

УПУТСТВО О ТЕХНИЧКИМ ПРЕГЛЕДИМА И КОНТРОЛИ ФРЕКВЕНЦИЈСКИ МОДУЛИСАНИХ РАДИО СТАНИЦА ЗА УПОТРЕБУ У ФУНКЦИОНАЛАНИМ СИСТЕМИМА РАДИО ВЕЗА

Процедуре мерења и провере услова за функционалне системе радио веза.

Норме које треба да буду задовољене.

Садржај

I.	Увод.....	3
1.	Сврха.....	3
2.	Ознаке, скраћенице, јединице.....	3
3.	Значење појмова, дефиниције.....	4
II.	Технички преглед.....	8
1.	Сврха.....	8
2.	Списак величина које се мере.....	9
3.	Списак услова који се проверавају.....	9
4.	Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама).....	9
5.	Процедуре мерења.....	11
5.1	Фреквенција емитованог сигнала.....	11
5.2	Осетљивост аутоматске блокаде пријемника.....	12
5.3	Излазна снага предајника.....	13
5.4	Девијација носиоца.....	13
5.5	Снага носиоца на суседном каналу.....	14
5.6	Снага споредних и паразитских зрачења.....	15
5.7	Координате антенског система радио станице.....	16
5.8	Надморска висина локације.....	16
5.9	Висина антенског система.....	16
5.10	Азимут(и) антенског система.....	17
5.11	Мерење PL тона.....	18
6.	Процедуре провере услова.....	18
6.1	Ефективна израчена снага предајника слике.....	18
6.2	Пријемна фреквенција.....	19
6.3	Врста емисије.....	19
6.4	Врста рада.....	19
6.5	Идентификација.....	20
6.6	Добитак антенског система.....	20
6.7	Поларизација антенског система.....	20

6.8	Конфигурација антенског система	20
6.9	Ширина снопа антене система.....	21
6.10	Однос напред-назад антене система	21
6.11	Произвођач радио станице	21
6.12	Тип и серијски број радио станице.....	21
6.13	Уземљење	22
III.	Презентација резултата техничког прегледа, извештаји	23

I. Увод

1. Сврха

Овим упутством се описују принципи и процедуре мерења, неопходна мерна опрема, начин презентације резултата мерења аналогних радио станица за употребу у функционалним системима радио веза, која се предузимају у сврху контроле радио станица и спектра у складу са Законом о телекомуникацијама и надлежностима Републичке Агенције за телекомуникације које из њега проистичу.

Појам радио станица обухвата:

- примопредајник радио станице,
- антенски систем.

Смисао ових мерења је да се установи да ли је радио станица постављена и да ли ради у складу са дозволом за радио станицу коју је издала Агенција.

2. Ознаке, скраћенице, јединице

- **AF** Аудиофреквенције (*Audio Frequency*).
- **AGC** Аутоматска регулација појачања (*Automatic Gain Control*).
- **AM** Амплитудска модулација (*Amplitude Modulation*).
- **BW** Ширина пропусног опсега (*Bandwidth*).
- **ERP** Ефективна израчена снага (*Effective Radiated Power*).
- **FM** Фреквенцијска модулација (*Frequency Modulation*).
- **FB** Базна радио станица.
- **FX** Фиксна радио станица.
- **G** Добитак (*Gain*).
- **GPS** Систем глобалног позиционирања (*Global Positioning System*).
- **λ** Таласна дужина (*Lambda*).
- **MF** Међуфреквенција (*Intermediate Frequency*).
- **MO** Радио станица инсталирана у превозно средство.
- **ML** Преносна радио станица.
- **P** Снага (*Power*).
- **P_{rms}** *rms* снага предајника.

- **RBW** Ширина пропусног опсега опсег спектралног анализатора (*Resolution Bandwidth.*)
- **RF** Радио фреквенције (*Radio Frequency*).
- **RMS** Средња вредност квадратног корена (*Root Mean Square*).
- **SWR** Коефицијент стојећих таласа.
- **S/N** Однос сигнал/шум (*Signal-to-noise*).
- **UHF** Ултра високе фреквенције (*Ultra High Frequency*).
- **VHF** Врло високе фреквенције (*Very High Frequency*).
- **VSWR** Напонски однос стојећих таласа (*Voltage Standing Wave Ratio*).
- **WGS84** Светски географски координатни систем који користи земљин елипсоид са полуосама 6 356 752,3142 и 6 378 137,0 м.

3. Значење појмова, дефиниције

Антена је део антенског система који се користи за зрачење или пријем радио-таласа, а може да укључује ма које склопове за прилагођење.

Азимут максималног зрачења је угао који је захваћен од правца географског севера до правца максималног зрачења антене у смеру кретања казаљке на сату.

Аутоматска блокада (сквелч) радио пријемника је поступак аутоматског потискивања ма ког аудиофреквенцијског излазног сигнала, када је ниво улазног сигнала или односа сигнала и шума на излазу из радио пријемника мањи од неке претходно одређене вредности.

Базна радио станица, је радио станица која чини основу система радио веза. Базна радио станица може бити фиксна радио станица или репетитор.

Вештачка антена је отпорник номиналне вредности отпора 50Ω , у фреквенцијском опсегу предајника/репетитора с коефицијентом неприлагођења $VSWR \leq 1,1$ (односно $>26\text{dB}$). Снага вештачке антене треба да је тако димензионисана да се не мењају њене карактеристике с оптерећењем по вољи дугог трајања.

Висина антенског система је висинска разлика између центра антенског система и надморске висине тла изражена у метрима.

Врста емисије је скуп карактеристика носиоца, као што су врста модулације којом је радио предајник модулисан, природа модулишућег сигнала, врста информације која се преноси, као и свака додатна карактеристика сигнала.

Врста рада, је начин комуникације између учесника у радио мрежи. Врста рада може бити симплексна, уз наизменичну примопредају емисије на једној или две фреквенције, (преко репетитора), или дуплексна при чему је примопредаја емисије истовремена. Означавање емисија врши се на следећи начин:

S-1 = Наизменична примопредаја на једној фреквенцији;

S-2 = Наизменична примопредаја на две фреквенције (преко репетитора);

SJ=Предаја (пријем) емисије само у једном смеру:

D = Истовремена примопредаја на две фреквенције.

Географска дужина или лонгитуда, је лучно растојање неке тачке на површини земљиног елипсоида, од Гриничког меридијана, мерено по паралели те тачке, односно то је угао који образује раван почетног гриничког меридијана са равни меридијана те тачке. Географска дужина може да има вредност од 0° на гриничком меридијану, до 180° источно или западно од тог меридијана па се зато назива западна, односно источна географска дужина.

