

**Dokumentacija za odlučivanje
o potrebi izrade Elaborata o procjeni uticaja na životnu
sredinu**

Naziv Projekta: **Radio bazna stanica - RBS "Sušćepan"**
 na lokaciji dio kp 923/1 KO Trebesin,
 Herceg Novi

Nosilac Projekta: **Crnogorski telekom a.d. Podgorica**
 Moskovska 29, 81000 Podgorica
 tel. 020-433-710
 tel. 020-225-752
 fax: 020-433-704 / 020-433-400
 reg.br.: 4-0000618/040

Odgovorna **Anita Đikanović**
osoba: tel.: 067/667-799

Dokumentacija za odlučivanje o potrebi izrade Elaborata o procjeni uticaja na životnu sredinu

1. Opšte informacije

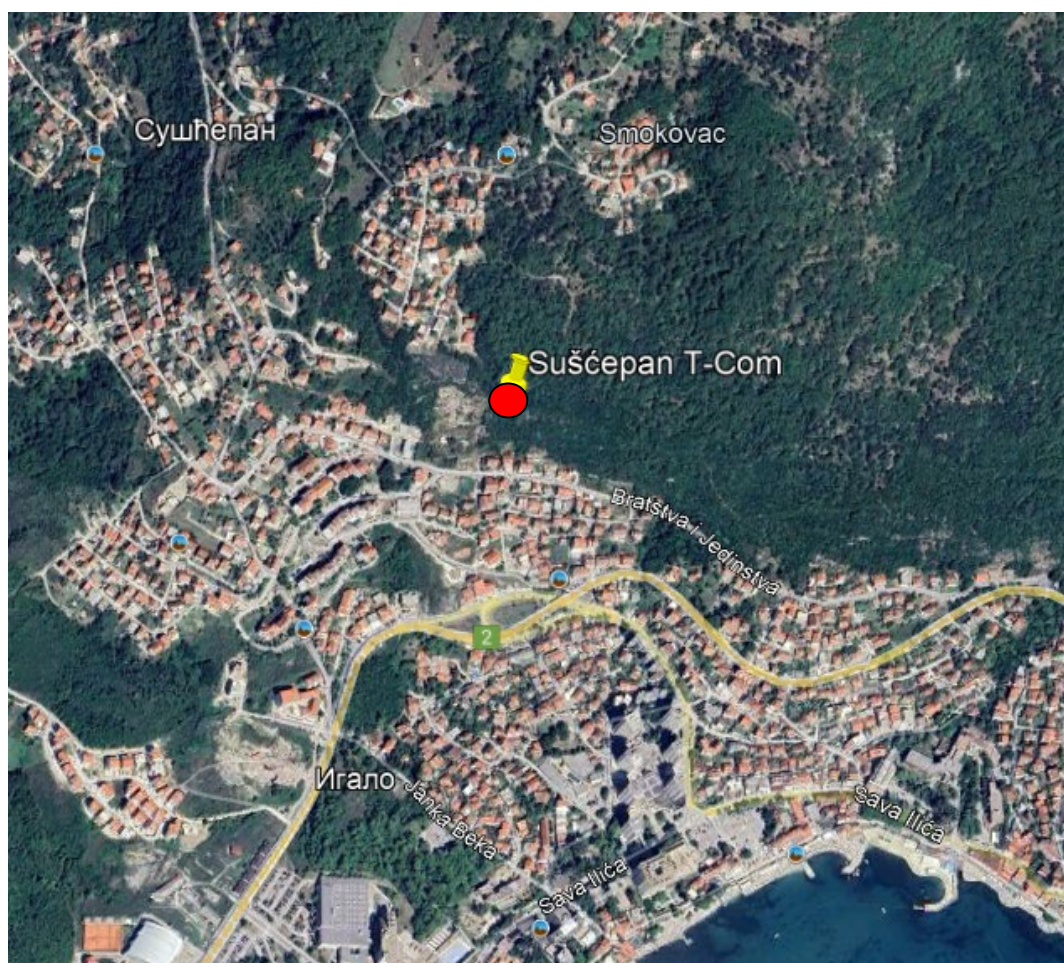
Naziv Projekta: Radio bazna stanica - RBS "Sušćepan"
na lokaciji dio kp 923/1 KO Trebesin, Herceg Novi

Nosilac Projekta: Crnogorski telekom a.d. Podgorica
Moskovska 29, 81000 Podgorica
tel. 020-433-710
tel. 020-225-752
fax: 020-433-704 / 020-433-400
reg.br.: 4-0000618/040

Odgovorna osoba: Anita Đikanović
tel.: 067/667-799

2. Opis lokacije projekta

Lokacija predmetnog projekta se nalazi na prostoru Herceg Novog, u naselju Sušćepan. Satelitski prikaz lokacije je dat na donjoj slici.



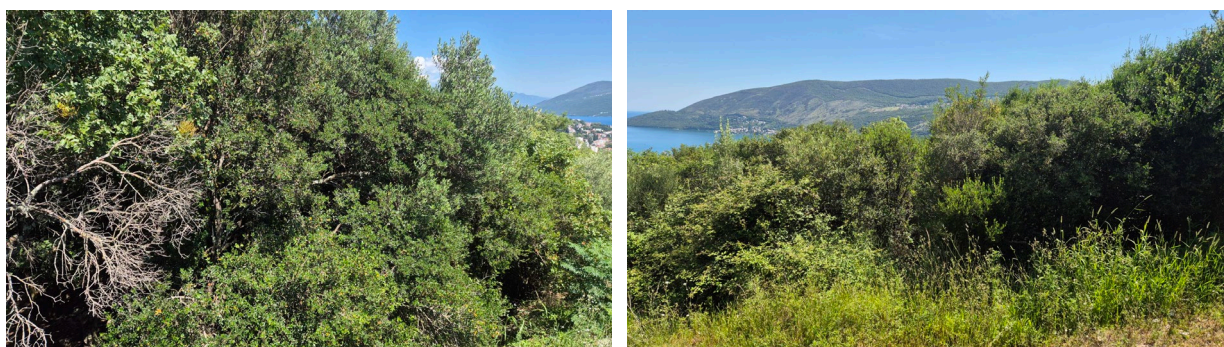
Slika 2.1. Lokacija bazne stanice - ●

U neposrednom okruženju projektne lokacije nema stambenih ili poslovnih objekata. Najbliži stambeni objekat je udaljen više od 66m od projektne lokacije. Na većim udaljenjima se nalaze stambeni objekti namijenjeni individualnom stanovanju. Lokacija se nalazi u šumovitom okruženju, kako je to prikazano na sledećim slikama. Bliži satelitski prikaz lokacije je dat na sledećoj slici.



Slika 2.2. Uže okruženje bazne stanice

Izgled lokacije i okruženja je prikazan na sledećoj slici.





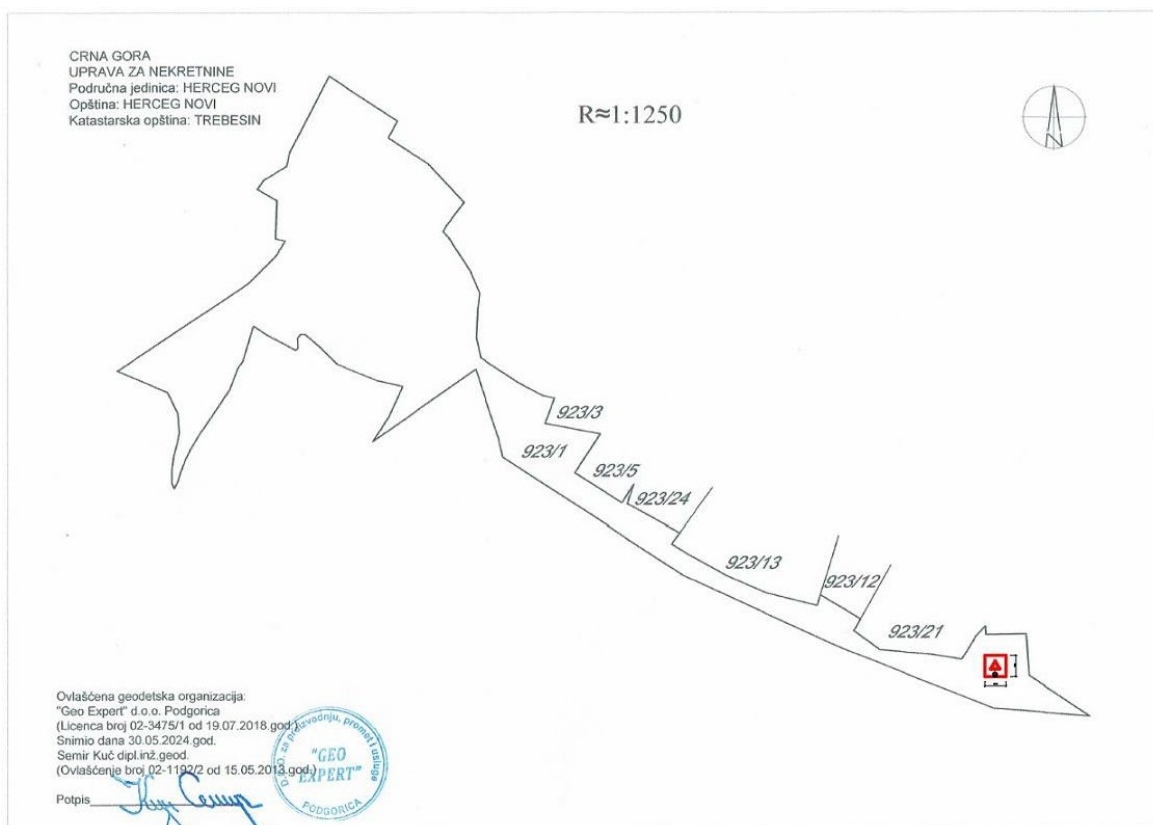
Slika 2.3. Izgled lokacije i okruženja

Opšti podaci o lokaciji su dati u sledećoj tabeli:

Naziv lokacije	Suščepan
Opština	Herceg Novi
Geografska širina	42° 27' 51.22"N
Geografska dužina	18° 30' 39.59"E
Nadmorska visina (m)	134m
Tip objekta	outdoor
Vlasnik	Crnogorski Telekom
Tip jarbola	čelični rešetkasti
Visina jarbola/antena	30m / 27m
Vlasništvo stuba	Crnogorski Telekom

a) Postojeće korišćenje zemljišta

Bazna stanica je planirana na neizgrađenom zemljištu, na dijelu katastarske parcele broj 923/1 KO Trebesin, opština Herceg Novi.



Slika 2.4. Skica prostora sa ucrtanim projektom

b) Relativni obim, kvalitet i regenerativni kapacitet prirodnih resursa

S obzirom da se lokacija nalazi na prostoru koji nije izgrađen, ali je njegova okolina izgrađena, i da ona trpi uticaje antropogene djelatnosti, konstatujemo da su prirodni resursi u okruženju mali, te ih treba pažljivo koristiti.

c) apsorpcioni kapacitet prirodne sredine

Apsorpcione karakteristike ovog lokaliteta, sa aspekta projektne djelatnosti, su relativno dobre, s obzirom na lokaciju, ali ih treba racionalno koristiti.

U bližem okruženju projekta nema značajnijih šuma ili močvarnih područja.

Projekat se ne predviđa u području koje je gusto naseljeno. U ljetnjim mjesecima, naseljenost ovog područja je veća.

Projekat se ne realizuje u području koje je prepoznato sa stanovišta istorijske, kulturne ili arheološke važnosti.

3. Karakteristike projekta

Kako bi se obezbijedilo kvalitetno pokrivanje signalom ovog prostora, nosilac projekta A.D. Crnogorski Telekom je odlučio da se izvrši postavljanje telekomunikacione opreme na lokaciji „Sušćepan“, Opština Herceg Novi. Crnogorski Telekom će izvršiti puštanje u rad opreme na lokaciji Sušćepan, opština Herceg Novi, u cilju puštanja u rad GSM, LTE i NR bazne stanice. Planirana je instalacija sledeće opreme:

- GSM-900 bazna stanica Sušćepan
- LTE-800 bazna stanica Sušćepan
- LTE-1800 bazna stanica Sušćepan
- LTE-2100 bazna stanica Sušćepan
- NR-2100 bazna stanica Sušćepan
- LTE-2600 bazna stanica Sušćepan.

a) Opis fizičkih karakteristika cjelokupnog projekta

Projekat se predviđa na antenskom trougaonom čeličnom rešetkastom stubu visine 30m.

b) Veličina projekta

Za potrebe GSM, LTE i NR će se koristiti udaljene radio jedinice. Udaljene radio jedinice će biti smještene na stubu ispod panel antena.

Za GSM, LTE i NR mrežu koristiće se isti antenski sistem kojeg čine 2 server antene tipa Huawei ATR4518R6v06, koje će biti smještene na antenskom stubu na visini 27m od tla (do donje ivice antene).

U okviru kabineta RBS 6101 se dodaju se dvije procesorske jedinice baseband (BB) 6631.

Za sistem prenosa će se koristiti baseband jedinica (BB) 6631 i radio-relejna veza.

Koristi se multi-standard outdoor radio kabinet RBS 6101 koji se smješta na betonskom postolju pored stuba. Za napajanje će se koristiti postojeći razvodni ormar pri čemu oprema CT-a ima odgovarajući baterijski backup od 1x190Ah.

Namjena bazne stanice RBS 6101

Nova familija baznih stanica RBS 6000 konstruisana je da obezbijedi što jednostavniji prelaz od postojećih ka novim tehnologijama. Ova familija nudi inovacije u izgradnji sajta za sve komponente, ima modularni dizajn a sama integracija u postojeće sisteme je jednostavna.

Sve RBS ove familije podržavaju rad u više sistema. Napajanje RBS ove familije je tipa "power on demand", tako da se u svakom trenutku obezbjeđuje napajanje tačno onoliko koliko je potrebno i svedeno je na minimum. Ograničene su po pitanju broja fleksibilnih jedinica, kao što su DU (digital units), RU(radio units) ili pomoćnih jedinica (auxiliary units).

Bazna radio stanica (Radio Base Station) RBS 6102 pripada familiji baznih stanica RBS 6000. RBS 6102 je tipa makro i po konstrukciji je namijenjena za spoljnu montažu. Ova RBS nudi mogućnost smještanja čitavog sajta u samo jedan kabinet. Sve jedinice u kabinetu su lako dostupne s prednje strane kabineta, što znači da kabineti mogu biti montirani „leđa u leđa“ ili uz zid.

RU arhitektura

RU se sastoji od filtera i pojačavača za više nosioca. Radio ima opseg do 20 MHz i izlaznu snagu do 60W (sa koracima od po 20W). Intrefejs ka antenskom sistemu su dva porta - Tx/Rx i Rx port. RUS mogu da emituju dva sistema u isto vrijeme.

Ukoliko se u jednom sektoru koristi više RU-ova koristi se co-siting port, kako bi se smanjio broj potrebnih kablova ili antena.

