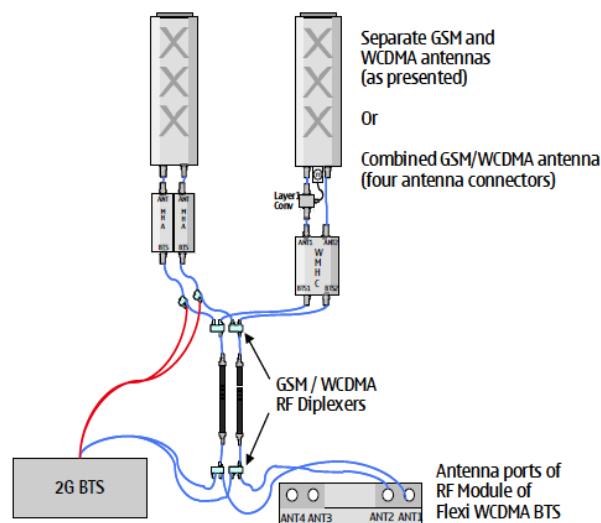
**Legenda:** DL - Download Link; UL - Upload link; HSDPA - High Speed Downlink Packet Access; HSUPA - High Speed Uplink Packet Access; HSPA+ - High Speed Packet Access

Realizacija 3G sistema na osnovama GSM mreže često se označava kao 3GSM. Treba naglasiti da je do danas preko 85% svih svetskih mobilnih operatora izabralo 3GSM tehnologiju kao osnovu za realizaciju 3G servisa. ITU je definisao minimalne zahteve po pitanju protoka podataka u okviru IMT-2000 standarda. U zavisnosti od stepena mobilnosti korisnika, razlikuju se sledeći slučajevi:

- **Visoka mobilnost korisnika** - zahteva se minimalan protok od 144kb/s u ruralnom okruženju na otvorenom. Pri tome, podrazumeva se da se korisnik ne kreće brže od 120 km/h.
- **Potpuna mobilnost korisnika** - zahteva se minimalan protok od 384 kb/s za korisnika koji se kreće brzinom manjom od 120 km/h u urbanom okruženju.
- **Ograničena mobilnost korisnika** - zahteva se minimalan protok od 2Mb/s za korisnika koji se kreće brzinom < 10 km/h sat unutar zgrade ili na manjem ograničenom otvorenom prostoru.

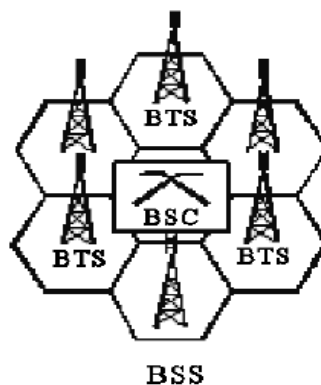
Pravi potencijal 3G tehnologije doći će do izražaja baš u zatvorenom prostoru i manjim otvorenim prostorima.

UMTS mreže mogu da rade zajedno sa GSM mrežama. Neke od novijih GSM baznih stanica već mogu da sadrže UMTS radio delove u istom kabinetu (kućištu). Osim toga kompletne bazne stanice UMTS mreže mogu da se postave i na delove sistema postojeće GSM bazne stanice i pripadajućeg antenskog sistema. Slika 3.4 prikazuje antenski sistem i elektronsku opremu koja omogućuje realizaciju mobilne mreže 2G i 3G sistema na istoj lokaciji. UMTS mreža treće generacije je projektovana tako da može da komunicira kako sa GSM mrežom druge generacije tako i sa svim mrežama fiksne telefonije.



*Slika 3.4 Princip kombinacije GSM i WCDMA baznih stanica*

Za potrebe realizacije 3G sistema, u maksimalnoj mogućoj meri, koristiće se postojeća već izgrađena infrastruktura GSM-a 2G (lokacije baznih stanica za koje već postoje ugovori i potrebne dozvole, antenski stubovi, napajanje, itd.). 3G sistemi zahtevaju znatno veći broj baznih stanica na istoj teritoriji u odnosu na standardne GSM 2G sisteme. To praktično znači da operatori koji imaju već razvijene mreže GSM 1800 (odnosno GSM 1900) zbog manjih ćelija sistema imaju značajnu prednost u odnosu na one operatore koji primenjuju isključivo GSM 900 mrežu. Konkretno, prilikom prelaska operatora GSM 900 na 3G sistem biće potrebno uvođenje novih baznih stanica kako bi se popunili prazni prostori.



*Slika 3.5 Nove bazne stanice 3G mreže popunjavaju nepokriveni prostor 2G mreža*

Uvođenje 3G mobilnog sistema zahtevalo je obezbeđenje dodatnog frekvencijskog opsega te su, shodno tome, vlade zemalja članica Evropske unije pokrenule određene procedure za

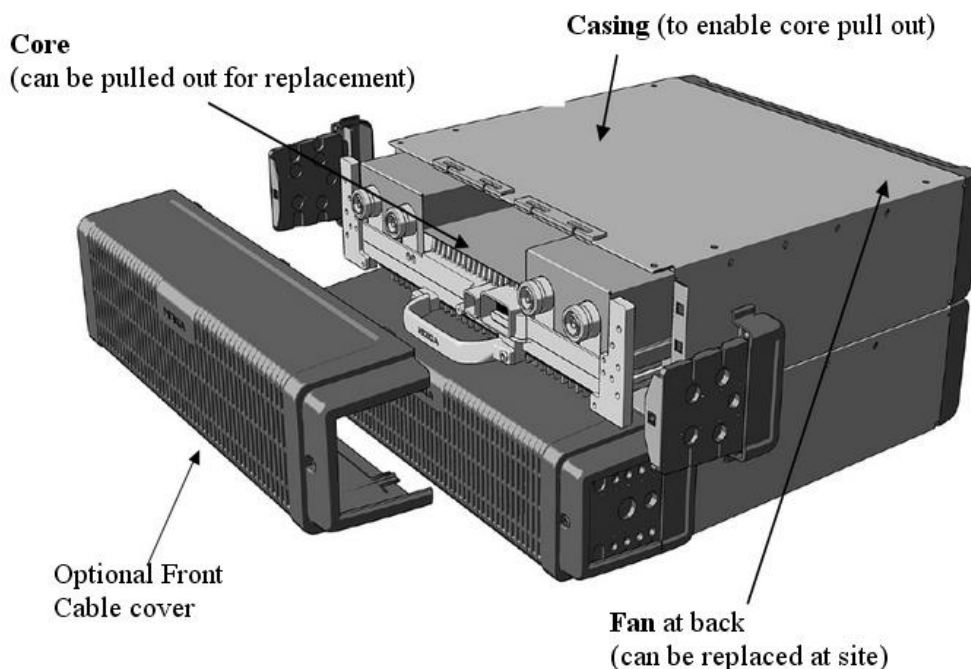
dodeljivanje dozvola i frekvencijskog opsega operatorima 3G sistema. Dok su GSM mreže druge generacije podržavale prenos govora i podataka malih brzina (npr. SMS poruke), 3G mreže omogućuju kako naprednije govorne i multimedijalne usluge, tako i mnogo veću brzinu prenosa podataka. Generalno govoreći, za pokrivanje iste geografske površine, 3G mrežama je potreban veći broj baznih stanica u odnosu na 2G mreže (Slika 3.5). 3G danas u Evropi funkcioniše na višim frekvencijskim opsezima, pa su zone pokrivanja ovih mreža manje nego u slučaju 2G mreža.

*Tabela 3.5 Granice UMTS opsega*

Osobine	UMTS 2100	
Opseg rada	Rx [MHz] Uplink	1920 - 1980
	Tx [MHz] Downlink	2110 - 2170
Razmak između Rx i Tx kanala [MHz]	190	
Širina jednog kanala [MHz]	5	
Širina jednog dupleksnog kanala [kHz]	2 x 5	
Broj dupleksnih kanala po RF kanalu	8	
Ukupan broj dupleksnih kanala	12 x 8	
Dodela kanala	Dinamička	

Tabela 3.5 prikazuje frekvencijski opseg definisan UMTS 2100 standardom koji je u upotrebi u Srbiji i većini evropskih zemalja. Na taj način, pomoću WCDMA, UMTS koristi dva kanala širine 5 MHz.

U sastavu bazne stanice za rad u UMTS sistemu, nalazi se od 1 do 3 RP modula, koji napajaju antenski sistem. RF modul može da bude dvostruki pojačavač snage, koji napaja jedan ili dva sektora antenskog sistema ili jednostruki pojačavač snage za napajanje samo jednog sektora. Izgled dvostrukog pojačavača snage je prikazan na Slici 3.6.



*Slika 3.6 Prikaz dvostrukog radio modula za realizaciju UMTS mreže*



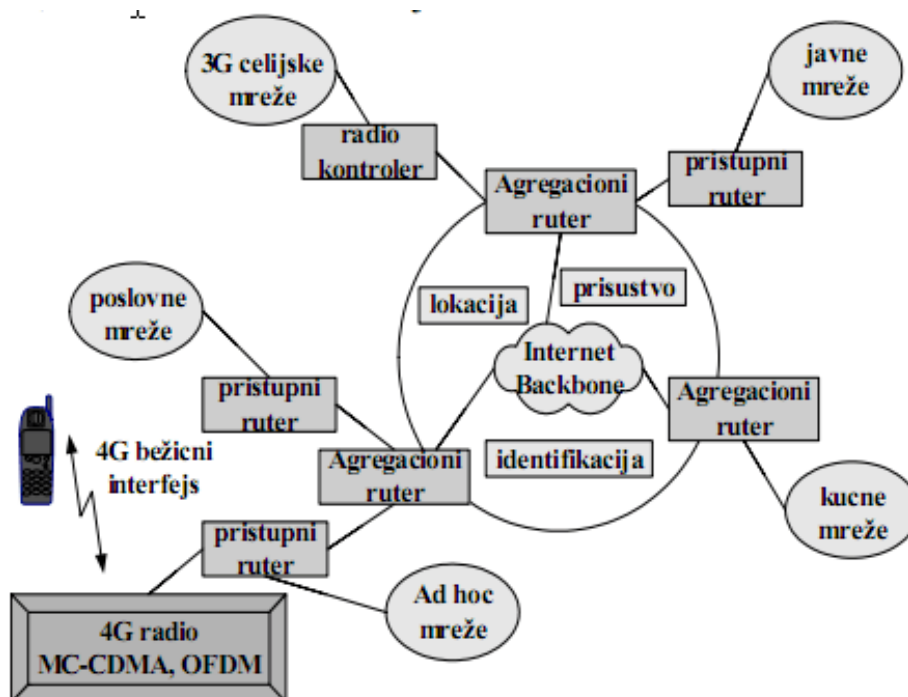
### **3.3 ČETVRTA GENERACIJA MOBILNE TELEFONIJE - LTE**

**LTE:** ili G4 je standard definisan dokumentom pod nazivom IMT Advanced (*International Mobile Telecommunications Advanced*) u kome su navedeni kriterijumi brzine protoka za mobilni i stacionarni saobraćaj u mrežama četvrte generacije. Dve tehnologije koje pretenduju na 4G standard LTE i WiMAX svojim inicijalnim verzijama nisu zadovoljile stroge IMT Advanced specifikacije od 100 Mbit/s za mobilni i 1Gbit/s za stacionarni saobraćaj ali se zahvaljujući provajderima usluga i operaterima danas široko prihvaćeno nazivaju 4G tehnologijama. U želji da privuku korisnike, kompanije su u velikom broju slobodno interpretirale termin “naredna generacija” u mobilnoj tehnologiji. LTE, WiMAX i druge tehnologije koje omogućuju značajno bolje performanse i kvalitet servisa se široko promovisu kao 4G, iako formalno ne zadovoljavaju IMT Advanced standard. Ovakva situacija je uslovlila da International Telecommunication Union i zvanično odobri da se pomenute tehnologije “mogu smatrati” za 4G u okviru formulacije koja podrazumeva komplementarnost sa standardom i ostvarivanje značajnog napretka u odnosu na 3G.

Verovatno najvažniji razlog za forsiranje migracije mobilnih TK sistema ka četvrtoj generaciji jeste potreba za formiranjem jednog globalnog sistema kojeg karakterišu velike brzine prenosa podataka, globalni roaming i mnogobrojni servisi sa odgovarajućim kvalitetima servisa (QoS). Formiranje globalnog sistema podrazumeva integraciju fiksne, celularne i satelitske kao i WLAN (Wireless Local Area Network) mreže.

Zahvaljujući izuzetno velikim brzinama protoka podataka, omogućeno je da se putem mobilnog terminala paralelno koristiti nekoliko aplikacija koje podržavaju videokonferencije i prikazivanje video sadržaja. 4G generaciju mobilnih standarda možemo definisati kao mrežu koja koristi Internet protokol u cilju kombinovanja različitih vrsta pristupnih mreža. U okviru 4G sistema, radio pristupna mreža (RAN-Radio Access Network) kao i samo jezgro mreže (CN-Core Network) zasnivaju se na komutaciji paketa što podrazumeva potpunu IP arhitekturu jezgra mreže.

Na narednoj Slici 3.3 prikazan je predlog mrežne arhitekture mobilnih 4G sistema. Uočljivo je da se pretpostavlja integracija 2G (GSM), 2.5G (GPRS, EDGE), 3G (UMTS, CDMA2000), 3.5G (HSDPA) ćelijskih mreža sa javnim, kućnim, poslovnim kao i ad-hoc mrežama. Ovakva arhitektura podrazumeva i korišćenje nekih novih mrežnih elemenata kao što su serveri i mrežni prolazi za pojedine vrste medija. Serveri bi trebalo da omoguće pristup aplikacijama, dok mrežni prolazi pružaju mogućnost povezivanja na različite vrste mreža (uključujući i mreže za pristup). Uspostavljanje ovako heterogene arhitekture mreže podrazumeva rešavanje mnogobrojnih problema. Neki od problema koje je potrebno rešiti jesu: potpuna mobilnost korisnika, veoma brz handover, zadovoljavajući kvalitet servisa, bezbednost i tarifiranje. Da pojasnimo: termin handover kod mobilnih TK sistema označava proces transfera TK sesije sa jednog na drugi kanal konekcije prema Core mreži.



Slika 3.7 Arhitektura 4G mreže

4G sistem koristi OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Primenom OFDM tehnike na downlink-u postignuta je visoka spektralna efikasnost i robusnost u prostiranju signala po više putanja. Korišćenjem 64-QAM moguće je ostvariti brzinu prenosa preko 300Mb/s. Međutim, upotreba ove modulacione tehnike predstavlja problem za pojačavače snage u baznim stanicama, s obzirom na veliki odnos vršne i srednje vrednosti snage signala. Rešenje ovog problema su bazne stanice male snage sa malom zonom pokrivanja (hotspot) ali sa ostvarenim velikim protokom podataka.

Arhitektura predajnika u okviru 4G sistema podrazumeva korišćenje unapređenih tehnika digitalnog procesiranja signala saglasno konceptu softverskog radia (SDR-Software Defined Radio). Rekonfiguracija mreže je ranije podrazumevala promenu infrastrukture. Primena SDR-a omogućuje veoma brzu i jednostavnu rekonfiguraciju mreže koja se ostvaruje putem softvera. Na ovaj način operateri su u mogućnosti da u slučaju opterećenja mreže povećaju kapacitet sistema na veoma jednostavan način. Mobilni sistemi četvrte generacije koriste OFDM u sprezi sa višeantenskim sistemima. MIMO (Multiple Input Multiple Output) tehnologija uz podršku efikasne diversity tehnike daje dobre rezultate u pogledu iskorišćenja spektra i kvaliteta servisa. Prvenstveno se koristi tehnika maksimalnog odnosa pomoću koje se može "izvući" koristan signal čak iako su svi signali ispod praga. Sa stanovišta iskorišćenja, diversity tehnika daje najbolje rezultate ali je izuzetno složena i podrazumeva neprestano proračunavanje odnosa snage korisnog signala i srednje snage šuma.

### 3.4 OPIS BAZNE STANICE

#### 3.4.1 OPŠTE

Predmet projekta je ocena uticaja buduće radio-bazne stanice mobilne telefonije „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ operatora „Telekom Srbija“ u Čoki, Palih boraca BB, sa projektovanim radio-sistemima LTE800 i UMTS2100.

Bazna stanica ni na koji način ne zagađuje vodu, vazduh i zemljište. Rad BS ne proizvodi nikakvu buku ni vibracije, nema toplotnih ni hemijskih dejstava. Jedini uticaj BS je zagađenje životne sredine elektromagnetnom emisijom.

#### 3.4.2 RADIO-OPREMA

Projektovana radio-oprema buduće bazne stanice se sastoji od sledećih komponenti:

- ♦ RBS 6101 (UMTS2100) i (LTE800) se montiraju u sopstvenom kabinetu na nosač kabineta i napajaju se sa sistema baterijskog back up-a EPC48200-HB4, koji se montira u orman EMERSON HEX8.
- ♦ baterijsko-ispravljački Eltek kabinet,
- ♦ Trosektorski antenski sistem.

Projektovane radne parametre postojećeg izvora EMZ prikazuje Tabela 3.6.

*Tabela 3.6. Projektovani radni parametri buduće bazne stanice*

Tip RBS	Radio-sistem	Sektor	Izlazna snaga	Konfiguracija
RBS6101	UMTS2100	S1	20 W	3 nosioca
		S2	20 W	3 nosioca
		S3	20 W	3 nosioca
	LTE800	S1	80 W	1 nosilac
		S2	80 W	1 nosilac
		S3	80 W	1 nosilac

#### 3.4.2 ANTENSKI SISTEM

Antenski sistem je trosektorski, sa komponentama:

- Po jedna panel antene Kathrein K80010666 za radio-sisteme UMTS2100 i LTE800, za svaki od sektora S1, S2, S3.
- Antenski kablovi: optički kablovi (OK) za sva tri radio-sistema UMTS2100 i LTE800 za svaki od sektora S1, S2, S3.

Parametre antenskog sistema opisuje Tabela 3.7 a tehničke karakteristike antena Tabela 3.8.

*Tabela 3.7. Parametri antenskog sistema buduće bazne stanice*

Antena	Azimut	Visina osnove	Sektor	Radio-sistem	Nagib		Kablovi	
					elek.	meh.	tip	dužina
K80010666	5°	35,00 m	S1U21	UMTS2100	4°	0°	OK	98 + 3 m
K80010666	110°	30,65 m	S2U21	UMTS2100	4°	0°	OK	135 + 3 m
K80010666	195°	30,65 m	S3U21	UMTS2100	4°	0°	OK	135+ 3 m

Antena	Azimut	Visina osnove	Sektor	Radio-sistem	Nagib		Kablovi	
					elek.	meh.	tip	dužina
K80010666	5°	35,00 m	S1L8	LTE800	6°	0°	OK	98 + 3 m
K80010666	110°	30,65 m	S2L8	LTE800	5°	0°	OK	135 + 3 m
K80010666	195°	30,65 m	S3L8	LTE800	5°	0°	OK	135+ 3 m

Tabela 3.8. Tehničke karakteristike projektovanih antena

Antena	Frekvencija [MHz]	Dobitak [dBi]	Širina hor. snopa [°]	Širina vert. snopa [°]
K80010666	790 ÷ 862	16,6	68	7,7
	1.920÷2.170	18,7	62	4,4

Type No.	<b>80010666v01</b>				
Lowband	<b>R1, connector 1-2</b>				
		698-960			
Frequency Range	MHz	698 – 806	790 – 862	824 – 894	880 – 960
Gain at mid Tilt	dBi	16.0	16.6	16.9	17.1
Gain over all Tilts	dBi	16.0 ± 0.5	16.5 ± 0.4	16.8 ± 0.4	17.0 ± 0.2
<b>Horizontal Pattern:</b>					
Azimuth Beamwidth	°	71 ± 2.2	68 ± 1.0	68 ± 0.9	67 ± 1.5
Front-to-Back Ratio, Total Power, ± 30°	dB	> 22	> 24	> 26	> 27
Cross Polar Discrimination at Boresight	dB	> 23	> 22	> 22	> 21
Cross Polar Discrimination over Sector	dB	> 8.0	> 8.5	> 9.5	> 8.5
<b>Vertical Pattern:</b>					
Elevation Beamwidth	°	8.4 ± 0.7	7.7 ± 0.4	7.5 ± 0.4	7.0 ± 0.3
Electrical Downtilt continuously adjustable	°	1.5 – 10.0			
Tilt Accuracy	°	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
First Upper Side Lobe Suppression	dB	> 16	> 17	> 16	> 15
Upper Side Lobe Suppression, 20° Sector above Main Beam	dB	> 16	> 17	> 16	> 15
Cross Polar Isolation	dB	> 30			
Port to Port Isolation	dB	> 30 (R1 // Y1)			
Max. Effective Power per Port	W	400 (at 50 °C ambient temperature)			
Max. Effective Power Port 1-2	W	800 (at 50 °C ambient temperature)			

Values based on NGMN-P-BASTA (version 9.6) requirements.

Highband		Y1, connector 3-4				
		1710-2690				
Frequency Range	MHz	1710 – 1880	1850 – 1990	1920 – 2170	2300 – 2400	2490 – 2690
Gain at mid Tilt	dBi	18.0	18.5	18.8	18.6	19.0
Gain over all Tilts	dBi	18.0 ± 0.4	18.5 ± 0.4	18.7 ± 0.4	18.5 ± 0.7	18.8 ± 0.4
<b>Horizontal Pattern:</b>						
Azimuth Beamwidth	°	64 ± 3.4	62 ± 2.9	62 ± 2.2	60 ± 4.8	60 ± 2.0
Front-to-Back Ratio, Total Power, ± 30°	dB	> 25	> 26	> 27	> 25	> 26
Cross Polar Discrimination at Boresight	dB	> 15	> 18	> 20	> 16	> 21
Cross Polar Discrimination over Sector	dB	> 8.0	> 11.0	> 11.0	> 10.0	> 9.5
<b>Vertical Pattern:</b>						
Elevation Beamwidth	°	5.0 ± 0.4	4.7 ± 0.2	4.4 ± 0.4	3.9 ± 0.2	3.5 ± 0.2
Electrical Downtilt continuously adjustable	°	2.0 – 8.0				
Tilt Accuracy	°	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
First Upper Side Lobe Suppression	dB	> 19	> 18	> 20	> 20	> 18
Upper Side Lobe Suppression, 20° Sector above Main Beam	dB	> 16	> 16	> 16	> 16	> 17
Cross Polar Isolation	dB	> 28				
Port to Port Isolation	dB	> 30 (R1 // Y1)				
Max. Effective Power per Port	W	200 (at 50 °C ambient temperature)				
Max. Effective Power Port 3-4	W	400 (at 50 °C ambient temperature)				

Values based on NGMN-P-BASTA (version 9.6) requirements.

#### Electrical specifications, all systems

Impedance	Ω	50
VSWR		< 1.5
Return Loss	dB	> 14
Interband Isolation	dB	> 30
Passive Intermodulation	dBc	< -150 (2 x 43 dBm carrier)
Polarization	°	+45, -45
Max. Effective Power for the Antenna	W	900 (at 50 °C ambient temperature)

Values based on NGMN-P-BASTA (version 9.6) requirements.

#### Mechanical specifications

Input	4 x 7-16 female long neck	
Connector Position	bottom	
Adjustment Mechanism	2x, Position bottom continuously adjustable	
Wind load (at Rated Wind Speed: 150 km/h)	N   lbf	Frontal: 530   119 Maximal: 845   190
Max. Wind Velocity	km/h mph	200 124
Height / Width / Depth	mm inches	2622 / 300 / 152 103.2 / 11.8 / 6.0
Category of Mounting Hardware	H (Heavy)	
Weight	kg lb	29.0 / 31.2 (clamps incl.) 63.9 / 68.8 (clamps incl.)
Packing Size	mm inches	2951 / 322 / 190 116.2 / 12.7 / 7.5
Scope of Supply	Panel and 2 units of clamps for 42-115 mm   1.7-4.5 inches diameter	

### 3.4.3 EFEKTIVNA SNAGA ZRAČENJA BAZNE STANICE ERP

Efektivna izračena snaga (*ERP*) je proizvod snage koja se dovodi anteni i dobitka antene, u datom smeru, u odnosu na polutalasni dipol. Proračun efektivne izračene snage bazne stanice dat je u Tabeli 3.9.

Tabela 3.9. Proračun efektivne izračene snage (*ERP*) buduće BS

Sektor	Snaga RBS		Slab. kabla [dB]	Dobitak antene		ERP po kanalu		Broj kanala	ERP sektor [W]
	[dBm]	[W]		[dBi]	[dBd]	[dBm]	[W]		
S1U21	43	20	0,53	18,7	16,55	59,0	799	3	2.397
S2U21	43	20	0,53	18,7	16,55	59,0	799	3	2.397
S3U21	43	20	0,53	18,7	16,55	59,0	799	3	2.397
S1L8	49	80	0,42	16	13,85	62,5	1.761	1	1.761
S2L8	49	80	0,42	16	13,85	62,5	1.761	1	1.761
S3L8	49	80	0,42	16	13,85	62,5	1.761	1	1.761

Rekapitulaciju tehničkih podataka sadrži Tabela 3.10. na stranicama koje slede.

Tabela 3.10. Rekapitulacija tehničkih podataka

Lokacija	Radio-sistem	Tip RBS	Model RBS	Oznaka sektora	Snaga RBS	
					[dBm]	[W]
KIU28, KIO28 ČOKA2	UMTS2100	Outdoor	RBS6101	S1U21	43	20
				S2U21	43	20
				S3U21	43	20
	LTE800	Outdoor	RBS6101	S1L8	49	80
				S2L8	49	80
				S3L8	49	80

Radio-sistem	Oznaka sektora	Tip antene	Dobitak antene		Ugao usmerenja [°]	Visina osnove [m]	Downtilt [°]	
			[dBi]	[dBd]			mehan.	električ.
UMTS2100	S1U21	K 80010666	16,4	14,25	5°	35,00	0°	4°
	S2U21	K 80010666	16,7	14,55	110°	30,65	0°	4°
	S3U21	K 80010666	16,7	14,55	195°	30,65	0°	4°
LTE800	S1L8	K 80010666	18,7	16,55	5°	35,00	0°	6°
	S2L8	K 80010666	18,7	16,55	110°	30,65	0°	5°
	S3L8	K 80010666	18,7	16,55	195°	30,65	0°	5°

Radio-sistem	Oznaka sektora	Tip kabla	Dužina prel. kabla [m]	Gubici na kablju [dB]	ERP po kanalu		Broj nosilaca	ERP po sektoru [W]
					[dBm]	[W]		
UMTS2100	S1U21	OK+1/2"	98+3	0,42	62,5	1.761	1	1.761
	S2U21	OK+1/2"	135+3	0,42	62,5	1.761	1	1.761
	S3U21	OK+1/2"	135+3	0,42	62,5	1.761	1	1.761
LTE800	S1L8	OK+1/2"	98+3	0,53	59,0	799	3	2.397
	S2L8	OK+1/2"	135+3	0,53	59,0	799	3	2.397
	S3L8	OK+1/2"	135+3	0,53	59,0	799	3	2.397

Uredbom objavljenoj u "Službenom glasniku Republike Srbije" decembra 2008. Godine propisana je vrednost efektivne izračene snage,  $ERP = 250 \text{ W}$  (54 dBm) kao minimalna vrednost za koju je neophodna Studija o proceni uticaja na živ. sredinu. Tabela 3.10 prikazuje ukupnu efektivnu izračenu snagu po sektoru. Veza između  $ERP$  izražene u [dBm] i [W] je određena izrazom (3.1), odnosno izrazom (3.2).

$$ERP[\text{dBm}] = 10 \cdot \log\left(\frac{ERP[\text{W}]}{1 \text{ mW}}\right) = 10 \cdot (\log(ERP[\text{W}]) + 3) \quad (3.1)$$

$$ERP[\text{W}] = 10^{\left(\frac{ERP[\text{dBm}] - 3}{10}\right)} \quad (3.2)$$

Veza između  $ERP$  i  $EIRP$  je data relacijom:

$$ERP[\text{dBm}] = EIRP[\text{dBi}] - 2,15[\text{dB}]$$

Treba napomenuti da su samo kontrolni kanali stalno aktivni, dok se saobraćajni kanali aktiviraju samo u slučajevima kada se za to ukaže potreba (tzv. „emitovanje sa prekidima”). Na ovaj način se značajno smanjuje nivo neželjenog elektromagnetnog zračenja u trenucima kada bazna stanica ne radi maksimalnim kapacitetom.

#### 3.4.4 SMEŠTANJE OPREME

Polazeći od konkretnih uslova na lokaciji, kao i od prethodno iznetih podataka o dimenzijama, težinama i drugim zahtevima za smeštanje baznih stanica, za svaku baznu stanicu vrši se uređivanje prostora na adekvatan način. U slučaju da je na konkretnoj lokaciji moguće obezbediti prostoriju površine od oko 15 m<sup>2</sup> implementiraju se indoor platforme. U okviru uređenja prostorije, između ostalog planira se instaliranje uređaja za obezbeđivanje mikro-klimatskih uslova, a po potrebi i postavljanje antistatičkog poda i postavljanje opreme za protiv požarnu zaštitu itd. Pošto se ne radi o velikim snagama disipacije, uređaji za klimatizaciju su standardni. Napajanje uređaja i instalirane opreme električnom energijom reguliše se, za svaku lokaciju baznih stanica, sporazumom sa nadležnom elektrodistribucijom.

Ako za instaliranje bazne stanice nije moguće obezbediti adekvatnu prostoriju, implementira se *outdoor* rešenje, **što je u ovom slučaju (slika 3.8)**. Pri tome se vodi računa da osim pogodnosti lokacije sa stanovišta pokrivanja teritorije, ona ne bude isuviše daleko od energetske izvora (u slučajevima kada na tlu treba postaviti samostalno antenski stub i uređaje bazne stanice, obično se vrši zakup zemljišta). Napajanje uređaja i instalirane opreme električnom energijom reguliše se, za svaku lokaciju baznih stanica, sporazumom sa nadležnom elektrodistribucijom.

Mikrobazne stanice instaliraju se u slučajevima kada treba obezbediti servis u relativno maloj zoni (u tržnom centru, značajnoj ulici i sl.). S obzirom na fleksibilnost načina instalacije ovih baznih stanica, svaka potencijalna lokacija se mora posebno analizirati.



*Slika 3.8 Izgled lokacije za postavku kabineta BS*

### **3.4.5 UKLAPANJE U ŽIVOTNU SREDINU**

Bazne stanice svojim radom ne zagađuju životno i tehničko okruženje. Ni na koji način se ne zagađuju voda, vazduh i zemljište. Rad baznih stanica ne proizvodi nikakvu buku ni vibracije, nema toplotnih ni hemijskih dejstava. U manjoj meri i u ograničenom prostoru ispred antene, eventualno može doći do pojave nedozvoljenog nivoa elektromagnetnog zračenja baznih stanica u kontrolisanoj zoni, što je detaljno razmotreno u poglavljima koja slede. U nedozvoljenu zonu nije moguće da se neko nađe pošto će antene biti podignute na određenu visinu (30,65 i 35 m).

Prilikom projektovanja baznih stanica, pored zahteva da bazne stanice lokacijski ni na koji način ne ugrožavaju životno i tehničko okruženje, takođe mora da se vodi računa i o tome da se bazne stanice u maksimalnoj mogućoj meri uklope u ovo okruženje.

### **3.4.6 PRIKAZ VRSTE I KOLIČINE POTREBNE ENERGIJE I SIROVINA**

Priključak za napajanje bazne stanice mobilne telefonije biće izveden u svemu u skladu sa tehničkim uslovima nadležne elektrodistribucije. Najverovatnija tačka priključenja je postojeći (+GRO) u prizemlju silosa, u kome će biti formiran novi izvod osiguračima 25A/C, 1p (3 kom.), na slobodnoj poziciji.

Konačna tačka priključenja i pozicija brojila električne energije će biti definisana projektom za izvođenje, a u skladu sa tehničkim uslovima nadležne elektrodistribucije i uz saglasnost zakupodavca.

Napon napajanja opreme na lokaciji je 3x231/400V, 50Hz, jednovremena vršna snaga  $P_j=16,5\text{kW}$ .



Trasa napojnog kabla tipa NHXHX-J 5x16 mm<sup>2</sup> će biti izvedena delom u metalnim pocinkovanim kanalicama na zidu elektro sobe u prizemlju, a delom u rostu, u gibljivom metalnom crevu, zajedno sa napojnim kablovim RU jedinica do razvodnog ormara (+RO.ED i +RO.TR-SP). Predviđeno je da razvodni ormani (+RO.ED i +RO.TR-SP) budu montirani čeličnom nosaču sa kabinetima BS.

Predviđeno je napajanje samih baznih stanica i ostalih potrošača na lokaciji kablovima odgovarajućeg preseka i broja žila sa izolacijom koja ne gori i ne podržava gorenje.