Географска ширина или латитуда означава положај тачке на на Земљиној површини, јужно и северно од Екватора, мерено лучним растојањем. Обично се означава грчким словом фи (ϕ). Северни пол се налази на географској ширини 90° , северно, а јужни пол на 90° јужно. Тачке на Екватору имају географску ширину 0° . Географска ширина се мери у степенима, минутима и секундама.

Географске координате меридијани и паралеле на WGS84 елипсоиду образују географску координатну мрежу. Раван екватора и равна меридијана који пролази кроз Гринич формирају, на елипсоиду, географски координатни систем. У њему је положај сваке тачке на површини елипсоида одређен географским координатама: географском ширином (φ) и географском дужином (λ) тачке, односно то је угао који заклапа нормала тачке на површини елипсоида са равни екватора. Географска ширина може имати вредност од 0° на екватору, до 90° на северном односно јужном полу, па се зато назива северна односно јужна географска ширина.

Географски азимут је хоризонтални угао захваћен правцем географског меридијана и правцем на циљно место на географској карти.

Главни лист антене је сноп зрачења који садржи смер максималног добитка.

Девиијација фреквенције је разлика између максималне односно минималне вредности фреквенције у односу на фреквенцију немодулисаног носиоца.

Дуплексна радио веза је радио веза између две радио станице, уз истовремени пријем и предају, на две фреквенције, у директној комуникацији или преко репетитора.

Добитак антене у односу на полуталасни дипол је однос потребне снаге на улазу у полуталасни дипол без губитака и снаге доведене на улаз дате антене, обично изражен у децибелима [dB], да би обе антене произвеле, у посматраном смеру, исту јачину поља или густину флуksа снаге на истом растојању.

Елевациони угао антене је угао који захвата оса антене односно смер максималног добитка са хоризонталном равни постављене у стајној тачки антене.

Емисије ван опсега, нежељена зрачења су све емисије на једној или више фреквенција непосредно изван опсега потребног за пренос сигнала.

Ефективна израчена снага (ERP) у посматраном смеру је производ снаге која се доводи на антену из предајника и добитка антене у односу на полуталасни дипол у посматраном смеру, умањене за губитке у преносном путу од предајника/репетитора до антене.

Јачина поља - Вредност једне од компонената електричног поља одређене поларизације. Изражава се у V/m или практичније у dB μ V/m.

Једносмерна радио веза, је радио веза између две (или више) учесника, стим да је примопредаја емисије једносмерна. То значи да једна радио станица стално емитује, а друга стално прима емисију.

Канални размак је разлика између централних фреквенција два суседна радио канала.

Канално преслушавање је пригушење преслушавања из једног у други радио канал.

Надморска или апсолутна висина је вертикално растојање између неке тачке на физичкој површини земље и нивоа мора израженог у метрима.

Неусмерена антена је антена чије су особине зрачења исте за све правце у хоризонталној равни.

Номинална фреквенција је фреквенција одређена дозволом за радио станицу.

Одступање фреквенције представља разлику између додељене и измерене фреквенције емитованог сигнала.

Максимално одступање фреквенције у kHz:

Размак између канала [kHz]	66 MHz до 87,5 MHz	146 MHz до 500 MHz
20 & 25	$\pm 1,35$	$\pm 2,00$
12,5	$\pm 1,00$	$\pm 1,00$ (Б) $\pm 1,50$ (М)

Где су:

(Б) Базне станице,

(М) Мобилне и преносне станице.

PL кодови (Private Line code) или CTCSS кодови.

Ови кодови се користи за кодирано затварање сквелча у радио мрежама системом субтона са следећим МОТОРОЛА кодовима, односно фреквенцијама,:

Code	Frequency	Code	Frequency
1A	103.5	9Z	229.1
1B	107.2	M1	203.5
1Z	100.0	M2	210.7
2A	114.8	M3	218.1
2B	118.8	M4	225.7
2Z	110.9	M5	223.6
3A	127.3	M6	241.8
3B	131.8	M7	250.3
3Z	123.0	WA	74.4
4A	141.3	WB	79.7
4B	146.2	WZ	69.3
4Z	136.5	XA	71.9
5A	156.7	XB	77.0
5B	162.2	XZ	67.0
5Z	151.4	YA	85.4
6A	173.8	YB	88.5
6B	179.9	YZ	82.5
6Z	167.9	ZA	94.8
7A	192.8	ZB	97.4
7Z	186.2	ZZ	91.5
8Z	206.5		

Frequency	Code	Frequency	Code
67.0	XZ	136.5	4Z
69.3	WZ	141.3	4A
71.9	XA	146.2	4B
74.4	WA	151.4	5Z
77.0	XB	156.7	5A
79.7	WB	162.2	5B
82.5	YZ	167.9	6Z
85.4	YA	173.8	6A
88.5	YB	179.9	6B
91.5	ZZ	186.2	7Z
94.8	ZA	192.8	7A
97.4	ZB	203.5	M1
100.0	1Z	206.5	8Z
103.5	1A	210.7	M2
107.2	1B	218.1	M3
110.9	2Z	223.6	M5
114.8	2A	225.7	M4
118.8	2B	229.1	9Z
123.0	3Z	241.8	M6
127.3	3A	250.3	M7
131.8	3B		

Поларизација антене је карактеристика антене која је одређена оријентацијом вектора електричног поља израченог радио таласа у односу на површину земље.

Радни фреквенцијски опсег радио-станице је опсег у оквиру кога радио-станица мора бити подешен за нормалан рад. Радни фреквенцијски опсези, за аналогне радио станице намењене за рад у функционалним системима радио веза су: **66-88 MHz, 146-174 MHz, и 440-470 MHz.**

Симплексна радио веза је радио веза између две радио станице, на истој или помереној фреквенцији, уз наизменичну предају-пријем емисије, у директној комуникацији или уз коришћење посредне радио станице (репетитора). Пренос емисије одвија се наизменично, на једној или две фреквенције. У случају да су фреквенције међусобно померене, њихов размак је у опсегу 66-88 MHz, и 146-174 MHz 4,5 MHz, а у опсегу 440-470 MHz, 5 или 10 MHz.

Скретница (диплексер) је филтарска скретница која омогућава истовремени рад предајника пријемника преко заједничке емисионе антене.

Снага емисије предајника на суседном каналу

Снага емисије суседног канала, је део од укупне излазне снаге предајника под дефинисаним условима модулације, који пада, под дефинисаним пропусним опсегом центрираним на номиналну фреквенцију, на било ком суседном каналу.

За размак између канала 20 kHz и 25 kHz, снага сигнала из суседног канала мора да буде ослабљена за најмање 65,0 db у односу на снагу носиоца. За размак између канала 12,5 kHz, снага сигнала из суседног канала мора да буде ослабљена за најмање 60,0 db у односу на снагу носиоца.

Ова снага подразумева средњу снагу састављену од модулације, буке и шума предајника.

Споредни лист антене је ма који лист зрачења који није главни лист.