Glavne karakteristike RBS 6101

- podržava radio konfiguracije za rad u GSM, WCDMA i LTE sistemu
- podržava MSSM (Multi Standard Single Mode)
- unutar kabineta je predviđen i prostor za interni baterijski back-up, kao i za opcionu opremu za prenos (u zavisnosti od toga da li su baterije smještene unutar RBS 6102 ili ne, za opremu za prenos se može koristiti 2U ili 4U)
- može biti konfigurisana sa maksimalno 6 radio jedinica (RU) i maks. 4 digitalnih jedinica (DU)
- napajanje može biti naizmjenično (100-250 V AC) ili jednosmjerno (-48 V DC, sa dvije žice)
- podržava eksterne alarme.

Antenski sistem

Antene

Na lokaciji se koriste usmjerene antene Huawei ATR4518R6v06.

Ovaj tip antene ima neravnomjeran dijagram zračenja i u horizontalnoj i u vertikalnoj ravni i često se koristi za sektore baznih stanica. Prema tome one se često zovu sektorske antene. Izračena snaga je više ili manje koncentrisana u jednom pravcu. S obzirom da se zračenje koncentrisano u horizontalnoj ravni dobija uz pomoć reflektora, to već postoji određeni dobitak. Međutim, antenski elementi mogu takođe biti tako postavljeni (slično kao omni antene) u cilju povećanja rezultujućeg dobitka u vertikalnoj ravni. Tipičan dobitak za usmjerene antene je 11 do 18 dBi.

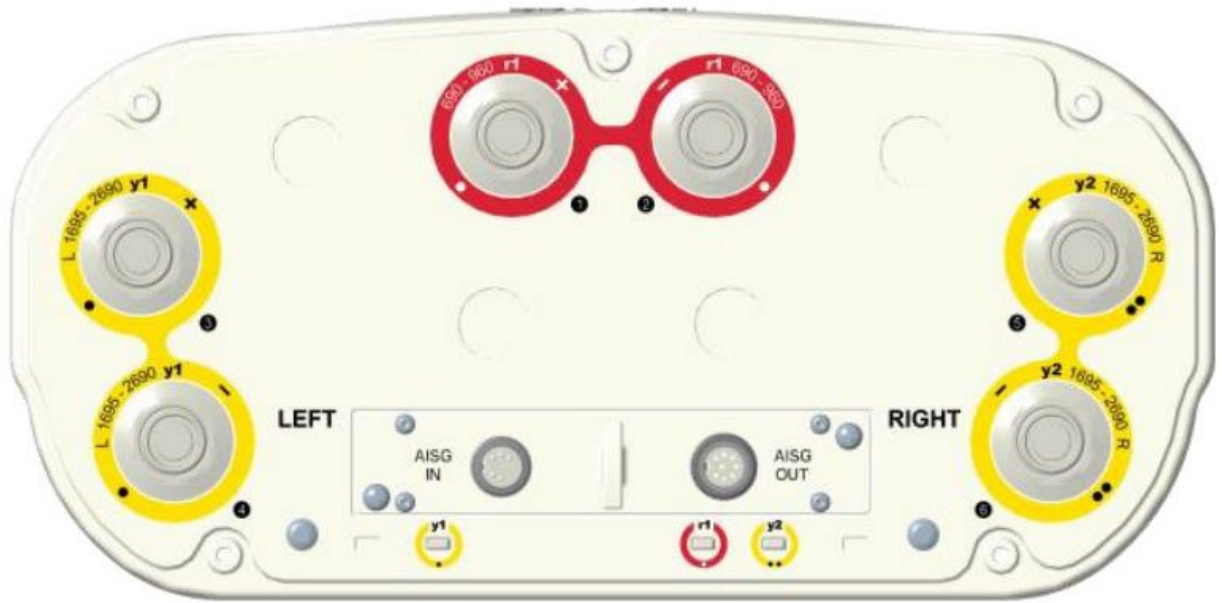
Na ovoj lokaciji, kao što je već gore navedeno, koristiće se 2 panel antene tipa Huawei ATR4518R6v06.

Dno antena u sva tri sektora je na visini od 27m od tla.

Azimut antene u 1.sektoru je 140° pri čemu su električni downtiltovi po tehnologijama: 6 sa GSM, 6 za LTE-800, 6 za LTE-1800, 6 za LTE/NR-2100 i 6 za LTE-2600. Mehanički downtilt je 0.

Azimut antene u 2.sektoru je 235° pri čemu su električni downtiltovi po tehnologijama: 4 sa GSM, 4 za LTE-800, 4 za LTE-1800, 4 za LTE/NR-2100 i 4 za LTE-2600. Mehanički downtilt je 0.

Kako ove antene imaju četiri para portova povezivanje džampera za pojedine tehnologije biće odrađeno kao na slici ispod:

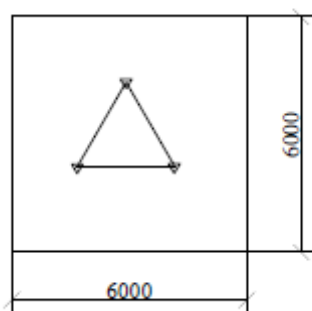
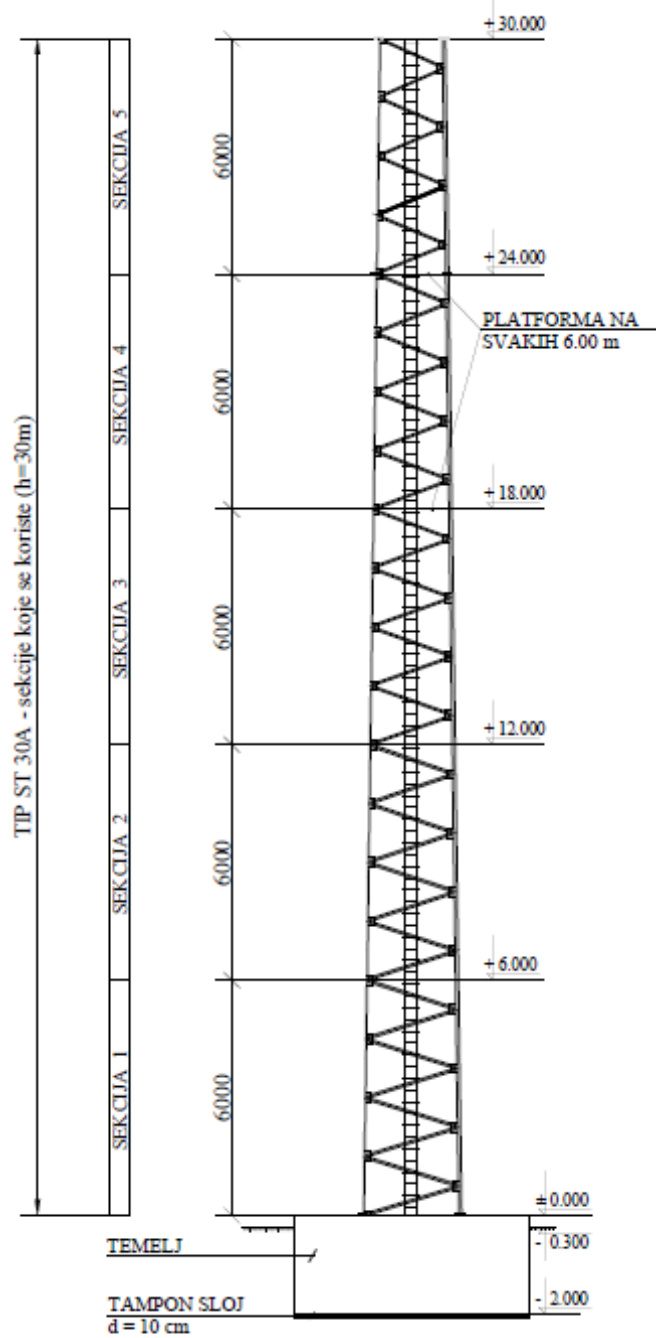


R1 port: 4G-800MHz/2G-900MHz
Y1/Y2 port: 4G-1800/4G-2100/4G-2600MHz



Antenski stub i pozicija antena na stubu

Postavlja se antenski stub visine 30m koji je vlasništvo Crnogorskog Telekom. Antene Crnogorskog Telekom se postavljaju na visini od 27m iznad tla do donje ivice antene.



Antena Huawei ATR4518R6v06

ATR4518R6v06

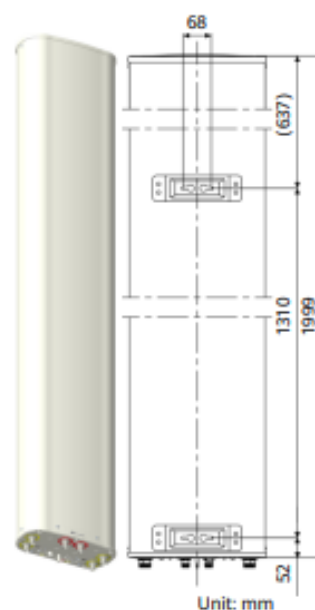
DXXX-690-960/1695-2690/1695-2690-65/65/65-16i/18i/18i-M/M/M-R
EasyRET 6-Port 1L2H Antenna with 3 Integrated RCUs – 2.0 m



Antenna Specifications

Electrical Properties									
Frequency range (MHz)		690-960 (r1)				2 x (1695-2690) (Ly1/Ry2)			
		690-803	790-862	824-894	880-960	1695-1990	2200-2490	2490-2690	
Polarization		+45°, -45°							
Electrical downtilt (°)		0-10, continuously adjustable, each band separately							
Gain (dBi)	At mid tilt	15.5	15.9	16.0	16.1	17.1	17.5	17.8	18.3
	Over all Tilts	15.5±0.5	15.8±0.5	15.8±0.5	16.0±0.6	17.1±0.5	17.5±0.4	17.8±0.5	18.2±0.4
Side lobe suppression for first side lobe above main beam (dB)		> 18	> 18	> 18	> 18	> 19	> 19	> 19	> 19
Horizontal 3 dB beam width (°)		65±1.7	65±1.4	65±1.7	65±2.4	65±4.3	64±3.2	63±4.4	62±4.1
Vertical 3 dB beam width (°)		10.3±0.7	9.5±0.5	9.2±0.6	8.6±0.5	7.1±0.5	6.5±0.5	5.8±0.4	5.3±0.2
VSWR		< 1.5							
Cross polar isolation (dB)		≥ 28							
Interband isolation (dB)		≥ 30							
Front to back ratio, ±30° (dB)		> 25	> 25	> 25	> 25	> 25	> 27	> 26	> 25
Cross polar ratio, 0° (dB)		> 18	> 18	> 18	> 18	> 18	> 18	> 17	> 17
Max. effective power per port (W)		500 (at 50°C ambient temperature)				250 (at 50°C ambient temperature)			
Intermodulation IM3 (dBc)		≤ -153 (2 x 43 dBm carrier)							
Impedance (Ω)		50							
Grounding		DC grounding							

Mechanical Properties	
Antenna dimensions (H x W x D) (mm)	1999 x 349 x 166
Packing dimensions (H x W x D) (mm)	2240 x 435 x 220
Antenna weight (kg)	23.3
Antenna packing weight (kg)	34.1 (including clamps)
Radome material	Fiberglass
Radome colour	Light grey
Operational temperature (°C)	-40 to +65
Wind load (N)	Frontal: 630 (at 150 km/h) Lateral: 180 (at 150 km/h) Maximum: 665 (at 150 km/h)
Max. operational wind speed (km/h)	200
Survival wind speed (km/h)	250
Connector	6 x 4.3-10 Female
Connector position	Bottom



Accessories

Item	Model	Description	Weight	Units per antenna
Clamp kit-D	ASMC00015	2 clamps, mast diameter: 50-115 mm	4.2 kg	1
Downtilt kit-D	ASMDT0001	Mechanical downtilt: 0-12°	2.1 kg	1 (Separate packing)

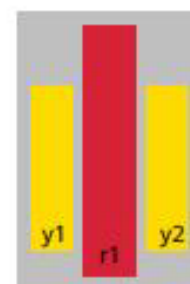
ATR4518R6v06

DXXX-690-960/1695-2690/1695-2690-65/65/65-16i/18i/18i-
M/M/M-R

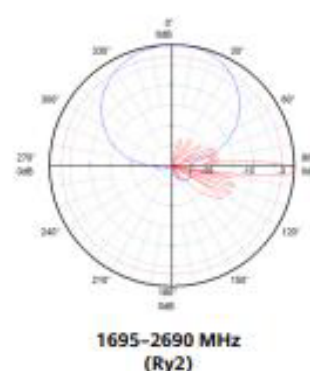
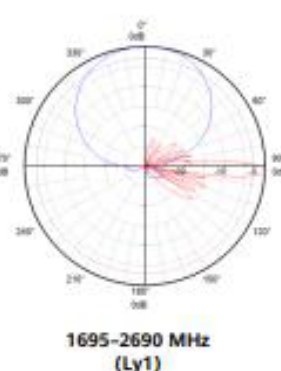
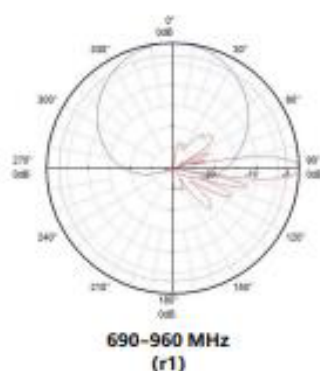
EasyRET 6-Port 1L2H Antenna with 3 Integrated RCUs - 2.0 m

**Antenna Information Management Module (AIMM) Specifications**

RET Properties								
RET type	Integrated RET							
RET protocols*	AISG 2.0/3GPP							
Input voltage range (V)	10-30 DC							
Power consumption (W)	< 0.6 (when the motor does not work, 12 V) < 5 (when the motor is working, 12 V) < 10 (when the motor is starting up or shutting down, 12 V)							
Adjustment time (full range) (s)	Typ. 50 (typically, depending on antenna type)							
RET connector	2 x 8 pin connector according to IEC 60130-9 Daisy chain in: Male/Daisy chain out: Female							
Pin assignment according AISG	1	2	3	4	5	6	7	8
	Not used	Not used	RS-485B	Not used	RS-485A	DC	DC return	Not used
Lightning protection (kA)	8 (8/20 μ s)							

Port and Array Layout

Port	Array	Freq(MHz)	RET S/N
1-2	r1	690-960	HWxxxxx.....r1
3-4	Ly1	1695-2690	HWxxxxx.....Ly1
5-6	Ry2	1695-2690	HWxxxxx.....Ry2

Pattern Sample for Reference

Product Data Sheet

LCF12-50J



1/2" CELLFLEX® Premium Attenuation Low-Loss Foam-Dielectric Coaxial Cable

Product Description

CELLFLEX® 1/2" low loss flexible cable

Application: OEM jumpers, Main feed transitions to equipment, GPS lines



1/2" CELLFLEX® Low-Loss Foam Dielectric Coaxial Cable

Features/Benefits

• Low Attenuation

The low attenuation of CELLFLEX® coaxial cable results in highly efficient signal transfer in your RF system.

• Complete Shielding

The solid outer conductor of CELLFLEX® coaxial cable creates a continuous RF/EMI shield that minimizes system interference.

• Low VSWR

Special low VSWR versions of CELLFLEX® coaxial cables contribute to low system noise.