Predviđeno je da se noćno osvetljenje lokacije obezbedi broskom svetiljkom koja se napaja i ručno uključuje iz ormara (+RO.TR-SP), a biće montirana na zidu iznad ormara (+RO.TR-SP).

Predviđeno je da se zaštita strujnih kola od kratkog spoja i zemljospoja ostvari automatskim instalacionim osiguračima, a zaštita od previsokog napona dodira na izloženim metalnim kućištima i masama primenom automatskog isključenja pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje.

Sva nova oprema će se nalaziti u zoni zaštite postojeće gromobranske instalacije.

Za potrebe prenosa 2Mb/s od BS do BSC/RNC korišće se novoprojektovani optički sistem prenosa.

Tehničko rešenje će biti OK+SDH. Za povezivanje lokacije na optički sistem prenosa, predviđeno je postavljanje novog optičkog kabla sa 12 optičkih vlakana od TK uvida do SDH uređaja koji će se montirati u Emerson kabinetu. Planiran je novi privodni OK (na OK Čoka-Novi Kneževac, privodni OK za Vinariju Čoka), deonica NR1/1-BS KIU118 Čoka.

Optički kabl se polaže od TK uvida podzemno u novom rovu u PE cevi ispod zemljane površine kroz parcelu zakupodavca, zatim podzemno u novom rovu ispod betonirane površine u PE cevi kroz parcelu zakupodavca sve do RBS platforme koja se nalazi pored objekta silosa na kojoj će biti montiran Emerson kabinet u kome će se nalaziti novi SDH uređaj. Od SDH uređaja u Emerson kabinetu do radio kabineta BS6101 (UMTS2100/LTE800) predvideti nove saobraćajne kablove. Trasa optičkog kabla je prikazana na crtežu IP.06.

Procenjena potrebna dužina optičkog kabla od TK uvida do SDH uređaja je 300m (bez planiranih rezervi na optičkom kablju). Potrebno je iskopati 220m rova za postavljanje novog optičkog kabla.

Tehničko rešenje povezivanja BSC/RNC-a i BS-a biće predmet posebnog projekta, koji će biti urađen od strane nadležne direkcije "Telekom Srbija" A.D

## **4. PRIKAZ GLAVNIH ALTERNATIVA KOJE JE NOSILAC PROJEKTA RAZMATRAO**

Planom pokrivanja mreže „Telekom Srbija“, kao i analizom pokrivenosti i kvaliteta postojećih servisa, utvrđena je pozicija buduće bazne stanice, koja po svojim karakteristikama zadovoljava sve postavljene zahteve.

U cilju ostvarivanja osnovnih zahteva koji se postavljaju u procesu planiranja mreže baznih stanica, u prvoj fazi planiranja mreže definiše se tzv. "nominalni" ćelijski plan. U okviru ovog plana struktura pojedine ćelije se idealizuje (u formi pravilnog šestougona). Dimenzije ćelije se određuju na osnovu opštih morfoloških karakteristika terena (ravnicu, brdovit teren, urbano područje itd.), kao i na osnovu zahteva u pogledu kapaciteta. Polazeći od definisane dimenzije ćelije formira se pravilna mreža ćelija koja se preslikava na odgovarajuću geografsku mapu. Upotreba pravilne mreže ćelija ima za cilj da olakša naknadno dodavanje ćelija u sistem kada se za tim ukaže potreba. Na prethodno opisani način, za svaku ćeliju se određuje njena servisna zona. Treba primetiti da podmreže ćelija koje pripadaju različitim teritorijalnim regionima ne moraju da se uklope u jedinstvenu strukturu nacionalne mreže. Međutim, ovo ne predstavlja veliki problem s obzirom na činjenicu da u ruralnom području veće ćelije kompenzuju razlike osnovnih podmreža ćelija, u odnosu na jedinstvenu strukturu nacionalne mreže. Na kraju procesa formiranja nominalnog ćelijskog plana približno se može odrediti broj ćelija, njihov tip (omnidirekcionu ili usmerenu), dimenzije i kapacitet koji su neophodni da bi se ispunili svi postavljeni zahtevi. Pored toga, na osnovu nominalnog ćelijskog plana se vrši inicijalni izbor lokacija baznih stanica. Tačna lokacija bazne stanice se obično traži u krugu prečnika od jedne četvrtine do jedne trećine prečnika ćelije oko lokacije bazne stanice iz nominalnog ćelijskog plana. Ipak, od ovog pravila se može odustati u nekoliko karakterističnih slučajeva:

- U područjima u kojima se predviđa postojeće deljenje ćelija u cilju povećanja kapaciteta sistema mogu se dozvoliti nešto veća odstupanja ako su bazirana na konačnoj, a ne na početnoj veličini ćelije. U fazi inicijalnog planiranja sistema ovaj princip može znatno otežati proces planiranja, ali ima velike prednosti u kasnijim fazama kada treba vršiti deljenje ćelija.

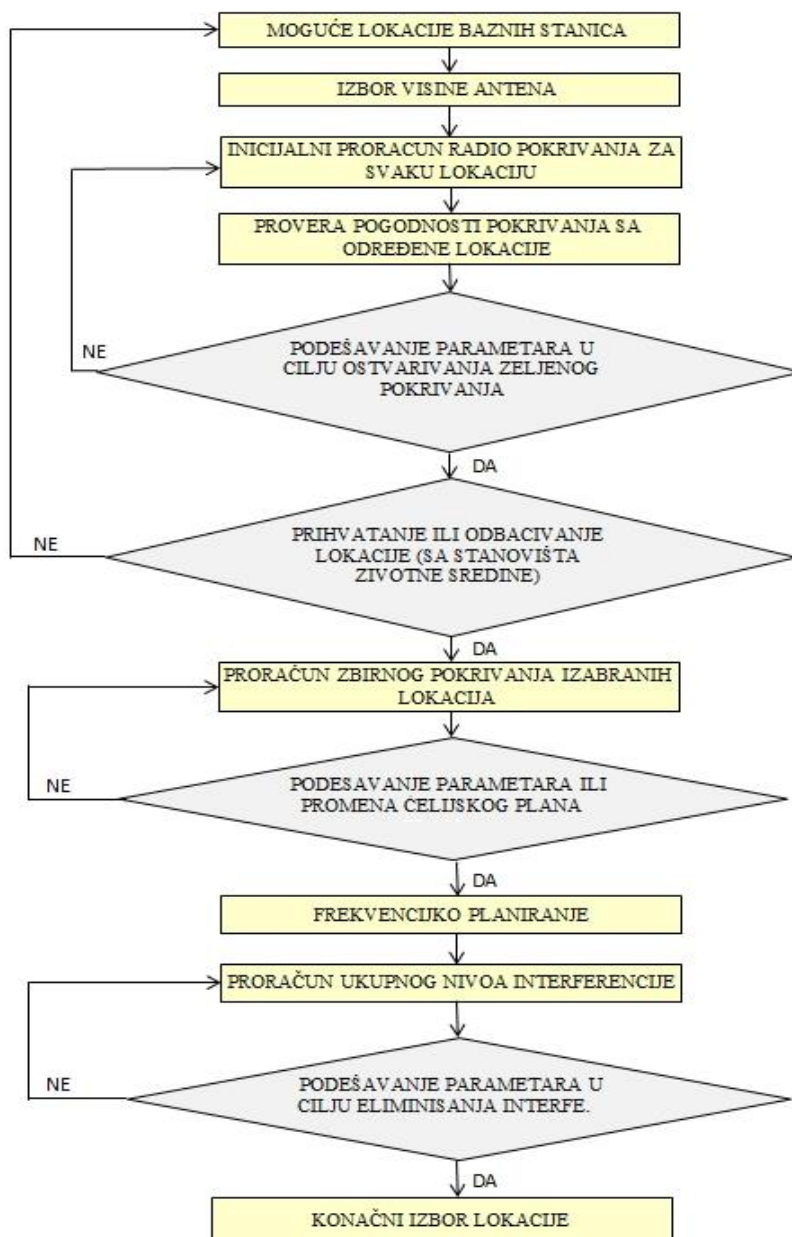
- Ako se prilikom određivanja tačnih lokacija baznih stanica utvrdi da one imaju neki generalan pomeraj (npr. Sve su severno u odnosu na nominalni ćelijski plan), preostale lokacije treba tražiti u pravcu generalnog pomeraja.

- U ruralnom području gde se ne očekuje postojeće deljenje ćelija u smislu povećanja kapaciteta, lokacije baznih stanica mogu značajnije odstupiti od lokacija predviđenih nominalnim ćelijskim planom.

Na osnovu prethodno opisane procedure definiše se izvestan broj potencijalnih lokacija baznih stanica i to obilaskom terena od strane ekipa sastavljenih od stručnjaka više različitih specijalnosti. Tom prilikom se svaka od potencijalnih lokacija detaljno analizira uzimajući u obzir više različitih kriterijuma:

- pogodnost lokacije sa stanovišta pokrivanja teritorije od interesa radio-signalom;
- mogućnost dobijanja saglasnosti vlasnika za postavljanje bazne stanice;
- ispunjenost građevinskih uslova (nosivost poda, postojanje slobodne prostorije...);
- jednostavnost realizacije napajanja električnom energijom;
- postojanje prilaznog puta.

Polazeći od prethodno određenog skupa potencijalnih lokacija baznih stanica određuju se konačne lokacije baznih stanica koristeći proceduru prikazanu na Slici 4.1.



*Slika 4.1 Procedura izbora mikrolokacija baznih stanica*

Prvo se, prema Slici 4.1, za svaku potencijalnu lokaciju bazne stanice proračuna zona pokrivanja. U slučaju kada je lokacija bazne stanice predviđena na postojećem objektu, za antenski sistem se pretpostavlja da je na krovu objekta. Naravno, u slučaju veoma visokih zgrada, može se izabrati niža visina antenskog sistema, pri čemu se predviđa upotreba ravnih panel antena namenjenih za montiranje na zidovima. U slučaju da se na nekoj lokaciji zahteva novi antenski stub (koji ide od tla), visina stuba može biti između 13 i 45 m, što zavisi od same lokacije, prostora i mikrokruženja. Podešavanje visina antena se sprovodi u cilju ostvarivanja najboljeg zbirnog pokrivanja. Tom prilikom se sva nepokrivena područja u zonama od interesa identifikuju, i ako je neophodno dodatno postavljaju zahtevi pred susedne ćelije.

Rezultati predikcije za svaku lokaciju se porede sa nominalnim ćelijskim planom. Lokacije, za koje se dobije da pokrivaju teritoriju gore od onoga što se zahteva nominalnim ćelijskim

planom, odbacuju se. Sa druge strane, one lokacije koje premašuju zahteve u pogledu pokrivanja teritorije, zahtevaju dodatne analize. Izabrane lokacije se analiziraju i sa stanovišta zaštite životne sredine. Lokacije koje ne ispunjavaju uslove propisane standardima, odbacuju se. Posle završenog izbora lokacija baznih stanica, pravi se inicijalni frekvencijski plan, na osnovu koga se vrši proračun interferencije u sistemu. Ako se tom prilikom uoči značajnija degradacija sistema, podešavaju se pozicije antenskih sistema i snage predajnika u cilju obezbeđivanja zahtevanog kvaliteta servisa. U ekstremnim slučajevima mora se razmotriti neka alternativna lokacija. Na kraju celokupne procedure formira se konačni skup lokacija baznih stanica koji treba da obezbedi trenutnu implementaciju sistema, ali isto tako i jednostavniju nadogradnju i proširivanje sistema.

Kao što je već rečeno, tačna lokacija bazne stanice se obično traži u krugu prečnika od jedne četvrtine do jedne trećine poluprečnika ćelije oko lokacije bazne stanice iz nominalnog ćelijskog plana.

**Analizirano je tehničko rešenje nove BS.**

**Određeno je takvo tehničko rešenje nove BS da vrednosti električnog polja na objektima povećane osetljivosti ne prelazi 10% granične vrednosti, i usvojeno kao najpovoljnije sa aspekta zaštite životne sredine.**

**Na ovaj način se ostvaruje najmanji uticaj BS na životnu sredinu.**

#### **4.1 POSTAVNI PLANNOVI NOVOG STANJA**

Pored objekta silosa će biti montirana RBS platforma na kojoj će se nalaziti jedan Ericsson radio-kabinet BS6101 (UMTS2100/LTE800), Emerson kabinet EPC48200-HB4 (tip TY2A), čelični ram sa elektro ormanom +RO.TR-SP i planirano mesto za buduće proširenje.

Biće montiran novi antenski nosači na silosu na kome je planirano postavljanje po jedne panel antene tipa K80010666 za sisteme UMTS2100 i LTE800 po sektorima 1,2 i 3, respektivno.

Planom pokrivanja je predviđeno da antenski sistem UMTS2100/LTE800 bude trosektorski. Azimuti prvog, drugog i trećeg sektora su 5°, 110° i 195°, respektivno. Antenski sistem će se sastojati od tri dual polarizovanih panel Kathrein antena tipa K80010666, za sisteme UMTS2100 i LTE800 po sektorima 1,2 i 3, respektivno. Mehanički tilt iznosi 0° za sve nove antene. Električni tilt je predviđen i iznosi 4° na sva tri sektora za sistem UMTS2100. Električni tilt je predviđen i iznosi 6°, 5° i 5° za prvi, drugi i treći sektor, respektivno za sistem LTE800. Baza panel antena je na koti +35.00m od tla za prvi sektor sistema UMTS2100 i LTE800, odnosno +30.65m za drugi i treći sektor sistema UMTS2100 i LTE800.

Za sistem UMTS2100 biće korišćeni optički, DC kablovi i 2217 B1 jedinice. Optički kablovi od BS 6101 do 2217 B1 jedinica će biti fiksirani po horizontalnim i vertikalnim nosačima kablova. Od 2217 B1 jedinica do antena biće postavljeni novi antenski prelazni kablovi.

Za sistem LTE800 biće korišćeni optički kablovi, DC kablovi i 2217 B3 jedinice. Optički kablovi od BS 6101 do 2217 B20 jedinica će biti fiksirani po horizontalnim i verikalnim nosačima kablova. Od 2217 B20 jedinica do antena biće postavljeni novi antenski prelazni kablovi.

Početnu konfiguraciju radio-opreme za sisteme UMTS2100 i LTE800 čini jedan Ericsson radio-kabinet BS6101 (UMTS2100/LTE800) i biće ostavljeno mesto za buduće proširenje. Na RBS platformi će se nalaziti još Emerson kabinet EPC48200-HB4 (tip TY2A) i elektro orman +RO.TR-SP.

Početni raspored primopredajnika po sektorima za sistem UMTS je 3+3+3, dok je za LTE800 sistem raspored primopredajnika 1+1+1. Ericsson kabinet BS6101 je dimenzija (VxŠxD) 1450x700x700mm. Dimenzije Emerson kabineta EPC48200-HB4 (tip TY2A) su (VxŠxD) 1650x600x690mm. Dimenzije 2217 radio jedinice su (VxŠxD) 351x298x127mm.

## **5. PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE NA LOKACIJI I BLIŽOJ OKOLINI (MIKRO I MAKRO LOKACIJA)**

Sa stanje životne sredine na lokaciji, procenjeni uticaj Projekta na lokaciju i njenu okolinu je da sama BS, koja će se nalaziti na antenskim nosačima i visinama antena od 30,65 i 35 m, raspoređenim u tri sektora sa nagibom antena prema dole, neće uticati na populaciju stanovništva u bližoj i daljnjoj okolini zbog postavke antena na dozvoljenu visinu tako da signal znatno oslabi dok dođe do vitalnih objekata, što potvrđuju rezultati proračuna.

**Uticaj Projekta na lokacijama udaljenim od predmetne, a koji nastaju usled realizacije Projekta:** BS ne bi trebala da ima uticaj na izgradnju objekata u okolini, pošto će antene biti okrenute da pokrivaju postojeće objekte. U tim delovima stambenog prostora nalaze se već izgrađeni stambeni objekti. Ukoliko se kontrolnim merenjem utvrdi prekomerno zračenje u novonastalim izgrađenim objektima, izvršice se rekonstrukcija BS, smanjivanje emitovane snage ili menjanje nagiba i azimuta antena.

**Procena ekonomskih i socijalnih uticaja realizacije Projekta na područje koje pokriva u smislu uticaja poboljšanje pokrivenosti na predmetnu sredinu:** Sam razvoj novih informacionih tehnologija (4G - brzi internet) uslovljava obezbeđivanje podrške za rad mobilnih i ostalih uređaja u okruženju. Tako da u ovom delu naselja se obezbeđuje nesmetano funkcionisanje korisnika koji imaju zahteve prema ovim servisima.

### **5.1 REZULTATI MERENJA ELEKTROMAGNETNE EMISIJE U LOKALNOJ ZONI BUDUĆE BAZNE STANICE (U FREKVENTNOM OPSEGU UMTS2100 I LTE800, OPERATORA „TELEKOM SRBIJA“)**

#### **5.1.1 ORGANIZACIJA KOJA JE VRŠILA MERENJE**

Merenje je izvršila akreditovana laboratorija **Instituta Vatrogas (akreditacioni broj 01-173)**, u okolini mesta buduće bazne stanice mobilne telefonije (**Izveštaj o ispitivanju nivoa izlaganja ljudi visokofrekventnim elektromagnetnim poljima br. 1207/19-160 L AČ od 12.07.2019. dat u prilogu**).

#### **5.1.2 REZIME MERENJA ŠIROKOPOJASNOG OPSEGA FREKVENCIJA**

Tabela 5.1 sadrži izmerene vrednosti jačine ukupnog električnog polja ( $E_U$ ) i izloženost zatečenom EMP koje potiče od svih izvora nejonizujućeg EMZ u širokopojasnom opsegu frekvencija (27 MHz ÷ 3 GHz).

*Tabela 5.1 Izmerena jačina električnog polja i izloženost EMP svih izvora*

Merno mesto	$E_U$ [V/m]	Izloženost
T01	$0,620 \pm 0,236$	<b>0,001527</b>
T02	$0,482 \pm 0,183$	0,001036
T03	$0,483 \pm 0,184$	0,001050
T04	$0,297 \pm 0,113$	0,000331
T05	$0,557 \pm 0,212$	0,001286
T06	$0,484 \pm 0,184$	0,000806

Najveća trenutna izloženost zatečenom EMP koje potiče od svih izvora u širokopojasnom opsegu frekvencija 27 MHz ÷ 3 GHz izmerena je na mernom mestu T04 i iznosi 0,000334 (znatno manje od 1). Izmerena jačina električnog polja na tom mestu je  $0,322 \pm 0,109$ V/m.

### 5.1.3 REZULTATI MERENJA OPSEGA RADIO-SISTEMA MOBILNIH OPERATORA

Tabela 5.2 prikazuje najveće trenutne vrednosti parametara EMP koje potiče od svih okolnih BS operatora mobilne telefonije.

Kolona „Radio-sistem / Mer. mesto / Oper.“ sadrži naziv radio-sistema, identifikaciju odgovarajućeg mernog mesta i naziv operatora čija BS ima najveći uticaj na tom mernom mestu. Kolona „Fizička veličina“ opisuje parametar i jedinicu mere. Vrednost parametra polja koje potiče od svih BS u okolini je u koloni „Sve BS“ a vrednost parametra polja koje potiče samo od BS sa najvećim uticajem u koloni „BS“. Kolona „Ref. gr. nivo“ prikazuje odgovarajući referentni granični nivo parametra. Odnos vrednosti parametra polja koje potiče od svih okolnih BS i referentnog graničnog nivoa prikazuje kolona „Uticaj svih“ a odnos vrednosti parametra polja koje potiče samo od BS sa najvećim uticajem i referentnog graničnog nivoa prikazuje kolona „Uticaj BS“.

*Tabela 5.2. Najveće trenutne vrednosti parametara EMP svih okolnih BS*

Radio-sistem / Mer. mesto / Oper.	Fizička veličina	Sve BS	BS	Ref. gr. nivo	Uticaj svih [%]	Uticaj BS [%]
CDMA Merno mesto T06 „Telekom Srbija“	$E$ [V/m]	$0,010 \pm 0,004$	$0,007 \pm 0,003$	11,3	0,09	0,07
	$H$ [A/m]	$< 0,0001$	$< 0,0001$	0,031	$< 0,01$	$< 0,01$
	$B$ [ $\mu$ T]	$< 0,0001$	$< 0,0001$	0,038	$< 0,01$	$< 0,01$
	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]	$< 0,0001$	$< 0,0001$	0,340	$< 0,01$	$< 0,01$
LTE800 Merno mesto T05 „Vip mobile“	$E$ [V/m]	$0,489 \pm 0,171$	$0,489 \pm 0,171$	15,6	3,13	3,13
	$H$ [A/m]	$0,0013 \pm 0,0005$	$0,0013 \pm 0,0005$	0,042	3,10	3,10
	$B$ [ $\mu$ T]	$0,0016 \pm 0,0006$	$0,0016 \pm 0,0006$	0,052	3,08	3,08
	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]	$0,0006 \pm 0,0002$	$0,0006 \pm 0,0002$	0,645	0,09	0,09
GSM/UMTS900 Merno mesto T04 „Vip mobile“	$E$ [V/m]	$0,116 \pm 0,040$	$0,112 \pm 0,039$	16,9	0,68	0,66
	$H$ [A/m]	$0,0003 \pm 0,0001$	$0,0003 \pm 0,0001$	0,046	0,65	0,65
	$B$ [ $\mu$ T]	$0,0004 \pm 0,0001$	$0,0004 \pm 0,0001$	0,057	0,70	0,70
	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]	$< 0,0001$	$< 0,0001$	0,758	$< 0,01$	$< 0,01$
GSM/LTE1800 Merno mesto T05 „Vip mobile“	$E$ [V/m]	$0,191 \pm 0,067$	$0,190 \pm 0,066$	23,6	0,81	0,80
	$H$ [A/m]	$0,0005 \pm 0,0002$	$0,0005 \pm 0,0002$	0,063	0,79	0,79
	$B$ [ $\mu$ T]	$0,0006 \pm 0,0002$	$0,0006 \pm 0,0002$	0,079	0,76	0,76
	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]	$< 0,0002$	$< 0,0002$	1,472	$< 0,01$	$< 0,01$
UMTS2100 Merno mesto T01 „Vip mobile“	$E$ [V/m]	$0,456 \pm 0,159$	$0,455 \pm 0,159$	24,4	1,87	1,86
	$H$ [A/m]	$0,0012 \pm 0,0004$	$0,0012 \pm 0,0004$	0,064	1,88	1,88
	$B$ [ $\mu$ T]	$0,0015 \pm 0,0005$	$0,0015 \pm 0,0005$	0,080	1,88	1,88
	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]	$0,0005 \pm 0,0002$	$0,0005 \pm 0,0002$	1,600	0,03	0,03

Najveće trenutne vrednosti jačine električnog polja koje potiče od svih okolnih BS su:

- Za radio-sistem CDMA na mernom mestu T06:  $0,010 \pm 0,004$  V/m (0,09 % referentnog graničnog nivoa). Odgovarajuća gustina snage je zanemarljivo mala. Dominantan uticaj ima operator „Telekom Srbija“ sa  $0,007 \pm 0,003$  V/m (0,07%);
- Za radio-sistem LTE800 na mernom mestu T05:  $0,489 \pm 0,171$  V/m (3,13 % referentnog graničnog nivoa). Odgovarajuća gustina snage je  $0,0006 \pm 0,0002$  W/m<sup>2</sup>. Najveći uticaj ima operator „Vip mobile“ sa  $0,489 \pm 0,171$  V/m (3,13 %);

- Za radio-sisteme GSM/UMTS900 na mernom mestu T04:  $0,116 \pm 0,040$  V/m (0,68 % referentnog graničnog nivoa). Odgovarajuća gustina snage je zanemarljivo mala. Dominantan uticaj ima operator „Vip mobile“ sa  $0,112 \pm 0,039$  V/m (0,66 %);
- Za radio-sisteme GSM/LTE1800 na mernom mestu T05:  $0,191 \pm 0,067$  V/m (0,81 % referentnog graničnog nivoa). Odgovarajuća gustina snage je manja od od  $0,0002$  W/m<sup>2</sup>. Najveći uticaj ima operator „Vip mobile“ sa  $0,190 \pm 0,066$  V/m (0,80 %);
- Za radio-sistem UMTS2100 na mernom mestu T05:  $0,456 \pm 0,159$  V/m (1,87 % referentnog graničnog nivoa). Odgovarajuća gustina snage je  $0,0005 \pm 0,0002$  W/m<sup>2</sup>. Najveći uticaj ima operator „Vip mobile“ sa  $0,455 \pm 0,159$  V/m (1,87%).

## **5.2 IZJAVA O USKLAĐENOSTI SA SPECIFIKACIJAMA**

Najveća izmerena izloženost trenutnom EMP koje potiče od svih izvora u širokopojasnom frekventnom opsegu 27 MHz ÷ 3 GHz (Tabela 5.1) znatno je manja od 1, što je saglasno kriterijumima iz Pravilnika [P1].

Rezultati uskopojasnog (frekvencijski selektivnog) merenja trenutnih vrednosti EMP u predajnim frekventnim opsezima radio-sistema baznih stanica mobilnih operatora u okruženju (Tabela 5.2) ukazuju da jačina električnog polja ni na jednom mernom mestu ne prelazi 10 % odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa.

## **6. OPIS MOGUĆIH ZNAČAJNIH UTICAJA PROJEKTA NA ŽIVOTNU SREDINU**

U cilju utvrđivanja nivoa elektromagnetne emisije na lokaciji buduće bazne stanice „KIU28, KIO28 ČOKA 2”, izvršen je detaljan proračun. Lokalna zona bazne stanice obuhvata prostor oko bazne stanice u kojem su zastupljene najveće vrednosti intenziteta elektromagnetne emisije, a u okviru kojeg se može naći čovek. Dakle, izvan lokalne zone bazne stanice, vrednosti intenziteta elektromagnetne emisije na svim mestima su manji nego unutar same zone.

Polazeći od precizno definisane dispozicije antenskog sistema, kao i osnovnih parametara instalacije za svaku od prethodno navedenih etapa izvršen je proračun nivoa elektromagnetne emisije sa ciljem da se analizira doprinos bazne stanice mobilne telefonije „Telekom Srbija“ koja radi sa maksimalnim opterećenjem.

Nosilac projekta se rukovodio činjenicom da je neophodno da se izvrši optimizacija postojećeg tehničkog sistema na najbolji način, u skladu sa sistemom zaštite životne sredine.

### **6.1 UTICAJI U TOKU IZGRADNJE-PROŠIRENJA OBJEKTA**

U toku izgradnje samog objekta bazne stanice, tako i postavljanja antenskog sistema, mogu da se jave opasnosti od zagađenja zemljišta i vazduha, buke, vibracije i zauzeća prostora.

Tokom izgradnje objekta može da dođe do slučajnog izlivanja goriva i maziva iz transportnih sredstava za prevoz opreme. Ove pojave su statističke prirode i ne mogu precizno da se procene, ali verovatnoća njihovog nastupa može da se smanji odgovarajućom organizacijom poslova na mestu postavljanja bazne stanice.

Zagađenje vazduha i zemljišta, buka, vibracije i zauzeće prostora su posledica rada transportnih vozila za prevoz opreme. Ti uticaji su lokalizovani na neposrednu okolinu lokacije bazne stanice i privremenog su karaktera, do završetka svih potrebnih radova na lokaciji.

### **6.2 UTICAJI U TOKU EKSPLOATACIJE**

U toku eksploatacije bazne stanice ne postoji zagađivanje vazduha, zemljišta i vode, niti dolazi do proizvodnje buke, vibracija i toplote.

Elektromagnetno polje, kao deo biosfere, prirodno je i stalno čovekovo okruženje. Tehnološki razvoj je bitno promenio karakteristike tog polja i doprineo sve višem nivou profesionalne, ali i ambijentalne izloženosti čoveka elektromagnetnom zračenju, odnosno pojedinim delovima njegovog spektra. 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

- prirodne izvore (sunčeva aktivnost, Zemlja, meteorološke pojave),
- veštačke izvore (izvori namernog i nenamernog zračenja).

U veštačke izvore spadaju uređaji u ljudskom okruženju koji stvaraju električno, magnetno i elektromagnetno polje, koji mogu da budu poželjni, kao što je to pri radio i televizijskim prenosima i u okviru mreža mobilne telefonije, kao i da se javljaju kao nuspojave u okolini dalekovoda, transformatora, električnih i elektronskih uređaja.



Sva ta polja mogu negativno da utiču na rad električnih uređaja, koji se nađu u prostoru delovanja polja. Stepenn 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 pooštavanju zahteva za elektromagnetnu kompatibilnost.

Kada elektromagnetno zračenje ima veoma malu talasnu dužinu (od nekoliko pikometara do stotinak nanometara), govori se o jonizujućem zračenju. Jonizujuće zračenje obuhvata rent-gensko i gama-zračenje i ima sposobnost uticaja na velike hemijske 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), elektromagnetna polja niskih frekvencija (frekvencije od 0 do 10 kHz) i lasersko zračenje. Nejonizujuća zračenja obuhvataju i ultrazvuk ili zvuk čija je frekvencija veća od 20 kHz.

U ovoj studiji se razmatra uticaj elektromagnetnog zračenja baznih stanica mobilne telefonije i pripadajućih predajnika radio-relejnih veza na životnu okolinu i tehničke uređaje, u skladu sa ustanovljenim standardima i preporukama.

Bazne stanice javne mobilne telefonije mogu istovremeno da rade na nekoli-ko radio kanala u opsegu 900 MHz, 1800 MHz, odnosno 2100 MHz. Broj radio kanala na jednoj baznoj stanici najčešće se kreće od 1 do 8 kanala, što zavisi od zahteva u pogledu kapaciteta saobraćaja koji bazna stanica treba da ostvari, odnosno odobrenja agencije za telekomunikacije u okviru dozvole za rad. Pri tome je, u proseku, izlazna snaga predajnika reda veličine 10W/kanalu. Za potrebe ostvarivanja veze mobilna stanica - bazna stanica, koristi se jedan od radio-kanala i to, približno, 12,5 % vremena. Bazna stanica je najaktivnija u slučajevima kada opslužuje 8 mobil-nih stanica istovremeno po svakom radio-kanalu. Zbog toga, zbirna izlazna snaga svih predajnika u maksimumu može da iznosi oko 8÷10 W. Prethodno navedeni podaci važe za bazne stanice makročelija. U slučajevima kada treba da se ugradi mikročelija (dimenzije reda 100 m), piko-čelija (dimenzije nekoliko desetina metara) ili čelija u zatvorenom prostoru (*indoor* čelija), koriste se bazne stanice znatno manjih snaga, pošto se zahtevaju manji dometi. Što se elektro-magnetnog zračenja tiče, ovaj tip baznih stanica je manje kritičan nego bazne stanice makročelija, tako da u daljem razmatranju neće biti posebno analizirane.

Antenski sistemi GSM i UMTS baznih stanica mogu da budu omnidirekcioni, ali su najčešće usmereni, što znači da se energija ne emituje u svim smerovima podjednako. U slučaju usmerenih antena najveći deo energije se emituje u pravcu glavnog snopa zračenja, dok je u ostalim pravcima zračenje znatno manje. Površinska gustina snage zračenja antene opada, u proseku, sa kvadratom rastojanja. Usled usmerenog dijagrama zračenja antene (u vertikalnoj ravni) na nivou tla, van pravca glavnog snopa zračenja, će polje biti slabo. Najveći nivo elektromagnetnog zračenja na nivou tla se javlja unutar kruga poluprečnika od 50 m do 300 m od vertikale položaja na kome se antena nalazi, u zavisnosti od nagiba antena.

S obzirom da GSM sistem radi u opsegu 900 MHz, ljudi i tehnički uređaji se uvek nalaze u tzv. Dalekoj zoni zračenja bazne stanice, pri čemu se pod dalekom zonom podrazumeva oblast koja se nalazi na rastojanju od nekoliko talasnih dužina od izvora, što je, u konkretnom slučaju, 1 - 2 m. Ova pojava je kod UMTS sistema, koji radi u opsegu 2100 MHz, još izraženija.

Ako se čovek nađe u dalekoj zoni zračenja bazne stanice, celo njegovo telo će biti izloženo elektromagnetnom zračenju, dok je, kada je reč o zračenju mobilnih telefona, zračenje usmereno u relativno malu oblast oko glave korisnika, tzv. Blisku zonu. U ovom projektu se detaljnije razmatra samo elektromagnetno zračenje baznih stanica, a ne i mobilnih telefona.

Elektromagnetno zračenje GSM i UMTS baznih stanica je po svojoj prirodi veoma slično elektromagnetnoj emisiji TV predajnika, sa osnovnom razlikom da snage TV predajnika mogu da budu i do 1000 puta jače od predajnika u GSM i UMTS sistemu.

### **6.3 ANALIZA UTICAJA PREDAJNIKA RADIO-RELEJNIH VEZA**

Bazna stanica mora da komunicira sa okolnim baznim stanicama da bi se omogućio razgovor između dva mobilna korisnika koji se nalaze u različitim ćelijama ili različitim mrežama. Ponekad je komunikacija ostvarena preko kablova, ali je češći slučaj da bazne stanice komuniciraju preko radio-releJNIH veza. U okviru GSM i UMTS sistema koriste se radio-relejne veze. Uređaji potrebni za ove veze se postavljaju zajedno sa baznom stanicom.