Стандардни атмосферски услови при мерењу су:

- температура средине у којој се мери између +15°C и +35°C,
- релативна влажност ваздуха између 20% и 75%,
- атмосферски притисак између 860mbar (hPa) и 1060mbar (hPa).

Стандардни напон напајања радио-предајника из градске мреже је напона 230V/400V +10%/-15% и фреквенције 50Hz, $\pm 2\%$.

Тропосфера - Нижи део атмосфере који се простира изнад површине земље и у којем температура опада с висином, изузев у локалним спорадичним случајевима температурске инверзије.

Тропосферска компонента - Електромагнетски талас који се простира тропосфером.

Унето појачање (слабљење) представља разлику нивоа сигнала на излазу и улазу уређаја.

Усмерена антена је антена чији дијаграм зрачења у хоризонталној равни није кружни, односно зрачење електромагнетског таласа у појединим правцима се разликује.

Фреквенцијска карактеристика представља појачање које систем уноси у зависности од фреквенције улазног сигнала.

Хоризонтална ширина или **Угао ширине главног снопа** усмерене антене је угао који захвата главни сноп у хоризонталној равни између тачака са добитком за 3dB мањим од максималног добитка.

II. Технички преглед

1. Сврха

У складу са Законом о телекомуникацијама, радио станица мора да се пусти у рад у року од годину дана од издавања дозволе, а пре пуштања у рад мора да се изврши технички преглед ради провере усклађености радио станице са параметрима из дозволе.

Овим упутством описује се начин обављања техничких прегледа аналогних радио станица за употребу у функционалним системима радио веза, методе којима се мерења изводе, мерна опрема која се при том користи, начин презентације резултата, случајеви у којима се мерења обављају.

Приликом техничког прегледа констатује се да ли је систем постављен у складу са важећим прописима и нормама.

Технички преглед може бити редован, који се обавља пре пуштања радиостанице у погон и услов је за добијање дозволе за рад радио станице од стране Агенције или ванредан, на захтев Агенције, да би се извршила провера рада радиостанице када се контролом утврди да радиостаница омета рад других.

Предмет мерења могу бити само параметри којима се проверава усаглашеност са дозволом за рад и постојање сметњи за рад других радио станица или сервиса.

Резултати извршених мерења уносе се у Извештај о извршеном техничком прегледу чији је изглед прописан овим Упутством.

2. Списак величина које се мере

- Фреквенција емитованог сигнала;
- Осетљивост аутоматске блокаде пријемника;
- Излазна снага предајника;
- Девијација носиоца;
- Снага носиоца на суседном каналу;
- Снага споредних и паразитних зрачења;
- Координате антенског система предајника;
- Надморска висина локације;
- Висина антенског система;
- Азимут(и) антенског система;
- PL тон.

3. Списак услова који се проверавају

- Ефективна израчена снага предајника;
- Пријемна фреквенција;
- Врста емисије;
- Врста рада;
- Идентификација;
- Добитак антенског система;
- Поларизација антенског система;
- Конфигурација антенског система;
- Ширина снопа појединачне антене система;
- Однос напред-назад појединачне антене система;
- Произвођач радио станице;
- Тип и серијски број радио станице;
- Уземљење.

4. Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама)

Анализатор спектра:

- Опсег фреквенција 0,01-1GHz, улазног нивоа до 30dBm;
- Оптимални динамички опсег мин. 60dB;
- Просечан ниво шума за најнижи пропусни опсег макс. -100dBm;
- RBW (резулционни опсег) у опсегу фреквенција 100Hz-5MHz;
- Временска база тачности најмање 10^{-7} ;
- Корак фреквенције (*Frequency Span*) 1kHz-1GHz;
- Вертикални дисплеј тачности $\pm 1,5$ dB за пун фреквенцијски опсег, вертикалне логаритамске скале од 1 до 10dB по подеоку;
- Могућност линеарног вертикалног читавања;

- Одговарајући *Tracking generator* за пун фреквенцијски опсег излазног нивоа од -40 до 0dBm;
- Уграђен АМ/FM демодулатор.

Атенуатор:

- Услађен са потребом мерења и мерним инструментом који се користи;
- Фреквентни опсег 10 MHz до 1 GHz;
- Слабљење по стандардним вредностима 1, 2, 3, и 5.

Бројач фреквенције (Counter):

- Опсег фреквенција 0-1GHz;
- Тачности читавања инструмента најмање 1/10 мерене величине (100Hz на 1GHz односно 0,1ppm) за стандардни *offset* или 0,1Hz на 1GHz за прецизни *offset*.

Вештачка антена:

- Карактеристичне импедансе 50Ω;
- Са оптерећењем 50% већим од снаге која се мери;
- Улазно прилагођење за фреквенције од 0 до 1GHz (*Return Loss* ≥26dB, *VRWR*≥1:1);
- Улазни прикључак према снази.

Ватметар :

- Фреквенцијски опсег 40MHz – 1GHz;
- Тачност ±5%;
- Могућност мерења за 10% већа снага од очекиване;
- Карактеристична импеданса 50Ω.

Геолошки или војно-артиљеријски магнетни компас

GPS пријемник:

- Могућност истовременог пријема са бар 4 GPS сателита.

Декодер ПЛ тона

- Могућност декодовања пл тонова у складу са табелом пл тонова.

Ласерски мерач даљине:

- Даљина 200м минимум, ± 1м минимум;
- Инклинација, тачност боља од ± 0,3°.

Инструмент за мерење девијације:

- Могућност мерења фреквенцијске девијације (у kHz) и процента амплитудске модулације;
- Фреквенцијски опсег од 10MHz до 1GHz, улазне импедансе 50Ω и улазног нивоа од -100dBm до +40dBm.

Куплер (индукциона спрега):

- Ускађен са потребом мерења и мерним инструментом који се користи;
- Фреквентни опсег 10 MHz до 1 GHz;
- Слабљење по стаандардним вредностима 1, 2 ,3, и 5.

Сигнал генератор:

- 0,4 MHz-1 GHz;
- Излазни нивои: +10 до -130 dBm;
- Тачност ± 2 dB од -80 dBm до -130 dBm, ± 4 dB за све остале нивое, (3 MHz до 1GHz).

Тон генератор

- Фреквентни опсег од 0,01 до 10 KHz ;
- Излазни ниво од 0,1 до 1V, на оптерећењу од 600 Ω.

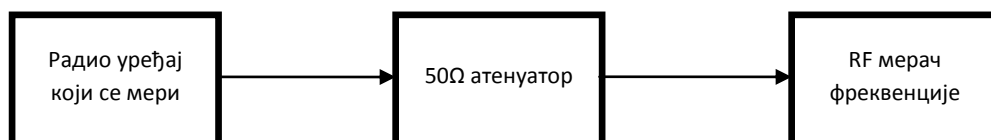
Филтери:

- Филтер за доњи опсег (low pass), који пропушта основну фреквенцију предајника а потискује фреквенције нежељених зрачења за најмање 50 dB. Излаз из овога филтера спаја се на 50-омско вештачко оптерећење;
- Филтер за горњи опсег (high pass), паралелно спојен са предходним, који потискује основну фреквенцију предајника за најмање 50 dB, а пропушта фреквенцију споредних зрачења. Излаз са овога филтера спаја се на анализатор спектра;
- Ова два филтера треба да буду електронски раздвојени.