• Outstanding Intermodulation Performance

CELLFLEX® coaxial cable's solid inner and outer conductors virtually eliminate intermod. Intermodulation performance is also confirmed with state-of-the-art equipment at the RFS factory.

• High Power Rating

Due to their low attenuation, outstanding heat transfer properties and temperature stabilized dielectric materials, CELLFLEX® cable provides safe long term operating life at high transmit power levels.

• Wide Range of Application

Typical areas of application are: feedlines for broadcast and terrestrial microwave antennas, wireless cellular, PCS and ESMR base stations, cabling of antenna arrays, and radio equipment interconnects.

Technical Features

Structure

Inner conductor:	Copper-Clad Aluminum Wire	[mm (in)]	4.8 (0.19)
Dielectric:	Foam Polyethylene	[mm (in)]	11.9 (0.47)
Outer conductor:	Annularly Corrugated Copper	[mm (in)]	13.8 (0.54)
Jacket:	Polyethylene, PE	[mm (in)]	15.8 (0.62)

Mechanical Properties

Weight, approximately	[kg/m (lb/ft)]	0.20 (0.14)
Minimum bending radius, single bending	[mm (in)]	70 (3)
Minimum bending radius, repeated bending	[mm (in)]	125 (5)
Bending moment	[Nm (lb-ft)]	6.5 (4.79)
Max. tensile force	[N (lb)]	1100 (247)
Recommended / maximum clamp spacing	[m (ft)]	0.6 / 1.0 (2.0 / 3.25)

Electrical Properties

Characteristic impedance	[Ω]	50 +/- 1
Relative propagation velocity	[%]	88
Capacitance	[pF/m (pF/ft)]	76.0 (23.2)
Inductance	[μH/m (μH/ft)]	0.190 (0.058)
Max. operating frequency	[GHz]	8.8
Jacket spark test RMS	[V]	8000
Peak power rating	[kW]	38
RF Peak voltage rating	[V]	1950
DC-resistance inner conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	1.57 (0.48)
DC-resistance outer conductor	[Ω/km (Ω/1000ft)]	2.70 (0.82)

Recommended Temperature Range

Storage temperature	[°C (°F)]	-70 to +85 (-94 to +185)
Installation temperature	[°C (°F)]	-40 to +60 (-40 to +140)
Operation temperature	[°C (°F)]	-50 to +85 (-58 to +185)

Other Characteristics

Fire Performance: Halogene Free

VSWR Performance: Standard

[dB (VSWR)]

Other Options:

Phase stabilized and phase matched cables and assemblies are available upon request.

Contact RFS for your VSWR performance specification for your required frequency band.

Frequency [MHz]	Attenuation [dB/100m]	Power [kW]
0.5	0.149	0.0454
1.0	0.211	0.0643
1.5	0.258	0.0788
2.0	0.298	0.0910
10	0.671	0.204
20	0.951	0.290
30	1.17	0.356
50	1.51	0.462
88	2.02	0.616
100	2.16	0.658
108	2.24	0.684
150	2.66	0.810
174	2.87	0.875
200	3.08	0.940
300	3.81	1.16
400	4.43	1.35
450	4.71	1.44
500	4.98	1.52
512	5.04	1.54
600	5.48	1.67
700	5.95	1.81
750	6.17	1.88
800	6.39	1.95
824	6.49	1.98
894	6.78	2.07
900	6.80	2.07
925	6.90	2.10
960	7.04	2.15
1000	7.20	2.19
1250	8.12	2.48
1400	8.64	2.63
1500	8.97	2.73
1700	9.61	2.93
1800	9.91	3.02
2000	10.5	3.20
2100	10.8	3.29
2200	11.1	3.38
2400	11.6	3.54
2500	11.9	3.62
2600	12.2	3.70
2700	12.4	3.78
3000	13.2	4.01
3500	14.4	4.38
4000	15.5	4.72
5000	17.6	5.37
6000	19.6	5.97
7000	21.4	6.54
8000	23.2	7.07
8800	24.6	7.49

Attenuation at 20°C (68°F) cable temperature
Mean power rating at 40°C (104°F) ambient temperature

All information contained in the present datasheet is subject to confirmation at time of ordering

RFS The Clear Choice®

LCF12-50J

Rev: C / 06.Feb.2013

Print Date: 23.03.2013

Please visit us on the internet at <http://www.rfs-world.com/>

Radio Frequency Systems

Proračun izračenih snaga

Na lokaciji se koristi antenski sistem sa parametrima datim u tabeli:

Ćelija	Tip antene	Kom	Azimut (°)	Elevacioni ugao (°)		Dužina / Tip Fidera
				mehanički	električni	
A-2G900	Huawei ATR4518R6v06	1	140	0	-6	2m / 1/2"
A-4G800					-6	
A-4G1800					-6	
A-4G2100					-6	
A-5G2100					-6	
A-4G2600					-6	
B-2G900	Huawei ATR4518R6v06	1	235	0	-4	2m / 1/2"
B-4G800					-4	
B-4G1800					-4	
B-4G2100					-4	
B-5G2100					-4	
B-4G2600					-4	

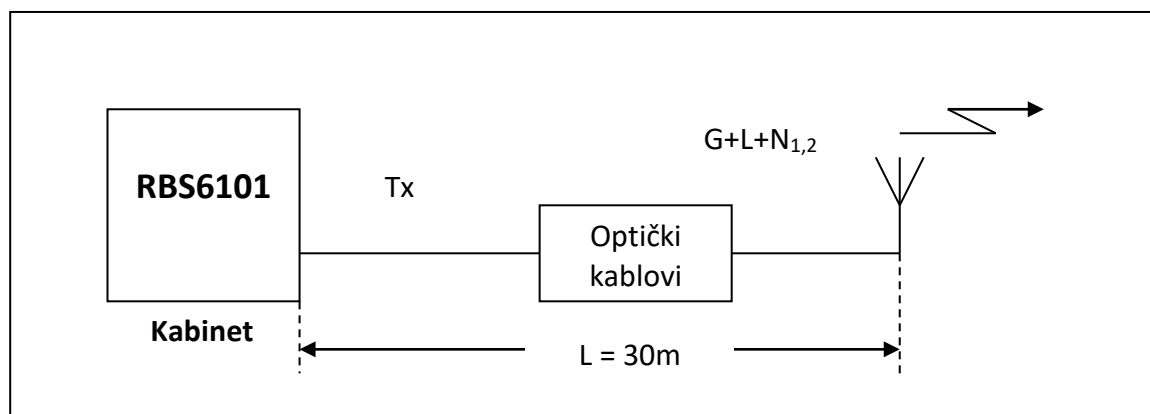
Na lokaciji Sušćepan za potrebe GSM-900, LTE-800, LTE-1800, LTE-2100, NR-2100 i LTE-2600 tehnologije koristi se Main+Remote koncept koji se zasniva na optičkim kablovima i džamperima.

Feeder tip	800 (dB/100m)	900 (dB/100m)	1800 (dB/100m)	2100 (dB/100m)	2600 (dB/100m)
LCF 1/2 "	6,49	7,04	9,91	10,80	12,20
LCF 7/8 "	3,41	3,70	5,21	5,67	6,39
LCF 1-5/8 "	2,02	2,20	3,16	3,46	3,93

Nezavisno od gubitka u fiderima, dodatni gubici nastaju u džamperima i konektorima. Tipične vrijednosti su 0,05 dB za svaki konektor.

Dupleksni filtri omogućavaju da se koristi ista antena za emitovanje i prijem. Kada se koristi eksterni dupleksni filter onda će nastati dodatni gubici i na uplink-u i na downlink-u, koji se moraju uzeti u obzir i koji tipično iznose 0,5dB.

Uzimajući u obzir snagu predajnika (Tx), navedene gubitke (u džamperima i konektorima L_j+c i u duplesnom eksternom filteru L_{df}), kao i dobitak antene (GA) dolazimo do sljedećeg proračuna efektivne izotropne izračene snage antena:



Skica: Proračun efektivne izračene snage

GSM-900 i LTE-800

Pošto je na lokaciji **2G-900 Sušćepan** konfiguracija 2/2/0 sa RRUS jedinicama od 240W koje rade u multimixed modu, to je izlazna snaga u oba sektora softverski podešena na 40W, tj. $T_{x1,2} = 46,0\text{dBm}$. Dobitak antena u opsegu 900MHz iznosi 16,4dBi.

$T_{x1,2}$	= 46,0 dBm	– snaga na izlazu iz radio jedinice
L_{fo}	≈ 0 dB	– gubici u optičkom kablju
L_{j+c}	= (0,24 + 0,1) dBm = 0,34 dB	– gubici u džamperima i konektorima (1 džamper 1/2" od 2m, 1 konektor na RRUS-u i 1 konektor na anteni)
L_{df}	= 0,5 dB	– gubici u filtrima
G_{A900}	= 16,1 dBi	– dobitak antene

$$P_{out1,2} = T_x - L_{fo} - L_{j+c} - L_{df} + G_A = 46,0 - 0,0 - 0,34 - 0,5 + 16,1 = 61,26 \text{ dBm}$$

Pa je na osnovu ovoga efektivna izračena snaga antena po podnosiocima u pravcima maksimalnog zračenja:

$$P_{eff_{A,B}} = 10^{\frac{P_{out}-30}{10}} = 10^{3,126} = 1337W.$$

Pošto je na lokaciji 4G-800 Sušćepan konfiguracija 2/2/0 sa RRUS jedinicama od 240W koje rade u multimixed modu, to je izlazna snaga softverski podešena na 40W u oba sektora tj. $T_{x1,2} = 46,0\text{dBm}$. Koristi se kanal širine 20MHz i 2x2 MIMO. Dobitak antena u opsegu 800MHz iznosi 15,9 dBi.

$T_{x1,2}$	= 46,0 dBm	– snaga na izlazu iz radio jedinice
L_{fo}	≈ 0 dB	– gubici u optičkom kablju
L_{j+c}	= (0,23 + 0,1) dBm = 0,33 dB	– gubici u džamperima i konektorima (1 džamper 1/2" od 2m, 1 konektor na RRUS-u i 1 konektor na anteni)
L_{df}	= 0,5 dB	– gubici u filtrima
G_{A800}	= 15,9 dBi	– dobitak antene

$$P_{out1,2} = T_x - L_{fo} - L_{j+c} - L_{df} + G_A = 46,0 - 0,0 - 0,33 - 0,5 + 15,9 = 61,07 \text{ dBm}$$

Pa je na osnovu ovoga efektivna izračena snaga antena po podnosiocima u pravcima maksimalnog zračenja:

$$P_{eff_{A,B}} = 10^{\frac{P_{out}-30}{10}} = 10^{3,107} = 1280W.$$

LTE-1800/LTE-2100/NR-2100/LTE-2600

Pošto je na lokaciji **4G-1800 Sušćepan** konfiguracija 4/4/0 sa RRUS jedinicama od 640W, koje rade u multimix modu, to je izlazna snaga softverski podešena na 40W u oba sektora, tj. $T_{x1,2} = 46,0\text{dBm}$. Koristi se kanal širine 20MHz i 4x4 MIMO. Dobitak antena u opsegu 1800MHz iznosi 17,1dBi.

$T_{x1,2}$	= 46,0 dBm	– snaga na izlazu iz radio jedinice
L_{fo}	≈ 0 dB	– gubici u optičkom kablju
L_{j+c}	= (0,3 + 0,1) dBm = 0,40 dB	– gubici u džamperima i konektorima (1 džamper 1/2" od 2m, 1 konektor na RRUS-u i 1 konektor na anteni)
L_{df}	= 0,5 dB	– gubici u filtrima
G_{A1800}	= 17,1 dBi	– dobitak antene

$$P_{out1,2} = T_x - L_{fo} - L_{j+c} - L_{df} + G_A = 46,0 - 0,0 - 0,4 - 0,5 + 17,1 = 62,20 \text{ dBm}$$

Pa je na osnovu ovoga efektivna izračena snaga antena po podnosiocima u pravcima maksimalnog zračenja:

$$P_{eff_{A,B}} = 10^{\frac{P_{out}-30}{10}} = 10^{3,220} = 1660W.$$

Pošto je na lokaciji **4G-2100 Sušćepan** konfiguracija 4/4/0 sa RRUS jedinicama od 640W, koje rade u multimix modu, to je izlazna snaga softverski podešena na 40W u oba sektora, tj. $T_{x1,2} = 46,0\text{dBm}$.

Koristi se kanal širine 15MHz i 4x4 MIMO.

Dobitak antena u opsegu 2100MHz iznosi 17,5dBi.

$T_{x1,2}$	= 46,0 dBm	– snaga na izlazu iz radio jedinice
L_{fo}	≈ 0 dB	– gubici u optičkom kablju
L_{j+c}	= (0,31 + 0,1) dBm = 0,41 dB	– gubici u džamperima i konektorima (1 džamper 1/2" od 2m, 1 konektor na RRUS-u i 1 konektor na anteni)
L_{df}	= 0,5 dB	– gubici u filtrima
G_{A2100}	= 17,5 dBi	– dobitak antene

$$P_{out1,2} = T_x - L_{fo} - L_{j+c} - L_{df} + G_A = 46,0 - 0,0 - 0,41 - 0,5 + 17,5 = 62,59 \text{ dBm}$$

Pa je na osnovu ovoga efektivna izračena snaga antena po podnosiocima u pravcima maksimalnog zračenja:

$$P_{eff_{A,B}} = 10^{\frac{P_{out}-30}{10}} = 10^{3,259} = 1816W.$$

Napomena:

Na ovoj lokaciji planirano je puštanje u rad 5G tehnologije u opsegu 2100MHz.

Aktiviranjem funkcionalnosti Dinamičko dijeljenje spektra (DSS - Dynamic Spectrum Sharing) 4G i 5G tehnologija koristiće isti frekvencijski opseg.

Pošto je na lokaciji **5G-2100 Sušćepan** konfiguracija 4/4/0 sa RRUS jedinicama od 640W, koje rade u multimix modu, to je izlazna snaga softverski podešena na 40W u oba sektora, tj. $T_{x1,2} = 46,0\text{dBm}$.

Koristi se kanal širine 15MHz i 4x4 MIMO.

Dobitak antena u opsegu 2100MHz iznosi 17,5dBi.

$T_{x1,2}$	= 46,0 dBm	– snaga na izlazu iz radio jedinice
L_{fo}	≈ 0 dB	– gubici u optičkom kablju
L_{j+c}	= (0,31 + 0,1) dBm = 0,41 dB	– gubici u džamperima i konektorima (1 džamper 1/2" od 2m, 1 konektor na RRUS-u i 1 konektor na anteni)
L_{df}	= 0,5 dB	– gubici u filtrima
G_{A2100}	= 17,5 dBi	– dobitak antene

$$P_{out1,2} = T_x - L_{fo} - L_{j+c} - L_{df} + G_A = 46,0 - 0,0 - 0,41 - 0,5 + 17,5 = 62,69 \text{ dBm}$$

Pa je na osnovu ovoga efektivna izračena snaga antena po podnosiocima u pravcima maksimalnog zračenja:

$$P_{eff_{A,B}} = 10^{\frac{P_{out}-30}{10}} = 10^{3,259} = 1816W.$$

Pošto je na lokaciji **4G-2600 Sušćepan** konfiguracija 4/4/0 sa RRUS jedinicama od 640W, koje rade u multimix modu, to je izlazna snaga softverski podešena na 40W u oba sektora, tj. $T_{x1,2} = 46,0\text{dBm}$.

