



# УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА CDMA FWA БАЗНИХ РАДИО-СТАНИЦА У ФРЕКВЕНЦИЈСКОМ ОПСЕГУ 410-430 MHz

Процедуре мерења и провере услова за CDMA FWA базне радио-станице.  
Норме које треба да буду задовољене.

Верзија 1.0

Београд, мај 2013.



## Садржај

I.	УВОД.....	4
1.	<i>Сврха.....</i>	4
2.	<i>Ознаке, скраћенице, јединице.....</i>	5
3.	<i>Значење појмова, дефиниције.....</i>	6
II.	ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА CDMA БАЗНИХ СТАНИЦА.....	11
1.	<i>Сврха.....</i>	11
2.	<i>Списак величина које се мере.....</i>	12
3.	<i>Списак услова који се проверавају.....</i>	13
4.	<i>Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама).....</i>	14
5.	<i>Процедуре мерења.....</i>	16
5.1	Мерење предајне фреквенције.....	17
5.2	Ширина емисије радног канала.....	18
5.3	Мерење директне и рефлектоване снаге.....	18
5.4	Снага нежељених зрачења.....	24
5.5	Фреквенције и нивои интермодулационих продуката радио-станице која се проверава са емисијама колоцираних радио-станица.....	21
5.6	Поларизација антена.....	24
5.7	Нејонизујуће зрачење предајника.....	24
5.8	Координате антенског система.....	265
5.9	Висине антена.....	26
5.10	Азимут(и) антенског система.....	276
6.	<i>Процедуре провере услова.....</i>	298
6.1	Ефективно израчена снага.....	29
6.2	Добитак антенског система.....	298
6.3	Конфигурација антенског система.....	30
6.4	Ширина снопа појединачне антене система.....	309
6.5	Однос напред-назад појединачне антене система.....	30
6.6	Елевациони углови антена.....	309
6.7	Произвођач и тип примопредајног уређаја.....	30
6.8	Серијски фабрички број примопредајника.....	30
6.9	Изглед предајника и антенског система.....	30
6.10	Земљоводна инсталација.....	30
6.11	Начин преноса мултиплексног сигнала базне станице.....	30
6.12	Надморска висина локације.....	31
III.	ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ.....	32
	Прилог 1.....	33

# I. УВОД

## 1.Сврха

Овим упутством утврђују се мерне величине, процедуре мерења и провере услова и критеријума прихватљивости мерних величина у поступку техничког прегледа и контроле CDMA базних станица (у даљем тексту Упутство). 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.

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

Појам радио станица обухвата:

- примопредајник радио станице,
- комбајнер (мултиплексер)/филтер пропусник опсега,
- антенски систем.

Смисао ових мерења је да се установи да ли је CDMA базна станица постављена и да ли емитује сигнале у складу са дозволом коју је издала Агенција.

## 2. Ознаке, скраћенице, јединице

- **3GPP** (*3rd Generation Partnership Project*)
- **$a_r$**  Слабљење рефлексије изражено у dB
- **B(T)S** Примопредајна базна станица (*Base (Transceiver) Station*)
- **BW** Ширина пропусног опсега (*Bandwidth*)
- **CDMA** Вишеструки приступ са кодном расподелом (*Code Division Multiple Access*)
- **CW** Континуалан простопериодични сигнал (*Continuous Wave*)
- **EIRP** Еквивалентна изотропна израчена снага
- **ENB** Еквивалентна ширина IF филтра (RBW) анализатора спектра (*Equivalent Noise Bandwidth*)
- **ERP** Ефективно израчена снага (*Effective Radiated Power*)
- **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*)
- **FDMA** (*Frequency Division Multiple Access*)
- **FDD** (*Frequency Division Duplex*)
- **FM** Фреквенцијска модулација (*Frequency Modulation*)
- **FH** Фреквенцијско скакање (*Frequency Hopping*)
- **FWA** Бежични приступ између фиксних локација (*Fixed Wireless Access*)
- **G** Добитак (*Gain*)
- **GPS** Систем глобалног позиционирања (*Global Positioning System*)
- **IM** Интермодулација (интермодулациони производи) (*Intermodulation*)
- **$\lambda$**  Таласна дужина (*Lambda*)
- **OBW** Ширина опсега заузетог емисијом (*Occupied Bandwidth*)
- **P** Снага (*Power*)
- **PDH** (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)
- **PDN** (*Packet Data Networks*)
- **QPSK** (*Quadrature Phase-Shift Keying*)
- **RAN** Приступна бежична мрежа (*Radio Access Network*)
- **RATEL** Републичка агенција за електронске комуникације
- **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
- **SF** (*spreading factor*)
- **S/N** Однос сигнал/шум (*Signal-to-noise*)
- **TMA** (*Tower Mounted Amplifier*)
- **TMB** (*Tower Mounted Booster*)
- **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

**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:

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

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.

**Антена** је део антенског система који се користи за зрачење и/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 казаљке на сату.

**Базна станица** је јединствени назив за локацију на којој се налазе примопредајни радио уређаји и одговарајућа телекомуникациона опрема, која служи за повезивање базне станице са осталим деловима јавне телекомуникационе мреже.

**Висина антене** је растојање између центра и тла испод антене, изражена у метрима.

**Вредност VSWR** је дефинисана као:

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

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

**Врста емисије** је скуп карактеристика неке емисије, као што су врста модулације главног носиоца, природа модулишућег сигнала, врста информације која 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  $0^\circ$  на гриничком меридијану, до  $180^\circ$  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  $0^\circ$  на екватору, до  $90^\circ$  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 ( $\varphi$ ) и географском дужином ( $\lambda$ ) 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 CDMA базе станице** дат је у Табели I.3-1

Табела I.3-1

Удаљеност од централне фреквенције	Гранични ниво недозвољеног зрачења/RBW
750kHz-885kHz	-45dBc/30kHz
885kHz-1.125 MHz	-60dBc/30kHz
1.125-1.98MHz	-65dBc/30kHz
1.98-4.00MHz	-75dBc/30kHz
4.00-6.00MHz	-36dBm/100kHz
>6.00MHz	-45dBm/100kHz

Као референтна вредност граничног нивоа недозвољеног зрачења, изражена у dBm, узима се вредност укупне снаге у CDMA каналу ширине 1.25MHz.

