

УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА РАДИО- СТАНИЦА У СИСТЕМИМА ДИГИТАЛНИХ ФУНКЦИОНАЛНИХ РАДИО- МРЕЖА

Процедуре мерења и провере услова за дигиталне функционалне системе радио-веза

Норме које треба да буду задовољене

Београд, децембар 2014.

Садржај

I.	УВОД.....	3
1.	<i>Сврха.....</i>	3
2.	<i>Ознаке, скраћенице, јединице.....</i>	3
3.	<i>Значење појмова, дефиниције.....</i>	5
II.	ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД.....	12
1.	<i>Сврха.....</i>	12
2.	<i>Списак величина које се мере.....</i>	12
3.	<i>Списак величина и услова који се проверавају.....</i>	13
4.	<i>Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама).....</i>	13
5.	<i>Процедуре мерења.....</i>	15
5.1	Мерење предајне фреквенције.....	16
5.2	Ширина опсега заузета емисијом.....	18
5.3	Мерење снаге предајника.....	20
5.4	Поларизација антена.....	21
5.5	Координате антенског система.....	22
5.6	Висина антене.....	23
5.7	Азимут антенског система.....	24
6.	<i>Процедуре провере услова.....</i>	24
6.1	Ефективна израчена снага.....	25
6.2	Врста емисије.....	25
6.3	Врста рада.....	26
6.4	Идентификација.....	26
6.5	Добитак антенског система.....	27
6.6	Конфигурација антенског система.....	27
6.7	Ширина снопа појединачне антене.....	28
6.8	Однос напред-назад појединачне антене.....	28
6.9	Елевациони углови антена.....	28
6.10	Произвођач уређаја.....	28
6.11	Серијски фабрички број и тип уређаја.....	28
6.12	Изглед примопредајника и антенског система.....	28
6.13	Земљоводна инсталација.....	29
6.14	Надморска висина локације.....	29
III.	ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ.....	29
	Прилог 1.....	33

I. УВОД

1. Сврха

Овим упутством утврђују се мерне величине, неопходна мерна опрема, процедуре мерења и провере услова, критеријума прихватљивости мерних величина и резултата мерења у поступку техничког прегледа и контроле радио-станица у системима дигиталних функционалних мобилних радио-мрежа. Упутством се такође дефинише начин презентовања резултата и критеријуми за оцену стварног стања радио-станице за коју се врши технички преглед или се контролише из других разлога предвиђених Законом о електронским комуникацијама и надлежностима Регулаторне агенције за електронске комуникације и поштанске услуге које из њега проистичу.

Предмет техничког прегледа је радио-станица, са својим функционалним деловима који битно утичу на карактеристике наведене у Дозволи за коришћење радио-фреквенција за радио-станицу.

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 коришћење радио-фреквенција коју је издала Агенција.

2. Ознаке, скраћенице, јединице

- **4FSK** *(4-level Frequency Shift Keying)*
- **AF** *Аудиофреквенције (Audiofrequency)*
- **AGC** *Аутоматска регулација појачања (Automatic Gain Control)*
- **AM** *Амплитудска модулација (Amplitude Modulation)*
- **a_r** *Слабљење рефлексије изражено у dB*
- **BW** *Ширина пропусног опсега (Bandwidth)*
- **CACH** *(Common Announcement Channel)*
- **CW** *Континуалан простопериодични сигнал (Continuous Wave)*
- **DMR** *(Digital Mobile Radio)*
- **dPMR** *(digital Private Mobile Radio)*
- **EIRP** *Еквивалентна изотропна израчена снага*

- **ENB** Еквивалентна ширина IF филтра (RBW) анализатора спектра (*Equivalent Noise Bandwidth*)
- **ERP** Ефективна израчена снага (*Effective Radiated Power*)
- **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*)
- **FDMA** (*Frequency Division Multiple Access*)
- **FDD** (*Frequency Division Duplex*)
- **FM** Фреквенцијска модулација (*Frequency Modulation*)
- **FB** Базна радио-станица
- **FX** Фиксна радио-станица
- **G** Добитак (*Gain*)
- **GPS** Систем глобалног позиционирања (*Global Positioning System*)
- **IM** Интермодулација (интермодулациони производи) (*Intermodulation*)
- λ Таласна дужина (*Lambda*)
- **MF(IF)** Међуфреквенција (*Intermediate Frequency*)
- **MO** Радио-станица инсталирана у превозно средство
- **ML** Преносна радио-станица
- **OBW** Ширина опсега заузетог емисијом (*Occupied Bandwidth*)
- **P** Снага (*Power*)
- **PDN** Мрежа за пакетни пренос података (*Packet Data Networks*)
- **QPSK** Квадратурна фазна модулација (*Quadrature Phase-Shift Keying*)
- **RATEL** Регулаторна агенција за електронске комуникације и поштанске услуге
- **RBW** Ширина пропусног опсега спектралног анализатора (*Resolution Bandwidth*)
- **RF** Радио фреквенције (*Radio Frequency*)
- **RMS** Средња квадратна вредност (*Root Mean Square*)
- $|r|$ Напонски или струјни коефицијент рефлексије
- **S** Коефицијент стојећих таласа
- **S/N** Однос сигнал/шум (*Signal-to-noise*)
- **TDMA** (*Time Division Multiple Access*)
- **UHF** Ултра високе фреквенције (*Ultra High Frequency*)
- **VBW** Видео пропусни опсег спектралног анализатора
- **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 m

3. Значење појмова, дефиниције

Дефиниције појмова се односе само на ово Упутство.

Алгоритам за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије на анализатору спектра базира се на основу дефиниција укупне снаге сигнала у задатом опсегу, ширине емисије у којој се налази одређени проценат снаге сигнала и централне фреквенције емисије. Након читавања одмерака спектра са анализатора спектра помоћу рачунара, подаци се смештају у вектор $P(i)[dBm]$, $i=1,2...N$, где је N број тачака спектра (бинова) које садржи меморија анализатора. Вредност N обично износи 1001 или 501. $SPAN$ представља опсег фреквенција на анализатору у коме се сигнал посматра и има вредност $SPAN=(F_{STOP}-F_{START})$. ENB (*equivalent noise bandwidth*) представља еквивалентну ширину употребљеног IF филтра (RBW) анализатора спектра. У зависности од употребљеног IF филтра, однос $ENB/RBW(-3dB)$ типичних анализатора спектра је:

Тип IF филтра	Типа анализатора спектра	ENB/RBW(-3dB)
4-пола синхрони	Аналогни	1.128 (0.52dB)
5-полова синхрони	Аналогни	1.111 (0.46dB)
FFT	Дигитални(FFT)	1.056 (0.24dB)

Укупна снага $P_{TOT}[mW]$ једнака је:

$$P_{TOT}[mW] = \frac{1}{ENB} * \frac{SPAN}{N} * \sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)$$

$$p_{TOT}[dBm] = 10 * \log_{10} \left\{ \frac{1}{ENB} * \frac{SPAN}{N} * \sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right) \right\}$$

Снага у каналу $P_{CH}[mW]$, ширине BW_{CH} , једнака је:

$$P_{CH}[mW] = \frac{1}{ENB} * \frac{BW_{CH}}{(X_2 - X_1) + 1} * \sum_{i=X_1}^{X_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right)$$

$$p_{CH}[dBm] = 10 * \log_{10} \left\{ \frac{1}{ENB} * \frac{BW_{CH}}{(X_2 - X_1) + 1} * \sum_{i=X_1}^{X_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}} \right) \right\}$$

где су X_1 и X_2 индекси који одговарају траженој ширини канала $BW_{CH}=(X_2-X_1)*SPAN/(N-1)$.