Koristi se kanal širine 20MHz i 4x4 MIMO.

Dobitak antena u opsegu 2600MHz iznosi 18,3dBi.

$T_{x1,2}$	= 46,0 dBm	– snaga na izlazu iz radio jedinice
------------	------------	-------------------------------------

L_{fo}	≈ 0 dB	– gubici u optičkom kablu
L_{j+c}	$= (0,34 + 0,1)$ dBm = 0,44 dB	– gubici u džamperima i konektorima (1 džamper 1/2" od 2m, 1 konektor na RRUS-u i 1 konektor na anteni)
L_{df}	$= 0,5$ dB	– gubici u filtrima
G_{A2600}	$= 18,3$ dBi	– dobitak antene

$$P_{out1,2} = T_x - L_{fo} - L_{j+c} - L_{df} + G_A = 46,0 - 0,0 - 0,44 - 0,5 + 18,3 = 63,66 \text{ dBm}$$

Pa je na osnovu ovoga efektivna izračena snaga antena po podnosiocima u pravcima maksimalnog zračenja:

$$P_{eff_{A,B}} = 10^{\frac{P_{out}-30}{10}} = 10^{3,336} = 2168W.$$

Digitalna radio veza Sušćepan - Hotel Metalurg

Realizovanje veze za ovu lokaciju, obavljaće se digitalnom radio vezom, čiji je maksimalni kapacitet 2 x 480 Mb/s, u opsegu 38 GHz sa maksimalnom 1024 QAM Light modulacijom (sa uključenom adaptivnom modulacijom). Konfiguracija planirane veze, obrađene ovim projektom, je 1+0. Koriste se Dual Polarized parabolične antene prečnika 0,6 m, proizvođača Huawei.

Na osnovu propisa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra, za predmetnu digitalnu radio vezu je izabrana frekvencija iz opsega 38 GHz.

Huawei OptiX RTN 905 predstavlja standardno rješenje, pa je ono kao takvo i odabrano za ovu lokaciju, prevashodno zbog kompatibilnosti opreme, a radio jedinice su dostupne u različitim frekvencijskim opsezima prema važećim ITU-R i ETSI preporukama.

Napomena: Radio link radi na frekvencijama koje su u skladu sa Planom namjene radio-frekvencijskog spektra u republici Crnoj Gori (Službeni list Crne Gore, broj 32/17).

OptiX RTN 905 je nova generacija TDM/Hybrid/Packet radio prenosnih sistema. OptiX RTN 905 proizvodi obezbjeđuju razne vrste interfejsa i lako se mogu instalisati i fleksibilno konfigurisati. OptiX obezbjeđuje rješenje koje može integrisati TDM microwave, Hybrid microwave i Packet microwave tehnologije zavisno od mrežne konfiguracije, čime se postiže lagan upgrade od TDM na Hybrid microwave i na Packet microwave. Ovakvo rješenje je fleksibilno prilikom adaptacije na promjenljive scenarije servisa koje donosi evolucija mobilnih radio mreža. Prema tome, ovo rješenje ispunjava transmisione zahtjeve 2G i 3G mreža, istovremeno dopuštajući integraciju LTE i 5G mreža.

Osnovni podaci o digitalnoj radio vezi

Geografski podaci		
Lokacija	A	B
Naziv	Sušćepan	Hotel Metalurg (Lighthouse)
Geografska širina	42°27'51.22"N	42°27'34.57"N
Geografska dužina	18°30'39.59"E	18°30'46.81"E
Nadmorska visina (m)	144	8
Visina antena iznad terena(m)	7	43
Rastojanje A-B (km)	0,61	

Tehničke karakteristike opreme		
Tip uređaja	Huawei OptiX RTN905	Huawei OptiX RTN905
Kapacitet (max)	2 x 480 Mb/s	

Tip modulacije (adaptivna QAM)	64 QAM – 1024QAM Light	
Konfiguracija	1 + 0	
Prag prijema za BER10E-6 (dBm) – TH10E-6 (min)	-56,5	
Izlazna snaga predajnika (dBm) - PTX (maksimalna)	24	24

Antenski sitem

Prečnik antene (m)	0,6	0,6
Tip antene	Huawei Parabola A38D06MAC-3NX	Huawei Parabola A38D06MAC-3NX
Azimut antene (stepeni)	162°	342°
Ugao elevacije (stepeni)	9,3 down	9,3 up
Polarizacija	Vertikalna + Horizontalna	

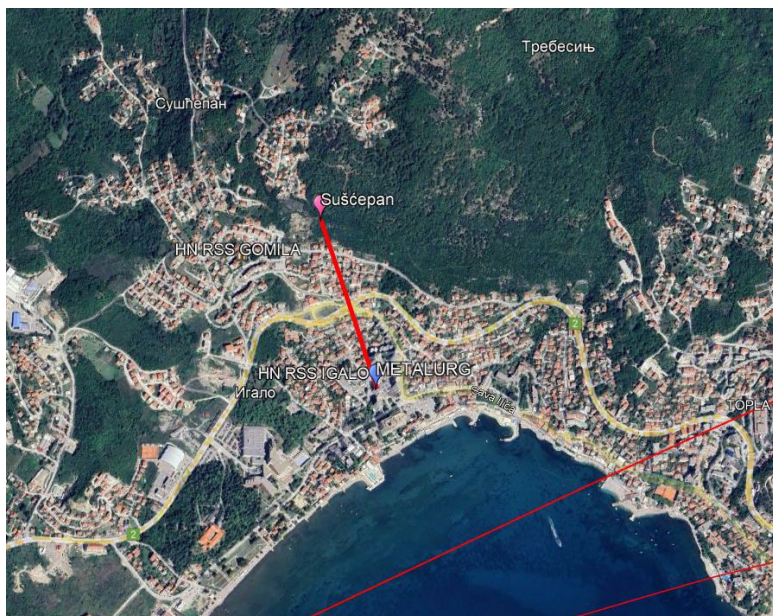
Frekvencije

Frekvencija (GHz) - f	38	
Tx Frekvencija (MHz)	37,198.00	38,458.00
Kanal	3/3'	
Širina opsega (MHz)	56	

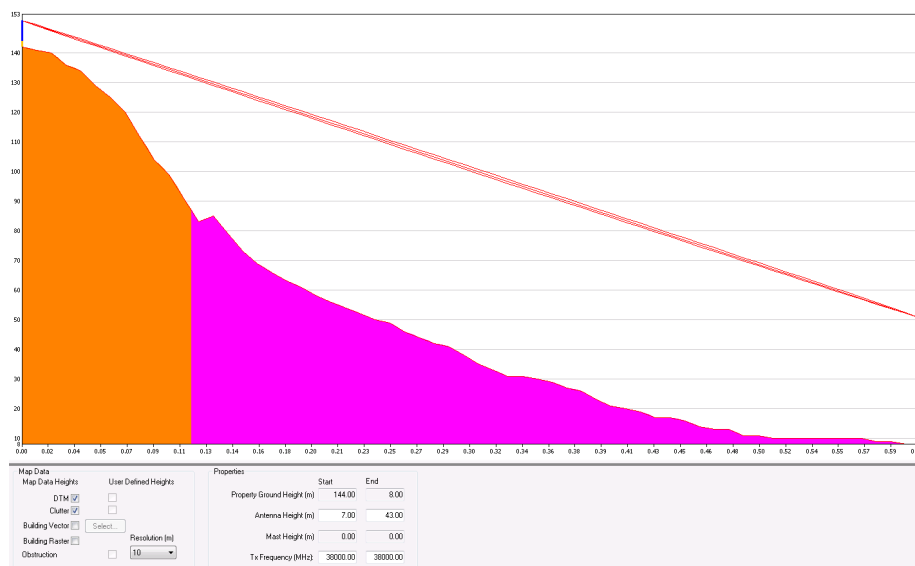
Na strani Sušćepan RTN 905 će se napajati sa PDU (Power Distribution Unit) u kabinetu bazne stanice koja ima baterije od 100Ah. RTN 905 na strani Hotel Metalurg će se takođe napajati sa PDU (Power Distribution Unit) u kabinetu bazne stanice koja ima baterije od 100Ah .

Proračun EIRP za datu vezu računamo na sljedeći način: $EIRP = Tx + Ga - Ltot$, gdje se ukupni gubici zanemaruju zbog toga što iznose $Ltot < 0,5$ dB. Za radio link iz ovog projekta korištene su antene prečnika 0,6m. Proračun za maksimalni EIRP (pri minimalnoj modulaciji pri čemu je snaga uređaja najveća) izračunat je za antene u ovom projektu i iznosi:

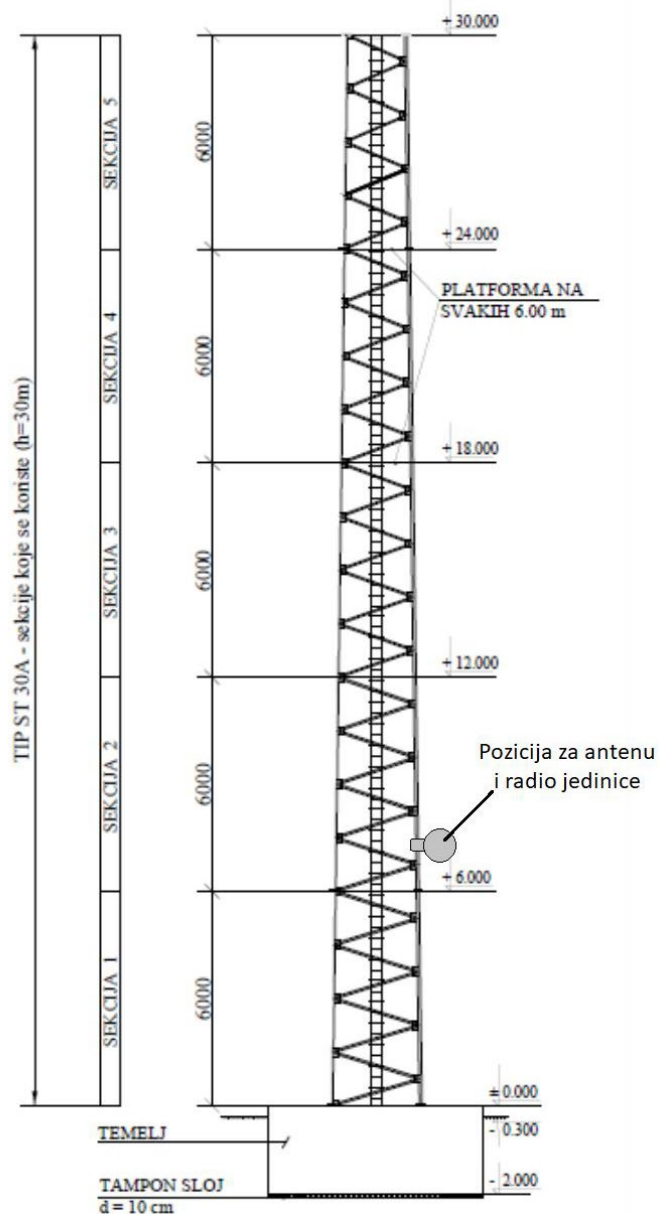
$$EIRP = 20 \text{ dBm} + 44,2 \text{ dB} = 64,2 \text{ dBm} = 34,2 \text{ dBW za } 38\text{GHz i antenu } 0,6\text{m}$$



Skica: Prikaz veze na satelitskom snimku



Skica: Profil trase Sušćepan - Hotel Metalurg (Lighthouse) (sa ucrtanom I - Frenelovom zonom)



Skica: Pozicija za antenu i radio jedinicu (Antena i radio jedinice se montiraju na nogu stuba u pojasu 7m)

Parabolična antena Huawei A38D06MAC-3NX

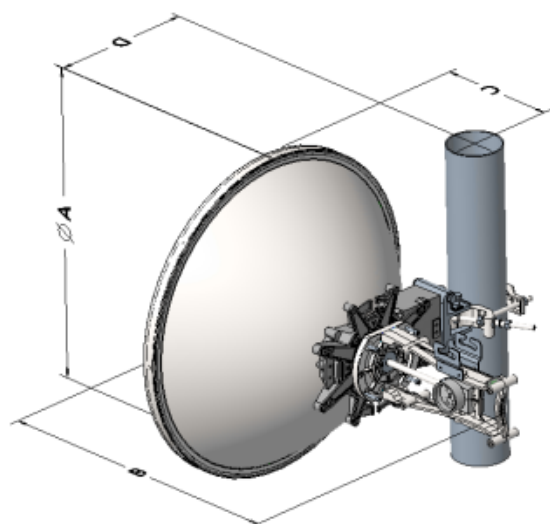
Electrical Specifications

Model Number	Frequency (GHz)	Gain (dBi)			Gain without OMT (dBi)			HPBW (°)	XPD (dB)	F/B Ratio (dB)	VSWR max	Return Loss(dB)	ETSI Standard	Flange Type
		Low	Mid	High	Low	Mid	High							
A7WD06MAC-3NX	7.125 ~ 8.5	30.4	30.6	31.1	30.6	31	31.5	4.7	30	57	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R84
A10WD06MAC-3NX	10.125 ~ 11.7	33.1	34.1	34.6	33.5	34.5	35	3.3	30	61	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R100
A13D06MAC-3NX	12.75 ~ 13.25	35.4	35.6	35.8	35.8	36	36.2	2.7	30	61	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R120
A15D06MAC-3NX	14.4 ~ 15.35	36.1	36.4	36.8	36.5	36.8	37.2	2.4	30	65	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R140
A18D06MAC-3NX	17.7 ~ 19.7	38	38.8	39.2	38.6	39.4	39.8	1.8	30	67	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A23D06MAC-3NX	21.2 ~ 23.6	39.6	40.1	40.6	40.2	40.7	41.2	1.55	30	66	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A26D06MAC-3NX	24.25 ~ 26.5	40.7	41.2	41.7	41.5	42	42.5	1.3	30	68	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A28D06MAC-3NX	27.5 ~ 29.5	41.7	42	42.4	42.5	42.8	43.2	1.2	30	69	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R320
A32D06MAC-3NX	31.8 ~ 33.4	42.2	42.5	42.8	43.2	43.5	43.8	1.1	30	63	1.3	17.7	Class 3b	153IEC-R320
A38D06MAC-3NX	37 ~ 40	43.6	44.2	44.8	44.6	45.2	45.8	0.9	30	66	1.3	17.7	Class 3b	153IEC-R320
A80D06MAC-3NX	71 ~ 86	48.5	49	49.5	50	50.5	51	0.5	30	68	1.5	14	Class 3	153IEC-R740

Mechanical Specifications

Diameter (m)	0.6
Antenna Color (color charts)	Pantone Light Gray 1C
Reflector	One-piece reflector
Radome Color	White
Fine Azimuth Adjustment	±15°
Fine Elevation Adjustment	±15°
Diameter of mounting pipe (mm)	Φ51 to 114
Ice-load(mm)	25.4
Operational Temperature (°C)	-45 to +60

Antenna Dimensions



Dimensions in mm	
Antenna size,ft(m)	2(0.6)
A	667
B	641
C	261
D	314

Tabela sa tehničkim parametrima

Tehnički parametri	Strana A	Strana B
Podaci o lokaciji predajnika/prijemnika		
Naziv predajnika/prijemnika	Sušćepan	Hotel Metalurg (Lighthouse)
Naziv uže lokacije	Sušćepan	Hotel Lighthouse
Opština	Herceg Novi	Herceg Novi
Geografske koordinate (WGS84)	18E3040 42N2751	18E3047 42N2735
Nadmorska visina terena [m]	144	8
Podaci o predajnim/prijemnim radio frekvencijama		
Predajna frekvencija (GHz)	37,19800	38,45800
Prijemna frekvencija (GHz)	38,45800	37,19800
Redni broj kanala	3/3'	
Podaci o predajniku/prijemniku i antenskom sistemu		
Širina opsega i vrsta emisije	56M00D7WCT	
Izlazna snaga predajnika [dBm]	20	20
Efektivno izračena snaga – EIRP [dBW]	34,2	34,2
Tip predajne antene	Parabolična Ø0,6m	Parabolična Ø0,6m
Usmjerenost antene	D	D
Azimet glavnog snopa antene [°]	162°	342°
Elevacioni ugao glavnog snopa antene [°]	9,3 down	9,3 up
Širina glavnog snopa antene [°]	0,9	0,9
Polarizacija antene	V + H	V + H
Visina predajne antene iznad terena [m]	7	43
Dobitak antene [dBi]	44,2	44,2
Nivo praga prijema za BER 10 ⁻⁶ [dBm]	-56,5	-56,5
Odnos naprijed-nazad [dB]	66	66
Konfiguracija veze	1+0	
Kapacitet veze	2 x 480 Mbit/s	

Opis elektro-energetskog napajanja

RBS kabinet ima tri moguće opcije za napajanje. Glavno napajanje kabineta može biti 230 V AC, -48 V DC ili +24 V DC, zavisno od odabrane konfiguracije i zahtjeva korisnika.