**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 ( $G_d$ ), када је референтна антена полуталасни дипол изолован у простору, чија екваторијална равна садржи посматрани смер;

**Додељена фреквенција** је центар радио-фреквенцијског канала 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 изван опсега додељеног за пренос сигнала.

**Ефективно 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.

**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 фреквенција.

**Носећа предајна фреквенција CDMA канала** је централна фреквенција CDMA канала. Број CDMA канала и носећа предајна фреквенција, мобилне и базне станице дате су изразима:

$$\text{Мобилна станица: } f[\text{MHz}] = 0.025 \cdot (N - 1001) + 410 \quad 1001 \leq N \leq 1400$$

$$\text{Базна станица: } f[\text{MHz}] = 0.025 \cdot (N - 1001) + 420 \quad 1001 \leq N \leq 1400$$

где је,  $N$ -број CDMA RF канала. Редни број канала, број CDMA RF канала и централна фреквенције канала дате су у Табели I.3-2.

**Табела I.3-2**

Редни број	Број CDMA RF канала	Централна фреквенција канала [MHz]	
		Мобилна станица	Базна станица
1	1101	412.500	422.500
2	1151	413.750	423.750
3	1201	415.000	425.000
4	1251	416.250	426.250
5	1301	417.500	427.500

**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 приступ антенском конектору/излазу примопредајника, јер уређај има интегрисану антену.
- Дистрибуирана архитектура базне радио-станице, при чему је RF део издвојен на неприступачној локацији и повезан са остатком уређаја бакарним и/или оптичким водовима или поседује интегрисану антену.

**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.

**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  $+15^{\circ}\text{C}$  и  $+35^{\circ}\text{C}$ ,

релативна влажност ваздуха између 20% и 75%,

атмосферски притисак између 860mbar (hPa) и 1060mbar (hPa).

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

**Угао ширине главног снопа** усмерене антене је угао који захвата главни снап 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.

**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 И КОНТРОЛА CDMA БАЗНИХ СТАНИЦА

### 1. Сврха

У складу са Законом о електронским комуникацијама 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 CDMA базних станица, 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 монтиран у складу са важећим прописима и нормама.

Технички преглед може бити редован, који се обавља пре пуштања радио-станице у рад или при истеку рока важности дозволе и 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 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.

Пре и у току обављања техничког прегледа и контроле CDMA базне станице, у складу са овим Упутством, као и у поступку издавања одговарајућег Извештаја о техничком прегледу радио-станице, морају бити задовољени сви услови и процедуре из релевантних Правилника Агенције.

## 2. Списак величина које се мере

У поступку техничког прегледа и контроле CDMA базне станице, непосредно се врши мерење следећих електричних параметара:

- Предајна фреквенција, односно радни канал;
- Вредност директне и рефлектоване снаге на предајној фреквенцији;
- Ширина емисије радног канала;
- Фреквенције и снаге нежељених зрачења
- Поларизације антена;
- Нејонизујуће зрачење предајника на емисионој локацији, односно ниво електромагнетног поља радио станице у околном простору у коме се крећу и бораве људи.

**У случају да је измерени ниво излагања радио-фреквенцијском ЕМ пољу изнад 100V/m, обустављају се даља мерења и о томе се обавештава власник радио станице. Због тога се препоручује да се пре свих осталих мерења на техничком прегледу, прво обаве ова мерења.**

Такође, у току техничког прегледа радио-станице, 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 услова који се проверавају

У поступку техничког прегледа и контроле CDMA базне станице, врши се и провера следећих услова:

- Ефективно израчена снага;
- Добитак антена;
- Конфигурација антенског система;
- Ширина снопа појединачне антене;
- Однос напред-назад појединачне антене;
- Елевациони углови антена;
- Тип и произвођач примопредајника;
- Серијски број примопредајника;
- Изглед примопредајника и антенског система;
- Земљоводна инсталација;
- Начин преноса мултиплексног сигнала;
- 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 0,01-3GHz;

Динамички опсег мин. 80dB;

Просечан ниво шума за најнижи пропусни опсег макс. -110dBm;

RBW (резулционни опсег) у опсегу фреквенција 1kHz-3MHz;

Временска база тачности најмање  $2.5 \times 10^{-6}$ ;

Вертикални дисплеј тачности  $\pm 1,5$ dB за пун фреквенцијски опсег, вертикалне логаритамске скале од 1 до 10dB по подеоку;

Карактеристична импеданса 50Ω.

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

- Могућност мерења ширине емисије (OBW-occupied bandwidth);
- 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 алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије, у циљу одређивања наведених величина.

### **Мерач РФ снаге са адекватним РФ сензором снаге:**

Мерење RMS снаге на термогеном принципу без обзира на таласни облик сигнала;

Опсег фреквенција 0,01-1GHz;

Опсег снаге сензора снаге: -67dBm до +23dBm (200pW-200mW);

Карактеристична импеданса 50Ω;

Слабљење рефлексије: боље од 20dB.

### **Дирекциони спрежник:**

Опсег фреквенција 300MHz-500MHz;

Коефицијент спреге: минимално -25dB, максимално -30dB;

Слабљење у директној грани: максимално 0.5dB;

Слабљење рефлексије: боље од 20dB;

Директивност: боља од 20dB;

Средња снага оптерећења: минимално 100W;

Карактеристична импеданса 50Ω.