Ширина емисије у којој је садржано 99% снаге сигнала, $BW_{99\%}$ дефинисана је на основу индекса Y_2 и Y_1 који се одређују на основу следећих услова:

$$\frac{\sum_{i=1}^{Y_1} \left(10^{\frac{P(i)}{10}}\right)}{\sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}}\right)} = 0.005$$

$$\frac{\sum_{i=Y_2}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}}\right)}{\sum_{i=1}^N \left(10^{\frac{P(i)}{10}}\right)} = 0.005$$

Вредност $BW_{99\%}$ израчунава се на основу једнакости:

$$BW_{99\%} = (Y_2 - Y_1) * \frac{SPAN}{(N - 1)}$$

Централна фреквенција емисије, f_c , одређује се на основу припадајућег индекса i_c , чија вредност се налази на основу следеће једнакости:

$$i_c = \text{round} \left\{ \frac{\sum_{i=Y_1}^{Y_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}}\right) * i}{\sum_{i=Y_1}^{Y_2} \left(10^{\frac{P(i)}{10}}\right)} \right\}$$

где је функција $\text{round}(x)$ најближи цео број од x .

Вредност централне фреквенције емисије, f_c , израчунава се на основу једнакости:

$$f_c = F_{START} + (i_c - 1) * \frac{SPAN}{(N - 1)}$$

Изложени алгоритам се може прилагодити конкретном моделу анализатора спектра.

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

Антенски систем је опрема радио-станице коју чине антене, антенски водови и припадајући делови.

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

Базна радио-станица је јединствени назив за локацију на којој се налазе примопредајни радио уређај(и) и одговарајућа телекомуникациона опрема која сачињава инфраструктуру дигиталне приватне мобилне радио мреже. Базна радио-станица може бити фиксна радио-станица или репетитор.

Вештачка антена/атенуатор је атенуатор номиналне вредности улазне импедансе 50Ω , у фреквенцијском опсегу предајника/репетитора, са коефицијентом стојећих таласа $VSWR \leq 1.1$ (односно $a_r \leq -26\text{dB}$) и декларисаном вредношћу номиналне атенуације улазног сигнала. Номинална снага вештачке антене треба да је тако димензионисана да се не мењају њене карактеристике улазне импедансе и атенуације са РФ оптерећењем мањим од назначене номиналне снаге вештачке антене и произвољне дужине трајања оптерећења.

Висина антенског система је растојање између центра антенског система и нивоа тла испод антене, изражена у метрима.

Вредност VSWR је дефинисана као:

$$VSWR = \left(1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}\right) / \left(1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}\right)$$

где су вредности P_r и P_d (рефлектована и директна снага) изражене у [W].

Врста рада је начин комуникације између учесника у радио-мрежи. Врста рада може бити симплексна, уз наизменичну примопредају емисије на једној или две фреквенције, или дуплексна, при чему је примопредаја емисије истовремена.

Врста емисије је скуп карактеристика неке емисије, као што су врста модулације главног носиоца, природа модулишућег сигнала, врста саопштења које се преноси, а такође и уколико је то примерено, свака додатна карактеристика сигнала.

Географска дужина 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 источна, односно западна географска дужина.

Географска ширина је угао који заклапа нормала кроз тачку 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 север је смер ка северном географском полу из стајне тачке.

Географске координате меридијани и паралеле на WGS84 елипсоиду образују географску координатну мрежу. Раван екватора и раван 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.

Географски азимут је хоризонтални угао између правца географског меридијана и правца циљног места на географској карти.

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

Гранични ниво недозвољеног зрачења за радио станице дат је у следећој табели:

Удаљеност од централне фреквенције/ширина канала	Реалтивни/апсолутни гранични ниво недозвољеног зрачења
$\pm 12.5\text{kHz}/12.5\text{ kHz}$	-40dBc/-36dBm
$\pm 25\text{kHz}/12.5\text{ kHz}$	-45dBc/-36dBm
$\pm f_c \geq 37.5\text{kHz}/12.5\text{ kHz}$	-45dBc/-36dBm

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

Дигитални функционални радио-системи су системи чије се спецификације и оперативни параметри битно не разликује од аналогних функционалних радио-система у погледу параметара релевантних за планирање спектра и радио администрацију. Дигитални функционални радио-системи сагласни ETSI стандарду EN 300 113 и EN 300 390 су дигитални еквиваленти аналогних система који су у складу са ETSI стандардом EN 300 086, којим су дефинисани захтеви за аналогне радио уређаје који раде са каналним размаком од 12.5kHz, 20 kHz и 25kHz на фреквенцијама између 30MHz и 1GHz. Са становишта електромагнетне компатибилности наведени системи морају да поседују карактеристике еквивалентне аналогним системима који раде са каналним размаком од 12.5kHz. Примери оваквих дигиталних функционалних радио-система су DMR и dPMR.

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 је однос потребне снаге, обично изражен у децибелима, на улазу у референтну антену без губитака и снаге доведене на улаз дате антене, да би обе антене произвеле, у посматраном смеру, исту јачину поља или исту густину снаге на истом растојању. Ако није другачије назначено, добитак се односи на смер максималног зрачења. Добитак се може разматрати за одређену поларизацију. Зависно од избора референтне антене разликују се:

а) апсолутни или изотропни добитак (G_i), када је референтна антена изотропна антена изолована у простору;

б) добитак у односу на полуталасни дипол (Gd), када је референтна антена полуталасни дипол изолован у простору, чија екваторијална раван садржи посматрани смер;

Додељена фреквенција је центар радио-фреквенцијског опсега додељеног радио станици.

Елевациони угао антене је угао између смера максималног добитка и хоризонталне равни.

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

Ефективна (еквивалентна) израчена снага (ERP) у посматраном смеру је производ снаге која се доводи антени и добитка антене у посматраном смеру у односу на полуталасни дипол.

Земљин елипсоид је математички модел Земље приказан елипсоидом чије димензије се сматрају димензијама Земље, а његова површина математичком површином Земље на нивоу мора на коју се ортогонално пројектују све тачке са физичке површине Земље.

Јачина електричног поља је интензитет електричне компоненте електромагнетног поља. Изражава се у V/m.

Канални размак је разлика између централних фреквенција два суседна канала. У фреквенцијским опсезима намењеним за рад функционалних система радио-веза 68-87.5MHz, 146-174MHz, 430-432MHz, 438-440MHz и 440-470 MHz канални размак износи 25 kHz или 12.5 kHz.

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

Линеарно поларизован талас - Електромагнетски талас у којем се вектор електричног поља одржава у истој равни у правцу простирања.

Магнетна деклинација је разлика између географског и магнетног севера.

Магнетни север је смер северног магнетног пола.

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

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

Номинална фреквенција је фреквенција одређена дозволом за коришћење фреквенције.

Носећа предајна фреквенција канала је централна фреквенција канала.

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

Поларизација антене је карактеристика израченог електромагнетног таласа антене, која је одређена оријентацијом вектора електричног поља у односу на хоризонталну раван.

Посебан случај представљају радио-станице на које из различитих разлога није могуће повезати мерну опрему на антенски улаз/излаз примопредајника, односно на стандардни начин описан у овом Упутству. Најчешће је то последица следећих разлога:

- Комплетан примопредајник или његов RF део налази се при врху антенског стуба или другој неприступачној локацији, чиме је онемогућено прикључивање мерне опреме на антенски конектор.
- Није могуће остварити директан приступ антенском конектору/излазу примопредајника, јер уређај има интегрисану антену.