Na lokaciji se koristiće se napajanje kabineta 230 V AC.

PSU 230 V AC

- Nominalni ulazni napon 200 do 250V AC
- Varijacije ulaznog napona 180 do 275V AC
- Frekvencija 45 – 65 Hz
- Nominalni izlazni napon +24V DC regulisano
- Prepodešeni izlazni napon +27,2 ±0,1 V DC
- Radni opseg +22 do +28 V DC
- Izlazna snaga 700W
- Prenaponski limit +29,0 ±0,5 V DC
- Baterijski niskonaponski limit +21,0 V DC

c) Moguće kumuliranje sa efektima drugih projekata

Na lokaciji projekta nema drugih operatora.

d) Korišćenje prirodnih resursa i energije

Tokom instalacije projekta će se koristiti električna energija sa distributivne mreže. Drugi energenti ili voda neće se koristiti.

e) Stvaranje otpada i tehnologija tretiranja otpada

U toku eksploatacije bazne stanice dolazi do trošenja baterija koje su ugrađene u dio prostora kabineta koji je konstruktivno određen isključivo za tu namjenu. Ove baterije je potrebno zamjeniti. Tretman baterija biće u skladu sa Planom upravljanja otpadom (zakonski uslov) i "Uredbom o načinu i postupku osnivanja sistema preuzimanja, sakupljanja i obrade otpadnih baterija i akumulatora i radu tog sistema" (Sl.l. CG, br. 39/12 i 47/12). Po isteku radnog vijeka baterija, neophodno je izvršiti njihovu zamjenu, a istrošene baterije je Investitor obavezan predati ovlašćenom preduzeću za tretman ove vrste otpada, odnosno privremeno ih skladištiti u odgovarajućem prostoru sa nepropusnim podom koji onemogućava bilo kakvo procurivanje u zemljište ili podzemne vode.

Nosilac projekta je dužan da vodi evidenciju o klasifikaciji i karakteristikama istrošenih baterija, kao vrste otpada, i da na osnovu toga priprema godišnje Izvještaje o otpadu koje će dostavljati Agenciji za zaštitu životne sredine, u skladu sa Zakona o upravljanju otpadom ("Sl. list Crne Gore", br. 34/24).

f) Zagađivanje i štetno djelovanje

S razvojem mobilnih komunikacija i sa sve većim brojem korisnika usluga, raste i potreba za baznim stanicama i antenama bez kojih mobilna komunikacija nije moguća. Aktuelna su i istraživanja o uticaju elektromagnetnog zračenja.

Čovjek je svakodnevno izložen različitim zračenjima od kojih većina, pri umjerenoj izloženosti, ne utiče na zdravlje. Kad se govori o mobilnoj telefoniji, često se u negativnom kontekstu spominje elektromagnetno zračenje, i ako je ono prisutno svuda oko nas i može poticati iz prirodnih i vještačkih izvora. Svjetlost koju proizvode svjetiljke u domaćinstvima ili radiotalasi samo su najjednostavniji primjeri elektromagnetnog zračenja - zrače i ostali kućni uređaji, dalekovodi, TV antene, radiokomunikacioni sistemi. Čovjek je neprestano izložen i drugim vrstama elektromagnetnog zračenja:

- zračenja u području radiofrekvencija: AM i FM radio, TV, bazne stanice, radari, dalekovodi, GSM uređaji, tosteri, mikrotalasne peći,
- infracrvena zračenja i vidljiva svjetlost,
- ultraljubičasta svjetlost, rendgensko i gama zračenje.

S obzirom na činjenicu da se bazne stanice napajaju električnom energijom neophodna je primjena propisanih mjera zaštite, što je detaljno razmotreno u narednim poglavljima. Osim toga, 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. Neki od alarma koji se prenose do centra upravljanja su, npr.:

- požar u objektu,
- prekid u napajanju,
- nasilno obijanje objekta,
- itd.

Na ovaj način, ostvaruje potpuna kontrola nad baznim stanicama što omogućava brzo intervenisanje u slučaju bilo kakvih problema.

Bazne stanice svojim radom ne zagađuju životnu sredinu 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 eventualno može doći do pojave nedozvoljenog nivoa elektromagnetnog zračenja baznih stanica, što je detaljno razmotreno u poglavljima koja slede. Konačno, može se zaključiti da tokom normalnog rada, bazne stanice ni na koji način ne ugrožavaju životnu i tehničku sredinu.

Prilikom projektovanja baznih stanica, pored zahtjeva da bazne stanice lokacijski ni na koji način ne ugrožavaju životnu i tehničko okruženje, takođe mora da se vodi računa i o tome da se bazne stanice u maksimalnoj mogućoj mjeri uklope u ovo okruženje. Ovaj drugi zahtjev se zadovoljava poštovanjem i ispunjenjem unaprijed postavljenih urbanističkih uslova za svaku posebnu lokaciju.

g) Rizik nastanka udesa

Primjenom zakonskih propisa i propisanih mjera zaštite vjerovatnoća incidenta svodi se na najmanju moguću mjeru. Dodatno, oprema koja se instalira na lokaciji objekta zadovoljava sve međunarodne normative, a tehnološki je realizovana na najvišem svetskom nivou. Ipak, u cilju sprječavanja eventualnih incidentnih situacija, propisuju se sledeće mjere zaštite:

- za objekte bazne stanice Nosilac projekta je obavezan da napravi Upustvo o incidentnoj situaciji, i sa istim upozna sve zaposlene koji su u funkciji nadgledanja, upravljanja i održavanja. Takođe, Nosilac projekta je obavezan da ima stalno pripravnu dežurnu ekipu službe održavanja, sa pratećim vozilima i opremom, imajući u vidu veliki broj baznih stanica na cijeloj teritoriji Crne Gore,
- u slučaju neregularnosti u radu bazne stanice, na osnovu alarma generisanih u okviru centra za nadgledanje i upravljanje, dežurni operater postupa po Upustvu o incidentnoj situaciji, i u zavisnosti od nastalog incidenta obavještava: pripadnike MUP-a, Vatrogasne službe ili stručnu ekipu za otklanjanje kvara,
- u slučaju da je generisani alarm kritičan sa stanovišta zaštite životne sredine (požar u objektu, problemi u radu antenskih sistema, i sl.), dežurni operater, je shodno Upustvu o incidentnoj situaciji, dužan da daljinski isključi baznu stanicu iz operativnog rada.
- u slučaju pada stuba, dežurni operater, je shodno Upustvu o incidentnoj situaciji, dužan da obavjesti: pripadnike MUP-a, Hitnu pomoć, Vatrogasnu službu i stručnu ekipu koja će u najkraćem roku izaći na poziciju bazne stanice, isključiti sa el. napajanja i ukloniti stub.
- u slučaju bilo kakve incidentne situacije, Nosilac projekta je dužan da obavjesti Agenciju za zaštitu životne sredine shodno Zakonu o životnoj sredini.

Po završenom instaliranju bazne stanice moraju biti uklonjeni svi otpadni materijali.

Prilikom projektovanja ovog telekomunikacionog sistema vodilo se računa o tehničkim uslovima za antenske stubove i sisteme koji su propisani sledećom zakonskom regulativom:

- Zakon o izgradnji objekata („Službeni list Crne Gore”, br. 19/25)
- Zakon o životnoj sredini ("Sl. list CG" br. 52/16),
- Zakon o procjeni uticaja na životnu sredinu ("Sl. list CG" br. 75/18),
- Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. list CG" br. 34/24),
- Pravilnik o klasifikaciji otpada i katalogu otpada ("Sl. list CG", br. 35/12),
- Uredba o načinu i postupku osnivanja sistema preuzimanja, sakupljanja i obrade otpadnih baterija i akumulatora i rada tog sistema ("Sl. list CG", br. 39/12, 47/12),
- Zakon o zaštiti i spašavanju ("Sl. list RCG" br.13/07 32/11),
- Pravilnik o sadržini elaborata o procjeni uticaja na životnu sredinu ("Sl. list CG", br.019/19),
- Zakon o elektronskim komunikacijama ("Sl. list CG", br. 40/13, 56/13, 2/17 i 49/19),
- Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja (Sl.I. CG br. 35/13),
- Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima Sl.I. CG br. 06/15, 09/15
- Pravilnik o načinu prvih i periodičnih mjerenja nivoa elektromagnetnog polja, Sl.I. CG br. 56/15,

- Pravilnik o načinu vođenja evidencije o izvorima nejonizujućih zračenja, Sl.I. CG br. 56/13,
- Pravilnik o sadržaju i načinu dostavljanja izvještaja o sistematskom ispitivanju nivoa nejonizujućih zračenja, Sl.I. CG br. 56/13,
- Pravilnik o bližem sadržaju akcionog programa o sprovođenju mjera zaštite od nejonizujućih zračenja, Sl.I. CG br. 23/14,
- Pravilnik o vrstama zatečenih značajnih izvora nejonizujućih zračenja za koje se izrađuje studija, Sl.I. CG br. 42/15,
- Pravilnik o načinu označavanja i izgledu oznake izvora nejonizujućih zračenja, Sl.I. CG br. 65/15
- Pravilnik o vrstama izvora elektromagnetnih polja za koje se pribavlja dozvola za korišćenje izvora elektromagnetnih polja, Sl.I. CG br. 42/15,
- Pravilnik o obrascu tehničkog rješenja korišćenja radio-frekvencija ("Sl. list CG", br. 005/21);
- Plan namjene radio-frekvencijskog spektra ("Službeni list CG", broj 89/20 i 104/20);
- Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 880-915/925-960 MHz za GSM i TRA-ECS sisteme ("Sl. list CG", br. 53/14);
- Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 1710-1785/1805-1880 MHz za DCS1800 i TRA-ECS sisteme ("Sl. list CG", br. 53/14);
- Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 1920-1980/2110-2170 MHz za MFCN sisteme ("Sl. list Crne Gore", broj 127/20);
- Plan raspodjele radio-frekvencija iz opsega 2500-2690 MHz za MFCN sisteme ("Sl. list CG", broj 127/20);
- Pravilnik o tehničkim normativima za noseće čelične konstrukcije (Sl.list SFRJ, br.61/86),
- Pravilnik o tehničkim normativima za održavanje antenskih stubova ("Sl. list SFRJ", 65/84),
- Pravilnik o tehničkim mjerama za izgradnju, postavljanje i održavanje antenskih postrojenja (Sl.list SFRJ, br.1/69),
- 3GPP Technical Specification 36.300
- 3GPP Technical Specification 36.401
- ETSI TS-SMG GSM 05.05 – Radio Transmission and reception (Version 5.2.0 – 1996-07)
- ETSI EG 202 057-1 – QoS parameter definitions and measurements (Version 1.1.1 – 2002-09)
- ITU-R P.530-10 (11-2001) – Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sights systems
- ITU-T G.821 - Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an integrated services digital network
- ITU-R F.696-2 (09-1997) – Error performance and availability objectives for hypothetical reference digital sections forming part or all of the medium grade portion of an ISDN connection at a bit rate below the primary rate utilizing digital radio-relay systems
- ICNIRP, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Health Physics, vol. 74, pp 494-522, April 1998.
- CENELEC prEN 50383, "Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110MHz - 40GHz)", Technical Committee 211, European Committee for Electrotechnical Standardisation (CENELEC), European Draft Standard, November 2001.

h) Rizici za ljudsko zdravlje

U Crnoj Gori zaštita od nejonizujućeg zračenja se uređuje Zakonom o zaštiti od nejonizujućih zračenja, Sl.I. CG br. 35/13, sa podzakonskim aktima. Setom ovih podzakonskih propisa se uređuju granice izlaganja elektromagnetnim poljima, mjerenja nivoa elektromagnetnog polja (prva i periodična mjerenja), akcioni program o sprovođenju mjera zaštite od nejonizujućih zračenja i sl.

Pravilnikom o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima Sl.I. CG br. 06/15, slično CENELEC-ovom (CENELEC - European Committee for Electrotechnical Standardization) dokumentu (30.11.1994.g „Human exposure to electromagnetic fields - High frequency (10 kHz to 300 GHz)” (ENV 50166-2)), se propisuju granice izlaganja elektromagnetnim poljima za stanovništvo i profesionalno izložena lica i lica odgovorna za sprovođenje mjera zaštite od nejonizujućih zračenja.

Norme za profesionalno izložena lica i lica odgovorna za sprovođenje mjera zaštite od nejonizujućih zračenja prema Pravilniku o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima Sl.I. CG br. 06/15

Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje za frekvencije od 100 kHz do 6 GHz date u sledećoj tabeli su ograničenja za energiju i snagu koje se apsorbuju po jedinici mase tjelesnog tkiva kao posljedica izloženosti električnim i magnetnim poljima.