Radio-relejne veze koriste parabolične antene, prečnika od 0,3 m do 1,2 m, koje omogućavaju tzv. Tačka-na-tačku komunikaciju. Ove antene imaju izuzetno uzan dijagram zračenja, širine  $1^\circ - 3^\circ$ , i veoma velike dobitke između 37 dBi i 46 dBi, što znači da je zračenje antena koncentrisano u uskom snopu oko zamišljene prave linije koja spaja predajnu i prijemnu antenu. Frekvencije koje koristi „Telekom Srbija“ kod GSM i UMTS mreža za radio relejne veze su 7 GHz i 26 GHz. Prostiranje na ovim frekvencijama je takvo da mora da postoji optička vidljivost između antena i ne sme da bude prepreka u uskom snopu (u prvoj Frenelovoj zoni) oko pravca koji spaja antene.

S obzirom na veoma uzan dijagram zračenja i veoma velike dobitke antena, radio-relejne veze koriste snage manje od 1 W. Ove snage su mnogo manje od snage koju koriste bazne stanice. Talasna dužina je svega nekoliko centimetara, tako da na rastojanjima od nekoliko desetina centimetara počinje daleka zona. Nedoovoljeno visok intenzitet vektora jačine električnog polja javlja se u zoni od nekoliko metara od antene i to samo u pravcu glavnog snopa. U ostalim pravcima je dobitak antene veoma mali i već na nekoliko centimetara od antene su vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja u dozvoljenim granicama.

Radio-relejne veze se projektuju tako da ljudi i tehnički uređaji ne mogu da se nađu na pravcu glavnog snopa, jer bi to omelo ili onemogućilo komunikaciju koja je neophodna za funkcionisanje GSM i UMTS mreže. Zato ni ljudi ni tehnički uređaji nisu ugroženi radom uređaja radio-releJNIH veza. Mere zaštite koje se budu primenjivale za antenski sistem bazne stanice su više nego dovoljne i za antenski sistem radio-releJNIH veza.

### **6.4 UTICAJ ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA NA LJUDE**

Naučni stav po pitanju uticaja nejonizujućih zračenja na ljude objavljuju mnoge međunarodne nezavisne naučne organizacije od kojih su najznačajnije Međunarodna komisija za zaštitu od nejonizujućih zračenja (ICNIRP) i Svetska zdravstvena organizacija (WHO).

Elektromagnetno zračenje koje se javlja unutar mreža mobilne telefonije i koje obuhvata frekvencijski opseg oko 800MHz, 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz spada u opseg nejonizujućeg zračenja. Ova zračenja mogu da izazovu termičke efekte u živim organizmima.

U izvore nejonizujućeg zračenja spadaju i kompjuteri, televizori, mikrotalasne pećnice, pegle, šporeti, frižideri i veliki broj ostalih uređaja u našem svakodnevnom okruženju.

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. Zbog toga postoje zakoni koji propisuju granične vrednosti nivoa zračenja koja se ne smeju prelaziti.

Granične vrednosti električnog polja koje su dozvoljene u Republici Srbiji su manja nego u većini zemalja u EU, odnosno zakonska regulativa u našoj zemlji je po ovom pitanju stroža od većine država u okruženju.

### **WHO (Svetska zdravstvena organizacija) (2014-10) <sup>1</sup>**

Mobilni telefoni su sada sastavni deo savremenih telekomunikacija. U mnogim državama preko polovine stanovništva koristi mobilne telefone i to tržište ubrzano raste. U 2014. procenjeno je da ima 6,9 milijardi pretplatnika u svetu. U nekim delovima sveta mobilni telefoni su najpouzdaniji ili jedini raspoloživi.

Zbog tog ogromnog broja korisnika mobilnih telefona, važno je istražiti, razumeti i pratiti njihov uticaj na zdravlje stanovništva.

Mobilni telefoni ostvaruju vezu prenošenjem radio-talasa kroz mrežu fiksnih (nepokretnih) antena koje se nazivaju bazne stanice. Radiofrekventni (RF) talasi su elektromagnetna polja (EMP), i za razliku od jonizujućeg zračenja kao što su X-zraci ili gama-zraci, ne mogu niti da raskinu hemijske veze niti da izazovu jonizaciju u ljudskom telu.

### **Izloženost**

Mobilni telefoni su radiofrekventni odašiljači male snage koji rade na frekvencijama između 450 i 2.700 MHz sa pikovima snage (najvećom snagom) u opsegu 0,1 do 2 W. Telefon odašilja snagu samo kada je uključen. Ova snaga (pa samim tim i izloženost korisnika radio-frekvencijama) brzo opada udaljavanjem telefona.

Osim korišćenja „*hands free*“ uređaja, koji omogućuju da mobilni telefoni tokom korišćenja budu udaljeni od glave i tela, izloženost se smanjuje i ograničavanjem broja i trajanja poziva. Upotreba telefona u oblastima gde je prijem dobar takođe smanjuje izloženost jer tada telefon emituje manjom snagom.

U poslednje dve decenije sproveden je veliki broj studija kojima se procenjuje da li su mobilni telefoni mogući rizik po zdravlje. Do sada, nije utvrđeno da upotreba mobilnih telefona ima nepovoljan uticaj na zdravlje.

### **Smernice za granice izlaganja**

Granične vrednosti izlaganja radio-frekvencijama korisnika mobilnih telefona iskazane su preko Specifične brzine apsorpcije (*Specific Absorption Rate, SAR*) – brzine apsorpcije RF energije po jedinici mase tela. U sadašnje vreme dva međunarodna tela su razvila smernice za izloženost profesionalaca i za izloženost stanovništva, osim za pacijente medicinske nege ili tretmana. Ove smernice su zasnovane na detaljnoj proceni raspoloživih naučnih saznanja.

### **Odgovornost WHO**

WHO takođe u svojim planovima istraživanja prepoznaje i promoviše prioriteta istraživanja u domenu RF polja i zdravlja kako bi se popunile praznine u saznanjima.

WHO kreira informativne materijale i promoviše dijalog naučnika, vlada, industrije i stanovništva kako bi se podigao nivo razumevanja mogućih štetnih uticaja mobilnih telefona na zdravlje.

**SCENIHR**<sup>2</sup> je 27.01.2015. objavio Konačno mišljenje o mogućim uticajima elektromagnetnih polja na ljudsko zdravlje po kome rezultati savremenih naučnih istraživanja pokazuju da ne postoje očigledni nepovoljni uticaji po zdravlje ako je izloženost u granicama propisane pravne regulative.

Zaštita od nejonizujućih zračenja je u Republici Srbiji uređena Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja (*Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja („Službeni glasnik RS“ broj 36/2009)*). Ovim zakonom se, na najširoj osnovi i na sveobuhvatan način, uređuju načela, uslovi i mere zaštite zdravlja ljudi i životne sredine od štetnog dejstva nejonizujućih zračenja u korišćenju izvora nejonizujućih zračenja. Zaštita od profesionalnog izlaganja izvorima nejonizujućih zračenja nije predmet ovog zakona (*Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik RS“ broj 104/2009)*).

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 se takođe koriste ovi standardi pod oznakama ‘‘SRPS EN 61566:2009’’ ‘‘SRPS EN 50413:2010’’.

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.

## **6.5 PARAMETRI KOJI SE KORISTE ZA DEFINISANJE GORNJE GRANICE RF ZRAČENJA**

Parametar koji je prihvaćen kao mera izloženosti RF zračenju je veličina pod nazivom specifična brzina apsorpcije energije, ili specifična snaga apsorpcije *SAR* (*Specific Absorbition Rate*) izražena u jedinicama [W/kg]. 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 apsorbuje energiju RF zračenja. Granične vrednosti za *SAR* se definišu posebno za celo telo, kao usrednjena veličina, kao i za pojedine delove tela ponaosob.

Veličina koja se definiše kao energija apsorbovana po jedinici telesne mase naziva se specifična apsorpcija *SA* (*Specific Absorbition*) [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*) [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  $W/m^2$ , 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].

U većini zemalja Evrope (*Nemački DIN-VDE 0848 standard, Austrijski ONORM standardi, standard koji verifikuje Nacionalni Radiološki Zaštitni Odbor, National Radiological Protection Board - NRPB Velika Britanija*), postoje dve granične vrednosti dozvoljenih nivoa zračenja, i to posebno za

- profesionalce (occupational exposure) koji ograničeno vreme provode u prostoru jakog polja i koji su, svesni opasnosti, dužni da primene mere zaštite,
- opšte stanovništvo (general population), osobe koje trajno borave u prostoru u kome postoji elektromagnetno polje.

Većina standarda definiše granice maksimalne izloženosti u srednjem intervalu vremena. To znači da postoji mogućnost prekoračenja datih graničnih vrednosti u kratkom vremenskom intervalu, sve dok se ne prekorači srednja vrednost zračenja u određenom periodu vremena.

Specifičnu brzinu apsorpcije energije  $SAR$  je vrlo teško izmeriti, tako da se, ustvari, meri intenzitet vektora jačine električnog polja  $E$ , pa se na osnovu dobijenih vrednosti, izračunavaju vrednosti specifične brzine apsorpcije energije po formuli

$$SAR = \sigma \cdot E^2 / \rho \quad (6.1)$$

pri čemu je  $\sigma$  [S/m] specifična provodnost tkiva, a  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] je specifična težina tkiva.

### 6.5.1 GRANIČNE VREDNOSTI POJEDINIH PARAMETARA

Evropski komitet za standardizaciju iz elektrotehnike (*CENELEC*) u saradnji sa Međunarodnom komisijom za zaštitu od nejonizujućeg zračenja (*The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP*), definisao je granične vrednosti specifične brzine apsorpcije energije  $SAR$ , rukovodeći se osnovnim načelom da, radi očuvanja ljudskog zdravlja, ni u jednoj situaciji, data ograničenja ne mogu da se prekorače. Tabela 6.1 prikazuje definisane granične vrednosti (*SRPS EN 50413:2010*). U razmatranje je uzet frekvencijski opseg od 1 Hz do 10 GHz.

Iz tabele se vidi da su granične vrednosti za stanovništvo oko pet puta manje nego za profesionalce. Eksperimenti pokazuju da organizam (posmatrajući celo telo) može efikasno da preraspodeli energiju do oko  $SA = 144$  J/kg telesne mase, usrednjeno na 6 minuta, što predstavlja termičku konstantu tela. To odgovara specifičnoj snazi koju telo apsorbira iz elektromagnetnog polja od oko 0,4 W/kg. Štetno dejstvo elektromagnetnog polja usrednjeno na celo telo, pri istim uslovima, se javlja pri vrednosti  $SAR = 4$  W/kg, tako da se vidi da je maksimalno dozvoljena gustina snage 10 puta veća od one koju prikazuje Tabela 6.1.

	<b>STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU</b>
	<b>ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA</b>
	Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD 021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929 zzs@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

Tabela 6.1 Granične vrednosti specifične brzine apsorpcije energije pri kontinualnom uticaju RF zračenja u opsegu 1 Hz - 10 GHz

Opis izlaganja	Frekventno područje	Gustina struje za glavu i telo (rms) [mA/m <sup>2</sup> ]	Celo telo srednja SAR [W/kg]	Lokalizovani SAR (glava i telo) [W/kg]	Lokalizovani SAR (udovi) [W/kg]
Profesionalni radnici	do 1 Hz	40	-	-	-
	1 - 4 Hz	40/ <i>f</i>	-	-	-
	4 Hz - 1 kHz	10	-	-	-
	1 - 100 kHz	<i>f</i> /100	-	-	-
	100 kHz - 10 MHz	<i>f</i> /100	0,4	10	20
	10 MHz - 10 GHz	-	0,4	10	20
Stanovništvo	do 1 Hz	8	-	-	-
	1 - 4 Hz	8/ <i>f</i>	-	-	-
	4 Hz - 1 kHz	2	-	-	-
	1 - 100 kHz	<i>f</i> /500	-	-	-
	100 kHz - 10 MHz	<i>f</i> /500	0,08	2	4
	10 MHz - 10 GHz	-	0,08	2	4

Za izlaganje RF zračenju u frekventnom opsegu od 10 MHz do 300 GHz, po preporuci ICNIRP, definišu se granične vrednosti površinske gustine snage  $S$  [W/m<sup>2</sup>], i to:

- za profesionalce  $S = 50$  W/m<sup>2</sup>;
- za opšte stanovništvo  $S = 10$  W/m<sup>2</sup>.

Dane vrednosti se odnose na površinsku gustinu snage koja je usrednjena po površini od 20 cm<sup>2</sup>. Prema Pravilniku o granicama izlaganja nejonizirajućim zračenjima („Službeni glasnik RS” 104/09) maksimalni nivo izlaganja za stanovništvo, za posmatrani frekventni opseg, iznosi 1,6 W/m<sup>2</sup>.

Podaci o graničnim vrednostima intenziteta vektora jačine električnog polja  $E$  [V/m], intenziteta vektora jačine magnetnog polja  $H$  [A/m], intenziteta vektora magnetne indukcije  $B$  [μT], kao i površinske gustine snage  $S$  [W/m<sup>2</sup>], na osnovu podataka Međunarodne komisije za zaštitu od nejonizujućeg zračenja (ICNIRP), u frekventnom opsegu od 25 Hz do 300 GHz, u slučaju kontinualnog izlaganja elektromagnetnom polju, date su, za profesionalce u Tabeli 6.2, a za opšte ljudsko stanovništvo u Tabeli 6.3.

U obema tab. Vrednost  $f$  odgovara vrednostima iz posmatranog opsega i izražava se u MHz.

Tabela 6.2 Granične vrednosti za profesionalce pri kontinualnom izlaganju

Frekventni opseg	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$B$ [μT]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
0,025 - 0,82 kHz	500/ <i>f</i>	20/ <i>f</i>	25/ <i>f</i>	-
0,82 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-
0,065 - 1 MHz	610	1,6/ <i>f</i>	2,0/ <i>f</i>	-
1 - 10 MHz	610/ <i>f</i>	1,6/ <i>f</i>	2,0/ <i>f</i>	-
10 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10
400 - 2.000 MHz	3 <i>f</i> <sup>1/2</sup>	0,008 <i>f</i> <sup>1/2</sup>	0,01 <i>f</i> <sup>1/2</sup>	<i>f</i> /40

Frekvencijski opseg	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$B$ [ $\mu$ T]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50

Tabela 6.3 Granične vrednosti za opšte stanovništvo pri kontinualnom izlaganju

Frekvencijski opseg	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$B$ [ $\mu$ T]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
0,025 - 0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8 - 3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1 - 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2 - 300 GHz	61	0,16	0,2	10

Na osnovu podataka koje sadrži Tabela 6.2, granične vrednosti za opseg oko 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz su:

Frekvencija	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$B$ [ $\mu$ T]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
900 MHz	90	0,24	0,30	22,5
1800 MHz	127	0,34	0,42	45,0
2100 MHz	137	0,36	0,45	52,5

Na osnovu podataka koje sadrži Tabela 6.3 granične vrednosti za opseg oko 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz su:

Frekvencija	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$B$ [ $\mu$ T]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
900 MHz	41,25	0,11	0,138	4,5
1800 MHz	58,33	0,16	0,195	9,0
2100 MHz	61,01	0,16	0,210	10,5

Pri impulsnom radu izvora, granične vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja  $E$  [V/m], intenziteta vektora jačine magnetnog polja  $H$  [A/m] i površinske gustine snage  $S$  [W/m<sup>2</sup>] imaju druge vrednosti, date u Tabeli 6.4 za profesionalce i Tabeli 6.5 za opšte stanovništvo. I u ovim tabelama vrednost za  $f$  odgovara vrednostima iz posmatranog opsega i izražava se u MHz.

Tabela 6.4 Granične vrednosti za profesionalce pri impulsnom radu izvora

Frekvencijski opseg	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
10 - 230 kHz	4760	200	-
0,23 - 3,73 MHz	4760	46/ $f$	-
3,73 - 10 MHz	17 750/ $f$	46/ $f$	-
10 - 400 MHz	1775	4,6	8160
400 - 2.000 MHz	88,8 $f^{1/2}$	0,23 $f^{1/2}$	20,4 $f$
2 - 300 GHz	3970	10,3	40890

Tabela 6.5 Granične vrednosti za opšte stanovništvo pri impulsnom radu izvora

Frekvencijski opseg	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
10 - 230 kHz	1936	80	-
0,23 - 3,73 MHz	1936	20/ $f$	-
3,73 - 10 MHz	7940/ $f$	20/ $f$	-
10 - 400 MHz	794	2	1588
400 - 2.000 MHz	39,7 $f^{1/2}$	0,1 $f^{1/2}$	3,97 $f$
2 - 300 GHz	1775	4,47	7934

Na osnovu podataka koje sadrži Tabela 6.4, granične vrednosti za opseg oko 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz su:

Frekvencija	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
900 MHz	2664	6,9	18360
1800 MHz	3767	9,76	36720
2100 MHz	3970	10,3	40890

Na osnovu podataka koje sadrži Tabela 6.5, granične vrednosti za opseg oko 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz su:

Frekvencija	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
900 MHz	1191	3	3573
1800 MHz	1684	4,24	7146
2100 MHz	1775	4,47	7934

### **Granične vrednosti koje važe u Republici Srbiji :**

Na osnovu Pravilnika o granicama izlaganja nejonizujućeg zračenja ("Službeni glasnik RS" br. 104/09), granice izlaganja nejonizujućem zračenju date su u Tabeli 6.6.



*Tabela 6.6 Granične vrednosti za opšte stanovništvo*

Frekvencijski opseg	$E$ [V/m]	$H$ [A/m]	$B$ [ $\mu$ T]	$S$ [W/m <sup>2</sup> ]
< 1 Hz	5600	12800	16000	
1-8 Hz	4000	12800/ $f^2$	16000/ $f^2$	
8 - 25 Hz	4000	1600/ $f$	2000/ $f$	
0,025 - 0,8 kHz	100/ $f$	1,6/ $f$	2/ $f$	-
0,8 - 3 kHz	100/ $f$	2	2,5	-
3 - 150 kHz	34,8	2	2,5	
0,15 - 1 MHz	34,8	0,292/ $f$	0,368/ $f$	-
1 - 10 MHz	34,8/ $f^{1/2}$	0,292/ $f$	0,368/ $f$	-
10 - 400 MHz	11,2	0,0292	0,0368	0,326
400 - 2.000 MHz	0,55 $f^{1/2}$	0,00148 $f^{1/2}$	0,00184 $f^{1/2}$	$f/1250$
2 - 300 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6

Na osnovu podataka koje sadrži Tabela 6.6, granične vrednosti za opsege CDMA, GSM/UMTS900, GSM/LTE1800 i UMTS2100 su:

*Tabela 6.7 Referentni granični nivoi za radio-sisteme mobilnih telekomunikacija operatora u Srbiji*

Radio-sistem	$f$ [MHz]	$E_L$ [V/m]	$H_L$ [A/m]	$B_L$ [ $\mu$ T]	$S_L$ [W/m <sup>2</sup> ]
CDMA	425	11,3	0,031	0,038	0,340
GSM/UMTS900	947	16,9	0,046	0,057	0,758
GSM/LTE1800	1.840	23,6	0,063	0,079	1,472
UMTS2100	2.147	24,4	0,064	0,080	1,600

### 6.5.2 ALGORITAM ZA PRORAČUN INTENZITETA VEKTORA JAČINE ELEKTRIČNOG POLJA U OKOLINI BAZNE STANICE

Snaga koju generišu bazne stanice zavisi od broja i izlazne snage predajnika, kao i od broja kanala koji se koriste. Izlazni signali predajnika se kombinuju i kablovima vode do antena bazne stanice. Snaga koju zrači jedna antena bazne stanice  $P_a$  data je izrazom

$$P_a = NP_{tx} \cdot 10^{-L/10} \quad (6.2)$$

gde je  $N$  broj predajnika vezanih na antenu,  $P_{tx}$  izlazna snaga jednog predajnika, a  $L$  ukupno slabljenje snage signala (u decibelima) koje potiče od jedinice za kombinovanje i distribuciju, razdelnika snage, kablova itd. Tipične vrednosti ukupnog slabljenja snage signala od predajnika do antene je od 4 do 6 dB, tako da od jednog predajnika do antene dođe najviše 10 W.

Snaga koja se dovede do antena bazne stanice, emituje se u vidu elektromagnetnih talasa. Površinska gustina snage emitovanog talasa opada sa kvadratom rastojanja posmatrane tačke od centra antene  $r$  i data je izrazom

$$S = P_a \cdot g(\varphi, \theta) / 4\pi r^2 \quad (6.3)$$

gde je  $g(\varphi, \theta)$  mera snage zračenja antena u smeru određenom uglovima  $\varphi$  i  $\theta$ , i naziva se usmereno pojačanje antene.

Izraz (5.3) predstavlja intenzitet Pointingovog vektora, odnosno površinsku gustinu snage u tzv. „dalekoj zoni“ ili „zoni zračenja“. U dalekoj zoni veza između površinske gustine snage zračenja

$S$ , intenziteta vektora jačine električnog polja  $E$ , i intenziteta vektora jačine magnetnog polja  $H$ , data je sledećim izrazima:

$$S = E^2/Z \quad (6.4)$$

$$H = E/Z \quad (6.5)$$

gde je  $Z$  karakteristična impedansa sredine.

Prema svemu gore navedenom, očigledno je da je u zoni zračenja dovoljno da se izračuna intenzitet samo jednog vektora polja i na osnovu njega odrede sve ostale potrebne veličine koje karakterišu zračenje. Uobičajeno je da se određuje intenzitet vektora jačine električnog polja, jer je merenje te veličine jednostavnije od merenja intenziteta vektora jačine magnetnog polja. Osim toga, standardi definišu i maksimalne dozvoljene vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja, tako da je to veličina od posebne važnosti.

Kada je poznata detaljna električna struktura unutar antene, moguće je, polazeći od Maksvelovih jednačina, uraditi precizniji proračun površinske gustine snage zračenja od onog datog izrazom (6.3). Takav proračun polja daje mogućnost da se izračunaju sve promene površinske gustine snage i intenziteta vektora jačine električnog i magnetnog polja na svim rastojanjima i u svim pravcima od antene.

U bliskoj zoni, u neposrednoj blizini predajne antene, elektromagnetni talas je bitno drugačiji od talasa u zoni zračenja. U zoni zračenja vektori jačine električnog i magnetnog polja imaju po jednu komponentu normalnu na pravac prostiranja talasa. U bliskoj zoni vektor jačine električnog polja ima dve međusobno normalne komponente, jednu normalnu na pravac, prostiranja i jednu u pravcu prostiranja. U bliskoj zoni komponenta vektora jačine električnog polja normalna na pravac prostiranja ima tri člana, od kojih samo jedan postoji u dalekoj zoni. Preostala dva člana su, u odnosu na njega, fazno pomerena, jedan za  $180^\circ$ , a drugi za  $90^\circ$ . S obzirom da komponente vektora jačine električnog polja u bliskoj zoni nisu istog smera i nisu u fazi, njihov intenzitet je manji od vrednosti koje se dobijaju iz izraza za daleko polje. Vektor jačine magnetnog polja u bliskoj zoni ima dva člana, jedan postoji i u dalekoj zoni, a drugi, koji ne postoji u zoni zračenja, fazno je pomećen za  $90^\circ$ . Prema tome, ako se u bliskoj zoni predajne antene elektromagnetno polje računa po izrazima za zonu zračenja, izračunate vrednosti su veće od pravih. Površinska gustina snage računata za blisku zonu, na rastojanjima do  $30\lambda$ , gde je  $\lambda$  talasna dužina talasa, jeste manja od vrednosti koje se dobijaju iz izraza (6.3). Rastojanje od  $30\lambda$  u frekvencijskom opsegu oko 900 MHz jednako je 10 m, u frekvencijskom opsegu oko 1800MHz jednako je 5 m, a u frekvencijskom opsegu oko 2100 MHz jednako je 4,3 m.

Granica između bliskog polja i zone zračenja je prilično široka. Obično se smatra da zona zračenja nastupa već na udaljenostima od nekoliko talasnih dužina od predajne antene. Međutim, proračuni pokazuju da korišćenje izraza za zonu zračenja daje dovoljno tačne rezultate tek kada je rastojanje od predajne antene veće od  $30\lambda$ . Jednačine polja za zonu zračenja daju grešku manju od 1% tek na rastojanjima većim od  $100\lambda$ .

Prema tome, za antenske sisteme GSM mreže, koji rade na frekvenciji oko 900 MHz, talasna dužina iznosi oko 33 cm, što znači da relativno dobri rezultati mogu da se dobiju na rastojanjima 1,6 m od antene ( $5\lambda$ ), a sasvim dobri rezultati se dobijaju na rastojanjima većim od 10 m (oko  $30\lambda$ ). Za antenske sisteme GSM mreže, koji rade na frekvenciji oko 1800 MHz, talasna dužina iznosi oko 16,7 cm, što znači da relativno dobri rezultati mogu da se dobiju na rastojanjima 1 m od antene ( $5\lambda$ ), a sasvim dobri rezultati se dobijaju na rastojanjima većim od 5 m (oko  $30\lambda$ ). Za antenske

sisteme UMTS mreže, koji rade na frekvenciji oko 2100 MHz, talasna dužina iznosi oko 14,3 cm, što znači da relativno dobri rezultati mogu da se dobiju na rastojanjima 0,7 m od antene ( $5\lambda$ ), a sasvim dobri rezultati se dobijaju na rastojanjima većim od 4,3 m (oko  $30\lambda$ ).

Korišćenjem jednačina za zonu zračenja na rastojanjima manjim od  $30\lambda$  dobijaju se veće vrednosti od onih koji bi se dobile tačnim određivanjem elektromagnetnog polja talasa u bliskoj zoni. Kao posledica toga, granična rastojanja na kojima površinska gustina snage zračenja opadne na najveću dozvoljenu vrednost određena izrazom (6.3), su uvek veća od stvarnih. Prema tome, s obzirom da je cilj ove Studije određivanje maksimalnih vrednosti polja, autori su se odlučili da površinsku gustinu snage zračenja u pojedinim tačkama odrede na jednostavniji način, koristeći izraz (6.3), imajući u vidu da su računane vrednosti površinske gustine snage zračenja i jačine polja u bliskoj zoni veće od stvarnih. Ukoliko se proračunom pokaže da je, u nekim tačkama prostora značajnim za zaštitu od nedozvoljenog zračenja, elektromagnetno polje veće od dozvoljenog, pristupiće se tačnijem određivanju polja, izrazima koji se koriste u bliskoj zoni zračenja antene. Ako se i tada dobiju vrednosti veće od dozvoljenih, biće predložena posebna rešenja za smanjenje neželjenog zračenja.

Usmereno pojačanje antene  $g(\varphi, \theta)$  pokazuje koliku snagu izrači antena u posmatranom smeru, u odnosu na izotropnu antenu. Izotropna antena zrači jednako u svim pravcima, a na sfernoj površini poluprečnika  $r$ , postavljenoj koncentrično u odnosu na antenu, površinska gustina snage zračenja je data sa:

$$S = P_a/4\pi r^2 \quad (6.6)$$

gde je  $P_a$  snaga koju antena zrači.

Svaka realna antena je konstruisana tako da najveći deo snage izrači u glavni snop. To znači da će površinska gustina snage u glavnom snopu, na rastojanju  $r$  od antene, biti veća od one date izrazom (6.6) za faktor  $g(\varphi, \theta)$ . Usmereno pojačanje se obično izražava u decibelima u odnosu na izotropnu antenu (dBi). Najveća vrednost usmerenog pojačanja antene se naziva dobitak antene. Dobitak sektorskih antena makroćelijskih baznih stanica je u opsegu 15 - 18,5 dBi.

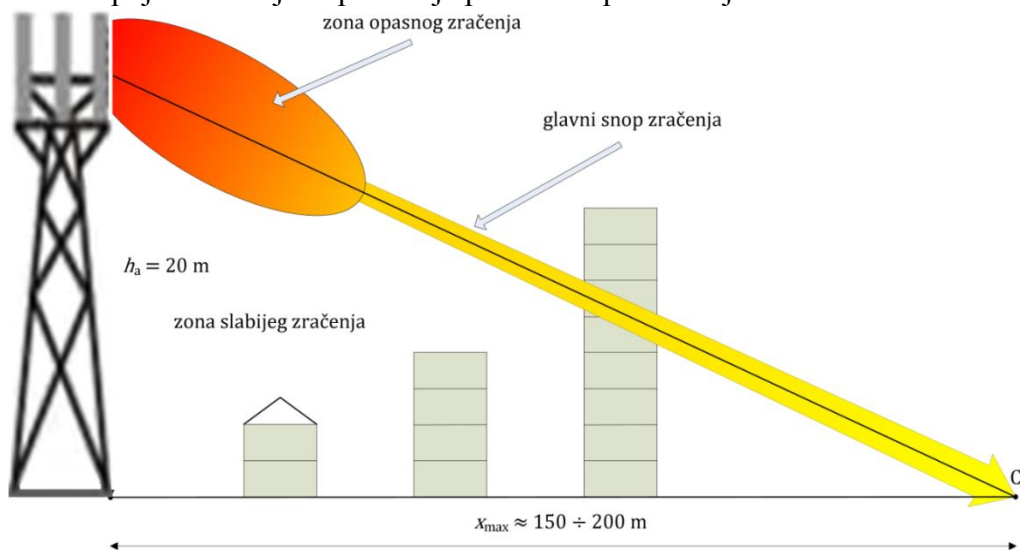
Antene emituju elektromagnetne talase u prostor (ćeliju) oko bazne stanice. Dijagrami zračenja antene su pažljivo izabrani od planera mreže, da bi se postiglo optimalno pokrivanje ćelije. Cilj je da pojedine antene zrače u željenom smeru.

Širina dijagrama zračenja antena makroćelijskih baznih stanica u horizontalnoj ravni su između  $60^\circ$  i  $120^\circ$ , dok su u vertikalnoj ravni dijagrami zračenja uski. Tipične vrednosti širine dijagrama zračenja u vertikalnoj ravni su između  $5^\circ$  i  $10^\circ$ . Slika 6.1 pokazuje da je dijagram zračenja, takođe, malo nagnut na dole, tako da je gornja ivica glavnog snopa približno horizontalna, a donja oko  $10^\circ$  ispod horizontalne ravni. Polazeći od poznate visine na koju će se postaviti antene i prethodno napisanog sledi da glavni snop zračenja stiže na zemlju na rastojanju od 50 m do 300 m od podnožja antenskog stuba. Slika 6.1 pojednostavljeno prikazuje karakteri-stike antene zbog kojih su površinske gustine snage izračenih talasa u podnožju antene manje nego na 100 m od stuba. Slična situacija se dobija i kada se antenski sistem ne postavi na antenski stub, već na postojeći građevinski objekat.



Slika 6.1 Izgled glavnog snopa zračenja antene u makroćeliji, zbog postojanja nagiba

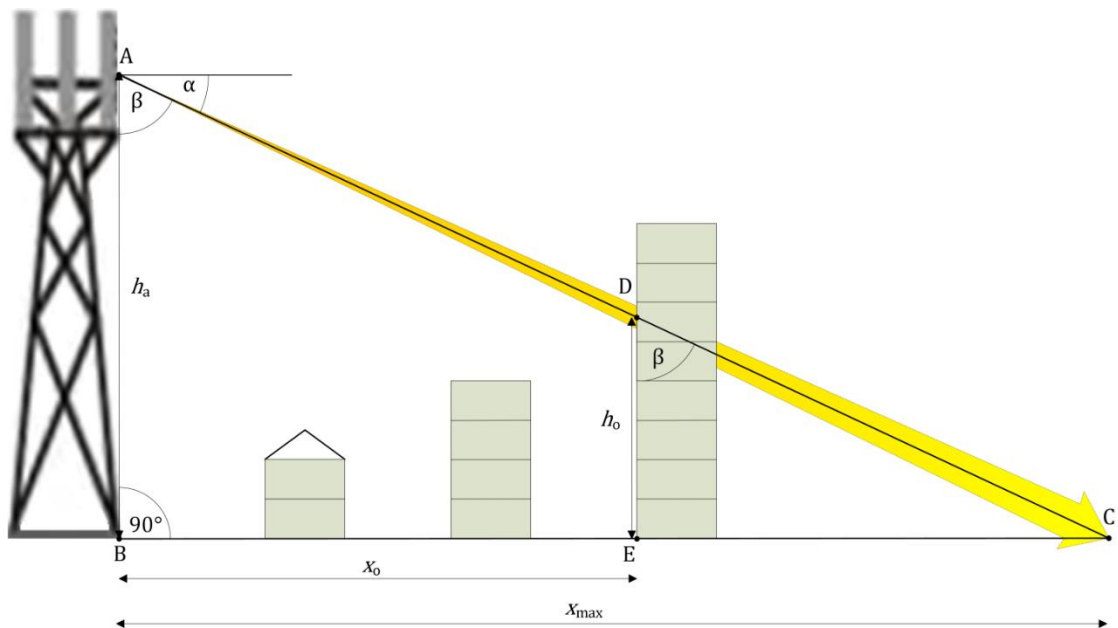
Slika 6.1A pojednostavljeno prikazuje primer snopa zračenja antene na visini 20 m.