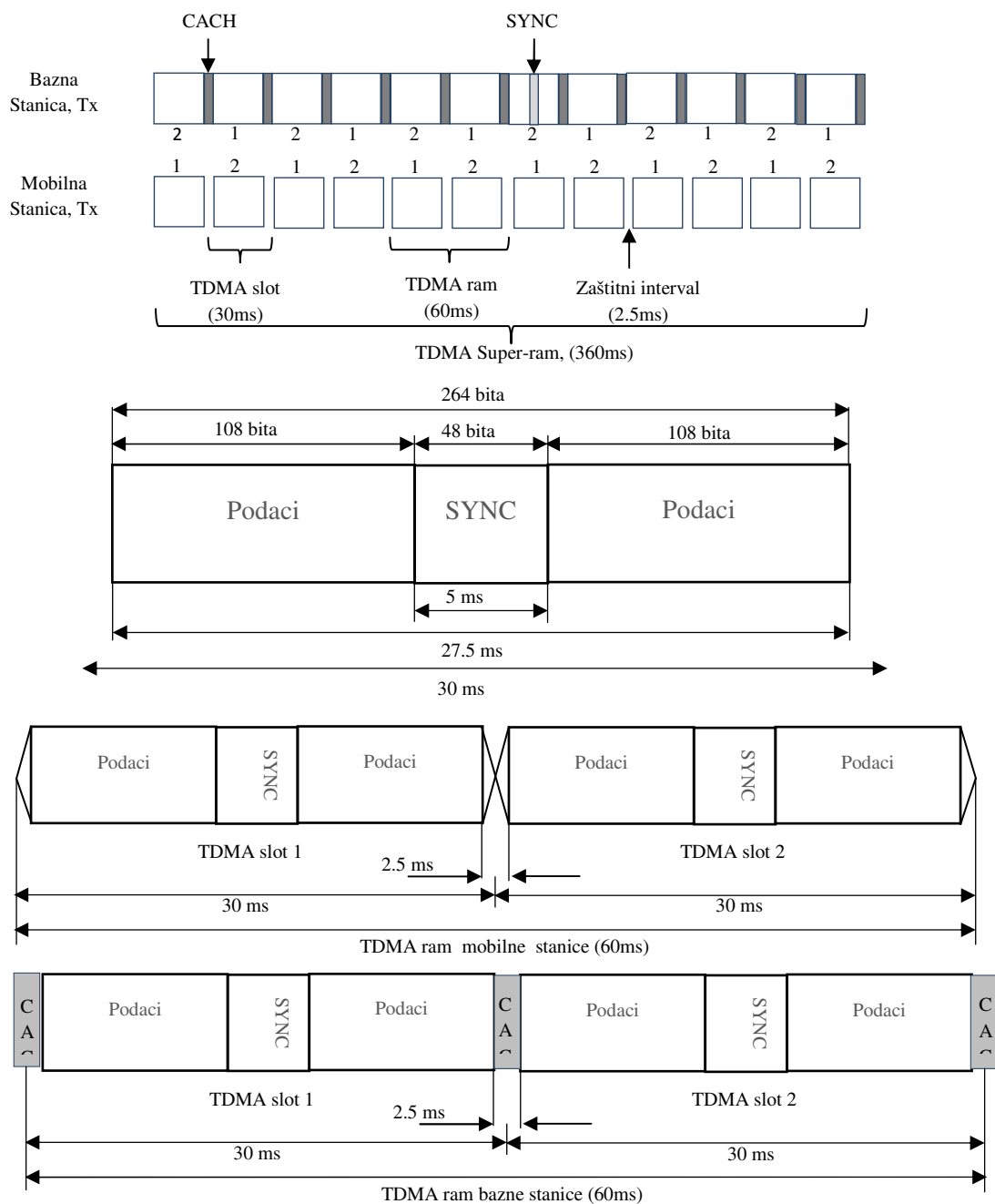
Приватна телекомуникациона мрежа је телекомуникациона мрежа, коју за своје потребе гради, одржава и експлоатише физичко или правно лице, а преко које се не пружају јавне телекомуникационе услуге. Приватна телекомуникациона мрежа може бити повезана са јавном телекомуникационом мрежом.

Раван поларизације је раван одређена вектором електричног поља.

Радио-станица је један или више предајника или пријемника или комбинација једног или више предајника или пријемника, са једном или више антена и других уређаја, смештених на једној локацији и неопходних за емитовање радио сигнала.

Радни фреквенцијски опсег радио-предајника је опсег у оквиру кога радио-предајник мора бити подешен за нормалан рад. Радни фреквенцијски опсези за дигиталне радио-станице намењене за рад у функционалним системима радио-веза су идентични радним фреквенцијским опсезима за аналогне радио-станице намењене за рад у функционалним системима радио-веза, односно износе: 68-87.5MHz, 146-174MHz, 430-432MHz, 438-440MHz, 440-470MHz.

Рам DMR сигнала представља структурирани и синхронизовани временски оквир у склопу кога се врше радио-емисија базне и мобилне станице и приказан је на слици.



Одлазни канал (БС→МС) се непрекидно емитује када је БС (базна станица) активна, а МС (мобилна станица) ће се зауставити када нема више саобраћаја за пренос. Одлазни канал садржи заједнички канал (САСН), између појединачних временских слотова који се користе за управљање саобраћајним каналом и сигнализацију. Улазни канал (МС→БС) има празан заштитни интервал између временских слотова да би се компензовало кашњење услед простирања. Поље за синхронизација и/или сигнализацију је садржано у центру временског слота.

Симплексна радио-веза је радио-веза између две радио-станице, на истој или помереној фреквенцији, уз наизменичну предају и пријем емисије, у директној комуникацији или уз коришћење репетитора. Пренос емисије одвија се наизменично, на једној или две фреквенције.

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

Слабљење рефлексије је дефинисано као:

$$a_r = 10 \log_{10} |r|^2 = 20 \log_{10} |r| = \log_{10} \frac{S-1}{S+1}$$

где је:

a_r - слабљење рефлексије изражено у dB,

$|r|$ - напонски или струјни коефицијент рефлексије,

S - коефицијент стојећих таласа.

Споредни лист (лоб, сноп) 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, ±2%.

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

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

Усмерена антена је антена чији је дијаграм зрачења у једном или два правца доминантан у односу на остале правце.

Фреквенције интермодулационих продуката трећег реда дефинисане су следећим изразима:

$$f_{IM1} = 2 * f_I - f_C,$$

$$f_{IM2} = 2 * f_C - f_I,$$

где је f_C предајна фреквенција а f_I фреквенција сигнала интерференције.

Colour code је концепт селективног приступа радио каналу у случају DMR и dPMR система, аналоган концепту селективног позива код аналогних система који користе CTCSS или DCS. Заснива се на LBT (*Listen Before Transmit*) начину рада којим се регулише могућност приступа каналу у случају преклапајућих зона покривања више репетитора који раде на истој фреквенцији на основу вредности colour code параметра. Вредност параметра colour code може бити у опсегу од CC0 до CC15. Употреба colour code у DMR системима је обавезна. Постоје три могућа начина рада у случају LBT концепта заснована на вредности colour code параметра:

- “*Polite to all*” – уређај не прелази у стање предаје ако постоји било каква активност на каналу, без обзира на вредност *colour code* параметра;
- “*Polite to own colour code*” – уређај не прелази у стање предаје уколико предефинисана група са одговарајућим *colour code* параметром тренутно заузима радни канал;
- “*Impolite*” – уређај безусловно прелази у стање предаје, без обзира на стање заузетости радног канала и вредност *colour code* параметра.

Ширина заузетог опсега је ширина опсега између доње и горње граничне фреквенције, које су одређене тако, да је емитована средња снага испод доње и изнад горње граничне фреквенције једнака одређеном проценту $\beta/2$ укупне средње снаге дате емисије. Осим ако није другачије одређено од стране ITU-R за одговарајућу врсту емисије, вредност $\beta/2$ треба узети да је 0.5%.

II. ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД

1. Сврха

Овим Упутством описује се начин обављања техничких прегледа радио-станица у дигиталним приватним мобилним радио-мрежама, методе којима се мерења изводе, мерна опрема која се при том користи, начин презентације резултата, случајеви у којима се мерења обављају.

Технички преглед мора да се обави у складу са роком који је дат у дозволи за коришћење радио фреквенције за радио-станицу.

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

Технички преглед може бити редован, који се обавља пре пуштања радио-станице у рад или ванредан, на захтев Агенције, да би се извршила провера рада радио-станице када се контролом утврди да радио станица омета рад других.