### **Вештачко оптерећење:**

Опсег фреквенција 0,01-1GHz;

Карактеристична импеданса 50Ω;

Слабљење рефлексије: боље од 20dB;

Снага оптерећења: минимално 100W.

### **Вештачко оптерећење/атенуатор:**

Опсег фреквенција 0,01-1GHz;

Карактеристична импеданса 50Ω;

Слабљење: 30dB или веће;

Снага оптерећења: минимално 100W;  
Слабљење рефлексије: боље од 20dB.

**Геолошки или војно-артиљеријски магнетни компас** који поседују огледало, мерни прстен и две хоризонталне и једну вертикалну либелу;

**GPS пријемник:**

Могућност истовременог пријема са бар 4 GPS сателита;  
Тачност једнака или боља од  $\pm 10$  м, са пожељном корекцијом надморске висине заснованом на барометарском алтиметру.

**Дигитални фото-апарат:**

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

**Калибрисана мерна антена за мерење јачине електричног поља**

Калибрисане вредности добитка на сваком каналу у опсегу за који је антена намењена;  
Карактеристична импеданса 50 $\Omega$ .

**Калибрисани атенуатор:**

Распон атенуације у опсегу 20-60dB;  
Карактеристична импеданса 50 $\Omega$ .

**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 20dB.

**Филтер непропусник опсега 420-430MHz:**

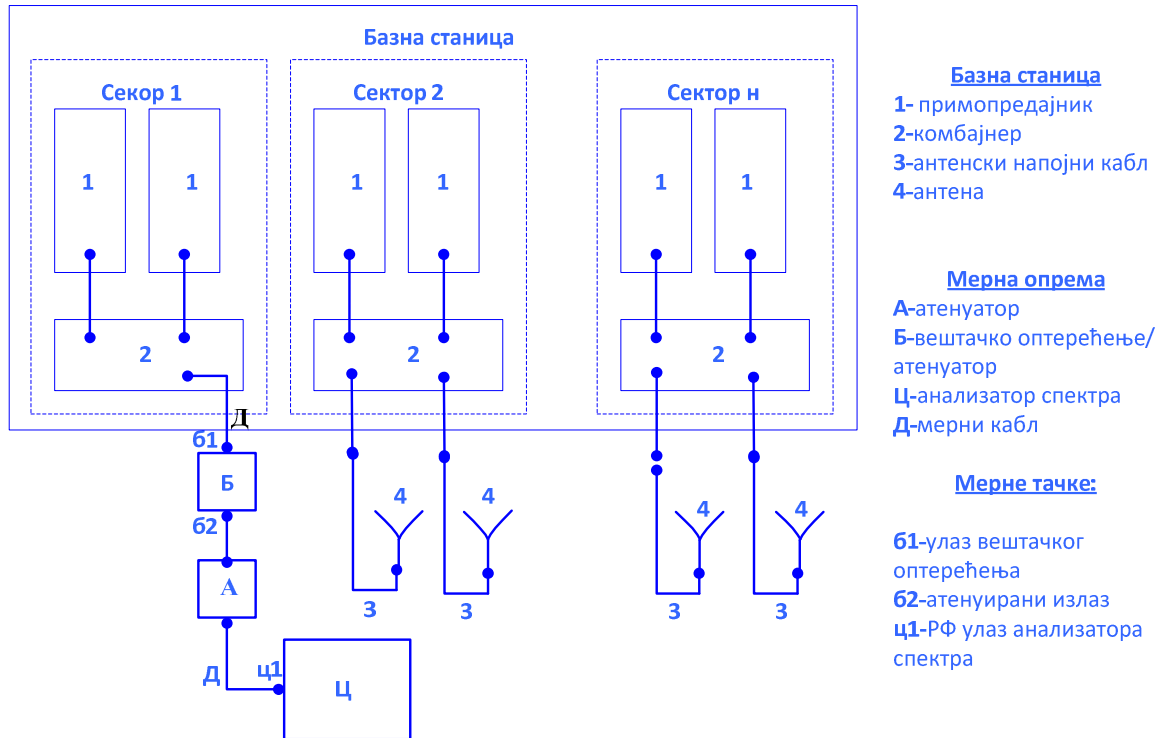
Слабљење у непропусном опсегу: веће од 30dB;  
Слабљење у пропусном опсегу (100kHz-3GHz): мање од 3dB;  
Слабљење рефлексије у пропусном опсегу: боље од 20dB.

**Преносиви рачунар са инсталираним TELNET клијентом и укрштени кабл (crossover cable)**

**Напомена:** Мерни каблови, филтри непропусници опсега и вештачко оптерећење/атенуатор 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  $\pm 0.25$ dB.

## 5. Процедуры мерења

Мерна опрема повезује се на базну станицу према блок шеми на слици II.5-1:



Слика II.5-1 Повезивање мерне опреме и базне станице

Број сектора, број примопредајника и број антена по сектору може бити променљив. Процедура повезивања мерне опреме на базну станицу врши се онолико пута колико има антенских напојних каблова. У случају да базна станица не поседује комбајнер, прикључење дирекционог спрежника врши се, преко мерног кабла директно на антенски излаз примопредајника.

Процедура спајања мерне опреме на базну станицу састоји се у следећем:

- Мерна опрема повезује се на базну станицу према блок шеми на слици II.5-1. У случају да базна станица нема комбајнер мерна опрема повезује се директно на антенски излаз примопредајника.
- Искључити све примопредајнике припадајућег сектора, изузев примопредајника на коме се врши мерење.
- Укупно слабљење између антенског излаза и улаза анализатора спектра ( $A_{ij}$ ) мора бити унапред познато за комплетан фреквенцијски опсег од интереса.