Tabela 3.1. Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje za elektromagnetna polja frekvencija od 100 kHz do 6 GHz

Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje	Vrijednosti apsorbovane snage (SAR) usrednjene u toku bilo kog 6-minutnog vremenskog intervala
Granične vrijednosti izloženosti za toplotno opterećenje cijelog tijela izražene kao usrednjena apsorbovana snaga (SAR)	0,4 W/kg
Granične vrijednosti izloženosti za toplotno opterećenje glave i trupa izražene kao lokalizovana apsorbovana snaga (SAR) u tijelu	10 W/kg
Granične vrijednosti izloženosti za toplotno opterećenje ekstremiteta izražene kao apsorbovana snaga (SAR) lokalizovana u ekstremitetima	20 W/kg

Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na čula za frekvencije od 0,3 do 6 GHz date u donjoj tabeli su ograničenja za apsorbovanu energiju u tkivu glave male mase koja je posljedica izloženosti elektromagnetnim poljima.

Tabela 3.2. Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje za elektromagnetna polja frekvencija od 0,3 do 6 GHz

Frekvencijski opseg	Lokalizovana specifična apsorbovana energija (SA)
$0,3 \text{ GHz} \leq f \leq 6 \text{ GHz}$	10 mJ/kg

Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje za frekvencije iznad 6 GHz date u donjoj tabeli su ograničenja za energiju i gustinu snage elektromagnetnih talasa na površini tijela.

Tabela 3.3. Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje za elektromagnetna polja frekvencija od 6 do 300 GHz

Frekvencijski opseg	Granične vrijednosti izloženosti za uticaje na zdravlje povezane sa gustinom snage
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	50 W/m ²

Vrijednosti upozorenja za izloženost električnim (ALs(E)) i magnetnim (ALs(B)) poljima izvedene su iz specifične apsorbovane snage (SAR) ili graničnih vrijednosti izloženosti za gustinu snage datih u tabelama 3.1. i 3.2. na osnovu pragova koji se odnose na unutrašnje termičke efekte koji su posljedica (spoljašnjih) električnih i magnetnih polja i date su u tabeli 3.4.

Tabela 3.4. Vrijednosti upozorenja izloženosti električnim poljima frekvencija 100kHz do 300GHz

Frekvenzijski opseg	Vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jačinu električnog polja [V/m] (RMS)	Vrijednosti upozorenja (ALs(B)) za magnetnu indukciju [μ T] (RMS)	Vrijednosti upozorenja (ALs(S)) za gustinu snage [W/m^2]
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$1 \text{ MHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^8/f$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$10 \text{ MHz} \leq f < 400 \text{ MHz}$	61	0,2	—
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} \sqrt{f}$	$1,0 \times 10^{-5} \sqrt{f}$	—
$2 \text{ GHz} \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	—
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Granične vrijednosti (osnovna ograničenja) za izloženost stanovništva elektromagnetnim poljima prema Pravilniku o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima Sl.l. CG br. 06/15

Granične vrijednosti (osnovna ograničenja) za izloženost vremenski promjenljivim električnim i magnetnim poljima frekvencije između 100 kHz i 300 GHz (visoko-frekvencijska polja), u zavisnosti od frekvencije i efekata koje izaziva izlaganje takvim poljima, date su u tabeli 3.5. Vrijednosti upozorenja za izloženost elektromagnetnim poljima frekvencije između 100 kHz i 300 GHz za pojedinačnu frekvenciju za opštu javnu izloženost stanovništva date su u tabeli 3.6.

Tabela 3.5. Granične vrijednosti za izloženost elektromagnetnim poljima frekvencija između 100 kHz i 300 GHz za opštu populaciju

Frekvenzijski opseg	Gustina struje u glavi i trupu, J [mA/m^2] (RMS)	Specifična apsorbirana snaga, SAR [W/kg]			Gustina snage, S [W/m^2]
		usrednjeno po cijelom tijelu	lokalizovano u glavi i trupu	lokalizovano u ekstremitetima	
100 kHz – 10 MHz	$f/500$	0,08	2	4	-
10 MHz – 10 GHz	-	0,08	2	4	-
10 – 300 GHz	-	-	-	-	10

Tabela 3.6. Vrijednosti upozorenja za izloženost elektromagnetnim poljima frekvencije između 100 kHz i 300 GHz za pojedinačnu frekvenciju za opštu javnu izloženost stanovništva

Frekvenzijski opseg	Jačina električnog polja, E [V/m]	Jačina magnetnog polja, H [A/m]	Magnetna indukcija, B [μ T]	Gustina snage ekvivalentnog ravanskog talasa, S_{ekv} [W/m^2]
100-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 – 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1 – 10 MHz	$87/\sqrt{f}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 – 2000 MHz	$1,375 \times \sqrt{f}$	$3,7 \times 10^{-3} \times \sqrt{f}$	$4,6 \times 10^{-3} \times \sqrt{f}$	$f/200$
2 – 300 GHz	61	0,16	0,2	10

Prema datim tabelama, norma za opštu ljudsku populaciju u pogledu jačine električnog polja iznosi $1,375\sqrt{f}$ V/m (što na učestanosti 900 MHz iznosi 41,25 V/m), a u opsegu 2-300 GHz iznosi 61 V/m. Pravilnikom se takođe se definišu i vrijednosti upozorenja (referentni nivoi) relevantnih fizičkih veličina za izloženost stanovništva elektromagnetnim poljima u području povećane osjetljivosti za pojedinačnu frekvenciju, i one su date u sledećoj tabeli.

Tabela 3.7. Vrijednosti upozorenja za izloženost stanovništva elektromagnetnim poljima frekvencije 100kHz do 300GHz za pojedinačnu frekvenciju u području povećane osjetljivosti

Frekvencijski opseg	Jačina električnog polja, E [V/m]	Jačina magnetnog polja, H [A/m]	Magnetna indukcija, B [μT]	Gustina snage ekvivalentnog ravanskog talasa, S_{ekv} [W/m ²]
100 – 150 kHz	43,5	2,5	3,125	-
0,15 – 1 MHz	43,5	0,37/f	0,46/f	-
1 – 10 MHz	43,5/√f	0,37/f	0,46/f	-
10 – 400 MHz	14	0,037	0,046	0,5
400 – 2000 MHz	0,7×√f	1,85×10 ⁻³ ×√f	2,3×10 ⁻³ ×√f	1,25×10 ⁻³ ×f
2 – 300 GHz	31	0,08	0,10	2,5

U praksi je vrlo čest slučaj istovremenog uticaja EM zračenja koje potiče od više izvora različitog nivoa i frekvencije. Pri takvom scenariju, za potrebe analize uticaja EM zračenja na zdravlje ljudi treba razmotriti kumulativni uticaj svih predajnika.

Prema važećem Pravilniku, uslovi koji moraju biti ispunjeni u slučaju istovremene izloženosti elektromagnetnim poljima više stacionarnih izvora različitih frekvencija (između 100 kHz i 300 GHz) u pogledu vrijednosti upozorenja su:

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

gdje je:

E_j - efektivna vrijednost jačine električnog polja u V/m na frekvenciji f_j ;

$E_{L,j}$ - efektivna vrijednost jačine graničnog nivoa električnog polja u V/m na frekvenciji f_j ;

H_j - efektivna vrijednost jačine magnetnog polja u A/m na frekvenciji f_j ;

$H_{L,j}$ - efektivna vrijednost jačine graničnog nivoa magnetnog polja u A/m na frekvenciji f_j .

Zakonska regulativa, EMC norme i standardi

Prilikom projektovanja ovog telekomunikacionog sistema vodilo se računa da se ispoštuju uslovi koji su propisani zakonskom regulativom:

1. Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima (Sl.list Crne Gore br. 06/15)

2. EMC norme

33.100 JUS IEC CISPR 13

Radio-frekvencijske smetnje - Radio-frekvencijske smetnje od radio-difuznih prijemnika i pridruženih uređaja - Granične vrijednosti i metode mjerenja

33.100 JUS N.CO.101

Zaštita telekomunikacionih postrojenja od uticaja elektroenergetskih postrojenja - Zaštita od opasnosti

33.100 JUS N.NO.904

Radio-frekvencijske smetnje - Mjerenja napona smetnji - Merna oprema i postupak mjerenja

33.100 JUS N.NO.908

Radio-frekvencijske smetnje. Instrumenti, oprema i osnovne metode mjerenja radio-frekvencijskih smetnji u opsegu od 10 kHz do 1 000 MHz

33.100 JUS N.NO.931

Radio-frekvencijske smetnje - Radio-difuzni prijemnici i dodatni uređaji - Termini i definicije

33.100 JUS N.NO.942

Radio-frekvencijske smetnje - Radio-difuzni prijemnici i dodatni uređaji - Imunost - Granične vrijednosti

33.100 JUS N.NO.943

Radio-frekvencijske smetnje - Radio-difuzni prijemnici i dodatni uređaji - Imunost - Metode mjerenja

33.100 JUS N.N0.944

Radio-frekvencijske smetnje - Radio-difuzni prijemnici i dodatni uređaji - Imunost - Metode mjerenja - Jedinice za spregu i niskopropusni filter

- Međunarodne norme i standardi za opremu

1999/5/EC, R&TTE Direktiva

Radio oprema i telekomunikacioni terminali i uzajamno prepoznavanje njihove podudarnosti (EMC 89/366EEC direktiva je sadržana)

EN 301 489-8

EMC standard za Evropski digitalni celularni telekomunikacioni sistem

(GSM 900 i DSC 1800 MHz)

EN 301 502

GSM, bazne stanice i ripeterska oprema pokriveni najvažnijim zahtjevima unutar artikla 3.2 R&TTE direktive (GSM 13.21)

ICES-003

Digitalni aparati, interface prouzrokovan standardima opreme.

- za gromobransku instalaciju

Prema t.2.3.1. JUS IEC 1024-1/96 (Gromobranske instalacije, Opšti uslovi), da bi se obezbijedilo odvođenje struja atmosferskog pražnjenja u zemlju bez stvaranja opasnih prenapona, oblik i dimenzije sistema uzemljenja su važnije od specifične vrijednosti otpornosti uzemljivača. Dubina ukopavanja uzemljivača i vrste uzemljivača moraju biti takve da svedu minimum efekte korozije, smrzavanja i susenja tla i da se stabilizuje vrijednost ekvivalentne otpornosti koju je potrebno ostvariti.

Prema t.2.3.2. navedenog standarda, više korektno raspoređenih provodnika je bolje rješenje od jednog provodnika veće dužine.

Standard JUS N.B4.802/97 (Gromobranske instalacije, Postupci pri projektovanju, izvođenju, održavanju, pregledima i verifikacijama) (Udarne ekvivalentna otpornost uzemljivača Z u funkciji specifične otpornosti p i nivoa zaštite), postavlja zahtjev za vrijednost udarne otpornosti uzemljivača zavisno od nivoa zaštite:

Tabela 3.8. Zahtjev za vrijednost udarne otpornosti uzemljivača

p(Qm)	Udarne otpornost		p(Om)	Udarne otpornost	
	I	II-IV		I	II-IV
100	4	4	1000	10	20
200	6	6	2000	10	20
500	10	10	3000	10	20

Vrijednost otpora uzemljivača utvrđuje se mjerenjem jer Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja ("Sl.list SRJ", broj 11/96) predviđa da se gromobranska instalacija provjerava i ispitivanjem otpornosti uzemljivača gromobranske instalacije, u skladu sa propisom za električne instalacije niskog napona.

Atmosfersko pražnjenje kao izvor poremećaja je visoko-energetski fenomen, kod koga se impulsna struja atmosferskog pražnjenja, reda nekoliko stotina kiloampera, uspostavlja za nekoliko mikrosekundi i traje par stotina mikrosekundi i koju prati elektromagnetsko polje sa električnom i magnetskom komponentom velikog intenziteta i širokog spektra frekvencija. Ostećenja koja mogu nastati direktnim ili indirektnim putem mogu izazvati veliku materijalnu štetu. Standardom IEC 1312 postavljeni su zahtjevi o načinu projektovanja, instaliranja, kontrole, održavanja i ispitivanja efikasnog sistema za zaštitu informacionog sistema od atmosferskih pražnjenja na i oko objekta.

4. Vrste i karakteristike mogućeg uticaja projekta na životnu sredinu

Problem vezan za elektromagnetnu kompatibilnost (EMC-*Electromagnetic Compatibility*), kao i uticaj elektromagnetne energije na životnu sredinu je predmet izučavanja u naučnim krugovima već nekoliko poslednjih decenija.

Međutim, istraživanja u ovoj oblasti u svijetu su znatno intenzivirana poslednjih nekoliko godina s obzirom na činjenicu da nagli razvoj elektronskih uređaja i opreme dovodi do toga da ljudi žive i tehnički uređaji funkcionišu u sredini u kojoj je elektromagnetna interferencija (EMI-*Electromagnetic Ineterference*) sve izraženija.

a) Veličina i prostorni obuhvat uticaja projekta

U poglavlju 1. su saopšteni raspoloživi podaci o okruženju projekta. Navedena je udaljenost najbližih objekata. Ne raspolazemo podacima o broju stanovnika u ovim objektima.

b) Priroda uticaja projekta

Na predmetnoj lokaciji je planirano postavljanje bazne stanice. U pratećoj dokumentaciji proizvođača je posvećena posebna pažnja uticaju opreme na zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Bazna stanica je projektovana tako da ima veoma ograničen uticaj na okolinu. Bazne stanice svojim radom ne zagađuju životnu sredinu. Pri normalnom korišćenju, bazne stanice ni na koji način ne zagađuju voda, vazduh ili zemljište.

Prilikom rada bazne stanice ne proizvode nikakvu buku ni vibracije, nema toplotnih kao ni hemijskih dejstava. U manjoj mjeri i u ograničenom prostoru, eventualno, može doći do pojave nedozvoljenog nivoa elektromagnetnog zračenja baznih stanica.

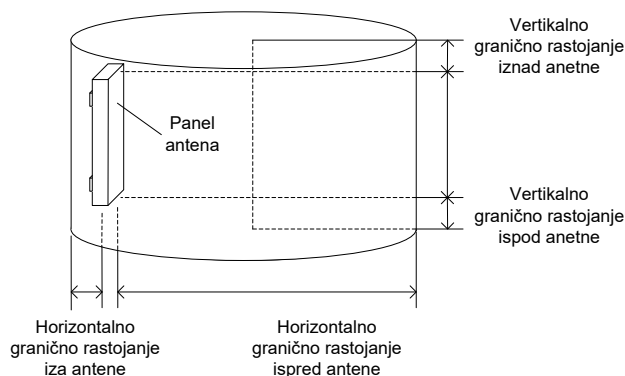
Za analitički proračun zone nedozvoljenog zračenja korišćen je Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima (Sl.list Crne Gore br. 06/15).

Proračun dimenzija zone nedozvoljenog zračenja

Zona nedozvoljenog zračenja predstavlja prostor oko antene/antenskog sistema u kome vrijednost jačine električnog polja može preći granične vrijednosti propisane Pravilnikom o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima ("Sl. list CG", br. 6/15).