Предмет мерења могу бити само параметри којима се проверава усаглашеност са дозволом за коришћење радио-фреквенција 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

У поступку техничког прегледа и контроле радио-станица у дигиталним приватним мобилним радио-мрежама, непосредно се врши мерење следећих електричних параметара:

- Предајна фреквенција, односно радни канал;
- Вредност излазне снаге на предајној фреквенцији;
- Ширина емисије радног канала;
- Фреквенције и снаге нежељених зрачења
- Поларизација антена;

Такође, у току техничког прегледа радио-станице, уколико је то применљиво, мере се и следећи неелектрични параметри:

- Координате антенског система;
- Висине антена;
- Азимути антена.

Овим Упутством дефинисани су и посебни случајеви и услови у којима се неки од наведених параметара не мере, или се мере посебним поступцима.

3. Списак величина и услова који се проверавају

У поступку техничког прегледа и контроле радио-станица у дигиталним приватним мобилним радио-мрежама, тамо где је то применљиво, врши се и провера следећих услова:

- Ефективна израчена снага;
- Врста емисије;
- Врста рада;
- Идентификација;
- Добитак антенског система;
- Конфигурација антенског система;
- Ширина снопа појединачне антене;
- Однос напред-назад појединачне антене;
- Елевациони углови антена;
- Произвођач и тип уређаја;
- Серијски број примопредајника;
- Изглед примопредајника и антенског система;
- Земљоводна инсталација;
- Надморска висина локације.

У циљу провере услова који се не могу утврдити мерењем на терену, ималац радио-станице је дужан да екипи за обављање техничког прегледа обезбеди увид у оригиналну пројектну документацију, документацију произвођача радио-уређаја и антена са свим релевантним параметрима који описују уређај и посебно примењену антену, односно антенски систем.

4. Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама)

Анализатор спектра:

- Опсег фреквенција 10MHz-1GHz;
- Динамички опсег мин. 60dB;
- Просечан ниво шума за најнижи пропусни опсег макс. -100dBm;
- RBW (резулциони опсег) у опсегу фреквенција 100Hz-5MHz;
- Вертикални дисплеј тачности $\pm 1,5\text{dB}$ за пун фреквенцијски опсег, вертикалне логаритамске скале од 1 до 10dB по подеоку;
- Уграђен АМ/FM демодулатор
- Карактеристична импеданса 50 Ω .

Пожељно је да анализатор спектра поседује и додатне могућности процесирања сигнала:

- Могућност мерења RF снаге интегралњем по спектру (*channel power*);
- Могућност мерења ширине емисије (*OBW-occupied bandwidth*);
- Могућност мерења снаге емисије у суседним каналима;
- Могућност мерења централне фреквенције емисије на основу заузетог опсега;

Уколико анализатор спектра не поседује ове могућности, неопходно је да се обезбеди могућност процесирања мерних резултата са анализатора спектра на рачунару помоћу алгорита за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије, у циљу одређивања наведених величина.

Вештачко оптерећење/атенуатор:

- Опсег фреквенција 10MHz-1GHz;
- Карактеристична импеданса 50Ω;
- Слабљење рефлексије: боље од 26dB;
- Снага оптерећења: минимално 100W.

Дирекциони спрежник (опционо)

- Опсег фреквенција 10MHz-1GHz;
- Карактеристична импеданса 50Ω;
- Слабљење рефлексије: боље од 26dB;
- Коефицијент спреге 30dB
- Снага оптерећења: минимално 100W.

Мерна антена (опционо)

- Штап антена променљиве дужине, таква да се може формирати $\lambda /4$ антена на учестаности од интереса.

Геолошки или војно-артиљеријски магнетни компас

- поседују огледало, мерни прстен и две хоризонталне и једну вертикалну либелу;

GPS пријемник:

- Могућност истовременог пријема са бар 4 GPS сателита;

Дигитални фото-апарат:

- Меморија за бар 15 слика;
- Резолуција од најмање 5 мегапиксела;
- Оптичко зумирање од минимално 3 пута.

Калибрисани атенуатор:

- Распон атенуације у опсегу 0-60dB;
- Карактеристична импеданса 50Ω.

Ласерски мерач даљине:

- Даљина 200м минимум, минималне тачности 0,3m;
- Инклинација, тачност боља од $\pm 0,3^\circ$.

Мерни коаксијални каблови:

- Слабљење: максимално 1 dB;
- Снага оптерећења: минимално 100W;
- Слабљење рефлексије: боље од 26dB.

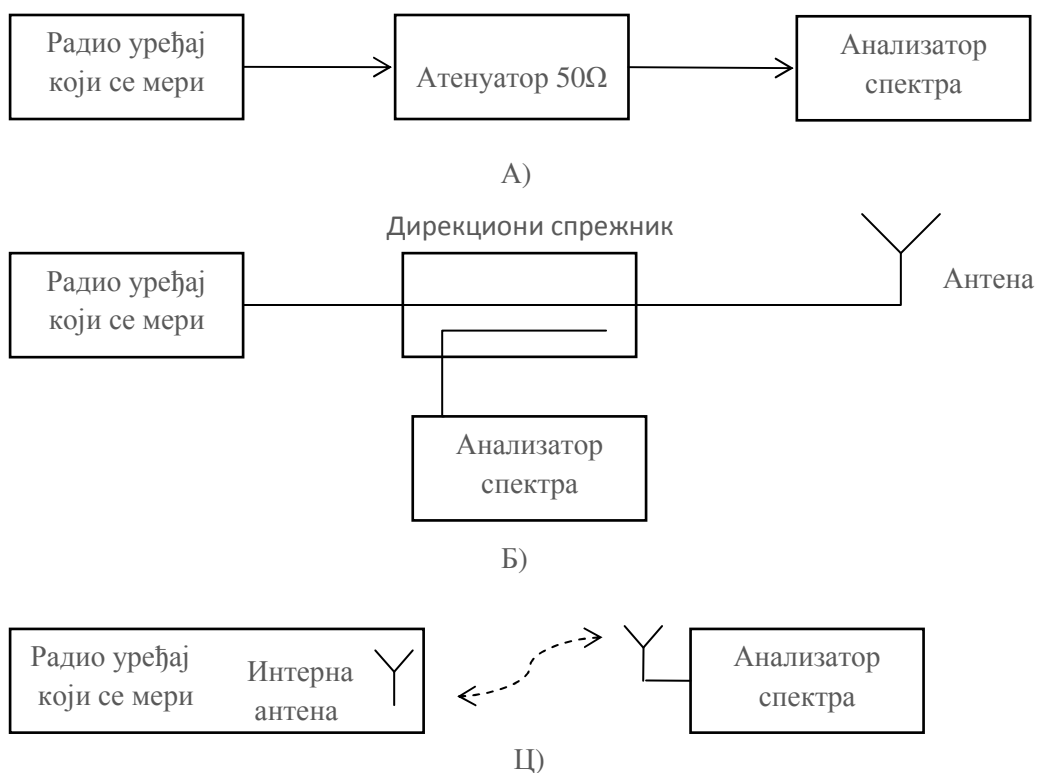
Напомена: Мерни каблови, вештачко оптерећење/атенуатор и дирекциони спрежник морају бити калибрисани, односно мора бити унапред позната и табелирана фреквенцијска карактеристика коефицијента спреге односно слабљена у фреквенцијском опсегу од интереса, тако да се на свакој фреквенцији на којој се врши мерење може одредити вредност слабљења тест кабла и вештачког оптерећења/атенуатора са тачношћу $\pm 0.25\text{dB}$.

5. Процедуре мерења

Уколико је радио уређај предвиђен да ради са различитим нивоима снаге, номиналне снаге за сваки ниво, односно спектралне карактеристике сигнала за сваки ниво снаге морају бити декларисане од стране произвођача. Захтеви треба да буду испуњени за све нивое снаге на којима је предајник предвиђен да ради. Из практичних разлога, мерења се врше само на најнижем и највишем нивоу снаге за које је предајник декларисан.

У циљу реализације мерења, мерни сет поставити према слици II.5-1А или II.5-1Б, зависно од конкретне ситуације.