Slika 6.1A Primer snopa zračenja antene na visini 20 m

Dijagram zračenja realne antene nema oštro definisane ivice i deo snage će biti usmeren u svim pravcima ispod horizontalne ravni. S obzirom na karakterističnu funkciju zračenja, odnosno dijagram zračenja antena, snaga u pravcima nadole je bar sto puta manja od one u glavnom snopu, na istom rastojanju od antene.

U objektima u zoni povećane osetljivosti važno je odrediti nivo sa najvećom izloženošću, odnosno sprat na kome osa glavnog snopa zračenja antene (pod uglom koji je definisan zbirom njenog mehaničkog i električnog nagiba) dodiruje objekat, i na njemu izvršiti proračun EM polja i izloženosti. U praksi su nagibi mali (najčešće ne veći od  $5\div 8^\circ$ ) a antene postavljene visoko, tako da su najviši spratovi većine bliskih objekata ispod ose glavnog snopa antene, pa su oni ujedno i najizloženiji. Kod viših ili udaljenijih objekata visina na kojoj osa glavnog snopa zračenja antene dotiče stambeni deo objekta se određuje prema Slici 6.1B.



*Slika 6.1B Određivanje najizloženijeg sprata objekta u zoni povećane osetljivosti*

Trougao ABC je određen katetom AB (visina središta antene,  $h_a$ ), pravim uglom u odnosu na katetu BC i uglom  $\beta$  koji je komplement ukupnog nagiba antene ( $\alpha$ ). Kateta BC ( $x_{\max}$ ) je rastojanje tačke dodira ose glavnog snopa antene i tla od podnožja antene. Trougao CDE određen je fasadom posmatranog objekta okrenute ka anteni od podnožja E do tačke D u kojoj osa glavnog snopa zračenja preseca fasadu ( $h_o$ ) i uglovima na kateti DE (prav ugao i ugao  $\beta$ ).

Oba trougla (ABC i CDE) imaju iste uglove a jedna kateta je kraća za rastojanje objekta od antene ( $x_o$ ). Na osnovu Talesove teoreme zaključujemo da preostale dve stranice (kateta  $h_o$  i hipotenuza) prate srazmeru dužih kateta dva trougla, tako da važi:

$$\frac{h_o}{h_a} = \frac{x_{\max} - x_o}{x_{\max}}$$

$$h_o = h_a \frac{x_{\max} - x_o}{x_{\max}}$$

gde je

$h_o$  visina na kojoj glavni snop zračenja antene dotiče izloženu fasadu objekta;

$h_a$  visina središta antene;

$x_o$  rastojanje izložene fasade objekta od podnožja antene;

$x_{\max}$  rastojanje tačke dodira ose glavnog snopa antene i tla od podnožja antene:

$$x_{\max} = h_a \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

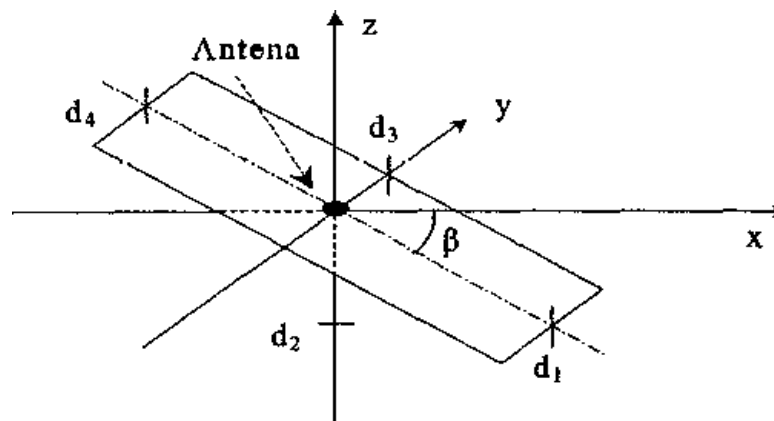
Uzimajući u obzir i dijagrame zračenja predviđenih antena, određuju se granična rastojanja od centra antene, unutar kojih intenzitet vektora jačine električnog polja može da dostigne vrednosti veće od dozvoljenih. Rastojanja se određuju iz izraza

$$d = \frac{1}{E_{\max}} \sqrt{\frac{Z_0 P_a g(\varphi, \theta)}{4\pi}} \quad (6.7)$$

koji je dobijen uvrštavanjem izraza (6.3) u (5.4), gde je  $E_{\max}$  granična vrednost intenziteta vektora jačine električnog polja koje su definisane standardima,  $Z_0 = 377 \Omega$  je karakteristična impedansa vazduha,  $P_a$  snaga koju zrači antena, data izrazom (6.1), a  $g(\varphi, \theta)$  usmereno pojačanje antene u posmatranom smeru.

Rastojanja su računata u tri osnovna pravca i četiri smera; pravac direktnog snopa zračenja antene, u oba smera, pravac normalan na taj pravac, bočno i pravac normalan na osnovni pravac, vertikalno naniže. Slika 6.2 grafički prikazuje sve te pravce i smerove, gde je sa  $d1$  označeno rastojanje od antene u pravcu i smeru direktnog snopa zračenja antene, sa  $d2$  rastojanje ispod antene, sa  $d3$  rastojanje bočno od antene, a sa  $d4$  rastojanje od antene u pravcu direktnog snopa zračenja antene, ali u suprotnom smeru.

Slika 6.2 prikazuje i pravac prostiranja elektromagnetnih talasa, definisan uglom  $\beta$ , koji nije u horizontalnoj ravni zbog nagiba antene prema dole (*downtilt*).



*Slika 6.2 Rastojanja od antene, za koja se definiše maksimalna vrednost intenziteta vektora jačine električnog polja  $E_{\max}$*

Sve predajne antene GSM/UMTS bazne stanice emituju bar jedan kanal neprekidno. Taj signal je poznat kao BCCH (*Broadcast Control CHanel*). On sadrži informacije koje se kontinualno šalju svim mobilnim korisnicima u ćeliji. BCCH nosi informacije o sinhronizaciji i sistemu i emituje se u punoj snazi i kada nema poziva. Saobraćajni kanali se emituju samo kada se za tim ukaže potreba. Na ovaj način se smanjuje snaga koja se izrači iz antene bazne stanice kada nema poziva. Prilikom proračuna se analizira najgori slučaj i zato se pretpostavlja da su svi kanali aktivni (svi kontrolni i svi saobraćajni).

Na opisan način, polazeći od snage koja se dovodi na antene i trodimenzionalnih modela dijagrama zračenja predajnih antena, moguće je odrediti intenzitet vektora jačine električnog polja u svakoj tački prostora.

Površinska gustina snage zračenja u slobodnom prostoru jedne i-te predajne antene je određena izrazom (6.3) na sledeći način

$$S = P_{ai} \cdot g(\varphi, \theta) / 4\pi r_i^2 \quad (6.8)$$

gde je  $P_{ai}$  ukupna snaga zračenja  $i$ -te antene,  $r_i$  rastojanje tačke od  $i$ -te antene, a  $g(\varphi, \theta)$  je usmereno pojačanje  $i$ -te antene u smeru određenom uglovima  $\varphi$  i  $\theta$ .

Signali koji potiču sa različitih predajnih antena su nekorelisani zbog prostorne i/ili ugaone razdvojenosti. Zato ukupna površinska gustina snage u slobodnom prostoru, u posmatranoj tački, može da se odredi sabiranjem površinskih gustina snage zračenja svih predajnih antena

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad (6.9)$$

Na taj način može da se odredi ukupna površinska gustina snage, nastala kumulativnim delovanjem više antenskih sistema istog operatora ili više operatora, u tačkama u neposrednoj blizini. Pri tome je, naravno, neophodno poznavanje svih veličina iz jednačine 6.8, za svaku pojedinačnu antenu.

Prilikom projektovanja GSM/UMTS mreža, posebno u urbanim sredinama, veoma je važno da se istokanalne interferencije svedu na najmanju moguću meru. Zbog toga se, vrlo često, namerno smanjuje maksimalna izračena snaga, što opet znači da su izračunate vrednosti polja veće od stvarnih. I pored svega toga, u cilju detaljne analize delovanja elektromagnetnog polja, ispitaće se najgora varijanta, a to je da bazna stanica kontinualno emituje signal na svim nosiocima, maksimalnom snagom.

Složeni uslovi prostiranja signala u gradskoj sredini uključuju senke zgrada, višestruke refleksije i zračenje provodnih površina koje se nalaze u polju talasa. Ovi efekti prouzrokuju neuniformnu raspodelu intenziteta vektora jačine električnog polja, pri čemu i pravac prostiranja i polarizacija talasa mogu da budu nepredvidivi. Kao što je već rečeno, cilj ove Studije je da se utvrdi maksimalni intenzitet vektora jačine električnog polja u prostoru, kako bi se izračunao najgori slučaj izloženosti elektromagnetnom polju. Refleksije mogu da povećaju ili smanje vrednosti izračunate izrazom (6.9), ako je dužina puta reflektovanog talasa uporediva sa rastojanjem od antene. Zbog funkcionalnosti delovanja, antena se uvek postavlja tako da glavni snop zračenja nailazi na zemlju i reflektuje se od nje. Zbog veoma uskog (u vertikalnoj ravni) dijagrama zračenja, talas koji emituje antena u pravcu objekta od koga bi moglo da dođe do refleksije, veoma je oslabljen već na samoj anteni. Ako se uzme u obzir i činjenica da, prilikom refleksije od nekog objekta, dolazi do dodatnog, značajnog slabljenja talasa, jasno je da ima smisla posmatrati samo talase koji se reflektuju od zemlje. Po principu geometrijske optike, u neku tačku prostora može da stigne samo jedan talas reflektovan od zemlje, pri čemu promena faze reflektovanog talasa može da bude takva da se, u uočenoj tački, direktni i reflektovani talasi sabiraju ili oduzimaju. Zbog svega gore navedenog, refleksija može da poveća jačinu polja za faktor ne veći od dva, tako da ukupna površinska gustina snage može da se poveća do četiri puta.

Ukupan intenzitet vektora jačine električnog polja u nekoj tački prostora, koji potiče od svih predajnih antena u najboljem slučaju kada nema refleksija od zemlje je dat izrazom

$$E = \sqrt{SZ_0} \quad (6.10)$$

odnosno u najgorem slučaju koji može da se desi zbog refleksije talasa od zemlje

$$E = \sqrt{4SZ_0} \quad (6.11)$$

gde je  $S$  dato izrazom (6.9) a  $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$  karakteristična impedansa vazduha.

### 6.5.3 PRORAČUN UTICAJA ISTOVREMENOG ZRAČENJA ELEKTROMAGNETNIH TALASA RAZLIČITIH FREKVENCIJA

Vrlo je važno da se, u slučaju istovremenog delovanja polja različitih frekvencija, utvrdi da li dolazi do kumulativnog dejstva tih polja. Posmatrajući termičke efekte, za frekvencijski opseg iznad 100 kHz, došlo se do izraza pomoću kojih se proračunavaju relevantni parametri pod ovim uslovima. To znači da treba sabrati vrednosti specifične brzine apsorpcije energije  $SAR$  i površinske gustine snage  $S$  po izrazu

$$\sum_{i=10kHz}^{10GHz} \frac{SAR_i}{SAR_L} + \sum_{i>10GHz}^{300GHz} \frac{S_i}{S_L} < 1 \quad (6.12)$$

gde su:  $SAR_i$  vrednost parametra  $SAR$  pri zračenju na  $i$ -toj frekvenciji,  $SAR_L$  vrednost parametra  $SAR$  iz Tabele 6.1,  $S$  površinska gustina snage na  $i$ -toj frekvenciji. Veličina  $S_L$  je definisana samo za frekvencijski opseg od 10 GHz do 300 GHz i iznosi  $S_L = 10 \text{ W/m}^2$ , dok na ostalim frekvencijama nije definisana.

U slučaju posmatranja toplotnih efekata, koji se javljaju usled kontinualnog dejstva elektromagnetnog polja, u frekvencijskom opsegu iznad 100 kHz, treba da budu ispunjeni sledeći uslovi

$$\sum_{i=100kHz}^{1MHz} \left( \frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1MHz}^{300MHz} \left( \frac{E_i}{E_{Li}} \right)^2 \leq 1 \quad (6.13)$$

$$\sum_{j=100kHz}^{150kHz} \left( \frac{H_j}{c} \right)^2 + \sum_{j>150kHz}^{300GHz} \left( \frac{H_j}{H_{Lj}} \right)^2 \leq 1 \quad (6.14)$$

gde su:  $E$  intenzitet vektora jačine električnog polja na  $i$ -toj frekvenciji,  $E_{Li}$  granični intenzitet vektora jačine električnog polja na  $i$ -toj frekvenciji iz Tabele 6.2 za profesionalce, odnosno Tabele 6.3 za opšte stanovništvo,  $H_j$  intenzitet vektora jačine magnetnog polja na  $j$ -toj frekvenciji,  $H_{Lj}$  granični intenzitet vektora jačine magnetnog polja na  $j$ -toj frekvenciji iz Tabele 6.2 za profesionalce, odnosno iz Tabele 6.3 za opšte stanovništvo,  $c = 610/f$  [V/m] za profesionalce, odnosno  $c = 87/f^{1/2}$  [V/m] za opšte stanovništvo,  $d = 1,60/f$  [A/m] za profesionalce, odnosno  $d = 0,73/f$  [A/m] za opšte stanovništvo.

Pri korišćenju gornjih izraza, pretpostavljaju se najgori fazni uslovi duž polja koja potiču od različitih izvora. Zbog toga su nivoi dobijeni u praksi manji od proračunatih vrednosti. U frekvencijskom opsegu oko 900 MHz, 1800 MHz i 2100 MHz na granične vrednosti intenziteta komponenti elektromagnetnog polja utiču samo druge sume u izrazima (6.12), (6.13) i (6.14).

### 6.5.4 UTICAJ MATERIJALA NA PROSTIRANJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Raspored materijala na fasadama zgrada kao i raspored zidova unutar zgrade određuju raspodelu elektromagnetnog zračenja unutar zgrade. Zbog kompleksnosti proračuna koji je posledica korišćenih materijala i njihove raspodele unutar zidova zgrade, daju se rezultati laboratorijskih istraživanja elektromagnetnih (EM) signala propagacije kroz građevinski materijal



koja su sprovedena kao deo inicijative NIST-u (National Institute of Standards and Technology) Američkog departmana za komercionalnu tehnologiju. Iz ovih podataka moguće je odrediti nekoliko važnih karakteristika materijala u zavisnosti od prostiranja elektromagnetnog talasa kroz materijal:

- 1) moć prigušenja u funkciji debljine materijala
- 2) vrednosti električne permitivnosti i dielektričnih konstanti za određeni materijal kao funkcije frekvencije.

Materijali koji su ispitivani su: cigla, građevinski blok, osam različitih betonskih smeša, staklo, iverica, drvo (smrča, bor, jela,...), gipsani zidovi, armirani beton, čelične armaturne rešetke, varijacije iverice i rezane građe. Testovi su vršeni pri suvim i uzorcima natopljenim vodom. Za svaki materijal korišćene su različite debljine materijala kako bi se utvrdilo prigušenje elektromagnetnog talasa u funkciji dubine prodiranja u materijal. Svaki primerak je bio podvrgnut specijalanom testu koji se sastojao od prijemne i predajne antene postavljene 2 metra od uzorka sa metalnom radio frekventnom izolacionom barijerom koja se nalazi na pola puta između antena, da bi se eliminisalo dobijanje višestrukih signala. U središtu izolacione barijere nalazi se otvor u koji se smešta uzorak materijala. Merenja gubitaka snage u materijalu su izvršena na intervalima od 2 MHz u opsegu od 0,5 do 2 GHz i opsegu od 3 do 8 GHz. Frekventni spektar gubitka snage kroz materijal je diskretno generisan za svaki materijal u funkciji debljine i gustine materijala. Zbirni rezultati ispitivanja su dati na Grafiku 6.1.

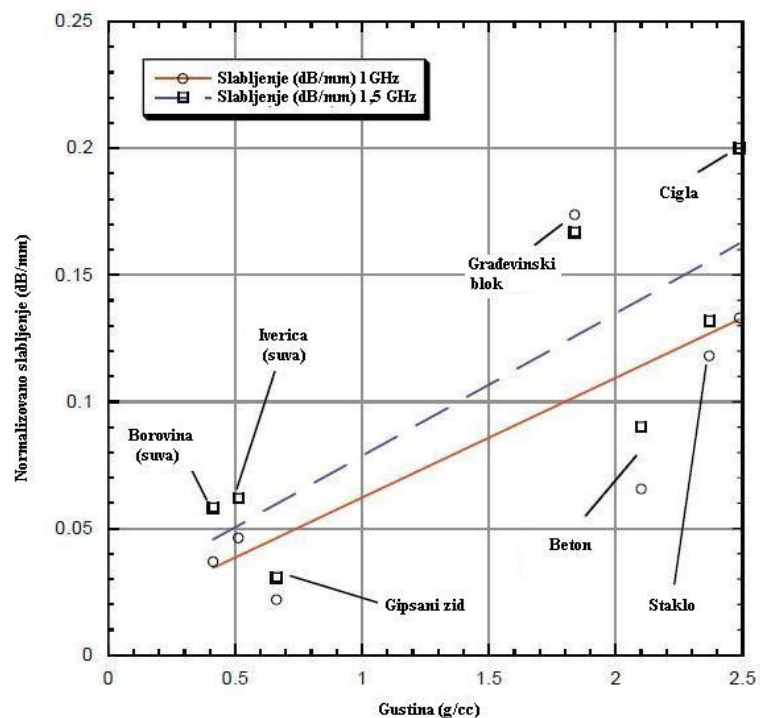
Sa grafika se može videti zavisnost apsorpcije materijala elektromagnetnog talasa u zavisnosti od frekvencije, zavisnost apsorpcije elektromagnetnog talasa u zavisnosti od debljine materijala i zavisnost apsorpcije elektromagnetnog talasa u zavisnosti od tipa materijala. Generalni zaključak je da se sa povećanjem gustine i debljine korišćenog materijala apsorpcija elektromagnetnog talasa povećava.

Zbog širokog dijapazona korišćenih materijala u izgradnji stambenih zgrada, unutrašnjeg rasporeda prostorija, zidova i fasada i rasporeda prozora i vrata na fasadama, ne uzima se u obzir slabljenje elektromagnetne emisije od strane fasada i unutrašnjih zidova. **Pri proračunu se uzima najgori mogući slučaj kad nema slabljenja od strane zidova i fasada.**

Grafik 6.1 Zavisnost

*apsorpcije elektromagnetnog polja od tipa, gustine i debljine materijala*

Zbog starosti zgrada, njihove vrste i raznovrsnosti praktično je nemoguće za svaki objekat pojedinačno oodrediti debljinu, vrstu i strukturu materijala sa njegovom raspodelom unutar objekata, što je potrebno za detaljan proračun polja unutar objekta. Iz tog razloga za proračun



elektromagnetnog polja unutar objekta smatraće se da je raspodela polja unutar objekta uniformna i oslabljena od strane fasade, zidova, prozora i dr. za **4 dB** (slabljenje se kreće od 3 dB - 20 dB).

**Napomena: Proračun koji je rađen je bez slabljenja i prepreka.**

## 6.6 UTICAJ ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA NA TEHNIČKE UREĐAJE

Većina proizvođača komercijalne elektronske opreme testira svoje uređaje u skladu sa standardom koji je izdala Međunarodna Elektrotehnička komisija (International Electrotechnical Commission - IEC) pod brojem IEC 1000-4-3 naveden u CENELEC standardu EN50082-1.

Prema tom standardu, komercijalni elektronski uređaji treba normalno da funkcionišu u polju elektromagnetnog talasa u kome je intenzitet vektora jačine električnog polja  $E = 3\text{V/m}$  (tačnije, nosilac treba da bude amplitudno modulisan signalom učestanosti 1 kHz i pri tome dubina modulacije treba da je 80 %). Tabela 6.7 prikazuje podatke iz kojih može da se zaključi da intenzitet vektora jačine električnog polja  $E = 3\text{V/m}$  odgovara tipičnom komercijalnom okruženju. S druge strane, proizvođači profesionalne i industrijske opreme najčešće testiraju svoju opremu za intenzitet vektora jačine električnog polja od  $E = 10\text{V/m}$ , što odgovara okruženju sa visokim nivoom elektromagnetnih smetnji. Intenzitet vektora jačine električnog polja od  $E = 10\text{V/m}$  je definisan i u okviru industrijskog standarda EN50082-2 (CENELEC, 1995), koji je na snazi od marta 1996. Godine. Treba napomenuti da većina proizvođača, iz razloga pouzdanosti, testira svoju opremu za nešto strože uslove. Tako se, na primer, vrlo često, kada se zahteva granica od  $E = 3\text{V/m}$ , testiranje opreme vrši za intenzitet vektora jačine električnog polja  $E = 10\text{V/m}$ , a kada se granica postavlja na  $E = 10\text{V/m}$ , testiranje se vrši za  $E = 20\text{V/m}$ . Tabela 6.8 prikazuje granične vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja  $E$  ispod kojih je obezbeđeno ispravno funkcionisanje delova opreme na lokaciji uređaja.

*Tabela 6.8 Referentne vrednosti nivoa intenziteta vektora jačine električnog polja  $E$  [V/m] i klase uređaja*

<b>Frekvencijski opseg od 80 MHz do 1 GHz</b>		
Klasa uređaja	Intenzitet vektora jačine električnog polja $E$ [V/m]	Nivo elektromagnetne interferencije okruženja u kome se pojedini uređaji koriste
1	1	nizak nivo (radio, TV antene na rastojanju većem od 2km)
2	3	prosečan nivo (tipično komercijalno okruženje)
3	10	visok nivo (tipično industrijsko okruženje)
4	Posebno	dozvoljen nivo - podleže dogovoru (posebni standardi)

## 6.7 PRORAČUN OPTEREĆENJA KOJE IZVOR UNOSI U ŽIVOTNU SREDINU

Radi utvrđivanja nivoa elektromagnetne emisije buduće radio-bazne stanice BS „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ proračunati su nivoi EMP u lokalnoj zoni BS pod maksimalnim opterećenjem. Cilj je da se utvrdi i analizira:

- Jačina električnog polja predmetne BS pri radu svakog radio-sistema ponaosob;
- Izloženost pri istovremenom radu svih radio-sistema predmetne BS;

Na osnovu raspoloživih tehničkih podataka o opremi (snaga i kapacitet BS, dobitak, visina, usmerenje i nagib antena, karakteristike kablova i sl.), proračun jačine električnog polja izvršen je u prostoru dimenzija 600 x 600 m (u krugu poluprečnika 300 m u odnosu na BS).

**Imajući u vidu konfiguraciju terena, visine i položaj objekata u zoni povećane osetljivosti, proračun je urađen na:**

- **na nivou tla (podnožje objekta na kome su montirane antene sa uračunatom prosečnom visinom čoveka od 1,5 m)**
- **nivoima najizloženijih spratova objekata povećane osetljivosti u okolini, sa uračunatom prosečnom visinom čoveka 1,5 m.**

Uticao na mernu nesigurnost proračuna ima refleksija i rasejanje signala na krovovima objekata koja u zavisnosti od oblika objekta i materijala kojim je izgrađen, može generisati različitu raspodelu elektromagnetnog polja, isključivo se odnosi za objekte ispod BS.

Na greška modela u dalekom polju najviše utiču visoki objekti koji se nalaze u analiziranom poluprečniku oko BS. (primer: vrednosti električnog polja na niskom objektu koji se nalazi iza visokog objekta u pravcu BS, sigurno je manja od prikazane jer visoka zgrada ispred slabi signal). Greške koje se javljaju usled proračuna date su u Tabeli 6.9.

Tabela 6.9 Greške usled proračuna

PODACI O DOPRINOSIMA					
Komponenta/Uticao	Nesigurnost [dB]	Raspodela	Faktor raspodele	$c_i$	Standardna nesigurnost [dB]
Variranje snage transmitera	1,0	Uniformna	1,73	1	0,58
Razlike karakteristika komponenti u antenama i modelu	0,2	Uniformna	1,73	1	0,12
Refleksija i rasejanje na krovovima zgrada u zavisnosti od korišćenog materijala i oblika	0,2	Uniformna	1,73	1	0,17
Greška modela u dalekom polju: metoda za određivanje parametara modela ograničava tačnost predviđanja polja	1,0	Uniformna	1,73	1	0,58
UKUPNA (KOMBINOVANA) MERNI NESIGURNOST					
$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i^2 \cdot u_i^2}$			0,83 dB		
PROŠIRENA MERNI NESIGURNOST					
$U = 1,96 \cdot u_c$	$U[\%] = \left(10^{\frac{U[\text{dB}]}{20}} - 1\right) \cdot 100$		30 %	Nivo poverenja 95% ( $k = 1,96$ ) normalna raspodela	
ISKAZIVANJE REZULTATA					
Rezultat proračuna $\pm 30$ % proračunate vrednosti					

**Program za proračun električnog polja je za otvoreni prostor i ne uzima u obzir prepreke na koje nailazi signal, ni refleksiju signala (prostor bez prepreka), tako da se može desiti razlika u merenju i matematičkom proračunu – modelovanju. Objekti su ucrtani kako bi se videla visina i položaj, u odnosu na ravan proračuna.**

Prilikom proračuna razmotrene su granice za ljudski organizam po Pravilniku o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima („Službeni glasnik RS“ broj 104/09).

Proračun je zasnovan na tehničkim podacima dobijenim od operatora i pretpostavlja najgori slučaj, da svi radio-sistemi svih mobilnih operatora rade maksimalnom snagom.

## **6.8 REZULTATI PRORAČUNA ZONE NEDOZVOLJENOG ZRAČENJA**

Granične vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja, koje su uzimane u obzir su vrednosti definisane standardima i to vrednosti:

$E = 15,6$  V/m –granica za opseg LTE800 po Pravilniku o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima ("Službeni glasnik RS" broj 104/09)

$E = 24,4$  V/m –granica za opseg UMTS po Pravilniku o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima ("Službeni glasnik RS" broj 104/09)

$E = 10$  V/m - granica za profesionalne tehničke uređaje,

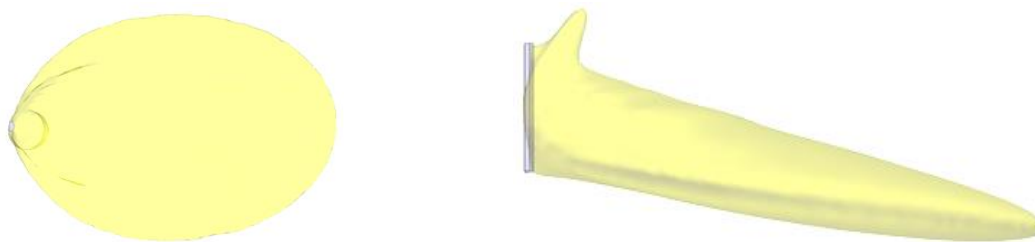
$E = 3$  V/m - granica za komercijalne tehničke uređaje.

**Izloženost = Faktor izlaganja od svih izvora visokofrekventnog zračenja dat formulom  $\sum(E_{sr}/E_L)^2$ .** Izlaganje stanovništva u prisustvu više izvora (treba da je  $\leq$  od 1, (odnosno  $<$  od 100% ).

$E_{uk}$  = Srednja vrednost trenutne jačine ukupnog električnog polja određenog radio-sistema

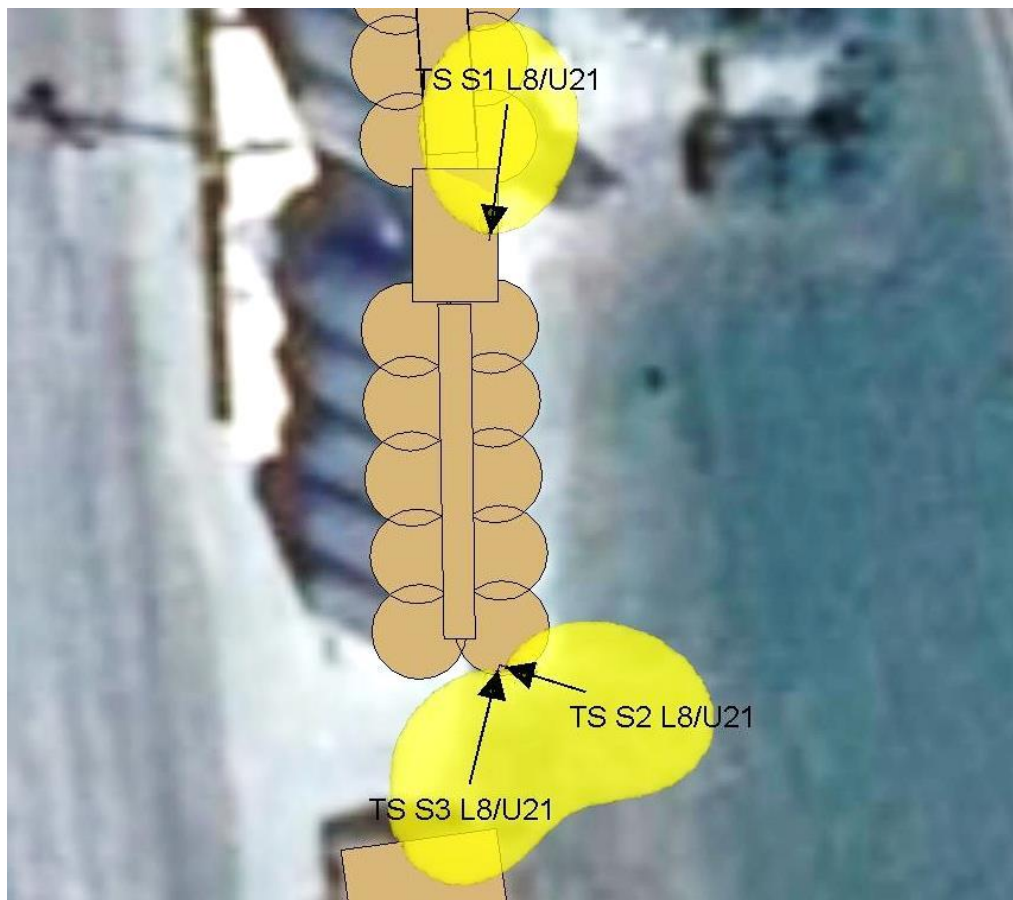
$E_L$  = Referentni granični nivo za frekventni opseg radio-sistema.

**Prikaz polja označenog žutom bojom, predstavlja zonu ispred antena u kojoj vrednosti električnog polja prelaze granične vrednosti (Slike 6.3÷6.8.).**

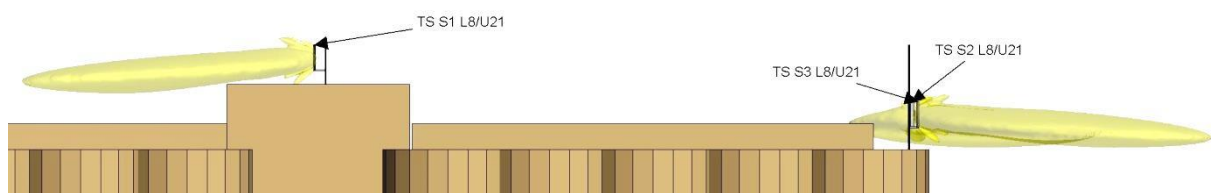


*Slika 6.3 Izgled polja koja stvara antena pri maksimalnom opterećenju*

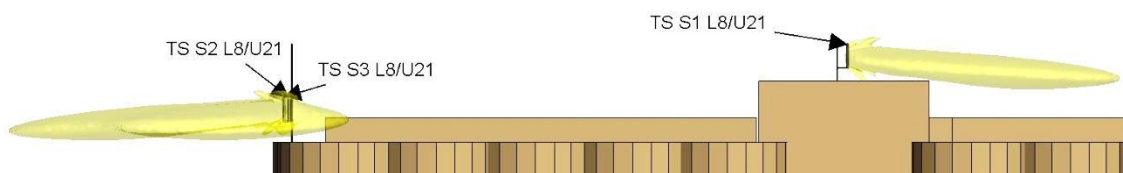
Rezultati proračuna električnog polja i izloženosti prikazani su slikovito i tabelarno. Vrednosti u tabelama su lokalni maksimumi površina dimenzija 20 x 20 m sa središtima koja odgovaraju koordinatama iz zaglavlja. Radi bolje preglednosti na slikama su obeležene odgovarajuće koordinate. Rezultati proračuna na najizloženijim spratovima objekata prikazani su zbirno u jednoj tabeli.