Напомена: Наведени инструменти могу бити засебни или интегрисани у једном или више мерних сетова, намењених за мерење радио станица.

5. Процедуре мерења

5.1 Фреквенција емитованог сигнала



Слика 5.1.1 – Шема мерења

Поступак мерења је следећи (слика 5.1.1):

- Бројач фреквенције прикључити на антенски конектор преко одговарајућег атенуатора

или дирекционе спреге који обезбеђује довољно ослабљен сигнал за мерни инструмент или на сервисни конектор са ослабљеним RF сигналом, уколико постоји на кућишту предајника;

- Искључити модулацију;
- Ако радио станица има више канала, подесити канал са најнижом радном фреквенцијом;
- Према упутству произвођача мерног инструмента, очитати фреквенцију;
- Поступак поновити на сваком радном каналу који радио станица поседује, стим да мерење почиње од канала са најнижом радном фреквенцијом и понавља се ка каналу са највишом радном фреквенцијом.

Измерена вредност фреквенције предајника уноси се у извештај о техничком прегледу. у рубрику „Фреквенција-предајна“ и изражава у мегахерцима [MHz], са пет децималних места.

Одступање фреквенције треба да буде у границама наведеним у табели 6.1.1.

Размак између канала (kHz)	66 MHz до 87,5 MHz [kHz]	146 MHz до 500 MHz [kHz]
20 & 25	$\pm 1,35$	$\pm 2,00$
12,5	$\pm 1,00$	$\pm 1,00$ (Б) $\pm 1,50$ (М)

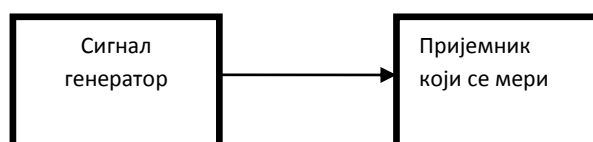
Табела 5.1.1

Где су:

(Б) Базне станице;

(М) Мобилне и преносне станице.

5.2 Осетљивост аутоматске блокаде пријемника



Слика 5.2.1 – Шема мерења.

Поступак мерења је следећи (слика 5.2.1):

- Прикључити сигнал генератор на улазни део пријемника, преко антенског конектора;
- На пријемнику подесити најнижу програмирану (подешену) фреквенцију;
- Сигнал генератор подесити на фреквенцију пријемника;
- Ако је аутоматска блокада пријемника подесива, подесити ниво на најнижу осетљивост;
- Сигнал генератор модулисати аудио фреквенцијом 1kHz, нивом сигнала већим од 6 μVdB (2 μV EMS);
- Девиијацију на сигнал генератору подсеити на 5 kHz;
- Смањивати ниво сигнала на сигнал генератору док се не постигне затварање аутоматске блокаде пријемника. Ниво улазног сигнала при ком је постигнуто затварање аутоматске блокаде пријемника представља осетљивост аутоматске блокаде пријемника (максимална корисна осетљивост);

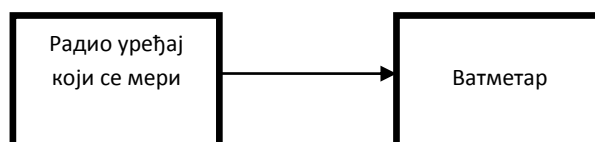
Осетљивост аутоматске блокаде радио пријемника не сме бити већа од вредности које су дате у табели 5.2.1.

Фреквенцијски опсег [MHz]	Осетљивост [μV]
Између 66-87,5 MHz	0,5
Између 146-174 MHz	0,8
Између 430-470 MHz	1,4

Табела 5.2.1

Измерене вредности уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Осетљивост аутоматске блокаде пријемника“ и изражава се у [μV].

5.3 Излазна снага предајника.



Слика 5.3.2 – Шема мерења

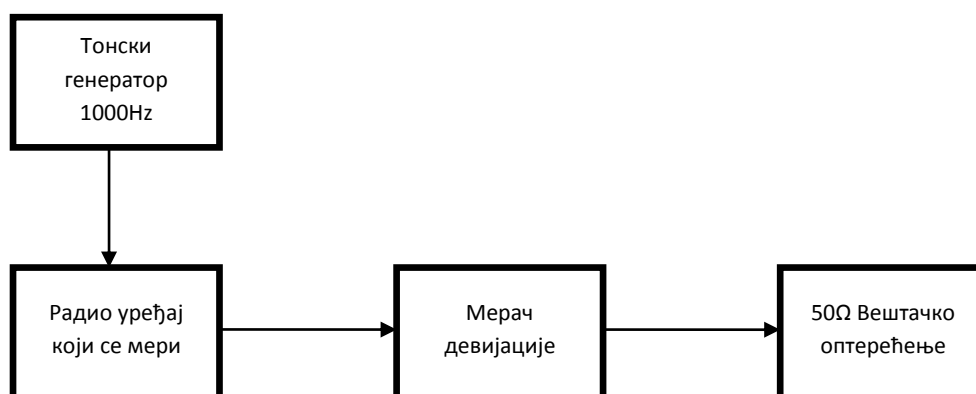
Поступак мерења је следећи (слика 5.3.1):

- Прикључити излаз предајника на ватметар;
- Искључити модулацију;
- Ако радио станица има више канала, подесити канал са најнижом радном фреквенцијом;
- Стартовати предајник;
- Очитати вредност снаге на ватметру;
- Поступак поновити на сваком радном каналу који радио станица поседује, стим да мерење почиње од канала са најнижом радном фреквенцијом и понавља се ка канау са највишом радном фреквенцијом.

Измерене вредности уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Излазна снага “ и изражава се у ватима.(W).

Измерена снага предајника не сме да буде већа, од 20% од вредности снаге предајника, назначене у дозволи за радио станицу.

5.4 Девијација носиоца



Слика 5.4.1 – Шема мерења

Поступак мерења је следећи (слика 5.4.1):

- На микрофонски улаз предајника довести сигнал из тон генератора, фреквенције 1 kHz;
- Ако радио станица има више канала, подесити канал са најнижом радном фреквенцијом;
- Стартовати предајник;
- Подесити нивоа сигнала тон генератора, тако да изазове максималну девијацију;
- На мерачу девијације очитати девијацију;
- Поступак поновити на сваком радном каналу који радио станица поседује, стим да мерење почиње од канала са најнижом радном фреквенцијом и понавља се ка каналу са највишом радном фреквенцијом.