Уколико се ради о ручном уређају који поседује само интегрисану антену, односно уколико не поседује спољни антенски конектор на који је могуће прикључити мерну опрему, мерење се врши коришћењем пријемне мерне антене, као што је приказано на слици II.5-1Ц и не мери се апсолутна вредност снаге предајника, а као снага предајника усваја се вредност декларисана од стране произвођача. Све остале карактеристике се проверавају. Уколико је радио уређај предвиђен да ради са различитим нивоима снаге врши се релативно поређење снаге за различите задате нивое.



Слика II.5-1

5.1 Мерење предајне фреквенције

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
 - **FC**= f (централна фреквенција канала из радио-дозволе);
 - **SPAN**=100kHz;
 - **RBW**=100Hz;
 - **VBW**=1kHz;
 - **TRIGGER**=FREE RUN;
 - **SWEEP TIME**=AUTO;
 - **REF LEVEL**=0dBm;
 - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
 - **TRACE**=Average.
 - **NUMBER OF AVERAGING**=25
- На основу вредности добијеног спектра сигнала одредити коришћени канал;
- Забележити централну фреквенцију коришћеног канала.

Предајном фреквенцијом, за потребе даљих мерења, сматра се централна фреквенција забележеног канала.

Централна фреквенција емисије радног канала мери се директном методом или методом процесирања спектра сигнала на рачунару.

Директни метод

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се вредност централне фреквенције емисије радног канала предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
 - **FC=f** (централна фреквенција канала који се мери);
 - **SPAN=40kHz**;
 - **RBW=100Hz**;
 - **VBW=1kHz**;
 - **TRIGGER=FREE RUN**;
 - **TRACE=Max Hold**;
 - **MEASUREMENT MODE= OCCUPIED BANDWIDTH**;
 - **PERCENT OF POWER =99%**.
- Вредност централне фреквенције емисије радног канала читава се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
 - **FC=f** (централна фреквенција канала који се мери);
 - **SPAN=40kHz**;
 - **RBW=100Hz**;
 - **VBW=1kHz**;
 - **SWEEP TIME=Auto**;
 - **TRACE=Max Hold**;
 - **TRIGGER=FREE RUN**;
- Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар;
- Вредност централне фреквенције емисије радног канала израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.

У Извештај, у поље “Фреквенција – предајна” – уноси се централна фреквенција, у формату ____·_____ [MHz], на којој емитује предајник.

Дозвољено одступање предајне фреквенције од централне фреквенције канала, са укљученом мерном несигурношћу, дато је у Табели II.5-1.

Табела II.5-1

Размак између канала (kHz)	47MHz до 137MHz (kHz)	137MHz до 300MHz (kHz)	300MHz до 500MHz (kHz)	500MHz до 1000MHz (kHz)
12.5	±1.5	±1.5 (Б), ±2.0(М)	±1.5 (Б), ±2.0(М)	-

где је са (Б) означено одступање базне станице, а са (М) одступање мобилне станице.

5.2 Ширина опсега заузета емисијом

Ширина опсега заузета емисијом мери се помоћу мерног сета приказаног на слици II.5-1.

Ширина опсега заузета емисијом мери се директном методом или методом мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару.

Директни метод

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се ширина емисије радног канала (*OBW-Occupied bandwidth*) предајника постављањем анализатора спектра на следећи начин:
 - **FC=f** (централна фреквенција канала који се мери);
 - **SPAN=40kHz**;
 - **RBW=100Hz**;
 - **VBW=1kHz**;
 - **TRIGGER=FREE RUN**;
 - **TRACE=Max Hold**;
 - **MEASUREMENT MODE= OCCUPIED BANDWIDTH**;
 - **PERCENT OF POWER =99%**.
- Вредност ширине опсега заузете емисијом читава се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
 - **FC=f** (централна фреквенција канала који се мери);
 - **SPAN=40kHz**;
 - **RBW=100Hz**;
 - **VBW=1kHz**;
 - **SWEEP TIME=Auto**;
 - **TRACE=Max Hold**;
 - **TRIGGER=FREE RUN**;
- Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар;

- Вредност ширине опсега заузетог емисијом израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.

У Извештај, у поље “Ширина канала ”-уноси се ширина опсега заузетог емисијом, у формату ___·___ [kHz].

Вредност ширине опсега заузетог емисијом, са укљученом мерном несигурношћу, мора бити мања од 7.6 kHz+5%, односно од вредности која је дата у дозволи за коришћење радио фреквенција за радио-станицу увећане за 5%.

Провера спектралне маске емисије

За суседне канале у односу на радни канал ширине 12.5kHz, поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
 - **FC=f** (централна фреквенција суседног канала);
 - **SPAN=40kHz**;
 - **RBW=100Hz**;
 - **VBW=1kHz**;
 - **SWEEP TIME=AUTO**;
 - **AMP SCALE=log: 10db/div**;
 - **DETEKTOR MODE=RMS**;
 - **MEASUREMENT MODE= CHANNEL POWER**;
 - **TRACE=Average**;
 - **NUMBER OF AVERAGING=25**;
 - **CHANNEL WIDTH=12.5kHz**.
- Након 2 минута читава се вредност нивоа са анализатора спектра.

Очитана вредност мора да буде за више од 40 dB потиснута у односу на ниво измерене снаге у радном каналу или у апсолутном износу мања од -36 dBm.

За све несуседне канале радног канала и све фреквенције из опсега 9kHz до 1GHz, изузев радног канала и њему суседних канала, очитана вредност мора да буде за више од 45 dB потиснута у односу на ниво измерене снаге у радном каналу, односно апсолутна вредност свих дискретних продуката мора бити нижа од -36 dBm.

Уколико овај услов није задовољен, макар у једној тачки, сматра се да нежељена зрачења не задовољавају спектралну маску.

У Извештај, у поље Суседни канали, односно $2f_0$ се уписује најгора вредност потискивања суседних канала и вредност потискивања другог хармоника респективно, у формату ___ [dBc].

У случају да се детектује присуство других нежељених сигнала, изузев сигнала у суседном каналу и на фреквенцији другог хармоника, у опсегу до 1GHz, у поље Примедбе у Извештају се уписује његова фреквенција и вредност потискивања, у формату ____·_____ [MHz], односно ___ [dBc] респективно.

5.3 Мерење снаге предајника

Мерење снаге предајника обавља се помоћу анализатора спектра, при чему је мерна опрема повезана на радио-станицу према слици II.5-1А или II.5-1Б.

Директни метод мерења снаге у спектралном домену

Мерење директне снаге предајника може се вршити у спектралном домену.

Поступак мерења је следећи:

- Анализатора спектра поставља се на следећи начин:
 - **FC**= f (централна фреквенција канала);
 - **SPAN**=20kHz;
 - **RBW**=100Hz;
 - **VBW**=1kHz;
 - **TRIGGER**=FREE RUN;
 - **MEASUREMENT MODE**= CHANNEL POWER;
 - **TRACE**=Max Hold;
 - **CHANNEL WIDTH**=12.5kHz.
- Вредност снаге очитав се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