Уколико је применљиво, на контролни Ethernet улаз (BCKM Ethernet port) базне станице преко укрштеног кабла (crossover cable) прикључити преносиви рачунар и помоћу TELNET клијента извршити следеће команде:

Унети user name: (прибавити од оператера)

password: (прибавити од оператера)

Покренути тест процедуру за изабрани примопредајник и изабрани носилац помоћу команде:

STR TRMPOWERST: BRDID=[], CHID=[], CHANNO=[], ATTEN=[],

Опис параметара:



BRDID: идентификација примопредајног модула, (обавезно)  
CHANNO: број канала  
ATTEN: атенуација у dB, уобичајена вредност је "0", (опционо)  
CHID: идентификација канала (обавезно). Може узимати вредност "0", "1", "2", или "3"

Након укључења РФ снаге примопредајног модула обавити мерења 5.1-5.3 за сваки примопредајни модул понаособ.

Алтернативно, користити асистенцију дежурног оператера у надзорном центру.

Након обављених мерења извршити процедуру одспајања мерне опреме, са искљученим свим примопредајницима сектора који се мери, обрнутим редоследом у односу на процедуру спајања мерне опреме. Након враћања свих каблова у почетно стање укључити примопредајнике.

## 5.1 Мерење предајне фреквенције

Поступак мерења је следећи:

- Поставити мерни сет према слици II.5-1. Укључити све примопредајнике сектора који се мери;
- Аналитатор спектра поставити на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција одговарајућег CDMA канала);
  - **SPAN=10MHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=30kHz**;
  - **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 коришћене CDMA канале;
- Забележити централне фреквенције коришћених CDMA канала.

Предајним фреквенцијама, за потребе даљих мерења, сматрају се централне фреквенције забележених CDMA канала.

Централна фреквенција емисије радног канала мери се директним 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 за CDMA сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција CDMA канала који се мери);
  - **SPAN=8MHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=30kHz**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **TRACE=Average**;
  - **NUMBER OF AVERAGING=25**;
  - **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 за CDMA сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција CDMA канала који се мери);
  - **SPAN=8MHz**;
  - **RBW=10kHz**;
  - **VBW=10kHz**;
  - **SWEEP TIME=Auto**;
  - **TRACE=Average**;
  - **NUMBER OF AVERAGING=25**;
  - **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” – уносе се све централне фреквенције, у формату \_\_\_\_.[MHz], на којима емитују предајници, груписане по секторима базне станице.

Дозвољено одступање предајне фреквенције од централне фреквенције CDMA канала је 10kHz.

## 5.2 Ширина емисије радног канала

Ширина емисије радног канала мери се помоћу мерног сета приказаног на слици II.5-1.

Ширина емисије радног канала мери се директним 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 за CDMA сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција CDMA канала који се мери);
  - **SPAN=8MHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=30kHz**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **TRACE=Average**;
  - **NUMBER OF AVERAGING=25**;
  - **MEASUREMENT MODE= OCCUPIED BANDWIDTH**;
  - **PERCENT OF POWER =99%**.
- Вредност ширине 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 за CDMA сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција CDMA канала који се мери);
  - **SPAN=8MHz**;
  - **RBW=10kHz**;
  - **VBW=10kHz**;
  - **SWEEP TIME=Auto**;
  - **TRACE=Average**;
  - **NUMBER OF AVERAGING=25**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
- Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар;
- Вредност ширине емисије радног канала израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.

У Извештај, у поље “Ширина опсега заузетог емисијом ”-уноси се ширина опсега заузетог емисијом за све предајнике груписане по секторима базне станице, у формату `_.__ [ MHz]`.

Вредност ширине емисије радног канала мора бити мања од 1.25MHz.

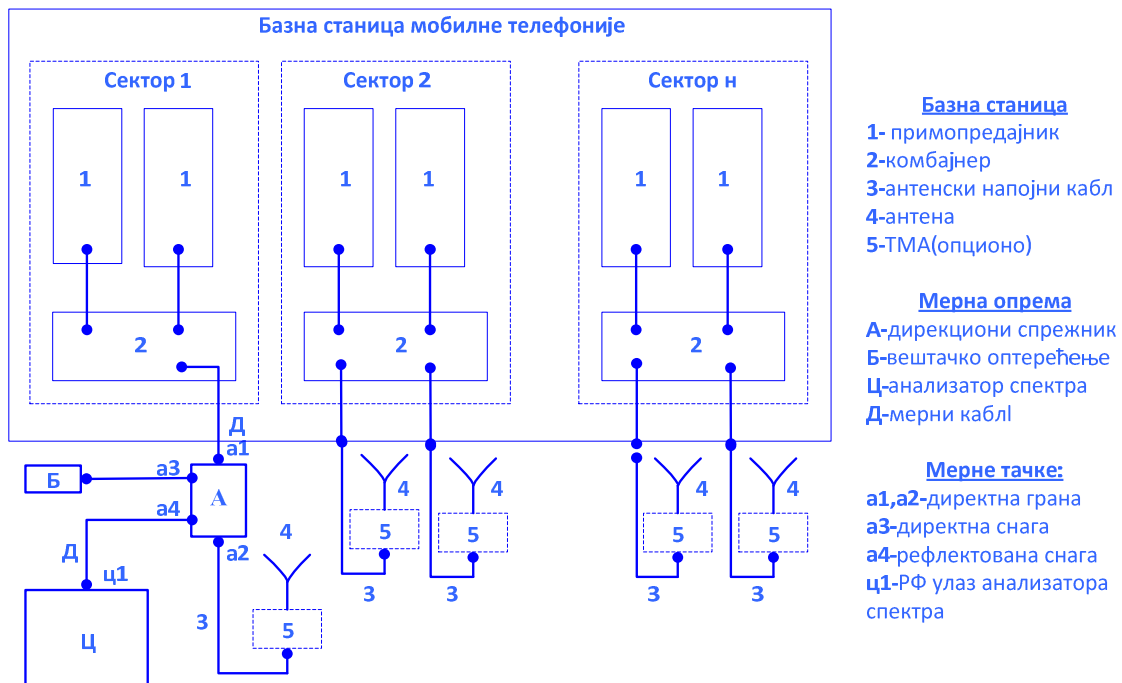
## 5.3 Мерење директне снаге и рефлектоване снаге

Мерење директне снаге обавља се помоћу мерача РФ снаге, при чему је мерна опрема повезана на базну станицу према слици II.5-1. а анализатор спектра замењује се са мерачем РФ снаге и адекватним РФ сензором снаге.