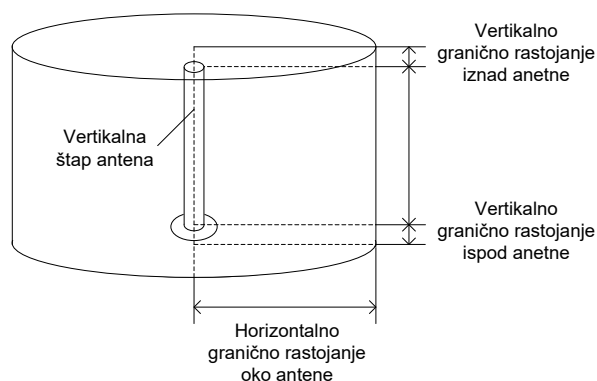
Oblik zone nedozvoljenog zračenja određen je geometrijskim (oblik i pozicija) i električnim (dijagram zračenja) karakteristikama antene.

Za sektorske panel antene zona nedozvoljenog zračenja se može aproksimirati cilindrom elipsoidne osnove konstruisanim oko antene na način prikazan na Slici 1.



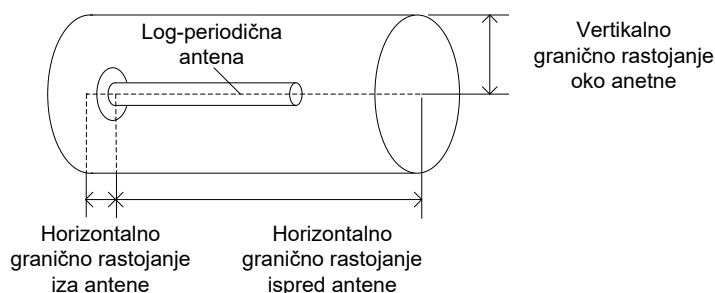
Slika 1. Zona nedozvoljenog zračenja za sektorsku panel antenu

Za omnidirektivne antene zona nedozvoljenog zračenja se može aproksimirati cilindrom kružne osnove konstruisanim oko antene na način prikazan na Slici 2.



Slika 2. Zona nedozvoljenog zračenja za omnidirektivnu antenu

Za log-periodične antene zona nedozvoljenog zračenja se može aproksimirati cilindrom kružne osnove konstruisanim oko antene na način prikazan na Slici 3.



Slika 3. Zona nedozvoljenog zračenja za log-periodičnu antenu

Granični nivo električnog polja (u sredini opsega):

Opseg	Opšta javna izloženost ($1,375\sqrt{f \text{ [MHz]}}$ V/m)	Izloženost u području povećane osjetljivosti ($0,7\sqrt{f \text{ [MHz]}}$ V/m)
800 MHz	$E_{L8} = 39 \text{ V/m}$	$E_{L8} = 20 \text{ V/m}$
900 MHz	$E_{L9} = 42 \text{ V/m}$	$E_{L9} = 21,5 \text{ V/m}$
1800 MHz	$E_{L18} = 59 \text{ V/m}$	$E_{L18} = 30 \text{ V/m}$
2,0 GHz	$E_{L21} = 61 \text{ V/m}$	$E_{L21} = 31 \text{ V/m}$
2,6 GHz	$E_{L26} = 61 \text{ V/m}$	$E_{L26} = 31 \text{ V/m}$

Granično raspojanje u pravcu maksimalnog zračenja (horizontalno granično rastojanje ispred sektorske panel antene, horizontalno granično rastojanje oko omnidirektivne antene, horizontalno granično rastojanje ispred log-periodične antene):

$$d_h = \sqrt{30 \sum_i \frac{EIRP_i \times k_i}{E_{Li}^2}}$$

gdje je:

- d_h – granično rastojanje u pravcu glavnog snopa zračenja;
- $EIRP_i$ – ekv. izotr. izračena snaga i -tog izvora zračenja izražena u W;
- k_i – broj primo-predajnika i -tog izvora zračenja.

Vertikalno granično rastojanje iznad i ispod sektorske panel antena se računa prema formuli.

$$d_{vt} = 0,7 \times \tan\left(\frac{\theta}{2} + \alpha\right) \times d_h,$$

$$d_{vb} = 0,7 \times \tan\left(\frac{\theta}{2} - \alpha\right) \times d_h$$

gdje je:

d_{vt} – granično rastojanje iznad panel antene;

d_{vb} – granično rastojanje ispod panel antene;

θ – ugao širine glavnog snopa značenja u vertikalnoj ravni;

α – elevacioni ugao glavnog snopa antene u odnosu na horizontalnu ravan;

d_h – granično rastojanje u pravcu glavnog snopa zračenja.

Parametri projektovanog sistema na lokaciji dati su u sljedećoj tabeli.

Lokacija Tip RBS	Oznaka ćelije	Opseg (MHz)	Broj nosilaca (k)	EIRP (W)
SUŠĆEPAN	2G-900 Sušćepan 1	900	2	1337
	2G-900 Sušćepan 2		2	
	4G-800 Sušćepan 1	800	2	1280
	4G-800 Sušćepan 2		2	
	4G-1800 Sušćepan 1	1800	4	1660
	4G-1800 Sušćepan 2		4	
	4G-2100 Sušćepan 1	2100	4	1816
	4G-2100 Sušćepan 2		4	
	5G-2100 Sušćepan 1	2100	4	1816
	5G-2100 Sušćepan 2		4	
	4G-2600 Sušćepan 1	2600	4	2168
	4G-2600 Sušćepan 2		4	

S obzirom na to da se radi o oblasti sa povećanom osjetljivošću imamo proračun:

$$d_{H1,2\max(G+L+N)} = \sqrt{30 \times \left[\frac{EIRPG9 \times kG9}{E_{gr}9^2} + \frac{EIRPL8 \times kL8}{E_{gr}8^2} + \frac{EIRPL18 \times kL18}{E_{gr}18^2} + \frac{EIRPLN21 \times kLN21}{E_{gr}21^2} + \frac{EIRPL26 \times kL26}{E_{gr}26^2} \right]} =$$

$$= \sqrt{30 \times \left[\frac{1337 \times 2}{21,50^2} + \frac{1280 \times 2}{20,00^2} + \frac{1660 \times 4}{30,00^2} + \frac{1816 \times 4}{31,00^2} + \frac{2168 \times 4}{31,00^2} \right]} = 32,93m$$

Znači da granično horizontalno rastojanje u pravcima maksimalnog zračenja iznosi oko 32,93m.

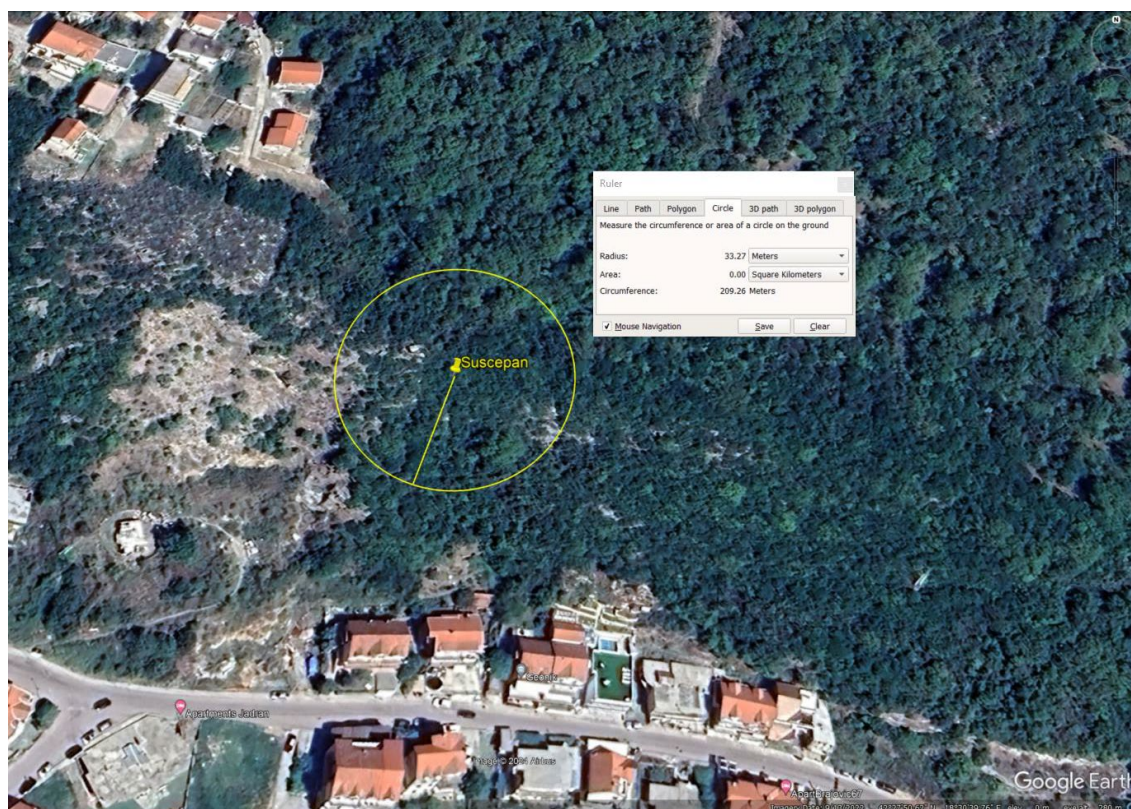
Granična rastojanja iznad i ispod antene data su ispod:

$$d_{VT\max(G+L+N)} = 0,7 \times \tan\left(\frac{\theta}{2} + \alpha\right) \times d_h = 0,7 \times \tan\left(\frac{9,5}{2} - 6\right) \times 32,93 = -0,50m$$

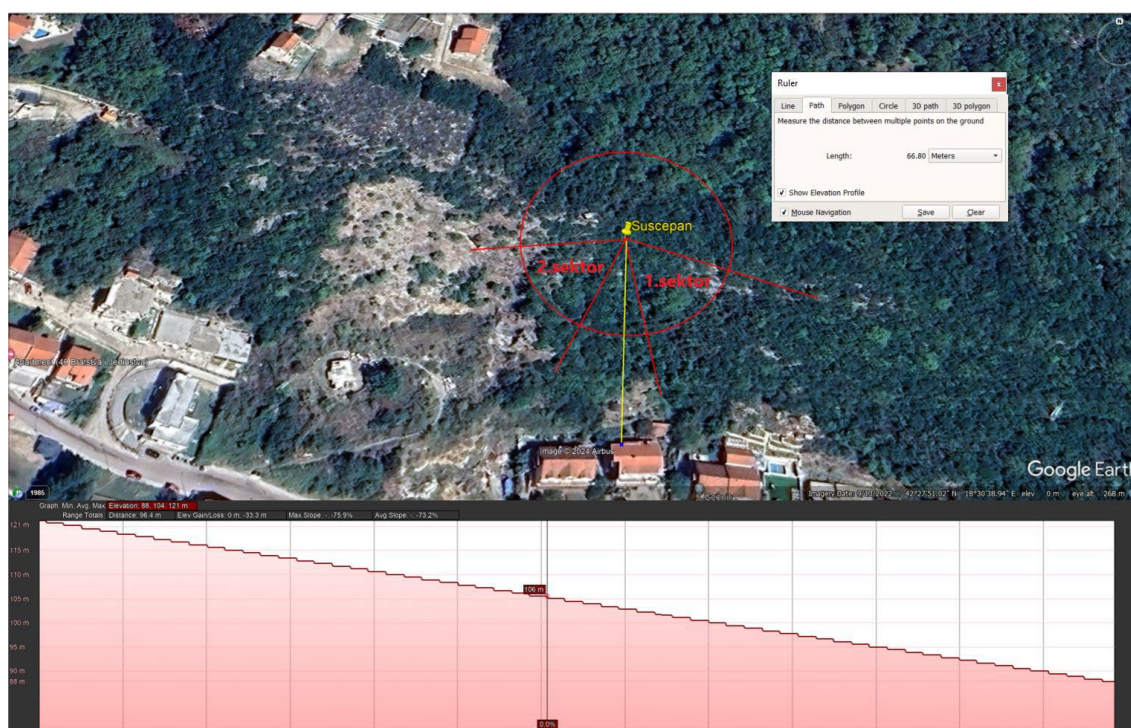
$$d_{VB\max(G+L+N)} = 0,7 \times \tan\left(\frac{\theta}{2} - \alpha\right) \times d_h = 0,7 \times \tan\left(\frac{9,5}{2} + 6\right) \times 32,93 = 4,38m$$

Za ugao širine glavnog snopa značenja u vertikalnoj ravni uzeta je vrijednost od 8.6° (opseg 800MHz) kao najgori slučaj, a za elevacioni ugao glavnog snopa antene u odnosu na horizontalnu ravan uzeta je najveća vrijednost za ($\alpha = -6$) .

Na slici ispod prikazan je raspored objekata u okolini bazne stanice Sušcepan. Kao što se može vidjeti sa slike, unutar horizontalne komponente zone nedozvoljenog zračenja (32,93m) ne nalaze se niti stambeni, niti poslovni objekti.



Najbliži stambeni objekat nalazi se na udaljenosti od preko 66m od antenskog stuba. Radi se o stambenim objektima manje spratnosti koji se nalaze na manjoj nadmorskoj visini od nadmorske visine na kojoj se postavlja antenski stub (sledeća slika).



Ako posmatramo vertikalnu komponentu zone nedozvoljenog zračenja, treba uzeti u obzir visinu montaže donje ivice antena (27m) i maksimalnu vertikalnu komponentu zone nedozvoljenog zračenja koja iznosi 4,38m, na osnovu čega se dobija da rastojanje od tla do najniže tačke zone nedozvoljenog zračenja iznosi oko 22,62m.

Važno je napomenuti da se prilikom proračuna rade određene aproksimacije i da se posmatra najnepovoljniji slučaj, kao što je pretpostavka da oprema na svim tehnologijama u svakom trenutku koristi maksimalni kapacitet uz maksimalnu snagu, a koriste se i najveći elevacioni ugao i najveći vertikalni ugao širine glavnog snopa zračenja antene za određenu tehnologiju i primijeni se na sve tehnologije koje koriste istu antenu, a u slučaju kumulativnog uticaja ova vrijednost se primjenjuje na sve tehnologije u svim sektorima za sva operatera za koje se radi proračun kumulativnog uticaja.

Digitalna radio veze Sušćepan - Hotel Metalurg (Lighthouse)

Za opseg 38GHz i antenu 0,6m

Pojačanje antene - G (dB)	44,2
Pojačanje antene – G	26302,68
Snaga predajnika - P (dBm)	2 x 20
Snaga predajnika - P (mW)	199,53
Električno polje (V/m)	61
Granično rastojanje d (m)	6,5

Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima (Službeni list Crne Gore, broj 6/2015)

Za opseg 38GHz i antenu 0,6m u zoni povećane osjetljivosti (Hotel Metalurg (Lighthouse))

Pojačanje antene - G (dB)	44,2
Pojačanje antene – G	26302,68
Snaga predajnika - P (dBm)	2 x 20
Snaga predajnika - P (mW)	199,53
Električno polje (V/m)	31
Granično rastojanje d (m)	12,8

Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima (Službeni list Crne Gore, broj 6/2015)

Znači da granično rastojanje ispred antene u pravcima maksimalnog zračenja, u veoma uskom snopu antene od nekoliko stepeni iznosi $d=6,5\text{m}$ (za antenu prečnika 0,6m) odnosno $d=12,8\text{m}$ (za antenu prečnika 0,6m) u zoni povećane osjetljivosti. Uzimajući da se u tom dijelu snopa ne smiju, inače, nalaziti nikakve prepreke zbog neophodnosti da Frenelova zona bude »čista«, bez prepreka, to je bitnije da ispod i sa strane antene budu ispoštovane mjere sigurnosti. Granična rastojanja iznad i ispod antena se uzima da iznose 1/20 graničnog rastojanja ispred antene, što je u ovom konkretnom slučaju $<0,33\text{m}$ (za antenu prečnika 0.6m) odnosno $<0,64\text{m}$ (za antenu prečnika 0,6m) u zoni povećane osjetljivosti.