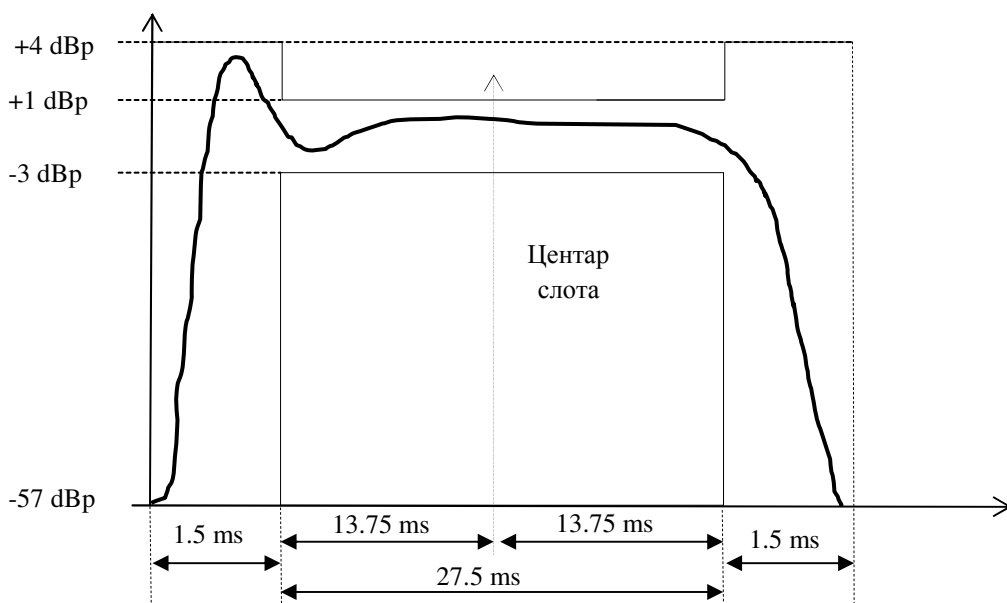
Метод мерења снаге процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
 - **FC**= f (централна фреквенција канала);
 - **SPAN**=20kHz;
 - **RBW**=100Hz;
 - **VBW**=1kHz;
 - **SWEEP TIME**=Auto;
 - **TRIGGER**=FREE RUN;
 - **TRACE**=Max Hold;
- Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар;
- Вредност директне снаге радног канала израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.

Директни метод мерења снаге у временском домену

С обзиром да 4FSK тип модулације представља модулацију са константном амплитудом, мерење снаге dPMR сигнала, који користи FDMA метод вишеструког приступа, може се у том случају директно вршити у временском домену. У случају DMR сигнала који користи TDMA метод вишеструког приступа и састоји се од два временска слота са заштитним интервалом између слотова у трајању од 2.5ms, као што је приказано на слици II.5-2, неопходно је извршити синхронизацију анализатора спектра како би се очитивање снаге сигнала вршило на средини припадајућег временског слота.



Слика II.5-2

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се снага сигнала предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
 - **FC=f** (централна фреквенција канала);
 - **SPAN=0Hz**;
 - **RBW=100kHz**;
 - **VBW=1MHz**;
 - **SWEEP TIME=60ms**;
 - **TRIGGER=FREE RUN**;
 - **TRACE=RMS**;

У Извештај, у поља “Вредност снаге” и “Ефективна израчена снага предајника” уносе се измерене вредности снаге, односно прорачунате вредности ефективно израчене снаге у [W].

Дозвољено одступање измерене предајне снаге и добитка антенског система је такво да одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност не сме бити веће од +1.5dB (41.25%).

5.4 Поларизација антена

Поларизација антена се установљава визуелним прегледом антенског система за познате конфигурације и типове антена, или увидом у документацију произвођача.

Поларизација предајне антене се проверава уз помоћ анализатора спектра и мерне антене са линеарном поларизацијом, коју је могуће ротирати у простору.

Поступак мерења је следећи:

- Мерење се врши у далеком пољу антене, на удаљености већој од 5 метара испред антене. Бира се мерна локација у чијој близини се не налазе рефлектујуће површине, по могућству по надморској висини што приближнија тачки на којој је монтирана предајна антена.
- Ротацијом мерне антене у равни нормалној на правац зрачења предајне антене посматра се одзив на анализатору спектра.
- Измери се угао положаја антене у којем одзив на анализатору има максималну вредност.
- Измери се угао положаја антене у којем одзив на анализатору има минималну вредност.
- Уколико има више изражених максимума или минимума, тада је избор мерне тачке неадекватан и треба се померити на нови положај и поновити поступак.
- Разлика ових углова треба да је у границама $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$.
- Уколико је разлика у одзивима анализатора спектра при вертикално и хоризонтално постављеној мерној антени већа од 10dB, утврђује се да је примењена линеарна поларизација и то вертикална или хоризонтална, у зависности од резултата мерења. У супротном ради се о мешовитој поларизацији предајне антене.

У Извештај, у поље “Поларизација антенског система”- уписује се код за установљени тип поларизације: Н – хоризонтална, V – вертикална, М – мешовита, за сваки сектор понаособ.

5.5 Координате антенског система

Географске координате антенског система радио-станице мере се директно уз помоћ GPS пријемника.

Поступак мерења је следећи:

- Пре почетка мерења, потребно је утврдити координатни систем који GPS користи. Изворне GPS координате су у WGS-84 систему. WGS-84 координате се у GPS пријемнику аутоматски конвертују у сферичне координате географске ширине, географске дужине и надморске висине;
- За одређивање географских координата неопходно је обезбедити поуздан пријем сигнала што се верификује на основу податка о процењеној хоризонталној тачности мерења GPS пријемника, која треба да буде боља од 10m.

У Извештај, у поље “Координате локације (WGS-84)”- уноси се измерена вредност географске дужине у формату E 0_°_’_” (степени, минути, секунде) и географске ширине у формату N4_°_’_” (степени, минути, секунде). Обавезан је унос координата у систему WGS-84.

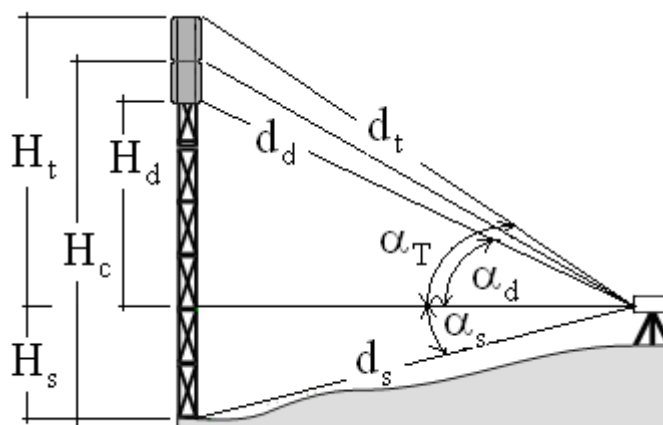
Одступање координата антенског система од податка из дозволе за радио станицу, не може бити веће од 100m.

5.6 Висина антене

Индиректни метод:

Поступак мерења је следећи:

- На одређеној удаљености (до 50m) поставити ласерски мерач даљине са могућношћу мерења угла (слика II.6-6);
- Измерити углове (означене са α_t) под којим се види врх, а потом угао α_d под којим се види дно антене;
- Измерити α_s угао под којим се види подножје антенског стуба;
- Измерити растојање до врха d_t а потом до дна d_d антене;
- Измерити растојање d_s до подножја антенског стуба;
- Висина врха антене је $H_t = d_t \sin(\alpha_t)$;
- Висина дна антене је $H_d = d_d \sin(\alpha_d)$;
- Висина дна антенског стуба је $H_s = d_s \sin(\alpha_s)$;
- Висина центра антене је $H_c = (H_t + H_d)/2 \pm H_s$.
- При том се висина H_s додаје ако се подножје антенског стуба налази испод нивоа ласерског мерача даљине, односно H_s одузима уколико се подножје антенског стуба налази изнад нивоа ласерског мерача даљине.



Слика II.6-6 Мерење висине антене са мерном тачком изнад равни основе стуба

Директни метод:

Поступак мерења је следећи:

- Висина антене мери се помоћу ласерског даљиномера са могућношћу мерења растојања између две тачке у простору из треће (стајне) тачке у простору, под условом да је тачност даљиномера боља од 0.3m.

У Извештај, у поље “Антенски систем-висина центра”-уноси се измерена висина антене изнад тла, у метрима.

Дозвољена толеранција висине центра антене у односу на податак из дозволе за радио станицу је $\pm 5\text{m}$.

5.7 Азимут 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 испод антене, тако да је кућиште компаса усмерено што приближније хоризонталној оси антенског система, 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 поклопити лик југа мерног прстена у огледалу са ликом севера магнетне игле те очитати тражени угао. Добијена вредност представља азимут антене, односно антенског система у односу на магнетни север, α_M ;
- Вредност азимута антене, односно антенског система, у односу на географски север, α_G изражена је као:

$$\alpha_G = \alpha_M - \delta$$

где је δ -магнетна деклинација, чија приближна вредност за територију Србије износи $3^\circ 48'$;

У Извештај, у поље “Антенски систем-азимути”-уносе се измерени азимут антене у односу на географски север у степенима ($^\circ$).