При мерењу снаге у обзир узети укупно слабљење између антенског излаза и улаза РФ сензора снаге ( $A_U$ ).

Уз асистенцију дежурног оператора у надзорном центру одредити номиналну вредност параметра  $ATTEN=A_{nom}$  за сваки канал из дозволе и активирати одговарајуће канале у складу са дозволом а затим измерити снагу за случај параметра  $ATTEN=0dB$ ,  $ATTEN=3dB$  и  $ATTEN= A_{nom} dB$ .

Мерење рефлектоване снаге обавља се на мерном сету са слике II.5-2.



Слика II.5-2 Повезивање мерне опреме и базне станице

Поступак мерења је следећи:

- Понавља се процедура мерења за директну снагу, при чему се новоизмерена вредност означава са  $P_r$  ;
- На основу напред измерених вредности  $P_d$  и  $P_r$  израчунава се вредност напонског односа стојећих таласа.

У Извештај, у поље “Вредност директне, рефлектоване и ефективне израчене снаге предајника” уносе се измерене вредности директне и рефлектоване снаге канала за вредности параметра  $ATTEN= A_{nom}$ , односно прорачунате вредности ефективне израчене снаге у [W] за параметар  $ATTEN= A_{nom}$ .

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. Снага нежељених зрачења

Провера спектралне маске емисије

Мерење се врши помоћу мерног сета приказаног на слици II.5-1, при чему сви предајници припадајућег сектора, сем предајника на коме се врши мерење, морају бити искључени.

За фреквенцијски померај у односу на централну фреквенцију CDMA канала мањи од 4MHz, поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC**= $f$  (централна фреквенција CDMA канала који се мери);
  - **SPAN**=8MHz;
  - **RBW**=30kHz;
  - **VBW**=30kHz;
  - **SWEEP TIME**=AUTO;
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
  - **DETEKTOR MODE**=RMS;
  - **TRACE**=Average;
  - **NUMBER OF AVERAGING**=25.
- Након 2 минута читава се вредност нивоа са анализатора спектра.

Очитана вредност мора да буде за све фреквенцијске помераје из табеле II.5-1, потиснута у односу на ниво измерене снаге у каналу више или једнако од одговарајуће вредности из табеле II.5-1 изражено у dBc.

**Табела II.5-1**

Удаљеност од централне фреквенције	Гранични ниво недозвољеног зрачења/RBW
750kHz-885kHz	-45dBc/30kHz
885kHz-1.125MHz	-60dBc/30kHz
1.125-1.98MHz	-65dBc/30kHz
1.98-4.00MHz	-75dBc/30kHz
4.00-6.00MHz	-36dBm/100kHz
>6.00MHz	-45dBm/100kHz

За фреквенцијски померај већи од 4MHz поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FSTART**=100kHz и за друго мерење  $f$  (централна фреквенција CDMA канала који се мери)+4MHz;
  - **FSTOP**=  $f$  (централна фреквенција CDMA канала који се мери)-4MHz и за друго мерење 3GHz;
  - **RBW**=100kHz;
  - **VBW**=100kHz;
  - **SWEEP TIME**=AUTO;
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
  - **DETEKTOR MODE**=RMS;
  - **TRACE**=Average;
  - **NUMBER OF AVERAGING**=25.
- Након 2 минута читава се вредност нивоа са анализатора спектра.

Очитана вредност, изражена у dBm, за фреквенцијске помераје >4MHz мора да буде мања од вредности из табеле II.5-1.

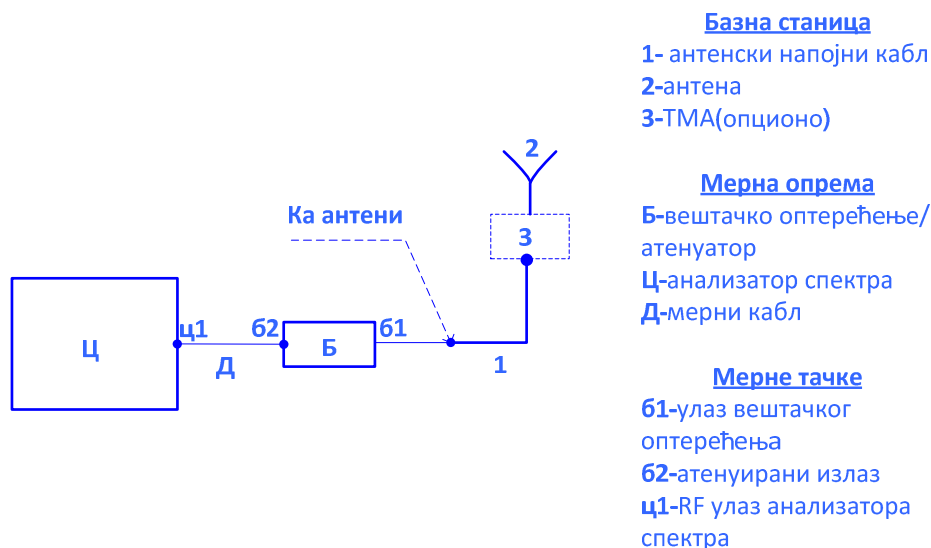
Уколико овај услов није задовољен, макар у једној тачки, сматра се да нежељена зрачења не задовољавају спектралну маску.