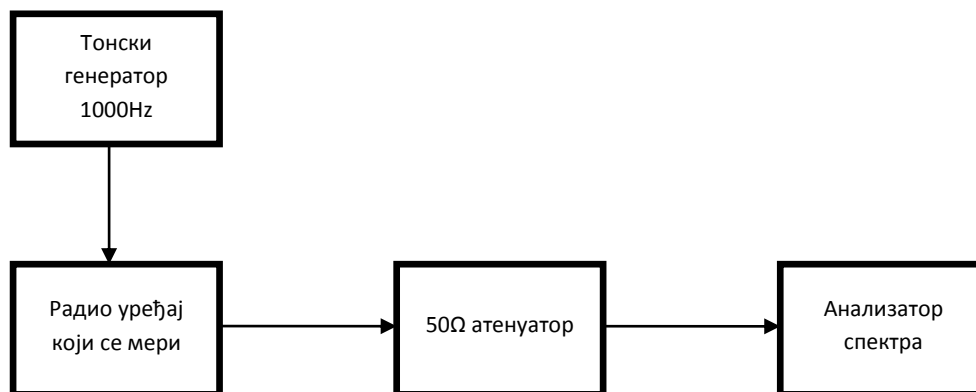
Измерене вредност на мерачу девијације уноси се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Девијација носиоца“ и изражава се у kHz.

Девијација носиоца мора бити у границама наведеним у табели 5.4.1.

Размак змеђу канала(kHz)	Максимална девијација фреквенције (kHz)
12,5	$\pm 2,5$
20	$\pm 4,0$
25	$\pm 5,0$

Табела 5.4.1

5.5 Снага носиоца на суседном каналу



Слика 5.5.1 – Шема мерења

Поступак мерења је следећи (слика 5.5.1):

- Повезати радио станицу са спектралним анализатором, према слици 6.4.1;
- Предајник модулисати тест сигналом фреквенције 1000 Hz и нивоом који изазива максималну девијацију;
- Спектрални анализатор се подеси на радну фреквенцију радио станице, а атенуатор подесити тако да не дође до засићења мерног инструмента;
- Спан подесити на најнижи ниво (200 kHz или мање);
- Ако радио станица има више канала, подесити канал са најнижом радном фреквенцијом;

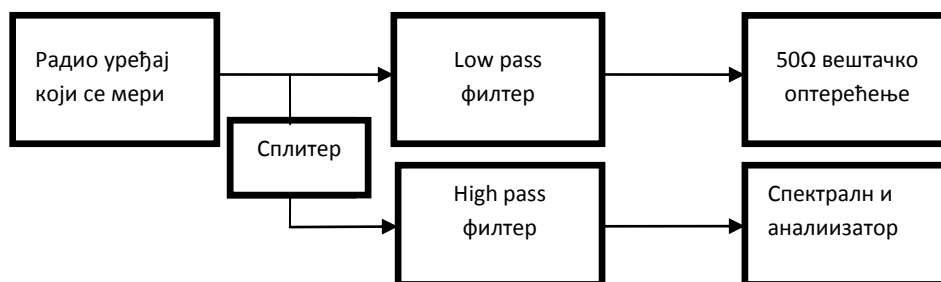
- Стартовати предајник;
- Измерити ниво основног сигнала, а затим померити централну фреквенцију на први виши суседни канал;
- Поновити мерење на нижем суседном каналу;
- Поступак поновити на сваком радном каналу који радио станица поседује, стим да мерење почиње од канала са најнижом радном фреквенцијом и понавља се ка каналу са највишом радном фреквенцијом.

Резултате мерења унети у извештај у рубрику „Однос снага[dBc]нижи канал-виши канал“.

За размак између канала 20 kHz и 25 kHz, снага сигнала из суседног канала мора да буде ослабљена за најмање 65,0 dB у односу на снагу носиоца. За размак између канала 12,5 kHz, снага сигнала из суседног канала мора да буде ослабљена за најмање 60,0 dB у односу на снагу носиоца.

Ова снага подразумева средњу снагу састављену од модулације, буке и шума предајника.

5.6 Снага споредних и паразитских зрачења



Слика 5.6.1 – Шема мерења.

Поступак мерења је следећи (слика 5.6.1):

- Прикључити предајник који се мери, преко филтера, на вештачко оптерећење и анализатор спектра;
- Анализатор спектра подесити на фреквенцију двоструко већу од радне фреквенције предајника;
- На предајнику искључити модулацију;
- Предајник подесити на максимално дозвољену снагу;
- Ако радио станица има више канала, подесити канал са најнижом радном фреквенцијом;
- Стартовати предајник;
- На анализатору спектра очитати ниво сигнала;
- Поступак поновити на сваком радном каналу који радио станица поседује, стим да мерење почиње од канала са најнижом радном фреквенцијом и понавља се ка каналу са највишом радном фреквенцијом.

Измерене вредности унети у извештај о техничком прегледу у рубрику „2f_c“и исказује се у dB.

Ниво потискивања хармоника зависи од називне снаге носиоца. Потребна вредност потискивања се може израчунати према следећој формули:

$$P_{2nd} [dB] = - 26 [dBm] - P_{1st} [dBm],$$

где је: -P2nd измерено потискивање другог хармоника у [dB],
-P1st измерена снага носиоца у [dBm].

Пример: -Измерено потискивање другог хармоника

P2nd = -70 [dB].

-Измерена снага основног носиоца 10 [W] (+40 [dBm]).

На основу дате формуле потребно слабљење износи -66dB па према томе измерено слабљење од -70dB задовољава потребне техничке услове.

Потребно слабљење за типичне вредности излазне снаге предајника су:

P1st= 8 [W] слабљење мора бити ≥ -65 [dB];
P1st= 9 [W] слабљење мора бити $\geq -65,5$ [dB];
P1st= 10 [W] слабљење мора бити ≥ -66 [dB];
P1st= 11 [W] слабљење мора бити $\geq -66,5$ [dB];
P1st= 12 [W] слабљење мора бити ≥ -67 [dB];
P1st= 25 [W] слабљење мора бити ≥ -70 [dB];

За предајнике који имају снагу носиоца већу од 25 [W], слабљење мора бити најмање -70 [dB].

5.7 Координате антенског система радио станице

Географске координате радио станице локације мере се директно уз помоћ уређаја за позиционирање стајне тачке - GPS пријемника.

За одређивање географских координата и надморске висине неопходно је обезбедити поуздан пријем сигнала са бар 4 сателита.

Сачекати довољно дуго да се показивање GPS – пријемника стабилизује.

Измерене координате уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Координате локације – Дужина и Ширина“ у WGS-84 систему, и изражавају се у степенима, минутима и секундама с једним децималним местом.