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

6. Процедуре провере услова

Процедуре провере услова врше се у случајевима где су наведене провере сврсисходне, односно за базне станице и репетиторе примењују се у потпуности, а за мобилне и ручне радио-станице примењују се у зависности од конкретних околности и начина примене.

6.1 Ефективна израчена снага

Добија се прорачуном на основу измерене снага предајника, добитка антенског система (са урачунатим губицима у кабловима. 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.

Поступак прорачуна је следећи:

Ефективна израчена снага (ERP) предајника једнака је:

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

где су:

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

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, уписује у поље „Ефективна израчена снага предајника“ и изражава у ватима [W].

Дозвољено одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност је до +1.5dB (41.25%) у односу на вредност из дозволе.

6.2 Врста емисије

Проверава се из техничке спецификације произвођача и на основу спектралне карактеристике сигнала. Предвиђени тип модулације за DMR и dPMR тип уређаја је 4FSK са девијацијом датом у табели , а примењени метод вишеструког приступа је TDMA за DMR системе и FDMA за dPMR системе.

DMR 4FSK девијација			dPMR 4FSK девијација		
Дибит	Симбол	Девијација	Дибит	Симбол	Девијација
01 ₂	+3	+1944Hz	01 ₂	+3	+1050Hz
00 ₂	+1	+648Hz	00 ₂	+1	+350Hz
10 ₂	-1	-648Hz	10 ₂	-1	-350Hz
11 ₂	-3	-1944Hz	11 ₂	-3	-1050Hz

Вршна позитивна и негативна девијација су 2749 Hz ± 10 %, или 2474 Hz до 3 024 Hz.

Врста емисија означава се према заузетом фреквенцијском опсегу, типу модулације, типу модулишућег сигнала и типу информације која се преноси, према следећој табели:

DMR		dPMR	
7K60FXD	2-слот DMR TDMA подаци	4K00F1D	6.25 kHz dPMR FDMA подаци
7K60FXE	2-слот DMR TDMA говор	4K00F1E	6.25 kHz dPMR FDMA говор
7K60FXW	2-слот DMR TDMA говор и подаци	4K00F1W	6.25 kHz dPMR FDMA говор и подаци

Утврђена врста емисије уписује се у извештај о техничком прегледу, у поље „Врста емисије“.

6.3 Врста рада

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

S1=наизменична примопредаја на једној фреквенцији;

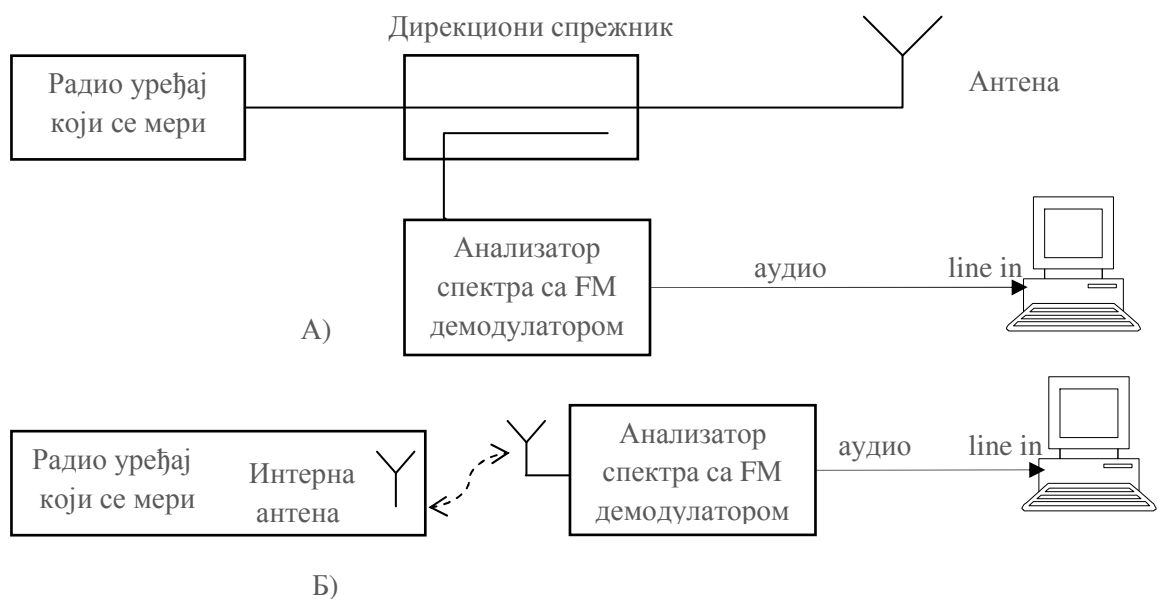
S2=наизменична примопредаја на две фреквенције;

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

D=истовремена примопредаја на две фреквенције

6.4 Идентификација

Очитати *colour code* (CC0 до CC15) и знак идентификације (ID-до 8 децималних цифара) станице на декодеру идентификације, а ако то није могуће проверити врсту идентификације очитавањем података радио-станице, преко рачунара и одговарајућег програма. Декодер идентификације може се реализовати помоћу анализатора спектра са уграђеним FM демодулатором и аудио излазом, који се повезује на аудио улаз (*line in*) персоналног рачунара и одговарајућим рачунарским програмом.



Рачунарски програми намењени декодовању сигнала су, на пример, W-CODE, произвођача WAVECOM ELEKTRONIK AG (комерцијални производ) или DMRDecode (Java, Open Source).

Очитану идентификацију (*colour code* и знак идентификације) уписати у извештај о техничком прегледу у рубрике „Colour code“ и „Знак идентификације“.

6.5 Добитак антенског система

Добија се прорачуном на основу каталожних података произвођача за дати тип антене, употребљених коаксијалних каблова, делитеља снаге (разделника) и конектора.

Поступак прорачуна је следећи:

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

$$G_{SIST}[dB] = G_{ant}[dBd] - A_K[dB] - A_{KON}[dB]$$

где су:

G_{ant} добитак антене у односу на полуталасни дипол [dB_d],

A_K слабљења каблова [dB],

A_{KON} слабљења конектора [dB],

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

Дозвољено одступање добитка антенског система је такво да одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност не сме бити веће од +1.5dB.

6.6 Конфигурација антенског система

У Извештај о техничком прегледу, на основу визуелног увида, уписује се:

У поље “Тип антене” уноси се код антене, према Прилогу 1.

У поље “Усмереност антене” уноси се одговарајућа ознака (D/N).

У поље “Добитак антене” уноси се каталожки податак о добитку антене или антенског система.

У поље “Слабљење конектора” уноси се каталожки податак о слабљењу конектора на антенским кабловима.

У поље “Тип коаксијалног кабла” уноси се тип антенског кабла, према Прилогу 1.

У поље “Дужина коаксијалног кабла” уноси се дужина антенског кабла, изражена у метрима.

У поље “Слабљење укупно” уноси се укупно слабљење од излаза предајника до антене или антенског система.

6.7 Ширина снопа појединачне антене

3-dB угао ширине снопа (угао половине снаге) добија се као каталогски податак од стране произвођача за сваку врсту антене.

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

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

6.8 Однос напред-назад појединачне антене

Представља каталогски 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 -5dB.

6.9 Елевациони углови антена

Уколико је елевација постигнута механичким нагибом антене, тада се елевациони угао утврђује проценом.

У Извештај, у поље “Антенски систем-елевациони углови”- у прво поље уноси се механичка елевација антене изражена у степенима (°), при чему се усваја да елевације на горе имају позитиван, а елевације на доле негативан предзнак. У средње поље уноси се електрична елевација антене изражена у степенима (°), са аналогним предзнаком.