Уколико постоје нежељена зрачења већа од дозвољеног нивоа, у Извештај, у поље “Нежељена зрачења” –уноси се фреквенција, у [MHz], и снага нежељених зрачења за све секторе базне станице, у [dBc] . Уколико су захтеви у погледу нежељених зрачења задовољени, поље се не попуњава.

### 5.5. Фреквенције и нивои интермодулационих продуката радио-станице која се проверава са емисијама колоцираних радио-станица

У посебним околностима и на изричит захтев Агенције, може се вршити и мерење фреквенција и нивоа интермодулационих продуката радио-станице која се проверава, при чему сви предајници припадајућег сектора, сем предајника на коме се врши мерење, морају бити искључени.

Фреквенције и нивои интермодулационих продуката радио-станице која се проверава, са емисијама колоцираних радио-станица проверавају се на мерном сету са слике II.5-4.



Слика II.5-4 Повезивање мерне опреме и базне станице

Поступак мерења је следећи:

- Са искљученим свим примопредајницима сектора на коме се мерење врши, улаз анализатора спектра повезује се преко вештачког оптерећења/атенуатора на антенски напојни кабл;
- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **START FR**=100kHz;
  - **STOP FR**= 3GHz;
  - **RBW**= 300kHz;
  - **VBW**= 300kHz;

- **TRIGGER=FREE RUN;**
  - **SWEEP TIME=AUTO;**
  - **REF LEVEL=20dBm** или по потреби;
  - **AMP SCALE=log: 10db/div;**
  - **TRACE=Max hold.**
- Измери се фреквенција  $f_i$ , сигнала са највишим нивоом;
  - Уколико је снага овог сигнала нижа за мање од 30dB од снаге  $P_d$  измерене у тачки II.5.3., потребно је измерити ниво одговарајућих интермодулационих продуката трећег реда;
  - Мерни сет поставља се према слици II.5-4., а анализатор спектра на следећи начин:
    - **FC= $f_{IM1}$  и  $f_{IM2}$ ;**
    - **SPAN=0 Hz (zero-span);**
    - **RBW=300kHz;**
    - **VBW=300kHz;**
    - **TRIGGER=VIDEO;**
    - **SWEEP TIME=1ms;**
    - **REF LEVEL=0dBm;**
    - **AMP SCALE=log: 10db/div;**
    - **TRACE=Max hold.**
  - Укључује се један примопредајник;
  - Вредност REF LEVEL мења се по потреби у циљу детекције интермодулационих продуката трећег реда. При овој потреби је водити рачуна да улазно коло анализатора спектра не ради у нелинеарном режиму.
  - Процедура мерења понавља се са два укључена примопредајника истог сектора чије су учестаности означене са  $f_{c1}$  и  $f_{c2}$  и врши се на напред описан начин провера нивоа интермодулационих продуката на одговарајућим фреквенцијама:

$$f_{IM1} = 2 * f_{c1} - f_{c2},$$

$$f_{IM2} = 2 * f_{c2} - f_{c1};$$

Уколико је на овај начин измерени ниво интермодулационих продуката више од 70dBc потиснут у односу на снагу примопредајника  $P_d$ , или су у апсолутном износу мањи од -36dBm, сматра се да су интермодулациони продукти трећег реда занемарљиво мали.

У Извештају, у поље “Фреквенција и нивои интермодулационих продуката” - уноси се фреквенција, у MHz, и нивои измерених интермодулационих продуката за све секторе базне станице, у dBc, уколико ниво интермодулационих продуката прелази граничне вредности. У поље “Напомене” уносе се услови под којима је мерење вршено, односно фреквенције и нивои сигнала који су произвели недозвољене интермодулационе продукте. Уколико су захтеви у погледу интермодулационих продуката задовољени, поље се не попуњава.

## 5.6. Поларизација антена

Поларизација антена се установљава визуелним прегледом антенског система за познате конфигурације и типове антена, или ако постоји одговарајућа документација 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.
- Измерити 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.

## 5.7. Нејонизујуће зрачење предајника

При техничком прегледу радио-станице обавезно се мери ниво електромагнетног поља станице, односно нејонизујућих зрачења, проузрокованих емисијом CDMA базних станица, у околном простору у коме се крећу или бораве људи.

Ниво електромагнетног поља мери се анализатором спектра уз помоћ линеарно поларизоване калибрисане мерне антене или специјализованом мерном опремом за мерење нивоа електромагнетног поља са изотропним сензором.

Поступак мерења линеарно поларизованом калибрисаном антенном је следећи:

- Уколико се мерење врши линеарно поларизованом калибрисаном антенном, неопходно је измерити интензитет електричног поља у три ортогоналне равни;
- Мерна антена се поставља у простору у чијој ближој околини се не налазе проводни објекти (укључујући проводнике за пренос електричне енергије) и рефлектујуће површине, на висини од минимално 2 метра у односу на површину тла.



Интензитет измереног електричног поља у појединачној равни се добија према релацији:

$$E_i(dB\mu V/m) = V_{ri}(dB\mu V) + AF^{electric}(dB1/m) + A_K(dB) \dots \dots i = x, y, z,$$

где је:  $V_{ri}$  – измерени напон на 50-омском улазу анализатора спектра за ортогоналну равн  $i$ ,  $AF^{electric}$  – фактор антене (за мерену фреквенцију) и  $A_K$  – слабљење мерног кабла, а  $E_i$  је интензитет електричног поља у свакој од три ортогоналне равни, ( $i=x,y,z$ ). Укупни интензитет електричног поља у мерној тачки, који потиче од једног предајника,  $E_r$  је:

$$E_r = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:

- **FC**= $f_{c1}, f_{c2}, \dots, f_{cn}$
- **SPAN**=0 Hz (zero-span)
- **RBW**=300kHz
- **VBW**=300kHz
- **TRIGGER**=VIDEO
- **SWEEP TIME**=1ms
- **REF LEVEL**=по потреби
- **AMP SCALE**=log: 10db/div
- **TRACE**=Max hold
- **AMPLITUDE**=dB $\mu$ V

где су  $f_{c1}, f_{c2}, \dots, f_{cn}$  носеће предајне фреквенције сектора односно припадајуће антене у чијем се дијаграму зрачења налази мерна тачка.