Одступање локације постављеног предајника од локације према дозволи за радио станицу, не може бити веће од $\pm 250\text{m}$.

5.8 Надморска висина локације

Надморска висина локације мери се директно уз помоћ уређаја за позиционирање стајне тачке - GPS пријемника.

За одређивање географских координата и надморске висине неопходно је обезбедити поуздан пријем сигнала са бар 4 сателита.

Сачекати довољно дуго да се показивање GPS – пријемника стабилизује.

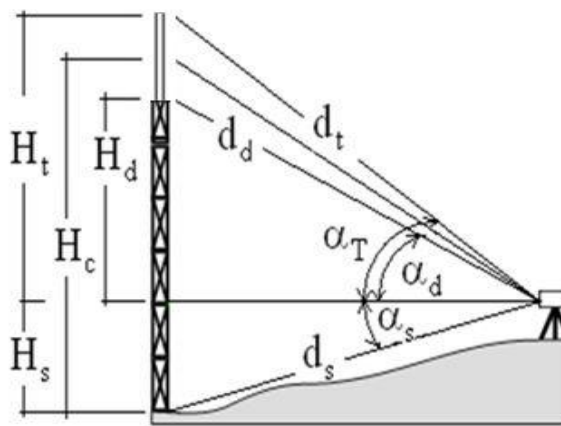
Измерена надморска висина уноси се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Надморска висина локације“ и изражава се у метрима.

5.9 Висина антенског система

Поступак мерења је следећи:

- На одређеној удаљености (до 50m) поставити ласерски мерач даљине са могућношћу мерења угла (слика 5.9.1);
- Измерити углове (означене са α_t) под којим се види врх, а потом угао α_d под којим се види дно антенског система;
- Измерити α_s угао под којим се види подножје антенског стуба;
- Измерити растојање до врха d_t а потом до дна d_d антенског система;
- Измерити растојање d_s до подножја антенског стуба;
- Висина врха антенског система је $H_t = d_t \sin(\alpha_t)$;
- Висина дна антенског система је $H_d = d_d \sin(\alpha_d)$;
- Висина дна антенског стуба је $H_s = d_s \sin(\alpha_s)$;
- Висина центра антенског система је $H_c = (H_t + H_d)/2 \pm H_s$.

При том се висина H_s додаје уколико је угао α_s негативан, тј. ако се подножје антенског стуба налази испод нивоа ласерског мерача даљине, односно H_s одузима уколико је угао α_s позитиван, тј. ако се подножје антенског стуба налази изнад нивоа ласерског мерача даљине.



Слика 5.9.1 – Мерење висине антене са мерном тачком.

Измерена висина до центра антене уноси се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Висина центра антенског система изнад тла“ и изражава се у метрима.

Дозвољена толеранција збира надморске висине и висине антене изнад тла, у односу на податак из дозволе за радио станицу је +15m, односно 3%.

5.10 Азимут(и) антенског система

Поступак мерења је следећи:

- Азимут антене се мери геолошким или војно-артиљеријским магнетним компасом, који треба да поседују огледало, мерни прстен и две хоризонталне и једну вертикалну либелу;
- Заузети позицију испред антене, у правцу зрачења, тако да је кућиште компаса усмерено што приближније углу од 90 степени у односу на раван антенског система (најчешће је то вертикално у односу на антену), при чему у ближој околини мерне локације не смеју постојати масивни феро-магнетски материјали како би се избегли

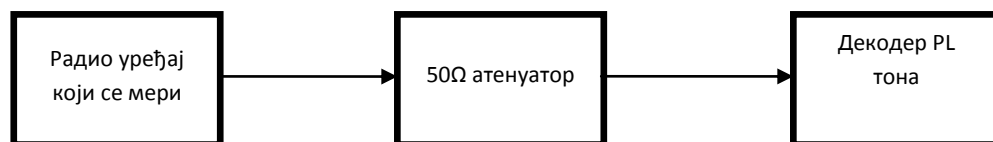
утицаји на компас, а врло је важно померити се од стуба најмање 3 m да би се избегао утицај самог стуба на компас, а тиме и на прецизност мерења;

- Пре почетка мерења довести обе хоризонталне либеле у вршни положај;
- Усмерити визир компаса у правцу објекта чији се азимут тражи;
- Употребом мерног прстена на компасу и уз помоћ огледала компаса покlopити лик југа мерног прстена у огледалу са ликом севера магнетне игле те очитати тражени угао.

Измерене вредности азимута антенског система [°] уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Азимути антенског система“.

Дозвољена толеранција азимута максималног зрачења предајне антене у односу на податак из дозволе за радио станицу је $\pm 10^\circ$.

5.11 Мерење PL тона



Слика 5.11.2 – Шема мерења.

Поступак мерења је следећи (слика 5.11.1):

- Предајник који се мери, прикључити на мерач PL тона, преко одговарајућег атенуатора;
- Стартовати предајник на једном од радних канала, без модулације;
- Сачекати да декодер PL тона декодује фреквенцију PL тона.

Вредност PL тона може се установити и исчитавањем података о радио станици преко одговарајућег софтвера, као и преко радио пријемника који поседују могућност декодовања PL тона.

Очитану вредности унети се у извештај у рубрику „PL тон“ у Hz.

Вредност PL тона не сме да се разликује од стандардних вредности за више од 0,1 Hz.

6. Процедуре провере услова

6.1 Ефективна израчена снага предајника слике

Добија се прорачуном на основу измерене снаге предајника, добитка антенског система и урачунатих губитака у кабловима и прикључцима а на основу каталожних вредности произвођача уграђеног прибора. Уколико није могуће утврдити произвођача, нити власник радио станице располаже каталожним карактеристикама уграђеног прибора (конектори, каблови), за израчунавање се узимају параметри из расположивих каталога познатих светских произвођача.

Ефективна израчена снага (ERP) предајника једнака је,

$$ERP [dBW] = P_{TX}[dBW] + G_{SIST}[dB],$$

где су:

P_{TX} излазна снага предајника [dBW] и $P_{TX}[dBW] = 10 \cdot \log P_{TX}[W]$,
 G_{SIST} добитак антенског система (види 6.3) [dB].

Прерачунавање снаге из [dBW] у [W] врши се према изразу:

$$ERP[W] = 10^{0,1 \cdot ERP[dBW]}.$$

Израчуната снага уноси се у извештај о техничком прегледу и уписује у рубрику „Ефективна израчена снага предајника“ и изражава се у ватима [W].

Дозвољено одступање ефективно израчене снаге, у односу на додељену вредност, је +30% .

6.2 Пријемна фреквенција

Проверава се путем исчитавања радио станице помоћу одговарајућег програма. Ако то није могуће, пријемну фреквенцију одредити на основу предајне фреквенције узимајући у обзир да радио станица може да ради на пријему и предаји на једној или на две померене фреквенције како је то дефинисано прописима (види поглавље 3, дефиниција симплексне радио везе).