6.10 Произвођач уређаја

У Извештај, у поље “Произвођач уређаја”- уноси се произвођач уређаја.

6.11 Серијски фабрички број и тип уређаја

У Извештај, у поље „Серијски фабрички број и тип уређаја“ уписује се серијски број (S/N) и произвођачки тип уређаја.

6.12 Изглед примопредајника и антенског система

Уз Извештај о техничком прегледу неопходно је доставити јасне фото снимке антенског стуба, антенског система и предајника. Снимци могу бити и у електронској форми у неком од стандардних дигиталних формата (BMP, JPEG, TIF).

6.13 Земљоводна инсталација

Уколико се визуелним прегледом установи да су присутни сви делови земљоводне инсталације, односно громобранска хватаљка, спусни проводник, уземљивач, проводници за изједначење потенцијала, као и да су радио-станица, антенски систем и антенски каблови на одговарајући начин повезани са земљоводном инсталацијом, у Извештај, у поље „Земљоводна инсталација“ се уноси да је земљоводна инсталација присутна.

6.14 Надморска висина локације

Надморска висина локације проверава се на основу измерених географских координата локације уз помоћ неког од доступних 3D модела терена.

У Извештај, у поље “Надморска висина локације” уноси се вредност надморске висине очитана са 3D модела терена, у метрима.

Дозвољена толеранција надморске висине у односу на податак из дозволе за радио станицу је $\pm 10\text{m}$.

III. ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

Регулаторној агенцији за електронске комуникације и поштанске услуге се доставља:

- електронска форма извештаја која се уноси преко интернет портала,
- један примерак извештаја на папиру, потписан и оверен од стране корисника и ангажованог лица које је извршило мерење.

У заглавље формулара Извештаја са техничког прегледа радио-станице уносе се следећи подаци:

- поље "**Ималац радио-станице**" – пун назив фирме имаоца радио-станице, ПИБ и матични број фирме;
- поље "**Адреса и седиште имаоца радио-станице**" – град и адреса на којој је регистрована фирма имаоца радио-станице;
- поље "**Број дозволе за радио-станицу**" – уноси се број Дозволе за радио-станицу, датум издавања и датум до кога Дозвола важи, у формату дд.мм.гг;
- поља "**Место**" и "**Датум вршења техничког прегледа**" – уноси се место и датум вршења техничког прегледа, у формату дд.мм.гг.

Табела III.1 – Листа поља из дозволе за радио станицу са референцом на мерне методе или методе провере

Шифра поља	Опис	Параграфи у Упутству са методама мерења или провере
90215	Јединица фреквенције	
90216	Предајна фреквенција	5.1
90225	Фреквенција у вези са горњом (пријемна, резервна и друго)	5.1
90235	Редни број канала	
90240	Врста радио-станице	6.3
90244	Врста службе	
90301	Локација предајника	5.5
90307	Назив уже локације предајника	
90326	Географска дужина и ширина по Гриничу	5.5
90341	Надморска висина терена(м)	6.14
90345	Знак идентификације	6.4
90407	Ширина опсега заузета емисијом, врста емисије	5.2
90419	Код снаге	
90420	Јединица снаге	
90421	Вредност снаге	5.3
90426	Померај фреквенције (offset) ТВ предајника и претварача	
90507	Висина предајне антене изнад терена (m)	5.6
90511	Ефективна висина предајне антене (m)	
90519	Тип предајне антене	6.6
90522	Поларизација	5.4
90523	Усмереност предајне антене	6.6
90525	Азимут максималног зрачења	5.7
90528	Угао ширине главног снопа предајне антене	6.7
90531	Добитак предајне антене/антенског система (dB)	6.6
90533	Елевациони угао главног снопа	6.9
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	6.8
90846	Серијски број радио-станице	6.9

Подаци који се измере или провере у току техничког прегледа уносе се у електронску форму извештаја из кога се штампањем добије следећа форма извештаја:

Број извештаја: _____

ИЗВЕШТАЈ СА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА РАДИО СТАНИЦЕ

Датум: _____

Ималац радио станице _____ ПИБ _____ Матични број _____

Адреса и седиште имаоца радио станице _____

Број дозволе за радио станицу: _____, издата _____, а која важи до _____

Место техничког прегледа: _____ Датум: _____

На основу техничког прегледа радио станице утврђено је следеће:

Р.б канал а	Фреквенција [MHz]		Изразна снага [W]	ERP [W]	Ширина канала [kHz]	Однос снага [dBc]		Врста рада	Colour code	Знак идент	Врста емисије
	Предајна	Пријемна				Суседни канал	2f ₀				
1											
2											
3											
4											
5											
6											
90401	Произвођач уређаја										
90846	Серијски фабрички број и тип уређаја										
90326	Координате локације [WGS84]					Дужина			Ширина		
90341	Надморска висина локације						m				
90519	Тип антене										
90507	Висина центра ант. система изнад тла						m	90531	Добитак ант. система		dBd
90523	Усмереност антене								Добитак антене		dBd
90525	Азимут антенског система						°		Слабљење конектора		dB
90522	Поларизација антенског система								Тип коаксијалног кабла		
90528	Угао ширине снопа						°		Дужина коакс. кабла		m
90536	Однос напред-назад						dB		Слабљење укупно		dB
90533	Елевациони углови антенског система						°		Земљоводна инсталација		

Мерења су извршена следећим инструментима:

Назив инструмента	Произвођач	Серијски фабрички број	Бажарење извршено	
			Датум	Лабораторија

Примедбе:

Техничким прегледом је утврђено да испитани уређај

задовољава

прописане услове

не задовољава

Потпис овлашћеног лица имаоца радио станице:

Потпис лица које је извршило мерења:

М.П.

М.П.

Прилог 1

Фреквенцијска зависност подужног слабљења неких типова коаксијалних каблова у употреби

Коаксијални кабл		Подужно слабљење [dB/100m]				
		Фреквенција				
Произ.	Тип	50[MHz]	100[MHz]	200[MHz]	400[MHz]	450[MHz]
RFS	LCF14-50J	2.95	4.2	6.0	8.59	9.13
RFS	LCF38-50J	2.41	3.43	4.89	7.0	7.44
RFS	LCF12-50J	1.51	2.16	3.08	4.43	4.71
RFS	LCF78-50JA	0.8	1.13	1.62	2.32	2.47
Andrew	LDF2-50	2.4	3.42	4.9	7.06	7.51
Andrew	LDF4-50A	1.52	2.17	3.1	4.46	4.75
Andrew	LDF5-50A	0.83	1.19	1.71	2.48	2.65
Andrew	LDF6-50	0.55	0.79	1.15	1.67	1.79
Draka	RFA 1/2"-50	1.51	2.15	3.08	4.43	4.72
Draka	RFA 7/8"-50	0.78	1.12	1.60	2.29	2.44
Draka	RFA 1 1/4"-50	0.57	0.82	1.18	1.72	1.83
	RG11	4.0	5.1	11.0	16.3	17.2
	RG58/CU	9.8	-	29.5	-	-
	RG174	17.0	20.5	45.0	55.0	60.0
	RG178	22.0	30.0	-	-	90.0
	RG179	15.0	19.5	-	-	65.0
	RG213U	3.6	4.3	9.5	14.5	16.2
	RG213US	2.45	3.2	6.8	9.7	10.9
	RG214US	3.2	3.9	9.0	13.0	14.5
	RG217	1.3	3.4	6.9	12.1	13.5

Типови антена које су обухваћене дозволама за радио станице са припадајућим кодовима

Код	Тип антене	Код	Тип антене
01	Дипол	37	Биконична антена
02	Полугаласни дипол	40	Антена са угаоним рефлектором
14	Вертикална антена на тлу	55	Јаги антена
15	Вертикална антена са противтегом	56	Лог-периодична антена
20	Ромб антена	61	Систем дипола
24	L-антена	71	Параболична антена
25	T-антена	73	Левак антена
31	Кишобран антена	78	Конични левак
34	Хеликоидална антена	79	Параболични левак
36	Штап антена	108	Cassegrain антена