- Избор мерних тачака у којима се обавља мерење врши се на основу увида у намену околног простора, и на основу познавања карактеристика предајне антене (усмереност, добитак антене, поларизација, просторна оријентација), при чему је ималац радио-станице дужан да екипи за обављање техничког прегледа обезбеди увид у оригиналну пројектну документацију и документацију произвођача антена са свим релевантним параметрима који описују примењену антену, односно антенски систем (добитак антене, поларизацију, дијаграм зрачења).

Укупни ниво електричног поља који потиче од више некорелисаних предајника у једној тачки простора одређује се по принципу “сабирања по снази”, односно укупни интензитет електричног поља у тачки у којој се врши мерење потиче од свих релевантних предајника у систему и износи:

$$E_u = \sqrt{\sum_j E_r^2(f_{cj})}.$$

Мерење се врши у више тачака у околини предајника, док се у Извештај уноси највећа измерена вредност ЕМ поља.

У Извештај, у поље „Нејонизујућа зрачења“-уноси се само највећа измерена вредност нивоа ЕМ зрачења, V/m, у најближој тачки у околном простору у коме се крећу и бораве људи, а која се најчешће налази у главном снопу зрачења антене. У пољу “Напомене” се даје приближан опис мерне позиције (редни број сектора, растојање од антене, азимут у односу на главни спол зрачења антене, висинска разлика).

У случају да је измерени ниво излагања радио-фреквенцијском ЕМ пољу изнад 100V/m, обустављају се даља мерења и о томе се обавештава власник радио станице. Због тога се препоручује да се пре свих осталих мерења на техничком прегледу, прво обаве ова мерења.

## 5.8. 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.
- Уколико се антене припадајућих сектора базне станице налазе на међусобном растојању већем од 25m, центром антенског система сматра се тежиште многоугла у чијим теменима се налазе антене појединачних сектора базне станице.

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 (центра) антенског система од података из дозволе за коришћење фреквенција, не може бити веће од 100m.

## 5.9. Висине антена

Индиректни метод:

Поступак мерења је следећи:

- На одређеној удаљености (до 50m) поставити ласерски мерач даљине са могућношћу мерења угла (слика II.5-5);
- Измерити углове (означене са  $\alpha_t$ ) под којим се види врх, а потом угао  $\alpha_d$  под којим се види дно антене;
- Измерити  $\alpha_s$  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.

Поступак поновити за антене свих сектора.

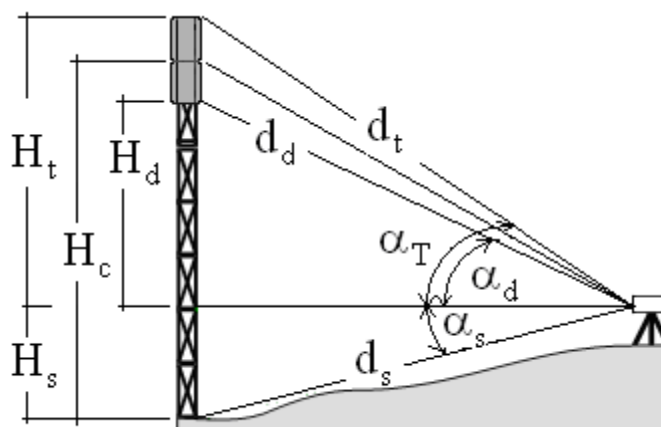
Директни метод:

Поступак мерења је следећи:

- Висине антена мере 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”-уносе се измерене висине антена изнад тла за сваки сектор понаособ, у метрима.

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



Слика II.5-5 Мерење висине антене са мерном тачком изнад равни основе стуба

## 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 испод антене, 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,  $\alpha_M$ ;
- Вредност азимута антене, односно антенског система, у односу на географски север,  $\alpha_G$  изражена је као:

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

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

- Поступак се обавља за сваки сектор базне станице.

У Извештај, у поље “Антенски систем-азимути”-уносе се измерени азимути антена у односу на географски север за сваки сектор понаособ у степенима ( $^\circ$ ).

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

## 6. Процедуре провере услова

### 6.1 Ефективно израчена снага

Добија се прорачуном на основу измерене снага предајника, добитка антенског система (са урачунатим губицима: због задатог електричног тилта, у кабловима, прикључцима и ТМА, а на основу каталожних вредности произвођача). Уколико није могуће утврдити произвођача, нити власник радио станице располаже каталожним карактеристикама уграђеног прибора (конектори, каблови, ТМА), за израчунавање се узимају параметри из расположивих каталога познатих светских произвођача.

Поступак прорачуна је следећи:

Ефективно 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 „Ефективно 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 Добитак антенског система

Добија се прорачуном на основу каталожних података произвођача за дати тип антена, слабљења  $G_{ant}$  због електричног тилта, употребљених коаксијалних каблова, делитеља снаге (разделника), ТМА, преспојних каблова и конектора.

Поступак прорачуна је следећи:

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

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

где су:

$G_{ant}$  добитак антене у односу на полуталасни дипол [dBd],  
 $A_{et}$  слабљење  $G_{ant}$  због електричног “down tilt”  
 $A_K$  слабљења каблова [dB],  
 $A_{TMA}$  слабљења ТМА [dB],  
 $A_{JK}$  слабљења преспојних каблова [dB],  
 $A_{KON}$  слабљења конектора [dB],

Добијени (израчунати) резултати уписују се у Извештај о техничком прегледу у рубрику „Антенски систем - добитак“ за сваки сектор посебно и изражава у [dB<sub>d</sub>].