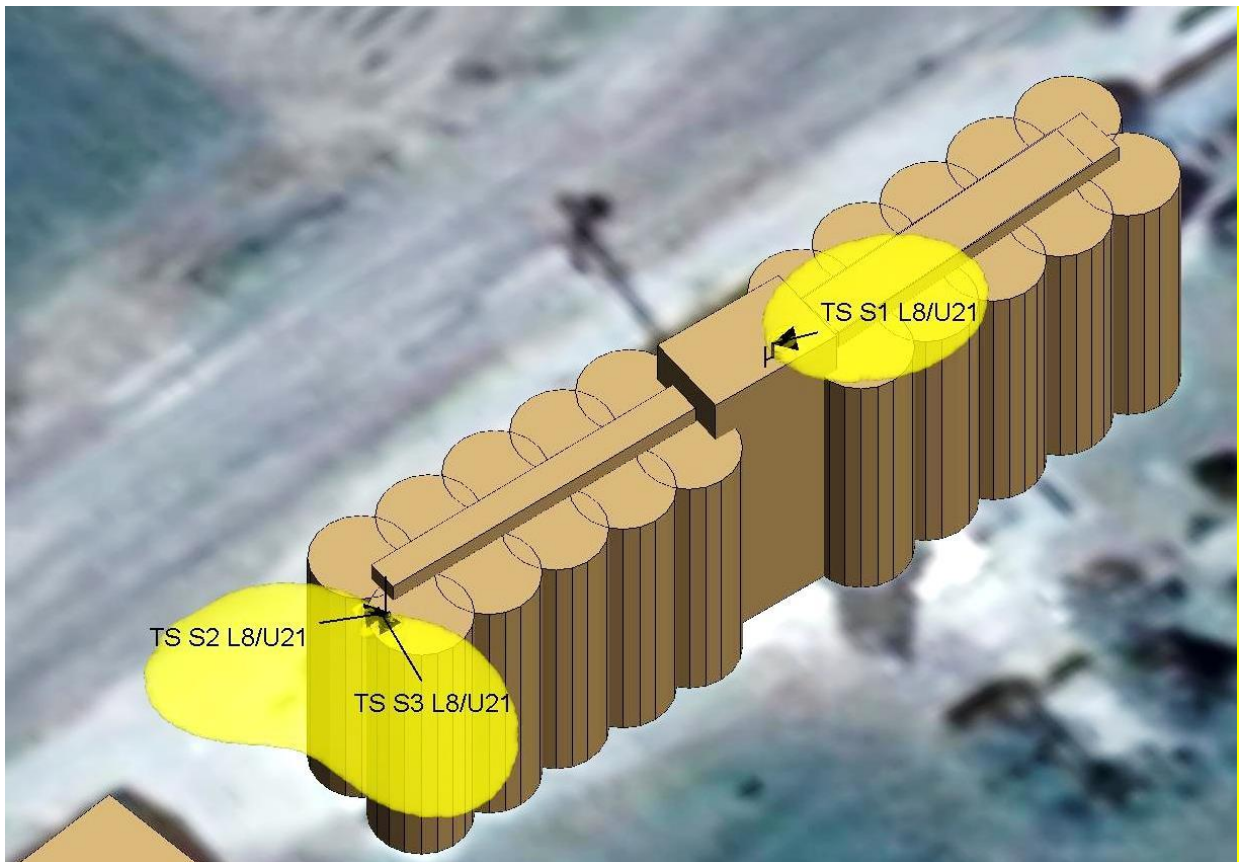
*Slika 6.4 Prikaz polja koje stvaraju antene pri maksimalnom opterećenju, pogled iz perspektive*



*Slika 6.5 Kontrolisana zona, horizontalan pogled na antene iz pravca zapada*



*Slika 6.6 Kontrolisana zona, horizontalan pogled na antene iz pravca istoka*



*Slika 6.7 Prikaz polja koje stvaraju antene pri maksimalnom opterećenju, pogled iz perspektive*

**Oznake na cetežima su:**

S1, 2, 3 – sektori 1, 2, 3

U21 – UMTS2100, L8 - LTE800;

TS - Telekom Srbija

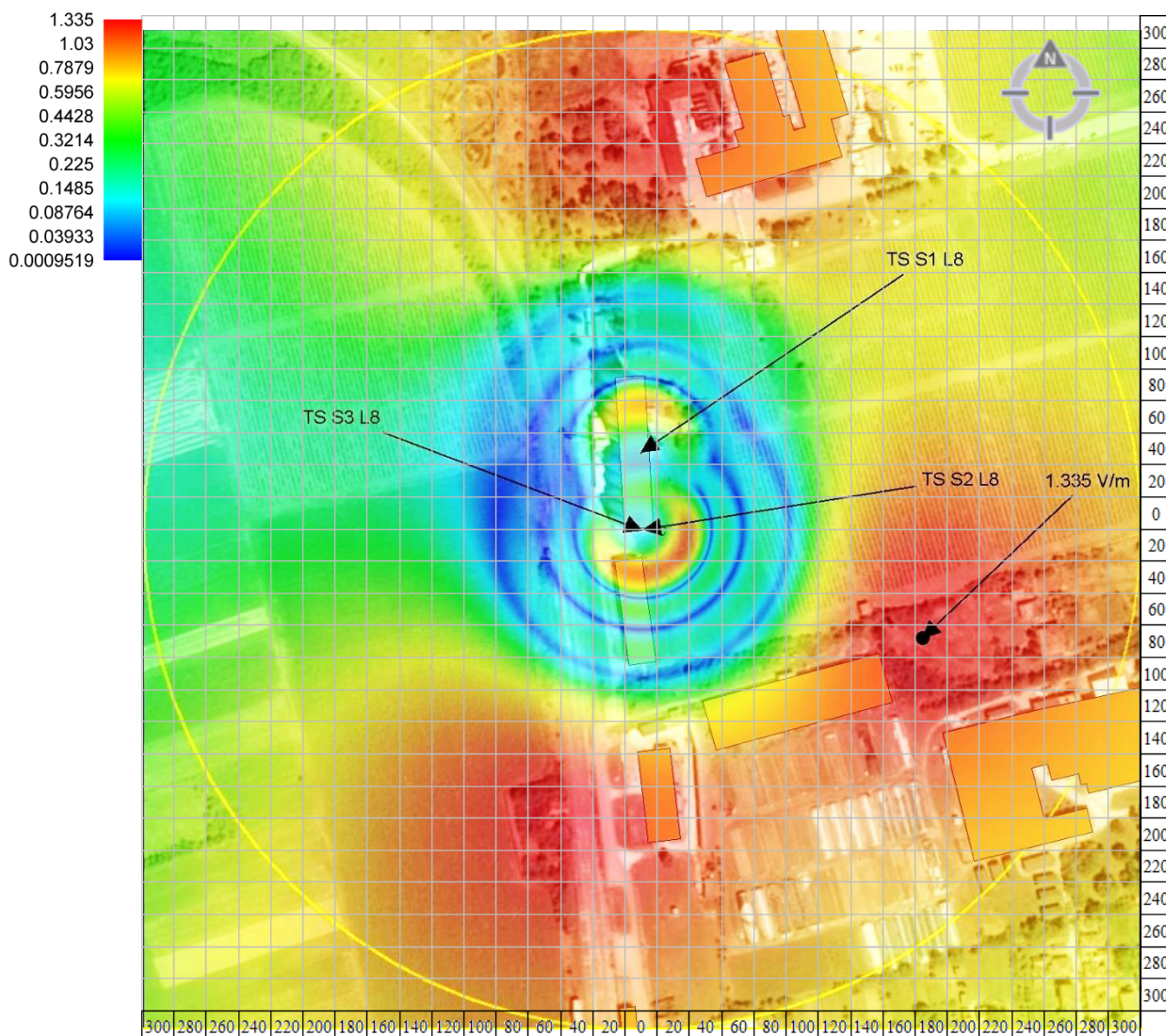
## 6.9 REZULTATI PRORAČUNA INTENZITETA VEKTORA JAČINE ELEKTRIČNOG POLJA

### 6.9.1 PRORAČUN NA NIVOU 1,5 M (NIVO TLA, SA PROSEČNOM VISINOM ČOVEKA OD +1,5 M)

*Jačina električnog polja na nivou 1,5 m pri maksimalnom radu radio-sistema LTE800 buduće bazne stanice*

Environmental slice

E total [V/m]



Slika 6.8. Jačina električnog polja radio-sistema LTE800 na nivou 1,5 m

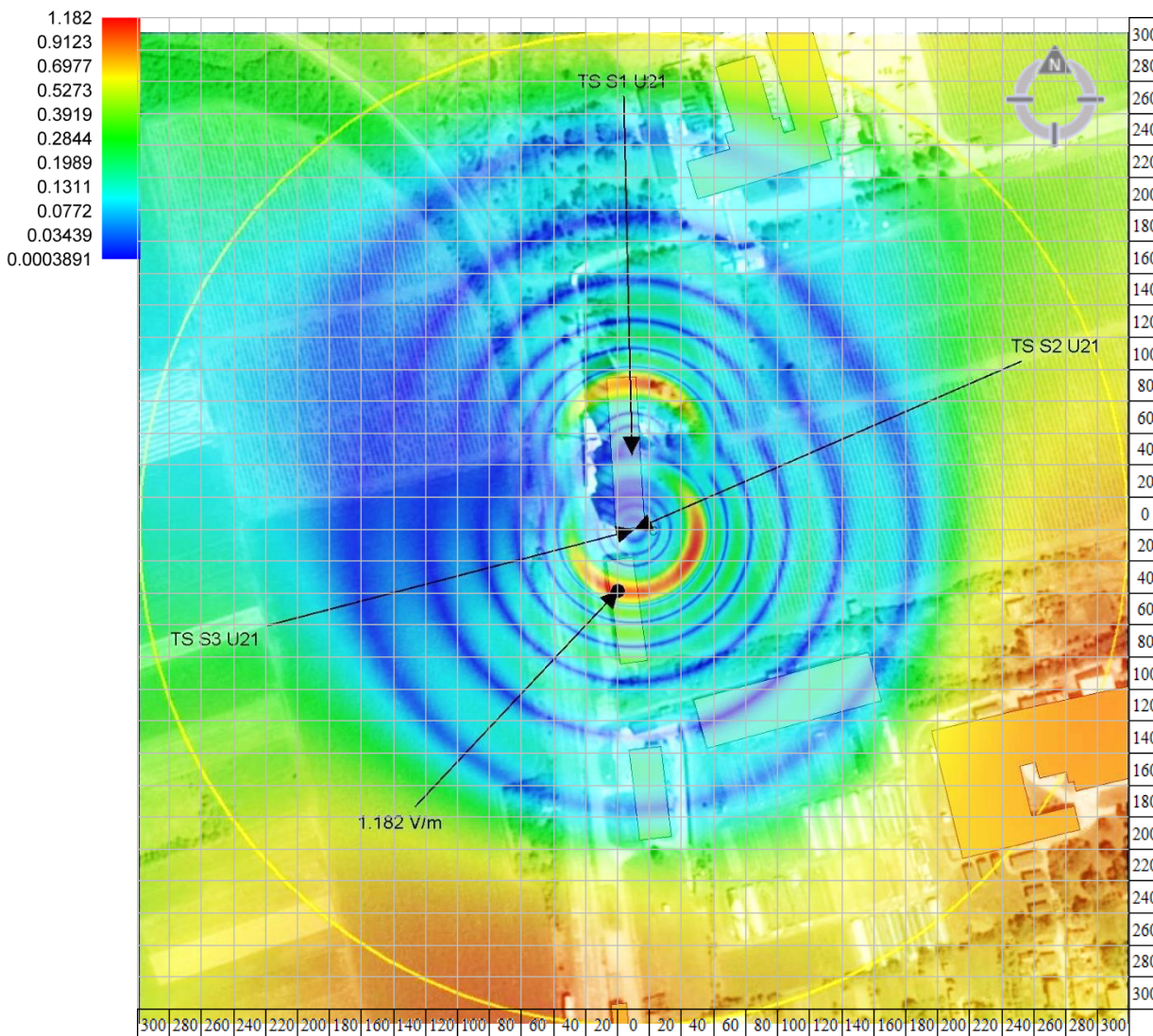
*Tabela 6.10. Jačina električnog polja [V/m] radio-sistema LTE800 buduće BS na nivou 1,5 m*  
**Maksimum: 1,335 V/m**

m/m	-300	-280	-260	-240	-220	-200	-180	-160	-140	-120	-100	-80	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
300	0,329	0,361	0,393	0,446	0,475	0,521	0,579	0,697	0,762	0,832	0,901	0,966	1,022	1,075	1,113	1,141	1,150	1,133	1,105	1,065	1,016	0,960	0,897	0,836	0,717	0,666	0,615	0,573	0,531	0,498	0,464
280	0,334	0,351	0,386	0,430	0,471	0,518	0,574	0,702	0,776	0,851	0,926	1,001	1,062	1,121	1,167	1,197	1,205	1,186	1,154	1,111	1,051	0,990	0,927	0,857	0,762	0,682	0,628	0,581	0,540	0,504	0,487
260	0,311	0,352	0,376	0,428	0,460	0,512	0,567	0,705	0,776	0,861	0,942	1,019	1,094	1,157	1,213	1,245	1,267	1,248	1,196	1,144	1,081	1,009	0,934	0,858	0,728	0,670	0,617	0,570	0,531	0,498	0,468
240	0,317	0,332	0,367	0,408	0,447	0,498	0,557	0,696	0,775	0,856	0,946	1,031	1,110	1,174	1,234	1,279	1,280	1,259	1,223	1,163	1,096	1,017	0,938	0,861	0,726	0,665	0,614	0,569	0,533	0,500	0,473
220	0,287	0,330	0,349	0,402	0,430	0,480	0,537	0,671	0,756	0,834	0,926	1,013	1,095	1,161	1,218	1,264	1,266	1,252	1,214	1,159	1,090	1,010	0,930	0,855	0,715	0,659	0,611	0,569	0,534	0,504	0,479
200	0,292	0,305	0,340	0,375	0,409	0,457	0,512	0,644	0,715	0,802	0,879	0,981	1,036	1,095	1,142	1,187	1,196	1,188	1,160	1,115	1,052	0,979	0,909	0,835	0,703	0,653	0,607	0,571	0,539	0,511	0,486
180	0,259	0,287	0,313	0,350	0,383	0,429	0,478	0,598	0,668	0,731	0,805	0,873	0,919	0,954	0,979	1,016	1,032	1,039	1,040	1,027	0,976	0,927	0,865	0,798	0,715	0,666	0,625	0,574	0,546	0,521	0,500
160	0,228	0,266	0,272	0,325	0,358	0,396	0,440	0,543	0,594	0,646	0,682	0,704	0,707	0,698	0,682	0,695	0,741	0,802	0,846	0,863	0,863	0,841	0,801	0,758	0,695	0,658	0,633	0,612	0,583	0,562	0,546
140	0,228	0,243	0,272	0,294	0,328	0,362	0,400	0,478	0,511	0,530	0,534	0,524	0,463	0,375	0,290	0,255	0,337	0,462	0,586	0,678	0,723	0,734	0,734	0,717	0,681	0,668	0,656	0,639	0,612	0,594	0,575
120	0,204	0,236	0,234	0,275	0,272	0,293	0,311	0,372	0,375	0,364	0,317	0,294	0,139	0,178	0,208	0,222	0,223	0,213	0,269	0,392	0,528	0,616	0,673	0,691	0,699	0,698	0,688	0,678	0,651	0,631	0,611
100	0,210	0,214	0,232	0,241	0,249	0,262	0,274	0,307	0,306	0,268	0,195	0,141	0,132	0,164	0,223	0,237	0,233	0,199	0,210	0,297	0,450	0,570	0,686	0,726	0,743	0,747	0,735	0,719	0,699	0,678	0,655
80	0,190	0,211	0,211	0,222	0,232	0,241	0,247	0,246	0,232	0,196	0,132	0,085	0,088	0,255	0,843	0,945	0,882	0,236	0,163	0,300	0,420	0,620	0,734	0,787	0,808	0,810	0,800	0,781	0,770	0,733	0,706
60	0,200	0,205	0,209	0,217	0,225	0,231	0,232	0,226	0,207	0,118	0,082	0,054	0,078	0,355	0,748	0,753	0,769	0,366	0,097	0,223	0,405	0,609	0,804	0,867	0,892	0,895	0,888	0,852	0,836	0,788	0,755
40	0,196	0,205	0,214	0,223	0,230	0,234	0,225	0,204	0,106	0,072	0,037	0,047	0,271	0,290	0,214	0,340	0,295	0,127	0,182	0,387	0,645	0,920	0,967	0,986	0,987	0,978	0,938	0,902	0,842	0,802	
20	0,207	0,217	0,228	0,238	0,247	0,253	0,254	0,248	0,228	0,157	0,077	0,040	0,037	0,149	0,234	0,350	0,766	0,624	0,168	0,181	0,452	0,699	0,991	1,064	1,082	1,077	1,049	1,008	0,961	0,914	0,869
0	0,223	0,236	0,249	0,262	0,275	0,285	0,291	0,303	0,303	0,225	0,117	0,068	0,080	0,428	0,623	0,319	1,127	0,966	0,251	0,220	0,513	0,885	1,126	1,195	1,203	1,156	1,096	1,044	1,040	0,983	0,929
-20	0,244	0,260	0,277	0,295	0,313	0,330	0,345	0,385	0,385	0,314	0,192	0,101	0,106	0,432	1,095	1,129	1,134	0,897	0,250	0,232	0,629	0,989	1,213	1,271	1,274	1,250	1,160	1,101	1,043	1,021	0,962
-40	0,272	0,292	0,313	0,337	0,362	0,388	0,459	0,481	0,481	0,434	0,323	0,143	0,160	0,230	0,882	1,012	0,814	0,259	0,232	0,343	0,782	1,088	1,273	1,318	1,318	1,288	1,195	1,134	1,069	1,007	0,977
-60	0,300	0,324	0,352	0,382	0,412	0,447	0,500	0,588	0,594	0,582	0,507	0,341	0,177	0,224	0,229	0,262	0,203	0,206	0,211	0,588	0,934	1,162	1,303	1,335	1,328	1,296	1,215	1,153	1,088	1,024	0,963
-80	0,328	0,356	0,389	0,426	0,467	0,510	0,558	0,695	0,728	0,737	0,712	0,616	0,530	0,324	0,232	0,231	0,210	0,287	0,522	0,843	1,060	1,187	1,305	1,331	1,312	1,273	1,214	1,152	1,090	1,030	0,972
-100	0,360	0,392	0,428	0,471	0,518	0,570	0,628	0,797	0,854	0,892	0,941	0,873	0,816	0,760	0,635	0,544	0,550	0,642	0,782	0,975	1,078	1,187	1,292	1,302	1,283	1,244	1,193	1,143	1,094	1,032	0,996
-120	0,388	0,424	0,465	0,512	0,565	0,625	0,692	0,877	0,971	1,016	1,059	1,067	1,057	1,028	1,010	0,947	0,886	0,896	0,951	1,036	1,103	1,183	1,251	1,261	1,236	1,200	1,159	1,104	1,053	1,003	0,952
-140	0,440	0,481	0,528	0,582	0,645	0,713	0,788	0,960	1,044	1,127	1,196	1,247	1,267	1,244	1,202	1,123	1,086	1,060	1,074	1,105	1,157	1,198	1,198	1,183	1,145	1,061	1,063	1,023	0,975	0,903	
-160	0,440	0,481	0,528	0,611	0,672	0,742	0,856	0,982	1,072	1,155	1,230	1,283	1,318	1,327	1,310	1,274	1,201	1,147	1,106	1,074	1,097	1,118	1,136	1,136	1,118	1,073	1,061	1,005	0,981	0,943	0,903
-180	0,480	0,501	0,576	0,630	0,693	0,757	0,871	0,995	1,078	1,157	1,230	1,282	1,320	1,329	1,304	1,284	1,212	1,156	1,110	1,064	1,039	1,029	1,022	1,011	0,989	1,038	0,952	0,979	0,897	0,912	0,835
-200	0,497	0,527	0,567	0,640	0,702	0,770	0,838	0,992	1,065	1,136	1,196	1,248	1,282	1,286	1,271	1,242	1,202	1,136	1,086	1,039	1,002	0,982	0,969	0,953	0,961	0,943	0,951	0,905	0,900	0,853	0,841
-220	0,510	0,541	0,601	0,655	0,710	0,771	0,836	0,984	1,043	1,102	1,157	1,201	1,228	1,233	1,218	1,193	1,143	1,095	1,047	1,005	0,964	0,936	0,901	0,901	0,875	0,887	0,844	0,882	0,809	0,833	0,764
-240	0,535	0,555	0,587	0,654	0,710	0,767	0,861	0,964	1,028	1,062	1,112	1,146	1,168	1,172	1,159	1,134	1,091	1,048	1,007	0,961	0,924	0,892	0,871	0,839	0,822	0,810	0,823	0,806	0,811	0,773	0,766
-260	0,523	0,565	0,609	0,653	0,706	0,758	0,852	0,924	0,973	1,021	1,061	1,087	1,106	1,110	1,098	1,103	1,036	1,003	0,960	0,922	0,885	0,851	0,826	0,809	0,779	0,764	0,752	0,783	0,724	0,753	0,694
-280	0,528	0,566	0,606	0,652	0,698	0,748	0,796	0,890	0,934	0,978	1,007	1,031	1,046	1,048	1,036	1,043	1,009	0,979	0,938	0,879	0,845	0,812	0,786	0,767	0,758	0,737	0,741	0,720	0,726	0,696	0,693
-300	0,528	0,564	0,603	0,649	0,688	0,731	0,776	0,859	0,898	0,955	0,958	0,978	0,989	0,991	0,978	0,984	0,955	0,903	0,870	0,837	0,804	0,776	0,749	0,728	0,699	0,721	0,672	0,702	0,651	0,679	0,628



***Jačina električnog polja na nivou 1,5 m pri maksimalnom radu  
 radio-sistema UMTS2100 buduće bazne stanice***

Environmental slice  
 E total [V/m]



*Slika 6.9. Jačina električnog polja radio-sistema UMTS2100 na nivou 1,5 m*



# STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

## ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zzs@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

Tabela 6.11. Jačina električnog polja [V/m] radio-sistema UMTS2100 buduće BS na nivou 1,5 m

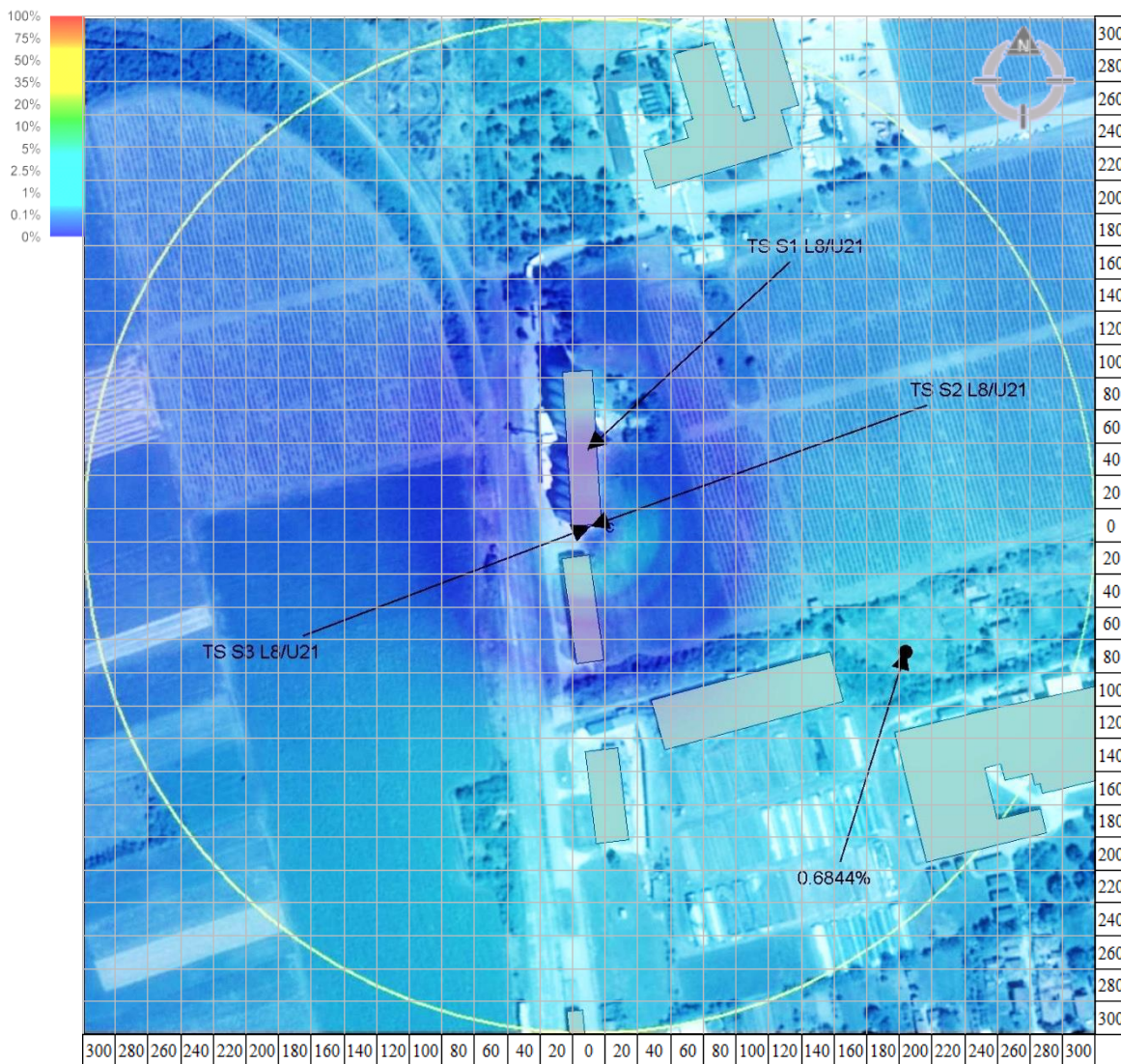
**Maksimum: 1,182 V/m**

m/m	-300	-280	-260	-240	-220	-200	-180	-160	-140	-120	-100	-80	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
<b>300</b>	0,288	0,312	0,336	0,363	0,387	0,412	0,436	0,476	0,497	0,505	0,521	0,528	0,538	0,541	0,550	0,562	0,576	0,582	0,591	0,598	0,606	0,608	0,605	0,594	0,563	0,544	0,524	0,499	0,477	0,454	0,433
<b>280</b>	0,284	0,296	0,313	0,335	0,358	0,376	0,394	0,419	0,423	0,427	0,421	0,421	0,413	0,409	0,404	0,416	0,422	0,448	0,457	0,478	0,500	0,516	0,531	0,531	0,522	0,512	0,495	0,480	0,460	0,443	0,424
<b>260</b>	0,253	0,283	0,288	0,305	0,322	0,337	0,346	0,351	0,348	0,333	0,314	0,294	0,272	0,252	0,236	0,237	0,255	0,280	0,296	0,333	0,371	0,406	0,453	0,467	0,474	0,471	0,466	0,455	0,444	0,431	0,418
<b>240</b>	0,242	0,249	0,261	0,274	0,284	0,291	0,293	0,286	0,271	0,232	0,198	0,158	0,121	0,116	0,106	0,099	0,117	0,124	0,151	0,202	0,256	0,282	0,369	0,400	0,419	0,431	0,434	0,433	0,430	0,423	0,415
<b>220</b>	0,210	0,223	0,234	0,242	0,245	0,244	0,236	0,219	0,191	0,130	0,094	0,079	0,109	0,125	0,133	0,138	0,139	0,136	0,111	0,116	0,133	0,195	0,283	0,330	0,366	0,389	0,405	0,414	0,419	0,418	0,413
<b>200</b>	0,190	0,198	0,204	0,208	0,207	0,197	0,180	0,152	0,115	0,055	0,077	0,099	0,114	0,122	0,125	0,129	0,133	0,134	0,128	0,121	0,102	0,114	0,208	0,268	0,316	0,354	0,381	0,401	0,411	0,416	0,417
<b>180</b>	0,169	0,173	0,177	0,175	0,168	0,154	0,129	0,094	0,052	0,065	0,080	0,086	0,077	0,104	0,140	0,149	0,144	0,111	0,098	0,113	0,111	0,106	0,160	0,221	0,280	0,328	0,366	0,392	0,410	0,422	0,429
<b>160</b>	0,133	0,152	0,151	0,145	0,134	0,113	0,084	0,048	0,049	0,064	0,064	0,096	0,124	0,148	0,162	0,170	0,170	0,163	0,145	0,115	0,094	0,106	0,141	0,196	0,257	0,314	0,363	0,406	0,438	0,462	0,473
<b>140</b>	0,133	0,127	0,129	0,120	0,104	0,081	0,051	0,034	0,047	0,048	0,067	0,099	0,112	0,166	0,195	0,205	0,205	0,188	0,135	0,121	0,079	0,085	0,133	0,184	0,248	0,313	0,376	0,428	0,463	0,491	0,505
<b>120</b>	0,112	0,108	0,100	0,087	0,070	0,052	0,028	0,033	0,034	0,035	0,067	0,077	0,124	0,175	0,219	0,235	0,232	0,200	0,149	0,092	0,085	0,051	0,102	0,156	0,239	0,323	0,395	0,454	0,497	0,525	0,544
<b>100</b>	0,108	0,103	0,094	0,081	0,065	0,045	0,027	0,024	0,022	0,037	0,045	0,080	0,110	0,169	0,845	0,985	0,857	0,195	0,132	0,101	0,073	0,067	0,065	0,144	0,232	0,331	0,417	0,485	0,533	0,565	0,585
<b>80</b>	0,110	0,102	0,095	0,082	0,065	0,045	0,028	0,020	0,014	0,031	0,030	0,051	0,085	0,548	0,932	1,019	0,984	0,633	0,115	0,075	0,061	0,071	0,070	0,115	0,226	0,338	0,439	0,519	0,574	0,608	0,631
<b>60</b>	0,113	0,109	0,102	0,089	0,071	0,050	0,029	0,016	0,015	0,019	0,024	0,039	0,060	0,372	0,214	0,111	0,254	0,494	0,091	0,083	0,090	0,072	0,086	0,080	0,211	0,344	0,464	0,558	0,621	0,658	0,676
<b>40</b>	0,128	0,115	0,113	0,099	0,080	0,056	0,030	0,013	0,014	0,013	0,019	0,022	0,054	0,136	0,075	0,125	0,290	0,218	0,124	0,128	0,118	0,075	0,104	0,096	0,195	0,354	0,489	0,592	0,662	0,704	0,726
<b>20</b>	0,135	0,133	0,129	0,115	0,093	0,065	0,033	0,019	0,019	0,021	0,025	0,031	0,038	0,158	0,083	0,049	0,456	0,802	0,209	0,176	0,147	0,124	0,122	0,119	0,185	0,371	0,526	0,641	0,716	0,759	0,778
<b>0</b>	0,163	0,148	0,150	0,135	0,111	0,088	0,044	0,030	0,030	0,035	0,041	0,055	0,086	0,430	0,132	0,102	0,343	1,165	0,284	0,220	0,180	0,171	0,141	0,138	0,206	0,416	0,588	0,711	0,790	0,833	0,850
<b>-20</b>	0,173	0,175	0,176	0,160	0,135	0,098	0,060	0,036	0,040	0,039	0,060	0,087	0,124	0,785	0,984	0,348	1,102	1,180	0,284	0,237	0,197	0,173	0,152	0,142	0,241	0,459	0,632	0,754	0,831	0,871	0,869
<b>-40</b>	0,210	0,196	0,203	0,189	0,164	0,125	0,086	0,038	0,052	0,038	0,089	0,117	0,158	0,508	1,178	<b>1,182</b>	1,023	0,601	0,262	0,237	0,198	0,155	0,157	0,139	0,300	0,517	0,686	0,802	0,873	0,910	0,917
<b>-60</b>	0,225	0,231	0,238	0,226	0,201	0,161	0,126	0,052	0,067	0,067	0,096	0,118	0,187	0,247	0,290	0,291	0,250	0,215	0,213	0,187	0,194	0,148	0,158	0,144	0,376	0,581	0,739	0,848	0,913	0,947	0,952
<b>-80</b>	0,269	0,259	0,275	0,267	0,246	0,209	0,152	0,104	0,071	0,092	0,086	0,149	0,173	0,231	0,237	0,232	0,204	0,180	0,156	0,172	0,130	0,151	0,152	0,240	0,459	0,645	0,788	0,883	0,937	0,964	0,968
<b>-100</b>	0,288	0,301	0,317	0,314	0,300	0,269	0,215	0,138	0,085	0,099	0,111	0,109	0,183	0,198	0,199	0,193	0,173	0,154	0,147	0,109	0,134	0,139	0,176	0,345	0,538	0,702	0,822	0,904	0,951	0,972	0,976
<b>-120</b>	0,335	0,350	0,362	0,365	0,358	0,334	0,292	0,224	0,134	0,082	0,122	0,143	0,141	0,121	0,162	0,165	0,142	0,122	0,110	0,120	0,123	0,097	0,270	0,450	0,611	0,744	0,846	0,917	0,955	0,971	0,974
<b>-140</b>	0,402	0,399	0,449	0,467	0,481	0,480	0,467	0,431	0,371	0,239	0,133	0,145	0,154	0,158	0,157	0,151	0,139	0,125	0,117	0,113	0,144	0,235	0,439	0,575	0,693	0,790	0,859	0,916	0,952	0,964	0,961
<b>-160</b>	0,402	0,454	0,492	0,516	0,537	0,552	0,551	0,534	0,500	0,408	0,323	0,229	0,141	0,143	0,149	0,148	0,134	0,114	0,108	0,178	0,265	0,366	0,528	0,632	0,728	0,801	0,859	0,906	0,935	0,948	0,943
<b>-180</b>	0,461	0,496	0,528	0,561	0,591	0,612	0,625	0,630	0,616	0,540	0,475	0,441	0,373	0,308	0,254	0,221	0,219	0,241	0,281	0,334	0,401	0,476	0,595	0,673	0,740	0,801	0,849	0,884	0,885	0,888	0,882
<b>-200</b>	0,498	0,524	0,564	0,599	0,634	0,664	0,692	0,715	0,715	0,699	0,666	0,628	0,581	0,531	0,485	0,448	0,421	0,422	0,444	0,472	0,512	0,561	0,643	0,696	0,746	0,795	0,832	0,843	0,852	0,856	0,848
<b>-220</b>	0,510	0,549	0,589	0,629	0,668	0,708	0,740	0,791	0,800	0,797	0,789	0,774	0,744	0,708	0,669	0,632	0,594	0,579	0,572	0,578	0,597	0,625	0,676	0,708	0,744	0,780	0,792	0,811	0,818	0,818	0,815
<b>-240</b>	0,534	0,566	0,610	0,652	0,698	0,738	0,782	0,847	0,862	0,874	0,878	0,871	0,859	0,831	0,800	0,764	0,719	0,694	0,669	0,662	0,656	0,665	0,689	0,711	0,730	0,747	0,764	0,773	0,782	0,785	0,789
<b>-260</b>	0,542	0,575	0,625	0,671	0,715	0,763	0,806	0,877	0,902	0,925	0,933	0,935	0,928	0,910	0,882	0,849	0,800	0,768	0,737	0,716	0,699	0,691	0,696	0,706	0,715	0,723	0,732	0,740	0,740	0,767	0,738
<b>-280</b>	0,559	0,584	0,630	0,681	0,728	0,775	0,840	0,892	0,924	0,951	0,963	0,966	0,964	0,951	0,911	0,881	0,847	0,812	0,778	0,745	0,728	0,709	0,699	0,695	0,698	0,699	0,701	0,709	0,725	0,717	0,721
<b>-300</b>	0,558	0,594	0,642	0,683	0,734	0,778	0,842	0,895	0,931	0,954	0,970	0,977	0,972	0,961	0,929	0,900	0,869	0,833	0,798	0,760	0,739	0,712	0,694	0,684	0,674	0,674	0,672	0,695	0,669	0,699	0,661