Утврђену пријемну фреквенцију уписати у рубрику „Фреквенција пријемна“, у мегахерцима [MHz], са пет децималних места.

6.3 Врста емисије

Проверава се из каталожних карактеристика радио станице која се контролише.

Радио станице могу у раду користити емисије врсте F3EJN или G3EJN,F3EKN,G3EKN.

Симболи у ознакама врста емисија имају следеће значење:

F - фреквенцијска модулација;

G- фазна модулација;

3- један канал који садржи аналогну информацију;

E- телефонија;

J - звук комерцијалног квалитета;

K- звук комерцијалног квалитета са коришћењем инверзије фреквенција или поделе опсега;

N – без мултиплексирања.

6.4 Врста рада

Утврђује се након провере фреквенције пријемника и предајника радио станице. Након провере фреквенција предајника и пријемника на сваком каналу, одређује се врста рада на следећи начин:

S1 = Наизменична примопредаја на једној фреквенцији;

S2 = Наизменична примопредаја на две фреквенције (преко репетитора);

SJ = Предаја (пријем) емисије само у једном смеру;

D = Истовремена примопредаја на две фреквенције.

Ознаке врсте рада уписују се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Врста рада“, наведеним шифрама.

6.5 Идентификација

Очитати врсту и знак идентификације станице на декодеру идентификације, а ако то није могуће, проверити врсту идентификације преко исчитавања података радио станице, преко рачунара и одговарајућег програма.

Очитану идентификацију (врсту и знак идентификације) уписати у извештај о техничком прегледу у рубрике „Врста идентификације“ и „Знак идентификације“.

6.6 Добитак антенског система

Добија се прорачуном на основу каталошких података произвођача за дати тип антена, употребљених коаксијалних каблова, антенских филтера (дуплексера) и конектора.

Добитак антенског система $G_{SIST}[dB]$ у датом правцу је,

$$G_{SIST} [dB] = G_{ant}[dB] - A_{KAB} [dB] - A_{KON}[dB] - A_{FIL}[dB],$$

где су:

- G_{ant} добитак антене у односу на полуталасни дипол датом правцу [dB],
- S слабљења каблова [dB],
- A_{KON} слабљења конектора [dB],
- A_{MPX} слабљење употребљених филтера. [dB].

Добијени (израчунати) резултати уписују се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Добитак антенског система“ и изражава у [dB].

Дозвољено одступање добитка антенског система у односу на вредност према радио-дозволи је такво да одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност не сме бити веће од +30%.

6.7 Поларизација антенског система

Поларизација антенског система проверава се визуелним прегледом и увидом у документацију произвођача, ако такав документ постоји.

Утврђена поларизација уписује се у извештај о техничком прегледу у рубрику „поларизација антенског система“ и то „V“ за вертикалну поларизацију, а „H“ за хоризонталну.

6.8 Конфигурација антенског система

Конфигурацију антенског система сачињава:

- **Тип предајне антене.**

Одређује се путем каталошких података произвођача антене. Уколико није могуће утврдити произвођача, нити власник радио станице располаже каталошким карактеристикама антене, визуелним прегледом антене одређује се тип и модел антене. У прилогу бр 2, дати су модели антена који су најчешће у употреби;

- **Добитак антене.**

Одређује се на основу утврђеног модела антене, и њених каталошких карактеристика и изражава се у dBd, (добит антене у dB, у односу на полуталасни дипол);

- **Тип коаксијалног кабла.**

Одређује се на основу података корисника радио станице, или визуелним прегледом коришћеног кабла;

- **Слабљење кабла на 100m.**

Одређује се на основу утврђеног типа коаксијалног кабла и података из прилога бр 1;

- **Дужина коаксијалног кабла.**

Одређује се на основу израчунате висине антенског система уз додавање потребне дужине кабла која зависи од закривљености објекта куда је кабл провучен;

- **Број и слабљење конектора.**

Утврдити број конектора који су употребљени. Приближно слабљење једног употребљеног конектора је око 0,5 dB.

У извештај о техничком прегледу у рубрици „Конфигурација антенског система“ уписује се податци о сваком саставном делу антенског система у одговарајуће рубрике.

6.9 Ширина снопа антене система

Добија се као каталошки податак антене од стране произвођача.

Добијени резултати уписују се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Угао ширине снопа антене“ и изражава у [°].

Дозвољено одступање ширине снопа у односу на додељену вредност је +10° (степени).

6.10 Однос напред-назад антене система

Представља каталошки податак, који даје произвођач антене.

Добијени резултат се уписује у извештај о техничком прегледу у рубрику „Однос напред - назад“ и изражава у [dB].

Дозвољено одступање односа напред/назад у односу на додељену вредност је -3dB.

6.11 Произвођач радио станице

Уписати назив произвођача у извештај о техничком прегледу у рубрику „Произвођач радио станице“.

6.12 Тип и серијски број радио станице

Уписује се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Серијски фабрички број и тип радио станице“.

У случају да се серијски, фабрички број радио станице не види или је избрисан, радио станица се додељује серијски број. Овај број се усаглашава са стручном службом РАТЕЛ-а и надаље представља серијски број ове радио станице.

У том случају, у извештај о техничком прегледу у рубрици „Напомене“ уписује се податак да уређај није имао фабрички серијски број, већ је он додељен при техничком прегледу радио станице.

6.13 Уземљење

Установљава се визуелном контролом да ли је антенски стуб (метална конструкција) везана на заштитно уземљење и да ли су антенски систем и радио станица прикључени на радно уземљење и уписује у извештај о техничком прегледу у рубрику „Земљоводна инсталација“.

III. Презентација резултата техничког прегледа, извештаји

У табели 9.1 означени су подаци из Дозволе за радио-станицу који се проверавају у поступку техничког прегледа.