Pošto se na lokacijama link antene nalaze postavljene na nosačima na stubovima i nosačima na visinama koje iznose 7 na stubu odnosno 43m od tla na ivici krova, to je potpuno jasno da se granična zona nalazi visoko iznad tla, te da je u graničnoj zoni gotovo nemoguće da se zateknu ljudi, kao ni tehnološka oprema.

Uzimajući u obzir sve gore navedeno i prikazano, jasno je da se u zoni nedozvoljenog zračenja bazne stanice Sušćepan ne mogu zateći ljudi u dužem vremenskom periodu.

Prilikom rada bazne stanice ne proizvode nikakvu buku ni vibracije, nema toplotnih kao ni hemijskih dejstava. U manjoj mjeri i u ograničenom prostoru, eventualno, može doći do pojave nedozvoljenog nivoa elektromagnetnog zračenja baznih stanica, što je detaljno razmotreno. Konačno, može se zaključiti da tokom normalnog rada bazne stanice ni na koji način ne ugrožavaju životnu i tehničku sredinu.

c) Prekogranična priroda uticaja

S obzirom na vrstu projekta i njegovu lokaciju, ne očekuje se prekogranični uticaj.

d) Jačina i složenost uticaja

Jačina i složenost uticaja su određeni zonom nedozvoljenog zračenja koje je ranije opisano.

e) Vjerovatnoća uticaja

Shodno veličini i kapacitetima projekta, može se konstatovati da su pomenuti uticaji u okviru nedozvoljene zone zračenja vjerovatni.

f) Očekivani nastanak, trajanje, učestalost i vjerovatnoća ponavljanja uticaja

Pomenuti uticaji će nastati odmah nakon pustanja bazne stanice u rad, bez prekida dok je bazna stanica u fazi rada.

g) Kumulativni uticaj sa uticajima drugih projekata

S obzirom da nema drugih objekata slične namjene u blizini lokacije, ne može doći do kumuliranja efekata nejonizujućeg zračenja.

h) Mogućnosti efektivnog smanjivanja uticaja

Primjenjujući mjere zaštite, efektivno se sprječavaju uticaji na živi svijet. Pomenute mjere su saopštene u poglavlju 6. ove dokumentacije.

5. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

a) Očekivane zagađujuće materije

Prilikom rada bazne stanice ne proizvode nikakvu buku ni vibracije, nema toplotnih kao ni hemijskih dejstava. U manjoj mjeri i u ograničenom prostoru, eventualno, može doći do pojave nedozvoljenog nivoa elektromagnetnog zračenja baznih stanica.

Za analitički proračun zone nedozvoljenog zračenja korišćen je Pravilnik o granicama izlaganja elektromagnetnim poljima (Sl.list Crne Gore br. 06/15).

b) Korišćenja prirodnih resursa

Tokom izgradnje objekta će se ukloniti stabla (bukva) koja se nalaze na projektnoj lokaciji i pristupnom putu.

Tokom funkcionisanja projekta neće biti korišćenja prirodnih resursa, posebno tla, zemljišta, vode i biodiverziteta

6. Mjere za sprječavanje, smanjenje ili otklanjanje štetnih uticaja

U toku realizacije predmetnog sistema Nosilac projekta mora primjenjivati odgovarajuće mjere zaštite životne sredine.

a) Mjere predviđene zakonom i drugim propisima, normativima i standardima

Prilikom izvođenja predmetne bazne stanice moraju se primjenjivati zakonski normativi važeći u Crnoj Gori. Obzirom na činjenicu da predmetni objekat pripada grupi elektrotehničkih objekata, u nastavku teksta posebno su navedene opasnosti pri postavljanju i korišćenju električnih instalacija kao i predviđene mjere zaštite.

- Opasnosti pri postavljanju i korišćenju električnih instalacija

Opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri korišćenju elektrotehničkih instalacija i opreme su sledeće:

- opasnosti od direktnog dodira delova koji su stalno pod naponom,
- opasnosti od direktnog dodira provodljivih delova koji ne pripadaju strujnom kolu,
- opasnost od požara ili eksplozije,
- statički elektricitet usled rada uređaja,
- opasnost od uticaja berilijum oksida,
- atmosferski elektricitet,
- nestanak napona u mreži,
- nedovoljna osvetljenost prostorija,
- neoprezno rukovanje,
- opasnost pri radu na visini (montiranje antena na antenskim stubovima),
- mehanička oštećenja i
- uticaj prašine, vlage i vode.

- Predviđene Mjere zaštite

Na osnovu Zakona o zaštiti i zdravlju na radu Crne Gore (Sl.I. Crne Gore, br. 34/14) predviđene su sledeće mjere za otklanjanje navedenih opasnosti:

Sve mjere zaštite od na radu su sadržane u Elaboratu zaštite na radu.

✓ *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 gdje će biti instalirane bazne radio stanice, neizolovani delovi električne instalacije, koji mogu doći pod napon, smještaju u propisane razvodne ormane i priključne kutije, tako da u normalnim uslovima rada neće biti dostupni i
- zaštita u okviru uređaja bazne radio stanice rješava 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.

✓ *Zaštita od indukovano direktnog dodira rješava se:*

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

✓ *Zaštita od opasnosti požara ili eksplozije uzrokovanih pregrijevanjem vodova, preopterećenja ili havarije ispravljačkih uređaja i baterija rješava se:*

- ograničavanjem intenziteta i trajanja struje kratkog spoja, zaštitnim prekidačima,
- predviđaju se kablovi (provodnici) koji ne gore niti podržavaju gorenje,
- izjednačavanjem potencijala u prostoriji BS,
- ugradnjom hermetičkih akumulatorskih baterija,

- adekvatnim provjetravanjem 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 i
- upotrebom ručnih aparata za gašenje požara.

Sve mjere zaštite od požara su sadržane u Elaboratu protiv-požarne zaštite.

✓ *Zaštita od štetnog dejstva statičkog elektriciteta rješava 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 i
- primjenom antistatik poda.

✓ *Zaštita od štetnog uticaja berilijum oksida rješava se:*

- isticanjem uputstva o rukovanju i odlaganju berilijum oksida na lokaciji instalacije bazne radio stanice (berilijum oksid se koristi u baznim radio stanicama u pojačavačima RF snage i kombajner filterima; koristi se u cilju povećanja brzine, smanjenja dimenzija kao i povećanje pouzdanosti rada prateće elektronike; kada je u čvrstom stanju (berilijum oksid keramika) ne uzrokuje štetne posledice po zdravlje čoveka; inhalacija vazduha koji sadrži berilijum oksid može izazvati ozbiljna oboljenja pluća kod preosjetljivih osoba; zbog toga je neophodno pridržavati se uputstva o rukovanju berilijumom oksidom koje je dio dokumentacije iz oblasti Zaštite na radu). Berilijum oksid je hermetički izolovan unutar kontejnera RBS.

✓ *Zaštita od štetnog dejstva atmosferskog elektriciteta rješava se:*

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

✓ *Zaštita od opasnosti nestanka napona u mreži rješava se:*

- napajanjem iz AKU baterija potrebnog kapaciteta i
- napajanjem potrošača po mogućstvu iz rezervnog izvora dizel agregata, koji se pri nestanku napona u mreži automatski uključuje.

✓ *Opasnosti i štetnosti od posljedica nedovoljne osvetljenosti otklanjaju se:*

- riješenom instalacijom opšteg osvetljenja, koja obezbjeđuje nivo osvetljenja u skladu sa standardom JUS. U.C9.100, odnosno, preporukama JKO.

✓ *Zaštita od neopreznog rukovanja rješava se:*

- preglednim označavanjem svih elemenata u razvodnim uređajima,
- izborom elemenata za određenu namjenu i
- obučavanjem i periodičnom provjerom znanja servisera o predviđenim mjerama zaštite na radu pri rukovanju, u vremenskim razmacima propisanim zakonom.

✓ *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 mjere:*

- za rad na montaži antena raspoređuju se radnici koji su osposobljeni za rad na visinama i za koje je prethodnim i periodičnim ljekarskim pregledima utvrđena zdravstvena sposobnost za bezbjedan rad na visinama,
- radna lokacija gdje 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 odjeća i obuća itd.,

- odgovarajuća zaštitna odjeća je bitna za vrijeme hladnoće,
 - svi uređaji za dizanje tereta moraju biti ispitani i odobreni i
 - za vrijeme rada na antenskom stubu, ukupan personal u oblasti radova mora nositi šlemove.
- ✓ *Zaštita od mehaničkih oštećenja* rješava se:
- pravilnim izborom konstrukcija i materijala za instalacione elemente, kablove i opremu, kao i primjenom pravilnih načina polaganja kablova i instalacionog materijala i pravilnim lociranjem razvodnih ormara.
- ✓ *Zaštita od opasnosti prodora prašine, vlage i vode u električne instalacije i uređaje* obezbjeđuje se:
- dobrim zaptivanjem otvora prostorije sa uređajima i
 - pravilno odabranom mehaničkom zaštitom.

b) Mjere koje se preduzimaju u slučaju udesa ili velikih nesreća

Primjenom zakonskih propisa i propisanih mjera zaštite vjerovatnoća incidenta svodi se na najmanju moguću mjeru. Dodatno, oprema koja se instalira na lokaciji objekta zadovoljava sve međunarodne normative, a tehnološki je realizovana na najvišem svetskom nivou. Ipak, u cilju sprječavanja eventualnih incidentnih situacija, propisuju se sledeće mjere zaštite:

- za objekte bazne stanice Nosilac projekta je obavezan da napravi Upustvo o incidentnoj situaciji, i sa istim upozna sve zaposlene koji su u funkciji nadgledanja, upravljanja i održavanja. Takođe, Nosilac projekta je obavezan da ima stalno pripravnu dežurnu ekipu službe održavanja, sa pratećim vozilima i opremom, imajući u vidu veliki broj baznih stanica na cijeloj teritoriji Crne Gore,
- u slučaju neregularnosti u radu bazne stanice, na osnovu alarma generisanih u okviru centra za nadgledanje i upravljanje, dežurni operater postupa po Upustvu o incidentnoj situaciji, i u zavisnosti od nastalog incidenta obavještava: pripadnike MUP-a, Vatrogasne službe ili stručnu ekipu za otklanjanje kvara,
- u slučaju da je generisani alarm kritičan sa stanovišta zaštite životne sredine (požar u objektu, problemi u radu antenskih sistema, i sl.), dežurni operater, je shodno Upustvu o incidentnoj situaciji, dužan da daljinski isključi baznu stanicu iz operativnog rada.
- u slučaju pada stuba, dežurni operater, je shodno Upustvu o incidentnoj situaciji, dužan da obavjesti: pripadnike MUP-a, Hitnu pomoć, Vatrogasnu službu i stručnu ekipu koja će u najkraćem roku izaći na poziciju bazne stanice, isključiti sa el. napajanja i ukloniti stub.
- u slučaju bilo kakve incidentne situacije, Nosilac projekta je dužan da obavjesti Agenciju za zaštitu životne sredine shodno Zakonu o životnoj sredini.

Po završenom instaliranju bazne stanice moraju biti uklonjeni svi otpadni materijali.

c) Planovi i tehnička rješenja zaštite životne sredine

Baterije koje služe za napajanje bazne stanice el.energijom ne zahtjevaju bilo kakvo (svoje) napajanje. Po isteku radnog vijeka baterija, neophodno je izvršiti njihovu zamjenu, a istrošene baterije je Nosilac projekta obavezan predati ovlaštenom preduzeću za tretman ove vrste otpada, odnosno privremeno ih skladištiti u odgovarajućem prostoru sa nepropusnim podom koji onemogućava bilo kakvo procurivanje u zemljište ili podzemne vode. Prema "Pravilniku o klasifikaciji otpada i o postupcima njegove obrade, prerade i odstranjivanja" (Sl.I. CG 68/09), ova vrsta otpada se svrstava u grupu 16 06 01*,

Shodno Zakonu o upravljanju otpadom (Sl.I. CG 64/11 i 39/16), Nosilac projekta je obavezan da podatke o karakteristikama i količini ovog otpada dostavlja Agenciji za zaštitu životne sredine.

d) Druge mjere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu

S obzirom na tip i karakteristike objekta koji se instalira, posebno se moraju primjenjivati sledeće mjere zaštite:

- antenski sistem bazne stanice se mora projektovati tako da se u glavnom snopu zračenja antene ne nalaze antenski sistemi drugih komercijalnih ili profesionalnih uređaja, kao ni sami uređaji. To se može postići izborom optimalne visine antene, kao i pravilnim izborom pozicije antenskog sistema na samom objektu. 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 se jave tokom izvođenja projekta (prikazane u poglavlju 3. Elaborata), moraju se ukloniti u skladu sa važećim propisima.

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

- Obavezno je izvršiti označavanja izvora nejonizujućeg zračenja etiketama i oznaka u skladu sa Pravilnikom o načinu označavanja i izgledu oznake izvora nejonizujućih zračenja SI.I. CG br. 65/15,
- zabranjuju se bilo kakve aktivnosti na antenskom stubu (npr., usmjeravanje antene, pričvršćivanje itd.) sve dok se ne isključe predajnici bazne stanice,
- s obzirom, da ako se bazna stanica instalira u blizini stambenih objekata uticaj elektromagnetnog polja na životnu sredinu treba da se utvrđuje mjerenjima karakteristika elektromagnetnog polja na lokaciji u skladu sa propisanim standardima i normama, a u cilju maksimalne zaštite ljudi i tehničkih uređaja. Na osnovu dobijenih podataka, u slučaju da isti iskaču iz dozvoljenih granica, mora se bazna stanica isključiti iz rada, a onda preduzeti mjere u cilju otklanjanja nepravilnosti:
 - provjera svih elemenata bazne stanice koji mogu dovesti do povećanja elektromagnetnog zračenja,
 - po utvrđivanju neispravnosti elementa/elementa izvršiti njihovu zamjenu.
- obavezno je izvršiti mjerenje elektromagnetnog polja u ovom području,
- bazna stanica mora biti zaključana i zaštićena od neovlašćenog pristupa, a u slučaju da je stub u pitanju, i ograđena,
- u okviru periodičnog održavanja bazne stanice (na svakih 6 mjeseci) treba izvršiti provjeru kompletne instalacije bazne stanice i pripadajućeg antenskog sistema,
- Nosilac projekta 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,
- 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 prije isključenja predajnika bazne stanice.

7. Izvori podataka

- Glavni projekat bazne stanice,
- Google earth,
- UTU
- <http://www.geoportal.co.me/>
- Informacija o stanju životne sredine za 2021.g., Agencija za zaštitu životne sredine, 2022.g.