***Izloženost na nivou 1,5 m pri maksimalnom radu radio-sistema UMTS2100 i LTE800 buduće bazne stanice “Telekom Srbija”***

Environmental slice

% of „Službeni glasnik RS”, br.36/09



***Slika 6.10. Izloženost od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora “Telekom Srbija” na nivou 1,5 m***

*Tabela 6.12. Izloženost [%] od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora "Telekom Srbija" na nivou 1,5 m  
Maksimum: 0,68 % (0,00684).*

m/m	-300	-280	-260	-240	-220	-200	-180	-160	-140	-120	-100	-80	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	
<b>300</b>	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,14	0,16	0,22	0,22	0,31	0,37	0,40	0,44	0,49	0,53	0,56	0,56	0,55	0,53	0,49	0,45	0,41	0,37	0,32	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	
<b>280</b>	0,06	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,17	0,22	0,26	0,29	0,36	0,41	0,46	0,50	0,54	0,57	0,58	0,58	0,55	0,51	0,46	0,42	0,37	0,32	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	
<b>260</b>	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,21	0,25	0,30	0,35	0,41	0,47	0,52	0,57	0,61	0,61	0,60	0,56	0,52	0,47	0,41	0,36	0,31	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	
<b>240</b>	0,05	0,05	0,07	0,07	0,09	0,11	0,15	0,20	0,24	0,29	0,35	0,41	0,47	0,53	0,58	0,62	0,62	0,60	0,57	0,52	0,46	0,41	0,35	0,30	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	
<b>220</b>	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,18	0,22	0,27	0,33	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,61	0,60	0,56	0,51	0,45	0,39	0,34	0,29	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	
<b>200</b>	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,16	0,20	0,25	0,30	0,36	0,41	0,46	0,50	0,54	0,55	0,54	0,52	0,48	0,42	0,37	0,32	0,27	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	
<b>180</b>	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,14	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,35	0,37	0,40	0,41	0,42	0,42	0,40	0,37	0,33	0,29	0,25	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	
<b>160</b>	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,08	0,11	0,14	0,16	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,22	0,25	0,28	0,29	0,29	0,27	0,25	0,22	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	
<b>140</b>	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,09	0,06	0,04	0,03	0,05	0,09	0,14	0,18	0,20	0,21	0,21	0,20	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16	0,17	0,15	
<b>120</b>	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,11	0,15	0,18	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17	0,19	
<b>100</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,12	0,16	0,10	0,02	0,02	0,03	0,08	0,13	0,18	0,20	0,22	0,23	0,23	0,24	0,23	0,23	0,22	
<b>80</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05	0,27	0,34	0,29	0,07	0,01	0,03	0,08	0,13	0,21	0,24	0,26	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	
<b>60</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,23	0,24	0,24	0,05	0,00	0,02	0,08	0,14	0,25	0,29	0,31	0,32	0,33	0,33	0,32	0,31	0,29	
<b>40</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	0,08	0,16	0,31	0,36	0,38	0,39	0,39	0,38	0,38	0,35	0,33	
<b>20</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,05	0,20	0,14	0,02	0,01	0,08	0,19	0,38	0,43	0,45	0,46	0,45	0,44	0,43	0,41	0,37	
<b>0</b>	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,15	0,04	0,49	0,37	0,04	0,02	0,11	0,25	0,49	0,54	0,55	0,55	0,55	0,53	0,48	0,46	0,41	
<b>-20</b>	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00	0,11	0,46	0,49	0,49	0,34	0,04	0,02	0,16	0,32	0,56	0,61	0,62	0,62	0,60	0,58	0,55	0,49	0,45	
<b>-40</b>	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,04	0,01	0,01	0,05	0,33	0,40	0,28	0,06	0,02	0,06	0,18	0,45	0,62	0,66	0,67	0,66	0,64	0,60	0,57	0,52	0,48	
<b>-60</b>	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,13	0,10	0,06	0,01	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,14	0,28	0,52	0,65	0,68	0,68	0,67	0,66	0,62	0,59	0,54	0,50	
<b>-80</b>	0,05	0,06	0,07	0,09	0,09	0,11	0,12	0,18	0,20	0,20	0,19	0,14	0,11	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,11	0,20	0,43	0,56	0,65	0,68	0,68	0,68	0,66	0,63	0,60	0,56	0,51	
<b>-100</b>	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,21	0,24	0,30	0,31	0,29	0,24	0,17	0,13	0,12	0,12	0,12	0,20	0,31	0,47	0,56	0,64	0,66	0,67	0,67	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53	
<b>-120</b>	0,08	0,09	0,10	0,12	0,14	0,17	0,20	0,30	0,34	0,39	0,43	0,44	0,43	0,38	0,33	0,28	0,25	0,27	0,32	0,41	0,48	0,53	0,60	0,63	0,64	0,64	0,63	0,61	0,57	0,54	0,50	
<b>-140</b>	0,10	0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,37	0,43	0,49	0,55	0,59	0,61	0,61	0,59	0,55	0,50	0,46	0,43	0,44	0,46	0,51	0,56	0,59	0,60	0,60	0,59	0,57	0,55	0,52	0,46	
<b>-160</b>	0,10	0,12	0,14	0,19	0,22	0,26	0,30	0,41	0,47	0,53	0,59	0,63	0,66	0,67	0,65	0,62	0,55	0,50	0,47	0,44	0,46	0,48	0,52	0,54	0,56	0,56	0,55	0,54	0,51	0,49	0,46	
<b>-180</b>	0,12	0,13	0,17	0,19	0,24	0,28	0,33	0,44	0,50	0,56	0,61	0,65	0,67	<b>0,68</b>	0,67	0,63	0,57	0,52	0,48	0,45	0,43	0,43	0,45	0,46	0,46	0,46	0,47	0,46	0,50	0,44	0,46	0,40
<b>-200</b>	0,13	0,15	0,17	0,21	0,25	0,30	0,35	0,46	0,52	0,57	0,61	0,65	<b>0,68</b>	<b>0,68</b>	0,67	0,63	0,57	0,52	0,48	0,45	0,42	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43	0,45	0,43	0,44	0,40	0,40
<b>-220</b>	0,14	0,16	0,20	0,22	0,27	0,31	0,36	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,67	0,67	0,66	0,63	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,41	0,38	0,41	0,36	0,39	0,33	
<b>-240</b>	0,15	0,17	0,19	0,23	0,27	0,32	0,36	0,47	0,52	0,56	0,61	0,64	0,65	0,65	0,61	0,61	0,55	0,50	0,46	0,43	0,40	0,38	0,37	0,36	0,36	0,36	0,37	0,35	0,36	0,33	0,33	
<b>-260</b>	0,15	0,17	0,21	0,24	0,28	0,32	0,36	0,45	0,50	0,55	0,59	0,60	0,61	0,60	0,58	0,57	0,53	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33	0,33	0,32	0,34	0,30	0,34	0,29	0,32	0,27	
<b>-280</b>	0,16	0,18	0,20	0,24	0,27	0,31	0,35	0,43	0,48	0,52	0,54	0,56	0,57	0,57	0,55	0,54	0,50	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,31	0,30	0,31	0,29	0,29	0,27	0,27	
<b>-300</b>	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,34	0,42	0,46	0,50	0,51	0,52	0,53	0,53	0,51	0,50	0,47	0,43	0,42	0,36	0,36	0,31	0,28	0,28	0,26	0,28	0,25	0,27	0,24	0,26	0,22	

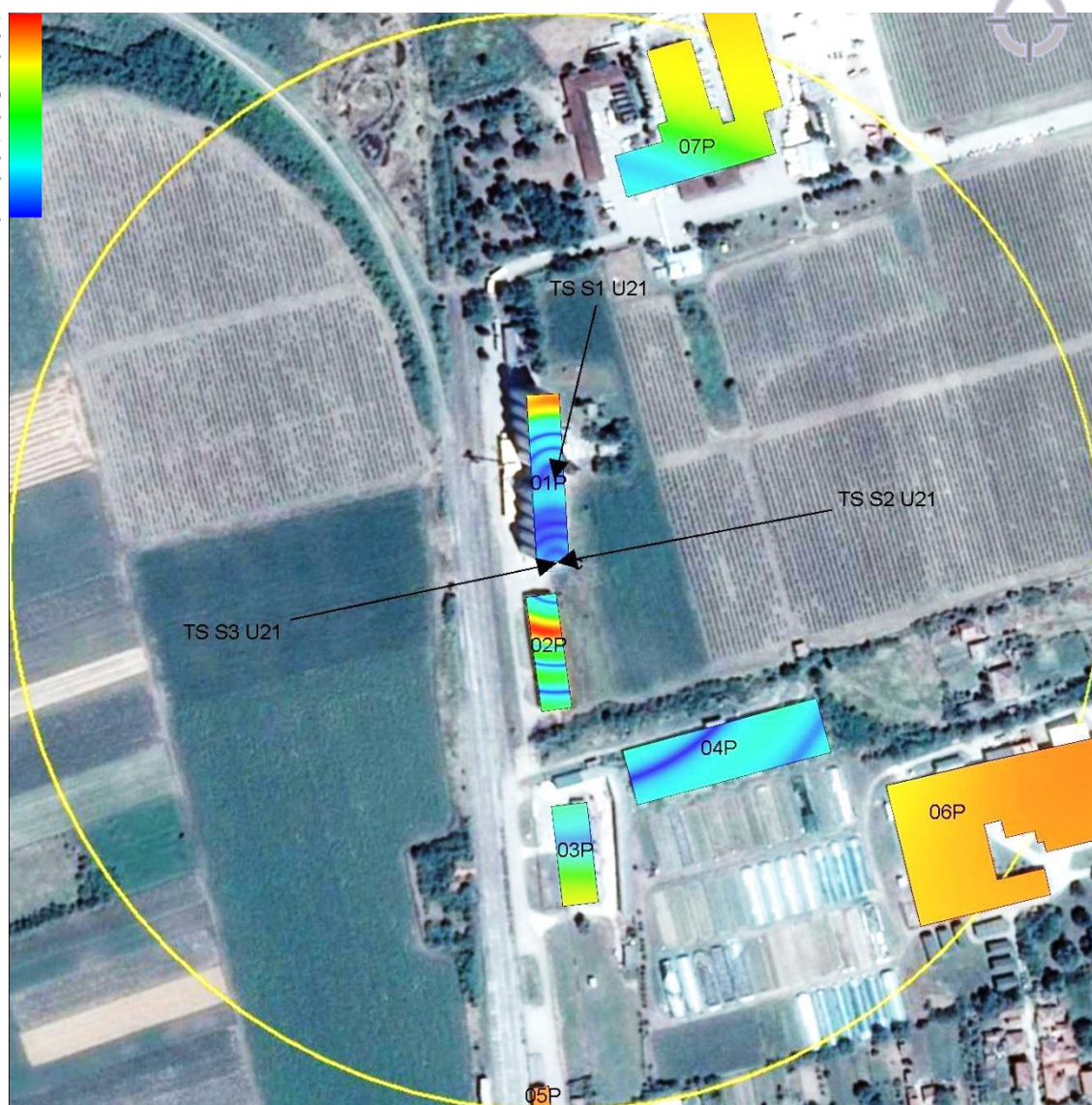
### 6.2.3 PRORAČUN NA NAJIZLOŽENIJIM SPRATOVIMA OBJEKATA

U ovom poglavlju se prikazuju rezultati proračuna jačine električnog polja na najizloženijim spratovima objekata u zoni povećane osetljivosti. Opis ovih objekata je u poglavlju 2.4.

Slike 6.11 ÷ 6.13 prikazuju maksimalne jačine električnog polja i izloženost buduće BS na nivoima najizloženijih spratova objekata (sa računatom prosečnom visinom čoveka 1,5 m) u zoni povećane osetljivosti kada bi svi radio-sistemi radili maksimalnim kapacitetom.

Environmental slice  
 E total [V/m]

1.182  
 0.9125  
 0.6983  
 0.5281  
 0.3929  
 0.2855  
 0.2002  
 0.1325  
 0.07866  
 0.03591  
 0.001953

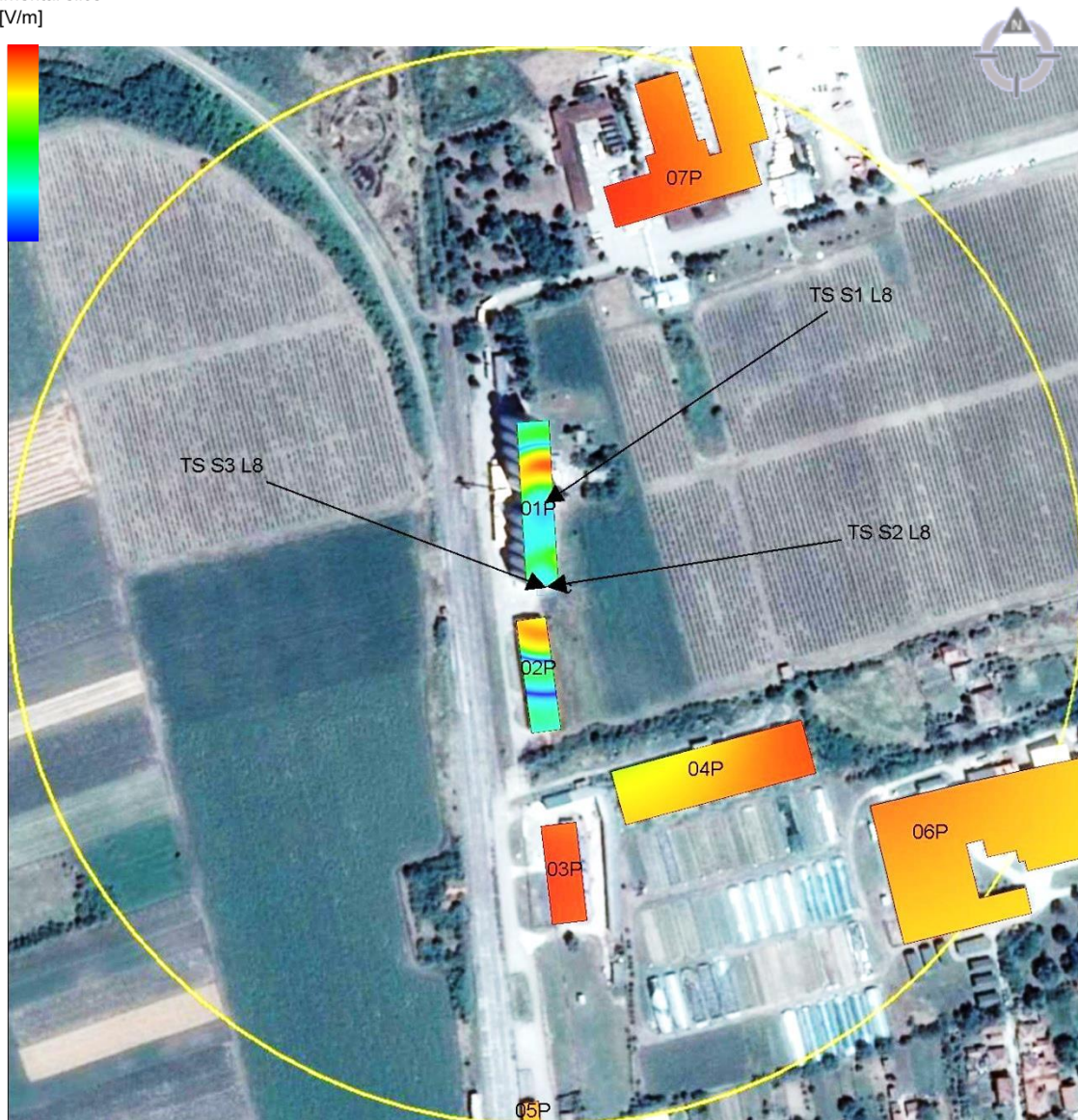


Slika 6.11. Jačina električnog polja radio-sistema UMTS2100 na nivoima najizloženijih spratova

Environmental slice

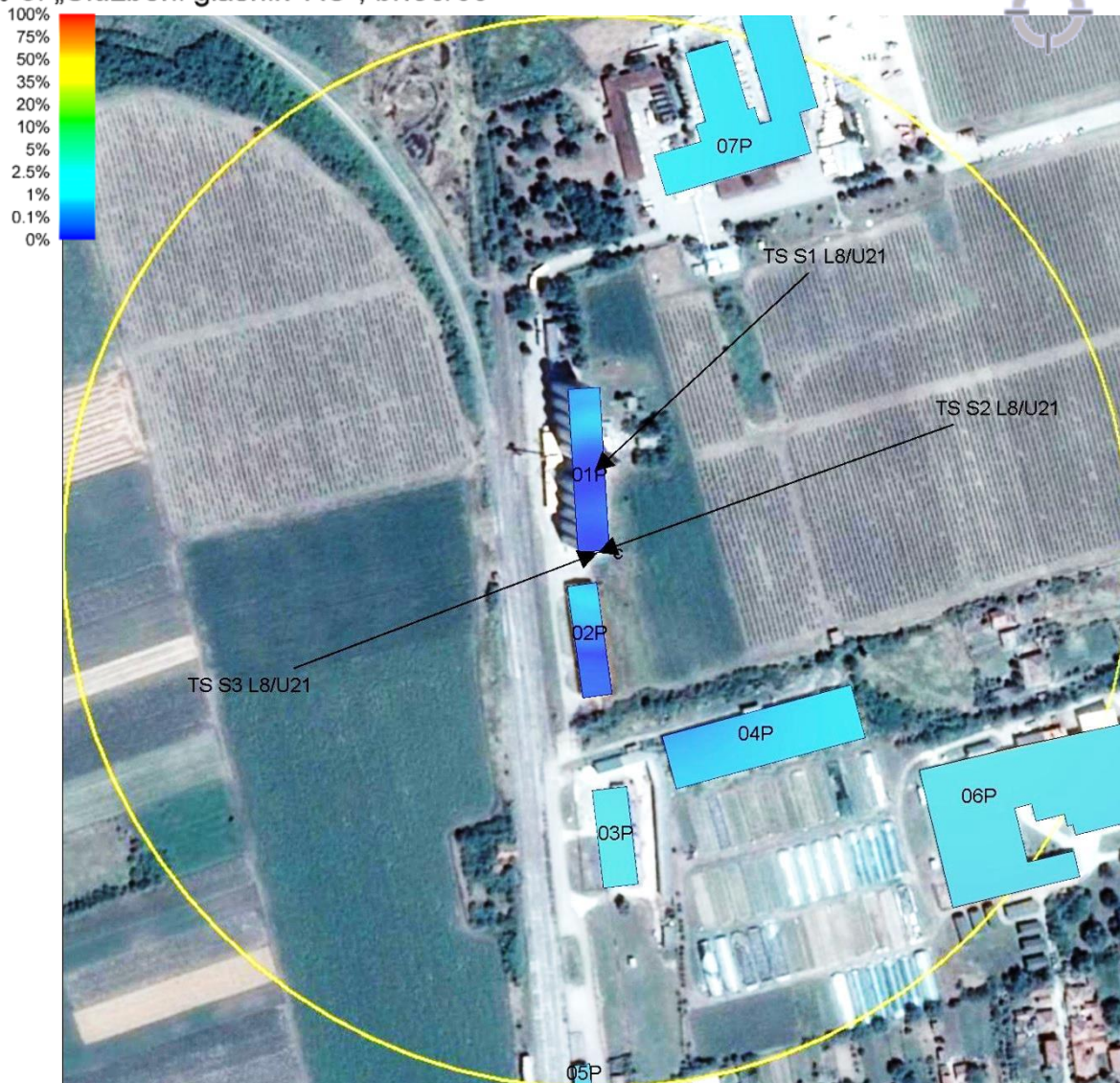
E total [V/m]

1.409  
 1.089  
 0.8349  
 0.633  
 0.4727  
 0.3453  
 0.2442  
 0.1638  
 0.09997  
 0.04927  
 0.008997



*Slika 6.12. Jačina električnog polja radio-sistema LTE800 na nivoima najizloženijih spratova*

% of „Službeni glasnik RS”, br.36/09



*Slika 6.13. Izloženost od od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija” na nivoima najizloženijih spratova*

Maksimalne jačine električnog polja i izloženosti na najizloženijim spratovima objekata kada svi radio-sistemi predmetne bazne stanice rade maksimalnom snagom prikazuje Tabela 6.11. U koloni „Objekat“ je, saglasno Tabeli 2.1, identifikacija objekta. Kolona „Sprat“ je najizloženiji sprat (0 je prizemni objekat), a „Nivo“ je nivo proračuna za čoveka prosečne visine 1,5 m na najizloženijem spratu objekta. Za svaki radio-sistem predmetne BS data je maksimalna proračunata jačina električnog polja sa proširenom mernom nesigurnošću ( $E_P$ ) i poređenje sa odgovarajućim referentnim graničnim nivoom  $E_L$ . U koloni „Izl. op.“ je faktor izlaganja od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija”.

*Tabela 6.11. Jačina električnog polja radio sistema UMTS2100 i LTE800 [V/m] i izloženost [%] od radio sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija kada rade zajedno, na nivoima najizloženijih spratova*

Objekat	Nivo NS [m]	LTE800		UMTS2100		Izl. op. [%]
		$E_P$ [V/m]	$E_P/E_L$ [%]	$E_P$ [V/m]	$E_P/E_L$ [%]	
01P	25,5	1,28 ± 0,26	8,19	1,02 ± 0,21	4,17	0,34
02P	1,5	1,13 ± 0,23	7,24	<b>1,18 ± 0,24</b>	<b>4,85</b>	0,49
03P	4,5	<b>1,41 ± 0,29</b>	<b>9,03</b>	0,52 ± 0,11	2,14	<b>0,76</b>
04P	1,5	1,29 ± 0,27	8,27	0,16 ± 0,03	0,65	0,63
05P	1,5	1,01 ± 0,21	6,47	0,92 ± 0,19	3,77	0,53
06P	1,5	1,22 ± 0,25	7,80	0,98 ± 0,20	4,00	0,63
07P	4,5	1,38 ± 0,29	8,85	0,78 ± 0,16	3,20	0,73





## STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

### ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zzs@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

#### 6.10 REZIME REZULTATA PRORAČUNA INTENZITETA VEKTORA JAČINE ELEKTRIČNOG POLJA

Proračun jačine električnog polja izvršen je u lokalnoj zoni emisije buduće bazne stanice, prostoru dimenzija 600 m x 600 m, na sledećim nivoima:

##### **Nivo 1,5 m (prosečna visina čoveka u prizemlju antena)**

- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema UMTS2100 ne prelazi vrednost  $1,18 \pm 0,24$  V/m, što je 4,84 % referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema LTE800 ne prelazi vrednost  $1,34 \pm 0,28$  V/m, što je 8,56% referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Izloženost od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 oeratora „Telekom Srbija“, ne prelazi 0,00684 (0,68%).

Na nivou 1,5 m (prizemlje) u zoni povećane osetljivosti proračunate jačine električnog polja buduće bazne stanice za opsege frekvencija radio-sistema LTE800 i UMTS2100 operatora „Telekom Srbija“ ne prelaze 10 % odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa.

Kada bi radio-sistemI UMTS2100 i LTE800 oeratora „Telekom Srbija“ radili istovremeno maksimalnim kapacitetom, ukupna izloženost bi bila znatno manja od 1 (<100 %).

##### **Nivo najizloženijih spratova objekata u zoni povećane osetljivosti**

- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema UMTS2100 je najveća na prizemlju poslovnog objekta 02P i ne prelazi  $1,18 \pm 0,24$  V/m, što je 4,85 % referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema LTE800 je najveća na prvom spratu poslovnog objekta 03P i ne prelazi  $1,41 \pm 0,29$  V/m, što je 9,03 % referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Izloženost od svih radio-sistema predmetne bazne stanice je najveća na prvom spratu poslovnog objekta 03P i iznosi (0,76 %).

Na nivoima najizloženijih spratova objekata, vrednost jačine električnog polja za opseg frekvencija radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija“, ne prelazi 10 %, odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa, kao ni granične nivoe.

Kada bi radio-sistemI UMTS2100 i LTE800 oeratora „Telekom Srbija“ radili istovremeno maksimalnim kapacitetom, ukupna izloženost bi bila znatno manja od 1 (<100 %).

## **7. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU U SLUČAJU UDESA**

Sve bazne stanice se obavezno uključuju u sistem daljinskog upravljanja. Kroz ovaj sistem, centar upravljanja se gotovo trenutno obaveštava o svim nepravilnostima u radu i incidentnim situacijama vezanim za baznu stanicu. Treba naglasiti da se u centru upravljanja (u okviru upravljačko-komutacionog centra) nalazi stalna ljudska posada (24 časa dnevno, 365 dana godišnje) sa osnovnim zadatkom nadgledanja ispravnosti rada sistema. Neki od alarma koji se prenose do centra upravljanja su, na pr. Požar u objektu, prekid u napajanju, nasilno obijanje ormana opreme itd. Na ovaj način, ostvaruje potpuna kontrola nad baznim stanicama što omogućava brzo intervenisanje u slučaju bilo kakvih problema.

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

- u slučaju neregularnosti u radu bazne stanice, na osnovu alarma generisanih u okviru centra za nadgledanje i upravljanje, investitor je dužan da organizuje stručnu ekipu koja će obići baznu stanicu;
- u slučaju manjih kvarova bazne stanice koje se nalaze u urbanoj sredini, ekipe Investitora su dužne da u roku od 6 sati od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju i poprave alarmirane greške i kvarove;
- u slučaju manjih kvarova bazne stanice koje se nalaze ruralnoj sredini, ekipe Investitora su dužne da u roku od 24 sata od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju i poprave alarmirane greške i kvarove;
- u slučaju da je generisani alarm veći kvar, kritičan sa stanovišta zaštite životne sredine (požar u objektu, problemi u radu antenskih sistema, i sl.) Investitor je dužan da daljinski isključi baznu stanicu iz operativnog rada.

U toku eksploatacije bazne stanice sa odgovarajućom opremom **ne može da dođe do havarije**, koja bi povećala elektromagnetno zagađenje životne sredine. Jedine pojave havarije do kojih može da dođe su požar i mehanička oštećenja nosača antena (pad nosača ili antene sa nosača).

Verovatnoća pojave požara je veoma mala, s obzirom da sva ugrađena oprema mora da ima odgovarajući atest kvaliteta, a gromobranska zaštita mora da bude odgovarajuća. U slučaju seizmičkih pomeranja tla takođe može da dođe do pojave požara i u svim ovim situacijama potrebno je delovati prema pravilima protivpožarne zaštite. Prilikom požara dolazi do lokalnog zagađenja okolnog vazduha i okolnog zemljišta. Posledice ovakvog zagađenja se otklanjaju standardnim pristupima i nisu trajnog karaktera.

Do pada antenskih nosača i antenskih sistema može da dođe usled grešaka pri projektovanju i postavljanju istih, kao i usled prirodnih nepogoda velikih razmera. Verovatnoća nastupa ovakvih situacija je veoma mala, s obzirom da su projekti urađeni prema važećim tehničkim propisima i normativima i **prethodno pregledani i overeni (tehnički prijem objekta BS)**.

Posledice mehaničkih oštećenja mogu da budu manje ili veće materijalne štete, a u izuzetnim slučajevima može da dođe i do povređivanja ljudi. S obzirom da je svaka bazna stanica uključena u sistem daljinskog nadzora, osim informacija o radu uređaja, regulišu se i eventualno nastale havarije, tako da je moguće odmah primeniti odgovarajuće mere saniranja posledica.

## **8. OPIS MERA PREDVIĐENIH U CILJU SPREČAVANJA, SMANJENJA I GDE JE TO MOGUĆE, OTKLANJANJA SVAKOG ZNAČAJNIJEG ŠTETNOG UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

Na osnovu Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu („Službeni glasnik RS” br. 101/05, 1/15 i 113/2017 - dr. zakon) prilikom proširenja i korišćenja buduće bazne stanice „KIU28, KIO28 ČOKA 2“, neophodno je primeniti sledeće mere zaštite:

### **8.1 OBAVEZNE MERE ZAŠTITE PREDVIĐENE ZAKONSKOM REGULATIVOM**

#### **1. Zaštita od direktnog dodira delova** koji su stalno pod naponom obezbeđuje se:

- pravilnim izborom stepena mehaničke zaštite elektroenergetske opreme, instalacionog materijala kablova i provodnika, pravilno odabranim i pravilno postavljenim osiguračima strujnih kola, kao i automatskih strujnih prekidača;
- postavljanjem izolacionih gazišta ispred ispravljačkog postrojenja;
- zaštita unutar instalacije se izvodi tako što se, na lokaciji gde će biti instalirane bazne radio stanice, neizolovani delovi električne instalacije, koji mogu doći pod napon, smeštaju u propisane razvodne ormane i priključne kutije, tako da u normalnim uslovima rada neće biti dostupni;
- zaštita u okviru uređaja bazne radio stanice rešava se tako što se svi delovi mrežnih ispravljača, koji dolaze pod napon, instaliraju u zatvorena kućišta, koja će biti zaštićena preko uzemljenja i u normalnim uslovima rada ovi delovi neće biti dostupni licima koja rukuju uređajima.

#### **2. Zaštita od indukovanog direktnog dodira** rešava se:

- u instalacijama naizmeničnog napona do 1 kV, primenom sistema TN-C/S uz reagovanje zaštitnih uređaja koji su postavljeni na početku voda i povezivanjem nultih zaštitnih sabirnica ormara na zajednički uzemljivač objekta.

**3. Zaštita od opasnosti požara ili eksplozije** uzrokovanih pregrevanjem vodova, preopterećenja ili havarije ispravljačkih uređaja i baterija rešava se:

- ograničavanjem intenziteta i trajanja struje kratkog spoja, zaštitnim prekidačima;
- predviđaju se kablovi (provodnici) koji ne gore niti podržavaju gorenje;
- izjednačavanjem potencijala u prostoriji bazne stanice;
- ugradnjom hermetičkih akumulatorskih baterija;
- adekvatnim provetravanjem i zaštitom od vatre baterijskog prostora (jer baterije mogu proizvesti eksplozivne gasove). Upozorenje da rad RBS nije dozvoljen u uslovima eksplozivne atmosfere mora biti istaknut na lokaciji RBS.;
- montažom automatskih javljača požara;
- upotrebom ručnih aparata za gašenje požara.