Шифра поља	Опис	Параграфи у Упутству са методама мерења или провере
90215	Јединица фреквенције	5.1
90216	Предајна фреквенција	5.1
90225	Фреквенција у вези са горњом (пријемна, резервна и друго)	6.2
90235	Редни број канала	
90240	Врста радио-станице	
90244	Врста службе	
90301	Локација предајника	
90307	Назив уже локације предајника	
90321	Природа локације	
90325	Природа земљишта	
90326	Географска дужина и ширина по Гриничу	5.7
90341	Надморска висина терена [m]	5.8
90345	Знак идентификације	6.3
90407	Ширина опсега заузета емисијом, врста емисије	5.5
90419	Код снаге	5.1
90420	Јединица снаге	5.1
90421	Вредност снаге	5.1
90426	Померај фреквенције (offset) ТВ предајника и претварача	
90507	Висина предајне антене изнад терена [m]	5.9
90511	Ефективна висина предајне антене [m]	
90519	Тип предајне антене	
90522	Поларизација	7.5
90523	Усмереност предајне антене	
90525	Азимут максималног зрачења	6.10
90528	Угао ширине главног снопа предајне антене	6.7
90531	Добитак предајне антене/антенског система [dB]	6.4
90533	Елевациони угао главног снопа	
90536	Однос напред-назад [dB]	6.8
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	
90701	Селективност и осетљивост пријемника	
90827	Време рада	
90835	Максимално радно време радио-станице	
90840	Покретљивост радио-станице	
90842	Број радио-станица у мрежи	
90845	Произвођач радио-станице, тип радио-станице	6.10
90846	Серијски број радио-станице	6.10

Табела 9.1 – Листа поља из дозволе за радио станицу са референцом на мерне методе или методе провере

Републичкој агенцији за телекомуникације се достављају два примерка извештаја на папиру, потписана и оверена од стране корисника и ангажованог лица које је извршило мерење, електронска форма извештаја, која садржи податке у форми табеле (EXCEL) из које је извештај штампан и копија папирне верзије у pdf формату.

Подаци који се добију на техничком прегледу уносе се у електронску форму извештаја из кога се штампањем добије следећа форма извештаја:



Република Србија
РАТЕЛ
Републичка агенција
за телекомуникације

Број:

Датум:

**ИЗВЕШТАЈ СА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА АНАЛОГНЕ
РАДИО СТАНИЦЕ ЗА ЕМИТОВАЊЕ ТЕЛЕВИЗИЈСКОГ СИГНАЛА**

(Ималац радио станице)

(Адреса и седиште имаоца радио станице) (ПИБ) (Матични број)
Број дозволе за радио станицу: _____, издата _____, а која важи до _____
Место техничког прегледа: _____ Датум техничког прегледа: _____

На основу техничког прегледа радио станице утврђено је следеће:

РБ	Фреквенција предајна [MHz]	Фреквенција пријемна [MHz]	Изразна снага [W]	Однос снага [dBc]			Девијација носиоца [kHz]	Врста рада
				Нижи канал	Виши канал	$2f_c$		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
	Врста емисије							
	Врста идентификације							
90345	Знак идентификације							
	PL тон							Hz
	Осетљивост аутоматске блокаде пријемника							μV
90307	Назив уже локације радио станице							
90326	Координате локације (WGS-84)			Дужина	$^{\circ} \quad ' \quad '' \quad E$			
				Ширина	$^{\circ} \quad ' \quad '' \quad N$			
90341	Надморска висина локације							m
90401	Произвођач уређаја							
90846	Серијски фабрички број и тип уређаја							
90507	Висина центра антенског система изнад тла							m

90525	Азимути антенског система		°
90522	Поларизација антенског система		
90531	Добитак антенског система		dB
90528	Угао ширине снопа појединачне антене		°
90536	Однос „напред-назад“		dB
90533	Елевациони углови антенског система		°
Конфигурација антенског система	Тип предајне антене		
	Добитак антене		dBd
	Слабљење конектора		dB
	Тип коаксијалног кабла		
	Слабљење кабла на 100m		dB
	Дужина коаксијалног кабла		m
Земљоводна инсталација		☐ да ☐ не	

МЕРЕЊА СУ ИЗВРШЕНА СЛЕДЕЋИМ ИНСТРУМЕНТИМА

Назив инструмента	Произвођач	Серијски фабрички број	Бажарење извршено	
			Датум	Лабораторија

Примедбе:

Потпис овлашћеног лица имаоца радио станице:

МП _____

Потпис лица које је извршило мерења:

_____ МП

Комисија РАТЕЛ-а:

1. _____, председник

2. _____, члан

3. _____, члан

Прилог-1**Карактеристике слабљења коаксијалних каблова**

Слабљење неких типова коаксијалних каблова у односу на фреквенцију, на узорку од 100м.

R/b	Тип	30 MHz	50 MHz	100 MHz	150 MHz	200 MHz	400 MHz	450 MHz
1.	4/S-60	4,0	5,0	7,0	9,0	11,0	16,3	18,0
2.	60-7-2	4,0	5,0	8,8	8.8	10,0	15.5	17,1
3.	Aircell-7	3,7	4,8	6,9	7,9	9,4	14,0	14,5
4.	Aircom +	1.6	2.2	3.3	4.5	5.3	7.4	7.5
5.	CF1/2"	1.2	1.5	2.25	3.0	3.3	4.8	5.6
6.	CF1/4"	2.5	2.99	4.3	5.5	6.1	8.8	9.0
7.	CF3/8"	1.6	1.7	2.6	3.8	4.6	6.4	6.5
8.	CF5/8"	1.0	1.1	2.0	2.5	3.3	3.9	4.0
9.	Ecflex10	2.1	2.8	4.0	4.8	5.9	8.7	8.9
10.	Ecoflex15	1.5	2.0	2.8	3.4	4.1	6.0	6.1
11.	H100	2.1	2.8	4.5	4.9	5.8	8.7	8.8
12.	H1001	2.4	3.3	4.7	5.5	-	-	13.0
13.	H155	3.8	6.5	9.4	11.2	12.9	18.8	19.8
14.	H2000	2.0	2.7	3.9	4.6	5.6	8.2	8.5
15.	H500	2.1	2.9	4.1	4.75	5.7	8.7	9.0
16.	RG11	4.0	5.1	7.5	9.2	11.0	16.3	17.2
17.	RG58/CU	9.8	-	19.7	-	29.5	-	-
18.	RG174	17.0	20.5	29.5	34.0	45.0	55.0	60.0
19.	RG178	22.0	30.0	42.0	60.0	-	-	90.0
20.	RG179	15.0	19.5	28.0	35.0	-	-	65.0
21.	RG188AU	17.0	20.5	28.0	32.0	40.0	55.0	58.0
22.	RG196AU	27.0	32.0	43.0	52.0	62.0	95.0	96.0
23.	RG213U	3.6	4.3	6.3	9.0	9.5	14.5	16.2
24.	RG213US	2.45	3.2	4.7	5.9	6.8	9.7	10.9
25.	RG214US	3.2	3.9	5.7	7.6	9.0	13.0	14.5
26.	RG217	1,3	3,4	4,6	5,5,0	6,9	12,1	13,5

Прилог-2**Типови антена које су обухваћене дозволама за радио станице са шифрама модела**

01 - Дипол	37 - Биконична антена
02 - Полуталасни дипол	40 - Антена са угаоним рефлектором
14 - Вертикална антена на тлу	55 - јаги антена
15 - Вертикална антена са противтегом	56 -Лог периодик антена
20 - Ромб антена	61 - систем дипола
24 - L антена	71 - параболична антена
25 - Т антена	73 - левак антена
31 - Кишобран антена	78 - конични левак
34 - Хеликоидална антена	79 - параболични левак
36 - Штап антена	108 - Cassegrain антена