#### **4. Zaštita od štetnog dejstva statičkog elektriciteta** rešava se:

- povezivanjem na pravilno izvedeno gromobransko uzemljenje objekta svih metalnih masa uređaja i opreme, a posebno antena, antenskih nosača i antenskih kablova koji mogu doći pod uticaj statičkog elektriciteta;
- primenom antistatik poda;
- povećanjem specifične provodnosti manje provodnih materijala;
- odvođenjem statičkog elektriciteta elektrostatičkom indukcijom.

**5. Zaštita od štetnog dejstva atmosferskog elektriciteta rešava se:**

- propisanom instalacijom gromobrana i primenom odgovarajućeg standardnog materijala u svemu, prema propisima o gromobranima.

**6. Zaštita od opasnosti nestanka napona u mreži rešava se:**

- napajanjem iz AKU baterija potrebnog kapaciteta. Po isteku životnog veka AKU baterija, investitor je dužan da obezbedi odnošenje i skladištenje AKU baterija na način definisan, Pravilnikom o načinu i postupku upravljanja istrošenim baterijama i akumulatorima („Službeni glasnik RS“ broj 86/2010)..

**7. Opasnosti i štetnosti od posledica nedovoljne osvetljenosti otklanjaju se:**

- rešenom instalacijom opšteg osvetljenja, koja obezbeđuje nivo osvetljenja u skladu sa standardom SRPS. U.C9.100. odnosno, preporukama JKO.

**8. Zaštita od neopreznog rukovanja rešava se:**

- preglednim označavanjem svih elemenata u razvodnim uredajima;
- izborom elemenata za određenu namenu;
- obučavanjem i periodičnom proverom znanja servisera o predviđenim merama zaštite na radu pri rukovanju, u vremenskim razmacima propisanim zakonom.

**9. Opasnost pri radu na visini** (montiranje antena na antenskim stubovima). Za montažu antena na antenskom nosaču postoji povećan rizik od povređivanja radnika, kao i rizik od povređivanja drugih lica. Zato je neophodno preduzeti odgovarajuće zaštitne mere:

- Za rad na montaži antena raspoređuju se radnici koji su osposobljeni za rad na visinama i za koje je prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima utvrđena zdravstvena sposobnost za bezbedan rad na visinama.
- Radna lokacija gde se antene montiraju prethodno se obezbeđuje jasnim obaveštenjima drugih lica o opasnostima, a oko radnog prostora se postavljaju zaštitne mreže ili trake.
- Radnici koji vrše montažu antena opremaju se odgovarajućim zaštitnim sredstvima za ličnu sigurnost: odgovarajuća užad i veznici, zaštitni pojasevi, odgovarajuća odeća i obuća itd.
- Odgovarajuća zaštitna odeća je bitna za vreme hladnoće.
- Svi uredaji za dizanje tereta moraju biti ispitani i odobreni.
- Za vreme rada na antenskom stubu, sve osobe u oblasti radova moraju nositi šlemove.

**10. Zaštita od mehaničkih oštećenja rešava se:**

- pravilnim izborom konstrukcija i materijala za instalacione elemente, kablove i opremu, kao i primenom pravilnih načina polaganja kablova i instalacionog materijala i pravilnim lociranjem razvodnih ormana.

**11. Zaštita od opasnosti prodora prašine, vlage i vode** u električne instalacije i uređaje obezbeđuje se:

- dobrim zaptivanjem prozora i otvora prostorije sa uređajima ili krićenje uređaja za spoljnu upotrebu;
- pravilno odabranom mehaničkom zaštitom.

**12. Zaštita od hemijskog zagađenja životne sredine**

Ukoliko proizvod sadrži BeO, to je jasno naznačeno na jedinici koja sadrži BeO, nalepnicom sa znakom.

Komponente koje sadrže BeO moraju da budu ručno postavljene i uklonjene pre nego što budu uništene po isteku svog veka trajanja.

BS koja će se ovde koristiti **ne sadrže Berilijum oksid (BeO)**.

Sve gore navedene predviđene mere zaštite moraju da budu ispoštovane u celosti od strane investitora, "Telekom Srbija".

**Sve gore navedene predviđene mere zaštite moraju da budu ispoštovane u celosti od strane investitora, "Telekom Srbija".**

## **8.2 Mere koje će se preduzeti 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 najvišem svetskom nivou. Ipak, u cilju sprečavanja eventualnih incidentnih situacija, propisuju se sledeće mere zaštite:

- u slučaju neregularnosti u radu bazne stanice, na osnovu alarma generisanih u okviru centra za nadgledanje i upravljanje, Nosilac projekta je dužan da organizuje stručnu ekipu koja će obići baznu stanicu;
- u slučaju da se bazna stanica nalazi u urbanoj sredini, ekipe Nosilaca projekta su dužne da u roku od 6 sati od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju uzroke alarma;
- u slučaju da se bazna stanica nalazi u ruralnoj sredini, ekipe Nosilaca 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 baznu stanicu iz operativnog rada. U slučaju požara zove vatrogasnu jedinicu na telefon 193.
- Odgovorno lice u slučaju udesa **Željka Vinčić (ID 26135) "Telekom Srbija"**. Sprovodi sanaciju objekta u slučaju udesa.

Mere u slučaju udesa preduzima operator "Telekom Srbija" i to:

- Izlazak stručne ekipe operatora "Telekom Srbija" za analizu i ispitivanje oštećenja građevinskog objekta BS.
- Monteri "Telekoma Srbije" – demontiraju i rasčišćavaju izgorele ili oštećene delove BS, odnosno metalne konstrukcije antenskih nosača i odvoze u centralni magazin.

U koliko dođe do oštećenja objekata ili materijalnih dobara u slučaju pada stuba i dr., "Telekom Srbija" je u obavezi da nadoknadi nastalu štetu trećim licima.

## **8.2 OBAVEZNE MERE ZAŠTITE PO PRESTANKU RADA BAZNE STANICE**

Prilikom prestanka rada bazne stanice neophodno je primeniti sledeće mere zaštite:

- Demontirane akumulatore, antene i elektronske komponente iz bazne stanice sa lokacije, je obaveza nosioca projekta, da sklopi ugovor sa ovlaštenom organizacijom koja ima dozvolu za upravljanje i transportom tom vrstom otpada, u skladu sa zakonom o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon) i podzakonskim aktima.
- dovesti lokaciju u prvobitno stanje.

## **8.3 OPŠTE OBAVEZE**

### **1. Obaveze izvođača radova:**

- obuka radnika za rad na visini;
- da napravi sledeće pismene instrukcije o merama bezbednosti na radu: Pravilnik o

bezbednosti i zdravlju na radu, Program obuke iz oblasti zaštite na radu i Pravilnik o proveri, ispitivanju, merenju i održavanju alata.

**2. Obaveze investitora:**

- Obučavanje servisera iz oblasti bezbednosti na radu;
- Upoznavanje servisera sa opasnostima u vezi sa radom vezanim za sve predmetne instalacije;

Provera znanja servisera i sposobnosti za samostalan i bezbedan rad u vremenskim razmacima propisnim zakonom.

## **8.4 MERE TOKOM IZVOĐENJA GRAĐEVINSKIH RADOVA**

S obzirom na tip i karakteristike objekta koji se gradi, primenjivane su sledeće mere zaštite:

- Pre instalacije uređaja bazne stanice i/ili antenskog sistema, proverava se stabilnost objekta, odnosno dela objekta za na kojoj je BS.
- Antenski sistem bazne stanice je potrebno projektovati tako da se u glavnom snopu zračenja antena, ne nalaze antenski sistemi drugih komercijalnih ili profesionalnih uređaja, kao ni sami uređaji. To je postignuto optimizacijom nagiba antena i izborom pozicije antenskog sistema. (Na našim prostorima, kod komercijalnih TV prijemnika, ponekad se upotrebljavaju antenski pojačavači koji ne zadovoljavaju osnovne norme kvaliteta što može dovesti do smetnji u prijemu. U ovim slučajevima, problem se može prevazići zakretanjem antene TV prijemnika, upotrebom filtra nepropusnika opsega za GSM opseg ili upotrebom kvalitetnijeg antenskog pojačavača)
- Otpadne materije koje su se bile tokom izgradnje objekata odnosno rekonstrukcije objekta bazne stanice stvorile ukloniti u skladu sa važećim propisima.

## **8.5 MERE TOKOM REDOVNOG RADA**

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

- Posle puštanja proširene BS bazne stanice obavezno se vrši merenja nivoa elektromagnetnog polja u tačkama gde se očekuje najače polje. Izveštaj o merenju se dostavlja inspekciji.
- Pre rekonstrukcije proverena je stabilnost objekta, odnosno dela objekta na kome se nalazi antenski sistem i BS.
- Bazna stanica je zaključana i zaštićena od neovlašćenog pristupa zaštitnom ogradom i tablom sa natpisom zabrana pristupa neovlašćenim licima.
- Zabranjene su bilo kakve aktivnosti na antenskom sistemu bazne stanice (napr. Usmeravanje antene), sve dok se ne isključi napajanje bazne stanice. Pravo pristupa i održavanja bazne stanice i antenskog sistema imaju samo radnici ovlašćeni od strane "Telekom Srbija", koji su obučeni za poslove održavanja i upoznati sa činjenicom da nikakve aktivnosti ne mogu da se obavljaju na antenskom sistemu, pre nego što se isključi napajanje bazne stanice.
- S obzirom da se oko lokacije buduće bazne stanice nalaze objekti u kojima borave ljudi, uticaj elektromagnetne emisije na životnu sredinu se utvrđuje merenjima karakteristika elektromagnetnog polja na samoj lokaciji u skladu sa propisanim standardima i normama, a u cilju maksimalne zaštite ljudi, pre i posle rekonstrukcije i proširenja. U koliko se završnim merenje (posle modifikacije) ustanovi da BS spada u objekte od posebnog interesa, to znači da će se kontrolno merenje i izveštaj merenje raditi svake 2 godine i dostavljati inspekciji.
- Investitor je dužan da obezbedi izvršavanje programa praćenja uticaja na životnu sredinu predviđeno ovom Studijom.

- Investitor se obavezuje da baznu stanicu uključi u sistem daljinskog nadgledanja i održavanja u okviru koga treba da se nadgledaju sve kritične funkcije rada bazne stanice sa stanovišta zaštite životne sredine kao što su neovlašćeno otvaranje bazne stanice, požar i problemi u antenskim vodovima i antenskim sistemima. Investitor se obavezuje da organizuje službu neprekidnog nadgledanja rada bazne stanice 24 časa dnevno, 365 dana godišnje.

- Zabranjuje se pristup baznoj stanici neovlašćenim licima; pristup mogu imati samo ovlašćena lica koja su obučena za poslove održavanja i koji su upoznati sa činjenicom da se nikakve aktivnosti ne mogu obavljati na antenskom sistemu pre isključenja predajnika bazne stanice.

## **8.6 KONTROLISANA ZONA**

Kontrolisana (nadzirana) zona je ogradeni ili obeleženi prostor oko izvora nejonizujućeg zračenja u kome je najveći intenzitet EMP i koji je dostupan samo zaposlenim licima ili licima koja nadgledaju njegovo korišćenje. U ovom slučaju je to platforma oko antena posebno prostor oko nosača antena. Stepenice izlaza na vrh silosa se zaključavaju, sa natpisom „**Zabranjen pristup neovlašćenim licima**”

Pristup kontrolisanoj zoni se ograničava postavljanjem table sa natpisom o zabrani pristupa neovlašćenim licima. Pravo pristupa antenskom sistemu kao i samoj baznoj stanici mogu imati samo lica ovlašćena od strane operatora za poslove održavanja koja su upoznata sa činjenicom da se nikakve aktivnosti ne mogu obavljati na antenskom sistemu pre isključenja predajnika bazne stanice.

Za predmetnu baznu stanicu kontrolisana zona je krov i platforma silosa na kojem će biti postavljeni nosači i antenski sistem.

Prikaz polja u kontrolisanoj zoni dat je u poglavlju 6.8 na Slikama 6.4 ÷ 6.7.

## **9. PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

### **9.1 PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE ZA VREME FUNKCIONISANJA PROJEKTA NA LOKACIJAMA GDE SE OČEKUJE UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU**

#### **Postojeće opterećenje životne sredine utvrđeno merenjem nivoa nejonizirajućeg zračenja u zoni povećane osetljivosti – puštene BS:**

Najveća trenutna izloženost zatečenom EMP koje potiče od svih izvora u širokopojasnom opsegu frekvencija 27 MHz ÷ 3 GHz izmerena je na mernom mestu T04 i iznosi 0,000334 (znatno manje od 1). Izmerena jačina električnog polja na tom mestu je  $0,322 \pm 0,109$ V/m.

Najveća izmerena izloženost trenutnom EMP koje potiče od svih izvora u širokopojasnom frekventnom opsegu 27 MHz ÷ 3 GHz (Tabela 7) znatno je manja od 1, što je saglasno kriterijumima iz Pravilnika [P1].

Rezultati uskopojasnog (frekvencijski selektivnog) merenja trenutnih vrednosti EMP u predajnim frekventnim opsezima radio-sistema baznih stanica mobilnih operatora u okruženju (Tabela 5.3) ukazuju da jačina električnog polja ni na jednom mernom mestu ne prelazi 10 % odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa.

### **9.2 PARAMETRE NA OSNOVU KOJIH SE MOGU UTVRDIRI ŠTETNI UTICAJI NA ŽIVOTNU SREDINU**

Pravilnikom o granicama izloženosti nejonizujućim zračenjima, Službeni glasnik RS br. 104/2009, propisane su granice izloženosti, odnosno bazična ograničenja i referentni granični nivoi izloženosti stanovništva nejonizujućem zračenju, u zonama povećane osetljivosti (područja stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno, škole, domovi, predškolske ustanove, porodilišta, bolnice, turistički objekti, dečija igrališta, površine neizgrađenih parcela namenjenih, prema urbanističkom planu, za navedene namene, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije.) Bazična ograničenja izloženosti stanovništva nejonizujućim zračenjima, u opsegu od 0 Hz do 300 GHz, jesu ograničenja koja su zasnovana neposredno na utvrđenim zdravstvenim efektima i biološkim pokazateljima, dok referentni granični nivoi služe za praktičnu procenu izloženosti, kako bi se odredilo da li postoji verovatnoća da bazična ograničenja budu prekoračena. U Glavi 6, Tabeli 6.2. prikazane su granične vrednosti intenziteta električnog polja, intenziteta magnetnog polja i srednje gustine snage za opštu ljudsku populaciju (vreme usrednjavanja od 6 minuta).

U skladu sa Pravilnikom o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, Službeni glasnik RS br. 104/09, obavezno je izvršiti prvo merenje nivoa elektromagnetne emisije na lokaciji bazne stanice od strane lica akreditovanog za poslove ispitivanja, i to nakon izgradnje, odnosno postavljanja objekata koji sadrži izvor nejonizujućeg zračenja, a pre izdavanja dozvole za početak rada ili upotrebne dozvole. Za potrebe prvog ispitivanja korisnik može izvor elektromagnetnog polja pustiti u probni rad u periodu ne dužem od 30 dana ili za telekomunikacione objekte može merenje izvršiti u toku tehničkog pregleda. Rezultati merenja dostavljaju se nadležnim institucijama.

Na osnovi člana 2. stava 1. tala2. i 3. Pravilnika o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, prvo ispitivanje jeste merenje nejonizujućeg zračenja oko izvora u toku započinjanja rada izvora pre korišćenja ili posle rekonstrukcije izvora nejonizujućeg zračenja, dok se periodično ispitivanje odnosi na merenje nejonizujućeg zračenja oko izvora koji se sprovodi u propisanom periodu.



Na osnovu člana 11. stava 1. navedenog Pravilnika [10], izvor nejonizujućeg zračenja neće se smatrati izvorom od posebnog interesa, ako se u toku prvog ili periodilnog ispitivanja, utvrdi utvrdi nivo polja manji od 10 % propisanih graničnih vrednosti i korisnik neće vršiti periodična ispitivanja. U slučaju rekonstrukcije izvora iz stava 1. ovog člana korisnik obezbeđuje ispitivanja u skladu sa članom 8. ovog Pravilnika. U konkretnom slučaju, izvor elektromagnetnog zračenja jeste izvor nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, u koliko su vrednosti dobijene merenjem elektromagnetnog polja, jednake ili veće od 10 % propisanih graničnih vrednosti za datu frekvenciju. Nadležni organ za obavljanje tehničkog pregleda, odnosno za izdavanje dozvole za početak rada ili upotrebne dozvole, može pustiti u rad izvor ukoliko je merenjem utvrđeno da nivo elektromagnetnog polja ne prekoračuje propisane granične vrednosti i da izgrađeni, odnosno postavljeni objekat neće svojim radom ugrožavati životnu sredinu.

### 9.3 MESTA, NAČIN I UČESTALOST MERENJA UTVRĐENIH PARAMETARA

U skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine, Službeni glasnik RS br. 135/04, 36/09, 72/09 i 43/11 i posebnim zakonima, Republika Srbija, autonomna pokrajina i jedinica lokalne samouprave u okviru svoje nadležnosti utvrđene zakonom obezbeđuju kontinualnu kontrolu i praćenje stanja životne sredine – monitoring. Monitoring se vrši sistematskim praćenjem vrednosti indikatora, odnosno praćenjem negativnih uticaja na životnu sredinu, stanja životne sredine, mera i aktivnosti koje se preduzimaju u cilju smanjenja negativnih uticaja i podizanja nivoa kvaliteta životne sredine. Monitoring može da obavlja i ovlašćena organizacija ako ispunjava uslove u pogledu kadrova, opreme, prostora, akreditacije za merenje datog parametra i SRPS-ISO standarda u oblasti uzorkovanja, merenja, analiza i pouzdanosti podataka, u skladu sa zakonom. Vlada utvrđuje kriterijume za određivanje broja i rasporeda mernih mesta, mrežu mernih mesta, obim i učestalost merenja, klasifikaciju pojava koje se prate, metodologiju rada i indikatore zagađenja životne sredine i njihovog praćenja, rokove i način dostavljanja podataka, na osnovu posebnih zakona.

Vlada donosi Program sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućeg zračenja u životnoj sredini za period od dve godine.

Ako se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja utvrdi nivo elektromagnetnog polja veći od 10 % propisanih graničnih vrednosti, korisnik izvora, obezbeđuje periodična ispitivanja jednom svake druge godine. Rezultati merenja dostavljaju se:

1. Inspekciji za poslove zaštite životne sredine nadležne gradske uprave;
2. Agenciji za zaštitu životne sredine;

Ako se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja utvrdi nivo elektromagnetnog polja manji od 10 % propisanih graničnih vrednosti, korisnik izvora nije dužan da vrši periodična ispitivanja.

Međutim, ukoliko se periodičnim ispitivanjem, sistematskim ispitivanjem ili merenjem izvršenim po nalogu inspektora za zaštitu životne sredine, utvrdi da je u okolini jednog ili više izvora izmereni nivo elektromagnetnog polja iznad propisanih graničnih vrednosti, nadležni organ će naložiti ograničenje u pogledu upotrebe, rekonstrukciju ili isključenje bazne stanice do zadovoljavanja propisanih graničnih vrednosti. Rekonstrukcija se obavlja tehnički i operativno izvedenim merama u roku od najviše godinu dana od dana kada je naložena rekonstrukcija bazne stanice (Pravilnik o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, Službeni glasnik RS br. 104/2009).

U okviru periodičnog održavanja buduće bazne stanice (na svakih 6 meseci) treba obaviti proveru kompletne instalacije bazne stanice i pripadajućeg antenskog sistema.

**Prilikom izbora tačaka u kojima se vršiti merenja, potrebno je da se prate rezultati ove Studije, odnosno, da se posebno izmere vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja**



## STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

### ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zsz@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

**u tačkama u kojima su izračunate najveće vrednosti polja. Najveće polje je prikazano crvenom bojom na slikama.**

**Merenje BS se vrši na objektima, u pravcu antena, sektora S1, S2 i S3.**

## 10. NETEHNIČKI KRAĆI PRIKAZ PODATAKA NAVEDENIH U TAČKAMA 2.-9. OVE STUDIJE

### 2 OPIS LOKACIJE NA KOJOJ SE PLANIRA IZVOĐENJE PROJEKTA:

<b>Naziv izvora</b>	BS „ KIU28, KIO28 ČOKA 2 “
<b>Namena (tip) izvora</b>	Radio bazna stanica mobilne telefonije
<b>Adresa</b>	Palih boraca BB
<b>Mesto</b>	Čoka
<b>Geografske koordinate</b>	45°56'45.76"N, 20°08'08.69"E nadmorska visina 81 m
<b>Katastarska parcela</b>	k.p. 2254
<b>Katastarska opština</b>	K.O. Čoka
<b>Opština</b>	Čoka

Pored objekta silosa će biti montirana RBS platforma na kojoj će se nalaziti jedan Ericsson radio-kabinet BS6101 (UMTS2100/LTE800), Emerson kabinet EPC48200-HB4 (tip TY2A), čelični ram sa elektro ormanom +RO.TR-SP i planirano mesto za buduće proširenje. Biće montiran novi antenski nosači na silosu na kome je planirano postavljanje po jedne panel antene tipa K80010666 za sisteme UMTS2100 i LTE800 po sektorima 1,2 i 3, respektivno.

#### Stanje infrastrukture:

Lokacija se nalazi na krovu silosa na adresi ulica Palih boraca BB u Čoki. Do lokacije se prilazi sa katastarskog asfaltnog puta. U okolini objekta nalazi se niz više stanbenih i poslovnih objekata.

Na osnovu ispitivanja i RATEL-ove baze podataka o korišćenju radio-frekvencijskog spektra [14], u krugu poluprečnika 300 m nije ustanovljeno prisustvo drugih BS.

#### Položaj objekata u krugu poluprečnika 300 m od antenskog sistema:

Zona povećane osetljivosti je područje stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno. Na osnovu karakteristika izvora i konfiguracije terena, inicijalnim proračunom je ova zona određena kao krug poluprečnika 300 m od koordinata BS.

*Tabela 2.11. Objekti u zoni povećane osetljivosti*

Oznaka	Tip objekta	Azimut [°]	Udaljenost [m]	Podnožje [m]	Sprat	Visina NS [m]	Nivo [m]
1P	POSLOVNI	0-360	0	78	8	27	25,5
2P	POSLOVNI	168-210	23	80	0	3	1,5
3P	POSLOVNI	169-177	141	79	1	6	4,5
4P	POSLOVNI	118-148	118	78	0	3	1,5
5P	POSLOVNI	179-181	294	79	0	3	1,5
6P	POSLOVNI	103-134	226	80	0	3	1,5
7P	POSLOVNI	10-209	205	79	1	6	4,5



Slika 2.4. Raspored objekata u zoni povećane osetljivosti<sup>19S</sup>  
Oznake: nS = Stambeni objekat; nP = Poslovni objekat;;

### 3. OPIS PROJEKTA

Projektovana radio-oprema buduće bazne stanice se sastoji od sledećih komponenti:

- RBS 6101 (UMTS2100) i (LTE800) se montiraju u sopstvenom kabinetu na nosač kabineta i napajaju se sa sistema baterijskog back up-a EPC48200-HB4, koji se montira u orman EMERSON HEX8.
- baterijsko-ispravljački Eltek kabinet,
- Trosektorski antenski sistem.

Projektovane radne parametre postojećeg izvora EMZ prikazuje Tabela 3.6.

*Tabela 3.6. Projektovani radni parametri postojeće bazne stanice*

Tip RBS	Radio-sistem	Sektor	Izlazna snaga	Konfiguracija
RBS6101	UMTS2100	S1	20 W	3 nosioca
		S2	20 W	3 nosioca
		S3	20 W	3 nosioca
	LTE800	S1	80 W	1 nosilac
		S2	80 W	1 nosilac
		S3	80 W	1 nosilac

**Antenski sistem je sa komponentama:**

Antenski sistem je trosektorski, sa komponentama:

- Po jedna panel antene Kathrein K80010666 za radio-sisteme UMTS2100 i LTE800, za svaki od sektora S1, S2, S3.
- Antenski kablovi: optički kablovi (OK) za sva tri radio-sistema UMTS2100 i LTE800 za svaki od sektora S1, S2, S3.

Parametre antenskog sistema opisuje Tabela 3.7.

*Tabela 3.7. Parametri antenskog sistema postojeće bazne stanice*

Antena	Azimut	Visina osnove	Sektor	Radio-sistem	Nagib		Kablovi	
					elek.	meh.	tip	dužina
K80010666	5°	35,00 m	S1U21	UMTS2100	4°	0°	OK	98 + 3 m
K80010666	110°	30,65 m	S2U21	UMTS2100	4°	0°	OK	135 + 3 m
K80010666	195°	30,65 m	S3U21	UMTS2100	4°	0°	OK	135+ 3 m
K80010666	5°	35,00 m	S1L8	LTE800	6°	0°	OK	98 + 3 m
K80010666	110°	30,65 m	S2L8	LTE800	5°	0°	OK	135 + 3 m
K80010666	195°	30,65 m	S3L8	LTE800	5°	0°	OK	135+ 3 m

**Efektivna snaga zračenja bazne stanice ERP:**

*Tabela 3.9. Proračun efektivne izračene snage (ERP) postojeće BS*

Sektor	Snaga RBS		Slab. kabla [dB]	Dobitak antene		ERP po kanalu		Broj kanala	ERP sektor [W]
	[dBm]	[W]		[dBi]	[dBd]	[dBm]	[W]		
S1U21	43	20	0,53	18,7	16,55	59,0	799	3	2.397
S2U21	43	20	0,53	18,7	16,55	59,0	799	3	2.397
S3U21	43	20	0,53	18,7	16,55	59,0	799	3	2.397
S1L8	49	80	0,42	16	13,85	62,5	1.761	1	1.761
S2L8	49	80	0,42	16	13,85	62,5	1.761	1	1.761
S3L8	49	80	0,42	16	13,85	62,5	1.761	1	1.761

**4. PRIKAZ GLAVNIH ALTERNATIVA KOJE JE NOSILAC PROJEKTA RAZMATRAO:**

Planom pokrivanja mreže „Telekom Srbija“, kao i analizom pokrivenosti i kvaliteta postojećeg servisa, utvrđena pozicija postojeće bazne stanice, koja po svojim karakteristikama zadovoljava sve postavljene zahteve.

**Analizirano je tehničko rešenje nove BS.**

**Određeno je takvo tehničko rešenje nove BS da vrednosti električnog polja na objektima**

**povećane osetljivosti ne prelazi 10% granične vrednosti, i usvojeno kao najpovoljnije sa aspekta zaštite životne sredine.**

**Na ovaj način se ostvaruje najmanji uticaj BS na životnu sredinu.**

## **5. PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE NA LOKACIJI I BLIŽOJ OKOLINI (MIKRO I MAKRO LOKACIJA)**

Merenje je izvršila akreditovana laboratorija **Instituta Vatrogas (akreditacioni broj 01-173)**, u okolini mesta buduće bazne stanice mobilne telefonije (**Izveštaj o ispitivanju nivoa izlaganja ljudi visokofrekventnim elektromagnetnim poljima br. 1207/19-160 L AČ od 12.07.2019. dat u prilogu**).

Najveća izmerena izloženost trenutnom EMP koje potiče od svih izvora u širokopoljnom frekventnom opsegu 27 MHz ÷ 3 GHz (Tabela 5.1) znatno je manja od 1, što je saglasno kriterijumima iz Pravilnika [P1].

Rezultati uskopojasnog (frekvencijski selektivnog) merenja trenutnih vrednosti EMP u predajnim frekventnim opsezima radio-sistema baznih stanica mobilnih operatora u okruženju (Tabela 5.2) ukazuju da jačina električnog polja ni na jednom mernom mestu ne prelazi 10 % odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa.

## **6. OPIS MOGUĆIH ZNAČAJNIH UTICAJA PROJEKTA NA ŽIVOTNU SREDINU**

### **Proračun opterećenja koje izvor unosi u životnu sredinu:**

Radi utvrđivanja nivoa elektromagnetne emisije buduće radio-bazne stanice BS „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ proračunati su nivoi EMP u lokalnoj zoni BS pod maksimalnim opterećenjem.

Proračun jačine električnog polja izvršen je u lokalnoj zoni emisije buduće bazne stanice, prostoru dimenzija 600 m x 600 m, na sledećim nivoima:

#### **Nivo 1,5 m (prosečna visina čoveka u prizemlju antena)**

- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema UMTS2100 ne prelazi vrednost  $1,18 \pm 0,24$  V/m, što je 4,84 % referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema LTE800 ne prelazi vrednost  $1,34 \pm 0,28$  V/m, što je 8,56% referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Izloženost od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija“, ne prelazi 0,00684 (0,68%).

Na nivou 1,5 m (prizemlje) u zoni povećane osetljivosti proračunate jačine električnog polja buduće bazne stanice za opsege frekvencija radio-sistema LTE800 i UMTS2100 operatora „Telekom Srbija“ ne prelaze 10 % odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa.

Kada bi radio-sistemI UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija“ radili istovremeno maksimalnim kapacitetom, ukupna izloženost bi bila znatno manja od 1 (<100 %).

#### **Nivo najizloženijih spratova objekata u zoni povećane osetljivosti**

- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema UMTS2100 je najveća na prizemlju poslovnog objekta 02P i ne prelazi  $1,18 \pm 0,24$  V/m, što je 4,85 % referentnog graničnog nivoa.
- ♦ Jačina električnog polja radio-sistema LTE800 je najveća na prvom spratu poslovnog objekta 03P i ne prelazi  $1,41 \pm 0,29$  V/m, što je 9,03 % referentnog graničnog nivoa.

- ♦ Izloženost od svih radio-sistema predmetne bazne stanice je najveća na prvom spratu poslovnog objekta 03P i iznosi (0,76 %).

Na nivoima najizloženijih spratova objekata, vrednost jačine električnog polja za opseg frekvencija radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija“, ne prelazi 10 %, odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa, kao ni granične nivoe.

Kada bi radio-sistemI UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija“ radili istovremeno maksimalnim kapacitetom, ukupna izloženost bi bila znatno manja od 1 (<100 %).

## **7. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU U SLUČAJU UDESA**

Sve bazne stanice se obavezno uključuju u sistem daljinskog upravljanja. Kroz ovaj sistem, centar upravljanja se gotovo trenutno obaveštava o svim nepravilnostima u radu i incidentnim situacijama vezanim za baznu stanicu. Treba naglasiti da se u centru upravljanja (u okviru upravljačko-komutacionog centra) nalazi stalna ljudska posada (24 časa dnevno, 365 dana godišnje) sa osnovnim zadatkom nadgledanja ispravnosti rada sistema. Neki od alarma koji se prenose do centra upravljanja su, na pr. Požar u objektu, prekid u napajanju, nasilno obijanje ormara opreme itd. Na ovaj način, ostvaruje potpuna kontrola nad baznim stanicama što omogućava brzo intervenisanje u slučaju bilo kakvih problema.

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

- u slučaju neregularnosti u radu bazne stanice, na osnovu alarma generisanih u okviru centra za nadgledanje i upravljanje, investitor je dužan da organizuje stručnu ekipu koja će obići baznu stanicu;
- u slučaju manjih kvarova bazne stanice koje se nalaze u urbanoj sredini, ekipe Investitora su dužne da u roku od 6 sati od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju i poprave alarmirane greške i kvarove;
- u slučaju manjih kvarova bazne stanice koje se nalaze ruralnoj sredini, ekipe Investitora su dužne da u roku od 24 sata od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju i poprave alarmirane greške i kvarove;
- u slučaju da je generisani alarm veći kvar, kritičan sa stanovišta zaštite životne sredine (požar u objektu, problemi u radu antenskih sistema, i sl.) Investitor je dužan da daljinski isključi baznu stanicu iz operativnog rada.

U toku eksploatacije bazne stanice sa odgovarajućom opremom **ne može da dođe do havarije**, koja bi povećala elektromagnetno zagađenje životne sredine. Jedine pojave havarije do kojih može da dođe su požar i mehanička oštećenja nosača antena (pad nosača ili antene sa nosača).

Verovatnoća pojave požara je veoma mala, s obzirom da sva ugrađena oprema mora da ima odgovarajući atest kvaliteta, a gromobranska zaštita mora da bude odgovarajuća. U slučaju seizmičkih pomeranja tla takođe može da dođe do pojave požara i u svim ovim situacijama potrebno je delovati prema pravilima protivpožarne zaštite. Prilikom požara dolazi do lokalnog zagađenja okolnog vazduha i okolnog zemljišta. Posledice ovakvog zagađenja se otklanjaju standardnim pristupima i nisu trajnog karaktera.

Do pada antenskih nosača i antenskih sistema može da dođe usled grešaka pri projektovanju i postavljanju istih, kao i usled prirodnih nepogoda velikih razmera. Verovatnoća nastupa ovakvih situacija je veoma mala, s obzirom da su projekti urađeni prema važećim tehničkim propisima i normativima i **prethodno pregledani i overeni (tehnički prijem objekta BS)**.

Posledice mehaničkih oštećenja mogu da budu manje ili veće materijalne štete, a u izuzetnim slučajevima može da dođe i do povređivanja ljudi. S obzirom da je svaka bazna stanica uključena u sistem daljinskog nadzora, osim informacija o radu uređaja, regulišu se i eventualno nastale havarije, tako da je moguće odmah primeniti odgovarajuće mere saniranja posledica.

## **8. OPIS MERA PREDVIĐENIH U CILJU SPREČAVANJA, SMANJENJA I GDE JE TO MOGUĆE, OTKLANJANJA SVAKOG ZNAČAJNIJEG ŠTETNOG UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

### **Obavezne mere zaštite predviđene zakonskom regulativom:**

#### **1. Zaštita od direktnog dodira delova** koji su stalno pod naponom obezbeđuje se:

- pravilnim izborom stepena mehaničke zaštite elektroenergetske opreme, instalacionog materijala kablova i provodnika, pravilno odabranim i pravilno postavljenim osiguračima strujnih kola, kao i automatskih strujnih prekidača;
- postavljanjem izolacionih gazišta ispred ispravljačkog postrojenja;
- zaštita unutar instalacije se izvodi tako što se, na lokaciji gde će biti instalirane bazne radio stanice, neizolovani delovi električne instalacije, koji mogu doći pod napon, smeštaju u propisane razvodne ormene i priključne kutije, tako da u normalnim uslovima rada neće biti dostupni;
- zaštita u okviru uređaja bazne radio stanice rešava se tako što se svi delovi mrežnih ispravljača, koji dolaze pod napon, instaliraju u zatvorena kućišta, koja će biti zaštićena preko uzemljenja i u normalnim uslovima rada ovi delovi neće biti dostupni licima koja rukuju uređajima.

#### **2. Zaštita od indukovanog direktnog dodira** rešava se:

- u instalacijama naizmeničnog napona do 1 kV, primenom sistema TN-C/S uz reagovanje zaštitnih uređaja koji su postavljeni na početku voda i povezivanjem nultih zaštitnih sabirnica ormara na zajednički uzemljivač objekta.

**3. Zaštita od opasnosti požara ili eksplozije** uzrokovanih pregrevanjem vodova, preopterećenja ili havarije ispravljačkih uređaja i baterija rešava se:

- ograničavanjem intenziteta i trajanja struje kratkog spoja, zaštitnim prekidačima;
- predviđaju se kablovi (provodnici) koji ne gore niti podržavaju gorenje;
- izjednačavanjem potencijala u prostoriji bazne stanice;
- ugradnjom hermetičkih akumulatorskih baterija;
- adekvatnim provetravanjem i zaštitom od vatre baterijskog prostora (jer baterije mogu proizvesti eksplozivne gasove). Upozorenje da rad RBS nije dozvoljen u uslovima eksplozivne atmosfere mora biti istaknut na lokaciji RBS.;
- montažom automatskih javljača požara;
- upotrebom ručnih aparata za gašenje požara.

#### **4. Zaštita od štetnog dejstva statičkog elektriciteta** rešava se:

- povezivanjem na pravilno izvedeno gromobransko uzemljenje objekta svih metalnih masa uređaja i opreme, a posebno antena, antenskih nosača i antenskih kablova koji mogu doći pod uticaj statičkog elektriciteta;
- primenom antistatik poda;
- povećanjem specifične provodnosti manje provodnih materijala;
- odvođenjem statičkog elektriciteta elektrostatičkom indukcijom.

#### **5. Zaštita od štetnog dejstva atmosferskog elektriciteta** rešava se:



- propisanom instalacijom gromobrana i primenom odgovarajućeg standardnog materijala u svemu, prema propisima o gromobranima.

**6. Zaštita od opasnosti nestanka napona u mreži** rešava se:

- napajanjem iz AKU baterija potrebnog kapaciteta. Po isteku životnog veka AKU baterija, investitor je dužan da obezbedi odnošenje i skladištenje AKU baterija na način definisan, Pravilnikom o načinu i postupku upravljanja istrošenim baterijama i akumulatorima („Službeni glasnik RS“ broj 86/2010)..

**7. Opasnosti i štetnosti od posledica nedovoljne osvetljenosti** otklanjaju se:

- rešenom instalacijom opšteg osvetljenja, koja obezbeđuje nivo osvetljenja u skladu sa standardom SRPS. U.C9.100. odnosno, preporukama JKO.

**8. Zaštita od neopreznog rukovanja** rešava se:

- preglednim označavanjem svih elemenata u razvodnim uredajima;
- izborom elemenata za određenu namenu;
- obučavanjem i periodičnom proverom znanja servisera o predviđenim merama zaštite na radu pri rukovanju, u vremenskim razmacima propisanim zakonom.

**9. Opasnost pri radu na visini** (montiranje antena na antenskim stubovima). Za montažu antena na antenskom nosaču postoji povećan rizik od povređivanja radnika, kao i rizik od povređivanja drugih lica. Zato je neophodno preduzeti odgovarajuće zaštitne mere:

- Za rad na montaži antena raspoređuju se radnici koji su osposobljeni za rad na visinama i za koje je prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima utvrđena zdravstvena sposobnost za bezbedan rad na visinama.

- Radna lokacija gde se antene montiraju prethodno se obezbeđuje jasnim obaveštenjima drugih lica o opasnostima, a oko radnog prostora se postavljaju zaštitne mreže ili trake.

- Radnici koji vrše montažu antena opremaju se odgovarajućim zaštitnim sredstvima za ličnu sigurnost: odgovarajuća užad i veznici, zaštitni pojasevi, odgovarajuća odeća i obuća itd.

- Odgovarajuća zaštitna odeća je bitna za vreme hladnoće.

- Svi uredaji za dizanje tereta moraju biti ispitani i odobreni.

- Za vreme rada na antenskom stubu, sve osobe u oblasti radova moraju nositi šlemove.

**10. Zaštita od mehaničkih oštećenja** rešava se:

- pravilnim izborom konstrukcija i materijala za instalacione elemente, kablove i opremu, kao i primenom pravilnih načina polaganja kablova i instalacionog materijala i pravilnim lociranjem razvodnih ormana.

**11. Zaštita od opasnosti prodora prašine, vlage i vode** u električne instalacije i uređaje obezbeđuje se:

- dobrim zaptivanjem prozora i otvora prostorije sa uređajima ili krićenje uređaja za spoljnu upotrebu;

- pravilno odabranom mehaničkom zaštitom.

**12. Zaštita od hemijskog zagađenja životne sredine**

Ukoliko proizvod sadrži BeO, to je jasno naznačeno na jedinici koja sadrži BeO, nalepnicom sa znakom.

Komponente koje sadrže BeO moraju da budu ručno postavljene i uklonjene pre nego što budu uništene po isteku svog veka trajanja.

BS koja će se ovde koristiti **ne sadrže Berilijum oksid (BeO)**.

Sve gore navedene predviđene mere zaštite moraju da budu ispoštovane u celosti od strane investitora, "Telekom Srbija".

Sve gore navedene predviđene mere zaštite moraju da budu ispoštovane u celosti od strane investitora, "Telekom Srbija".

### **Mere koje će se preduzeti 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 najvišem svetskom nivou. Ipak, u cilju sprečavanja eventualnih incidentnih situacija, propisuju se sledeće mere zaštite:

- u slučaju neregularnosti u radu bazne stanice, na osnovu alarma generisanih u okviru centra za nadgledanje i upravljanje, Nosilac projekta je dužan da organizuje stručnu ekipu koja će obići baznu stanicu;
- u slučaju da se bazna stanica nalazi u urbanoj sredini, ekipe Nosilaca projekta su dužne da u roku od 6 sati od pojave alarma izađu na lokaciju objekta i konstatuju uzroke alarma;
- u slučaju da se bazna stanica nalazi u ruralnoj sredini, ekipe Nosilaca 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 baznu stanicu iz operativnog rada. U slučaju požara zove vatrogasnu jedinicu na telefon 193.
- Odgovorno lice u slučaju udesa **Željka Vinčić (ID 26135) "Telekom Srbija"**. Sprovodi sanaciju objekta u slučaju udesa.

Mere u slučaju udesa preduzima operator "Telekom Srbija" i to:

- Izlazak stručne ekipe operatora "Telekom Srbija" za analizu i ispitivanje oštećenja građevinskog objekta BS.
- Monteri "Telekoma Srbije" – demontiraju i rasčišćavaju izgorele ili oštećene delove BS, odnosno metalne konstrukcije antenskih nosača i odvoze u centralni magazin.

U koliko dođe do oštećenja objekata ili materijalnih dobara u slučaju pada stuba i dr., "Telekom Srbija" je u obavezi da nadoknadi nastalu štetu trećim licima.

### **Opšte obaveze:**

#### **1. Obaveze izvođača radova:**

- obuka radnika za rad na visini;
- da napravi sledeće pismene instrukcije o merama bezbednosti na radu: Pravilnik o bezbednosti i zdravlju na radu, Program obuke iz oblasti zaštite na radu i Pravilnik o proveru, ispitivanju, merenju i održavanju alata.

#### **2. Obaveze investitora:**

- Obučavanje servisera iz oblasti bezbednosti na radu;
- Upoznavanje servisera sa opasnostima u vezi sa radom vezanim za sve predmetne instalacije;

Provera znanja servisera i sposobnosti za samostalan i bezbedan rad u vremenskim razmacima propisnim zakonom.

### **Mere tokom izvođenja građevinskih radova:**

S obzirom na tip i karakteristike objekta koji se gradi, primenjivane su sledeće mere zaštite:

- Pre instalacije uređaja bazne stanice i/ili antenskog sistema, proverava se stabilnost

objekta, odnosno dela objekta za na kojoj je BS.

- Antenski sistem bazne stanice je potrebno projektovati tako da se u glavnom snopu zračenja antena, ne nalaze antenski sistemi drugih komercijalnih ili profesionalnih uređaja, kao ni sami uređaji. To je postignuto optimizacijom nagiba antena i izborom pozicije antenskog sistema. (Na našim prostorima, kod komercijalnih TV prijemnika, ponekad se upotrebljavaju antenski pojačavači koji ne zadovoljavaju osnovne norme kvaliteta što može dovesti do smetnji u prijemu. U ovim slučajevima, problem se može prevazići zakretanjem antene TV prijemnika, upotrebom filtra nepropusnika opsega za GSM opseg ili upotrebom kvalitetnijeg antenskog pojačavača)

Otpadne materije koje su se bile tokom izgradnje objekata odnosno rekonstrukcije objekta bazne stanice stvorile ukloniti u skladu sa važećim propisima.

### **Mere tokom redovnog rada:**

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

- Posle puštanja proširene BS bazne stanice obavezno se vrši merenja nivoa elektromagnetnog polja u tačkama gde se očekuje najače polje. Izveštaj o merenju se dostavlja inspekciji.

- Pre rekonstrukcije proverena je stabilnost objekta, odnosno dela objekta na kome se nalazi antenski sistem i BS.

- Bazna stanica je zaključana i zaštićena od neovlašćenog pristupa zaštitnom ogradom i tablom sa natpisom zabrana pristupa neovlašćenim licima.

- Zabranjene su bilo kakve aktivnosti na antenskom sistemu bazne stanice (napr. Usmeravanje antene), sve dok se ne isključi napajanje bazne stanice. Pravo pristupa i održavanja bazne stanice i antenskog sistema imaju samo radnici ovlašćeni od strane "Telekom Srbija", koji su obučeni za poslove održavanja i upoznati sa činjenicom da nikakve aktivnosti ne mogu da se obavljaju na antenskom sistemu, pre nego što se isključi napajanje bazne stanice.

- S obzirom da se oko lokacije buduće bazne stanice nalaze objekti u kojima borave ljudi, uticaj elektromagnetne emisije na životnu sredinu se utvrđuje merenjima karakteristika elektromagnetnog polja na samoj lokaciji u skladu sa propisanim standardima i normama, a u cilju maksimalne zaštite ljudi, pre i posle rekonstrukcije i proširenja. U koliko se završnim merenje (posle modifikacije) ustanovi da BS spada u objekte od posebnog interesa, to znači da će se kontrolno merenje i izveštaj merenje raditi svake 2 godine i dostavljati inspekciji.

- Investitor je dužan da obezbedi izvršavanje programa praćenja uticaja na životnu sredinu predviđeno ovom Studijom.

- Investitor se obavezuje da baznu stanicu uključi u sistem daljinskog nadgledanja i održavanja u okviru koga treba da se nadgledaju sve kritične funkcije rada bazne stanice sa stanovišta zaštite životne sredine kao što su neovlašćeno otvaranje bazne stanice, požar i problemi u antenskim vodovima i antenskim sistemima. Investitor se obavezuje da organizuje službu neprekidnog nadgledanja rada bazne stanice 24 časa dnevno, 365 dana godišnje.

- Zabranjuje se pristup baznoj stanici neovlašćenim licima; pristup mogu imati samo ovlašćena lica koja su obučena za poslove održavanja i koji su upoznati sa činjenicom da se nikakve aktivnosti ne mogu obavljati na antenskom sistemu pre isključenja predajnika bazne stanice.

### **Kontrolisana zona:**

Kontrolisana (nadzirana) zona je ogradeni ili obeleženi prostor oko izvora nejonizujućeg zračenja u kome je najveći intenzitet EMP i koji je dostupan samo zaposlenim licima ili licima koja nadgledaju njegovo korišćenje. U ovom slučaju je to platforma oko antena posebno prostor oko

nosača antena. Stepenice izlaza na vrh silosa se zaključavaju, sa natpisom „**Zabranjen pristup neovlašćenim licima**”

Pristup kontrolisanoj zoni se ograničava postavljanjem table sa natpisom o zabrani pristupa neovlašćenim licima. Pravo pristupa antenskom sistemu kao i samoj baznoj stanici mogu imati samo lica ovlašćena od strane operatora za poslove održavanja koja su upoznata sa činjenicom da se nikakve aktivnosti ne mogu obavljati na antenskom sistemu pre isključenja predajnika bazne stanice.

Za predmetnu baznu stanicu kontrolisana zona je krov i platforma silosa na kojem će biti postavljeni nosači i antenski sistem. Prikaz polja u kontrolisanoj zoni dat je u poglavlju 6.8 na Slikama 6.4 ÷ 6.7.

## **9. PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU**

**Prikaz stanja životne sredine za vreme funkcionisanja projekta na lokacijama gde se očekuje uticaj na životnu sredinu:**

**Postojeće opterećenje životne sredine utvrđeno merenjem nivoa nejonizirajućeg zračenja u zoni povećane osetljivosti – puštene BS:**

Najveća trenutna izloženost zatečenom EMP koje potiče od svih izvora u širokopojasnom opsegu frekvencija 27 MHz ÷ 3 GHz izmerena je na mernom mestu T04 i iznosi 0,000334 (znatno manje od 1). Izmerena jačina električnog polja na tom mestu je  $0,322 \pm 0,109$ V/m.

Najveća izmerena izloženost trenutnom EMP koje potiče od svih izvora u širokopojasnom frekventnom opsegu 27 MHz ÷ 3 GHz (Tabela 7) znatno je manja od 1, što je saglasno kriterijumima iz Pravilnika [P1].

Rezultati uskopojasnog (frekvencijski selektivnog) merenja trenutnih vrednosti EMP u predajnim frekventnim opsezima radio-sistema baznih stanica mobilnih operatora u okruženju (Tabela 5.3) ukazuju da jačina električnog polja ni na jednom mernom mestu ne prelazi 10 % odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa.

**Parametre na osnovu kojih se mogu utvrditi štetni uticaji na životnu sredinu:**

Pravilnikom o granicama izloženosti nejonizujućim zračenjima, Službeni glasnik RS br. 104/2009, propisane su granice izloženosti, odnosno bazična ograničenja i referentni granični nivoi izloženosti stanovništva nejonizujućem zračenju, u zonama povećane osetljivosti (područja stambenih zona u kojima se osobe mogu zadržavati i 24 sata dnevno, škole, domovi, predškolske ustanove, porodilišta, bolnice, turistički objekti, dečija igrališta, površine neizgrađenih parcela namenjenih, prema urbanističkom planu, za navedene namene, u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije.) Bazična ograničenja izloženosti stanovništva nejonizujućim zračenjima, u opsegu od 0 Hz do 300 GHz, jesu ograničenja koja su zasnovana neposredno na utvrđenim zdravstvenim efektima i biološkim pokazateljima, dok referentni granični nivoi služe za praktičnu procenu izloženosti, kako bi se odredilo da li postoji verovatnoća da bazična ograničenja budu prekoračena. U Glavi 6, Tabeli 6.2. prikazane su granične vrednosti intenziteta električnog polja, intenziteta magnetnog polja i srednje gustine snage za opštu ljudsku populaciju (vreme usrednjavanja od 6 minuta).

U skladu sa Pravilnikom o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, Službeni glasnik RS br. 104/09, obavezno je izvršiti prvo merenje nivoa elektromagnetne emisije na lokaciji bazne stanice od strane lica akreditovanog za poslove ispitivanja, i to nakon izgradnje, odnosno postavljanja objekata koji sadrži izvor nejonizujućeg zračenja, a pre izdavanja dozvole za početak rada ili upotrebne dozvole. Za potrebe

prvog ispitivanja korisnik može izvor elektromagnetnog polja pustiti u probni rad u periodu ne dužem od 30 dana ili za telekomunikacione objekte može merenje izvršiti u toku tehničkog pregleda. Rezultati merenja dostavljaju se nadležnim institucijama.

Na osnovi člana 2. stava 1. tala2. i 3. Pravilnika o izvorima nejonizujućih zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, prvo ispitivanje jeste merenje nejonizujućeg zračenja oko izvora u toku započinjanja rada izvora pre korišćenja ili posle rekonstrukcije izvora nejonizujućeg zračenja, dok se periodično ispitivanje odnosi na merenje nejonizujućeg zračenja oko izvora koji se sprovodi u propisanom periodu.

Na osnovu člana 11. stava 1. navedenog Pravilnika [10], izvor nejonizujućeg zračenja neće se smatrati izvorom od posebnog interesa, ako se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja, utvrdi utvrdi nivo polja manji od 10 % propisanih graničnih vrednosti i korisnik neće vršiti periodična ispitivanja. U slučaju rekonstrukcije izvora iz stava 1. ovog člana korisnik obezbeđuje ispitivanja u skladu sa članom 8. ovog Pravilnika. U konkretnom slučaju, izvor elektromagnetnog zračenja jeste izvor nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, u koliko su vrednosti dobijene merenjem elektromagnetnog polja, jednake ili veće od 10 % propisanih graničnih vrednosti za datu frekvenciju. Nadležni organ za obavljanje tehničkog pregleda, odnosno za izdavanje dozvole za početak rada ili upotrebne dozvole, može pustiti u rad izvor ukoliko je merenjem utvrđeno da nivo elektromagnetnog polja ne prekoračuje propisane granične vrednosti i da izgrađeni, odnosno postavljeni objekat neće svojim radom ugrožavati životnu sredinu.

#### **Mesta, način i učestalost merenja utvrđenih parametara:**

U skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine, Službeni glasnik RS br. 135/04, 36/09, 72/09 i 43/11 i posebnim zakonima, Republika Srbija, autonomna pokrajina i jedinica lokalne samouprave u okviru svoje nadležnosti utvrđene zakonom obezbeđuju kontinualnu kontrolu i praćenje stanja životne sredine – monitoring. Monitoring se vrši sistematskim praćenjem vrednosti indikatora, odnosno praćenjem negativnih uticaja na životnu sredinu, stanja životne sredine, mera i aktivnosti koje se preduzimaju u cilju smanjenja negativnih uticaja i podizanja nivoa kvaliteta životne sredine. Monitoring može da obavlja i ovlašćena organizacija ako ispunjava uslove u pogledu kadrova, opreme, prostora, akreditacije za merenje datog parametra i SRPS-ISO standarda u oblasti uzorkovanja, merenja, analiza i pouzdanosti podataka, u skladu sa zakonom. Vlada utvrđuje kriterijume za određivanje broja i rasporeda mernih mesta, mrežu mernih mesta, obim i učestalost merenja, klasifikaciju pojava koje se prate, metodologiju rada i indikatore zagađenja životne sredine i njihovog praćenja, rokove i način dostavljanja podataka, na osnovu posebnih zakona.

Vlada donosi Program sistematskog ispitivanja nivoa nejonizujućeg zračenja u životnoj sredini za period od dve godine.

Ako se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja utvrdi nivo elektromagnetnog polja veći od 10 % propisanih graničnih vrednosti, korisnik izvora, obezbeđuje periodična ispitivanja jedanom svake druge godine. Rezultati merenja dostavljaju se:

1. Inspekciji za poslove zaštite životne sredine nadležne gradske uprave;
2. Agenciji za zaštitu životne sredine;

Ako se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja utvrdi nivo elektromagnetnog polja manji od 10 % propisanih graničnih vrednosti, korisnik izvora nije dužan da vrši periodična ispitivanja.

Međutim, ukoliko se periodičnim ispitivanjem, sistematskim ispitivanjem ili merenjem izvršenim po nalogu inspektora za zaštitu životne sredine, utvrdi da je u okolini jednog ili više izvora izmereni nivo elektromagnetnog polja iznad propisanih graničnih vrednosti, nadležni organ će naložiti ograničenje u pogledu upotrebe, rekonstrukciju ili isključenje bazne stanice do zadovoljavanja propisanih graničnih vrednosti. Rekonstrukcija se obavlja tehnički i operativno izvedenim merama u roku od najviše godinu dana od dana kada je naložena rekonstrukcija bazne



## STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

### ODELJENJE ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Bulevar vojvode Stepe 66, NOVI SAD  
021/6403-181; 021/6398-060; Fax:021/6398-929  
zzs@institutvatrogas.co.rs; www.institutvatrogas.co.rs

stanice (Pravilnik o izvorima nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, vrstama izvora, načinu i periodu njihovog ispitivanja, Službeni glasnik RS br. 104/2009).

U okviru periodičnog održavanja buduće bazne stanice (na svakih 6 meseci) treba obaviti proveru kompletne instalacije bazne stanice i pripadajućeg antenskog sistema.

**Prilikom izbora tačkaka u kojima se vršiti merenja, potrebno je da se prate rezultati ove Studije, odnosno, da se posebno izmere vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja u tačkama u kojima su izračunate najveće vrednosti polja. Najveće polje je prikazano crvenom bojom na slikama.**

**Merenje BS se vrši na objektima, u pravcu antena, sektora S1, S2 i S3.**

**11. PODACI O TEHNIČKIM NEDOSTACIMA ILI NEPOSTOJANJU  
ODGOVARAJUĆIH STRUČNIH ZNANJA I VEŠTINA ILI  
NEMOGUĆNOSTI DA SE PRIBAVE ODGOVARAJUĆI PODACI**

Prilikom izrade ove Studije nije bilo tehničkih nedostataka, problema po pitanju odgovarajućih stručnih znanja i veština.

## **12. USKLAĐENOST REZULTATA PRORAČUNA I MERENJA SA PROPISIMA**

U cilju utvrđivanja opterećenja životne sredine u lokalnoj zoni buduće radio-bazne stanice mobilne telefonije „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ operatora „Telekom Srbija“ izmeren je nivo postojećeg EMZ u opsezima frekvencija projektovanih radio-sistema UMTS2100 i LTE800, a potom i proračunom simuliran najgori mogući slučaj, kada bi svi radio-sistemi predmetne bazne stanice radili maksimalnim kapacitetom. U lokalnoj zoni (krug poluprečnika 300 m) uočene su i merenjem registrovane i druge bazne stanice koje su uzete u obzir pri proračunu zbog kumulativnih efekata.

U skladu sa Pravilnikom [8], referentni granični nivoi se odnose isključivo na zone povećane osetljivosti izvan kontrolisanih (nadziranih) oblasti.

U skladu sa Pravilnikom [10], nakon postavljanja ili rekonstrukcije izvora nejonizujućeg zračenja, a pre izdavanja dozvole za početak rada ili upotrebne dozvole, vrši se prvo ispitivanje, odnosno merenje nivoa elektromagnetnog polja u okolini izvora. Ovo ispitivanje se obavlja merenjem kontrolnih kanala na baznoj stanici koji su, bez obzira na saobraćaj, stalno aktivni i sadrže podatke o konfiguraciji predajnika. Izmerena jačina električnog polja kontrolnih kanala se ekstrapolira podacima o konfiguraciji, čime se simulira „najgori slučaj“, da bazna stanica radi pod maksimalnim opterećenjem.

Ako je Izveštajem o prvom ispitivanju zračenja izvora nejonizujućeg zračenja pod maksimalnim opterećenjem utvrđeno da bar u jednoj od mernih tačaka u zoni povećane osetljivosti elektromagnetno polje prelazi 10 % odgovarajuće referentne granične vrednosti, odnosno da je izvor nejonizujućeg zračenja od posebnog interesa, korisnik je dužan da vrši periodična merenja na svake dve godine. Ukoliko se u toku prvog ili periodičnog ispitivanja utvrdi nivo elektromagnetnog polja manji od 10 % propisanih graničnih vrednosti, korisnik neće vršiti periodična ispitivanja. Nivo 10 % referentne granične vrednosti ne predstavlja novouspo-stavljenu graničnu vrednost za zonu povećane osetljivosti, već meru praćenja stanja životne sredine u okolini izvora od posebnog interesa.

Poređenjem **proračunatih maksimalnih vrednosti** radio-sistema UMTS2100, LTE800, u lokalnoj zoni budući bazne stanice „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ operatora „Telekom Srbija“ (uz pretpostavku da svi radio-sistemi rade maksimalnom snagom) sa referentnim graničnim nivoima koje propisuje Pravilnik [P1] može se zaključiti:

1. Kada bi radio-sistemi UMTS2100 i LTE800 buduće radio-bazne operatora „Telekom Srbija“, radili maksimalnim kapacitetom, proračunata izloženost ukupnom elektromagnetnom polju u zoni povećane osetljivosti nigde ne bi prelazila referentnu graničnu vrednost za projektovane radio-sisteme LTE800 i UMTS2100.

2. U zoni povećane osetljivosti na nivou 1,5 m od podnožja buduće radio-bazne stanice operatora „Telekom Srbija“ proračunata jačina električnog polja koje potiče radio-sisteme LTE800 i UMTS2100, ne prelazi 10 % odgovarajućih referentnih graničnih nivoa.

3. U zoni povećane osetljivosti na najizloženijim spratovima stambenih objekata proračunata jačina električnog polja, koja potiču od radio-sistema UMTS2100 i LTE800 operatora „Telekom Srbija“, ne prelazi 10 %, odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa, a ni granične nivoe.

Iz prethodnog proizilazi da buduća bazna stanica „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ operatora „Telekom Srbija“ prema proračunu ne bi trebalo da ugrožava životnu sredinu, u skladu sa normama iz Pravilnika [P1].

U skladu sa normama iz Pravilnika [P2], prema proračunu, buduća bazna stanica „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ operatora „Telekom Srbija“ ne bi trebalo da bude objekat od posebnog interesa, što treba potvrditi kontrolnim merenjem nakon instalacije i puštanja u rad.



## **12.1 ZAKLJUČAK**

Proračunate vrednosti elektromagnetnog polja ukazuje na to da BS “KIU28, KIO28 ČOKA 2“ **ne prelazi 10 %**, odgovarajućeg referentnog graničnog nivoa, a takvi izvori ne podležu primeni posebnih mera zaštite i kontrole, koje su regulisane zakonskom regulativom.

Na osnovu sprovedene Studije o proceni uticaja bazne stanice “KIU28, KIO28 ČOKA 2“ na životnu sredinu i tehničke uređaje, može se zaključiti da u ograničenom prostoru dolazi do pojave elektromagnetne emisije od bazne stanice koja je ispod graničnih vrednosti. Na osnovu proračunatog nivoa elektromagnetne emisije može se zaključiti da su vrednosti polja ispod graničnih vrednosti i da svojim radom neće ugroziti životnu sredinu, iz obaveznu primenjivati posebne mere zaštite.

Prilikom izbora tačkaka u kojima će se vršiti merenje BS, potrebno je da se prate rezultati ove Studije, odnosno, da se posebno izmere vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja u tačkama u kojima su izračunate najveće vrednosti polja.

### **13. USLOVI I SAGLASNOSTI DRUGIH NADLEŽNIH ORGANA I ORGANIZACIJA U SKLADU SA POSEBNIM ZAKONOM**

Uslovi i saglasnosti drugih nadležnih organa i organizacija u skladu sa posebnim zakonom su dati rešenjima navedenim u prilogima:

- Rešenje o potrebnoj Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu, Republika Srbija-AP Vojvodina, Opština Čoka, Opštinska uprava Čoka, Odeljenje za privredu, poljoprivredu , razvoj, urbanizam za građevinske polove za sprovođenje objedinjene procedure i stambeno komunalne delatnosti, br. 501-19/02/2020 -111 od datuma 22.06.2020.godine;
- Informacija o lokaciji , Republika Srbija-AP Vojvodina, Opština Čoka, Opštinska uprava Čoka, Odeljenje za privredu, poljoprivredu , razvoj, urbanizam za građevinske polove za sprovođenje objedinjene procedure i stambeno komunalne delatnosti, br.351-63/1/2019-III od datuma 30.09.2019.godine;
- Kopija plana, Republički geodetski zavod, služba za katastar nepokretnosti Čoka, Br: 953-1/2018-69, od datuma 10.09.2020.
- Izvod iz lista nepokretnosti broj 1567 KO Čoka, Služba za katastar nepokretnosti Čoka, Br: 952-1/2018-1272, od datuma 10.09.2020.

## **14. LICA KOJA SU UČESTVOVALA U IZRADI STUDIJE I ODGOVORNO LICE**

SARADNICI

Aleksandar Nikolić, mast. inž. zžs. \_\_\_\_\_

Igor Todorčić, el. tehničar. \_\_\_\_\_

OVLAŠĆENA  
LICA

Javorka Nikolić, dipl. inž. znr. \_\_\_\_\_

mr Ružica Cvetković, dipl. inž. tehn. \_\_\_\_\_

ODGOVORNO  
LICE

Aleksandar Pavkov, dipl. el. Inž. \_\_\_\_\_

M.P. Generalni direktor  
mr Zoran Nikolić dipl. inž. znr.

\_\_\_\_\_

DATUM  
IZRADE

Novi Sad, 21.10.2020. godine

## **PRILOZI**

- Rešenje o potrebnoj Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu, Republika Srbija-AP Vojvodina, Opština Čoka, Opštinska uprava Čoka, Odeljenje za privredu, poljoprivredu , razvoj, urbanizam za građevinske polove za sprovođenje objedinjene procedure i stambeno komunalne delatnosti, br. 501-19/02/2020 -111 od datuma 22.06.2020.godine;
- Informacija o lokaciji , Republika Srbija-AP Vojvodina, Opština Čoka, Opštinska uprava Čoka, Odeljenje za privredu, poljoprivredu , razvoj, urbanizam za građevinske polove za sprovođenje objedinjene procedure i stambeno komunalne delatnosti, br.351-63/1/2019-III od datuma 30.09.2019.godine;
- Kopija plana, Republički geodetski zavod, služba za katastar nepokretnosti Čoka, Br: 953-1/2018-69, od datuma 10.09.2020.
- Izvod iz lista nepokretnosti broj 1567 KO Čoka, Služba za katastar nepokretnosti Čoka, Br: 952-1/2018-1272, od datuma 10.09.2020.
- IP03: KONSING GROUP: Novo stanje na lokaciji- Osnova i pogled A-A.
- IP04: KONSING GROUP: Novo stanje na lokaciji- Pogled B-B
- Izveštaj o ispitivanju nivoa izlaganja ljudi visokofrekventnim elektromagnetnim poljima BS „KIU28, KIO28 ČOKA 2“ broj 1207/19-160 L AČ. Izdala Laboratorija Instituta Vatrogas 12.07.2019

## **REFERENCE:** poglavlje 6.4

- <sup>1</sup> WHO (2014-10) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/> (Pamflet N°193 ažuriran oktobra 2014)
- <sup>2</sup> [SCENIHR: *Final opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields* [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihr\\_o\\_041.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf)]
- <sup>3</sup> [IARC *press release No 208: IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans, 31.05.2011* [http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208\\_E.pdf](http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf)] i [IARC: *Agents Classified by The IARC Monographs, Volumes 1–114,* [http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/List\\_of\\_Classifications\\_Vol1-114.pdf](http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/List_of_Classifications_Vol1-114.pdf)]
- <sup>4</sup> International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Statement on the "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)",* 2009.
- <sup>5</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz,* IEEE Std C95.1, 2005.