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

### 6.3 Конфигурација антенског система

У Извештај о техничком прегледу, на основу визуелног увида, у поља „Антенски систем“ уписује се:

Тип предајне антене, у поље “Тип предајне антене”- уноси се код антене, према Прилогу 1, за сваки сектор понаособ.

Слабљење коаксијалног кабла, у поље “Слабљење коаксијалног кабла” се уноси укупно слабљење кабла, изражено у dB, према Прилогу 1, за сваки сектор понаособ.

Дужина коаксијалног кабла, уноси се у Извештај у поље “Дужина коаксијалног кабла”-уноси се дужина антенског кабла са урачунатом дужином пресподних каблова, изражена у метрима за сваки сектор понаособ.

### 6.4 Ширина снопа појединачне антене система

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

Добијени резултати уписују се у Извештај о техничком прегледу у рубрику „Антенски систем-ширина снопа“ и изражава у [°].

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

### 6.5 Однос напред-назад појединачне антене система

Представља каталожки 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 до 0dB.

### 6.6 Елевациони углови антена

Уколико је елевација постигнута механичким нагибом антене, тада се елевациони угао утврђује читавањем са механизма за елевацију, или проценом ако је он недоступан.

У Извештај, у поље “Антенски систем-елевациони углови”- у прво поље уноси се механичка елевација антене изражена у степенима ( $^{\circ}$ ), 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 ( $^{\circ}$ ), са негативним предзнаком. У крајње десно поље означава се да ли антена поседује могућност даљинског управљања електричним нагибом антене (RET-Remote Electrical Tilt). Подаци се уносе за сваки сектор понаособ.

### 6.7 Произвођач и тип примопредајног уређаја

У Извештај, у поље “Произвођач и тип уређаја”-у лево поље уноси се произвођач, а у десно поље произвођачки тип или ознака базне станице.

### 6.8 Серијски фабрички број примопредајника

У Извештај, у поље „Серијски фабрички број примопредајника“ уписују се серијски бројеви (S/N) свих примопредајника одвојени / сепараторима, груписани по секторима.

### 6.9 Изглед предајника и антенског система

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

### 6.10 Земљоводна инсталација

Уколико се визуелним прегледом установи да су присутни сви делови земљоводне инсталације, односно громобранска хватаљка, спушни проводник, уземљивач, проводници за изједначење потенцијала, као и да су базна 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.

### 6.11 Начин преноса мултиплексног сигнала базне станице

Увидом на лицу места констатује се начин преноса мултиплексног сигнала базне станице, који може бити:

- Жично, HDSL модем;

- РР веза;
- Оптичка веза;
- Сателит;
- На други начин.

Подаци о овоме уписују се у Извештај о техничком прегледу, у поље “Начин преноса мултиплексног сигнала”, обележавањем одговарајуће опције.

## 6.12 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 коришћење фреквенција је  $\pm 10\text{m}$ .



### III. ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

Републичкој агенцији за електронске комуникације 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 уносе се следећи подаци:

- поље „Ималац радио-станице” – пун назив фирме имаоца CDMA предајника;
- поље „Матични број ” – матични број фирме;
- поље „Број дозволе” – уноси се број дозволе за коришћење фреквенција, датум издавања и датум до кога Дозвола важи, у формату дд.мм.гг;
- поља „Место” и „Датум техничког прегледа” – уноси се место и датум вршења техничког прегледа, у формату дд.мм.гг.

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

Шифра поља	Опис	Параграфи у Упутству са методама мерења или провере
90216	Предајна фреквенција	5.1
90301	Локација предајника	5.6
90321	Природа локације	6.9
90325	Природа земљишта	6.9
90326	Географска дужина и ширина по Гриничу	5.6
90341	Надморска висина терена(м)	6.12
90407	Ширина опсега заузета емисијом, врста емисије	5.2
90421	Вредност снаге	5.3
90507	Висина предајне антене изнад терена (м)	5.7
90519	Тип предајне антене	6.3
90522	Поларизација	5.4
90523	Усмереност предајне антене	5.8
90525	Азимут максималног зрачења	5.8
90528	Угао ширине главног снопа предајне антене	6.4
90531	Добитак предајне антене/антенског система (dB)	6.2
90533	Елевациони угао главног снопа	6.6
90536	Однос “напред-назад” (dB)	6.5
90401	Произвођач радио-станице, тип радио-станице	6.7
90846	Серијски број радио-станице	6.8

## Прилог 1

### Фреквенцијска зависност подужног слабљења неких типова коаксијалних каблова у употреби

Коаксијални кабл			Подужно слабљење [dB/100m]	
Произвођач	Тип	Пречник	Фреквенција [MHz]	
			400	450
RFS	LCF14-50J	¼"	8.95	9.13
RFS	LCF38-50J	3/8"	7.0	7.44
RFS	LCF12-50J	½"	4.43	4.71
RFS	LCF78-50JA	7/8"	2.58	2.74
RFS	UCF114-50JA	1 1/4"	1.83	1.95
Andrew	LDF2-50	3/8"	7.06	7.51
Andrew	LDF4-50A	½"	4.46	4.75
Andrew	LDF5-50A	7/8"	2.48	2.65
Andrew	LDF6-50	1 1/4"	1.76	1.87
Draka	RFA 1/2"-50	½"	4.43	4.72
Draka	RFA 7/8"-50	7/8"	2.29	2.44
Draka	RFA 1 1/4"-50	1 1/4"	1.68	1.79

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

Код	Тип антене	Код	Тип антене
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-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

**Напомена:** Уобичајени тип антена који се примењује у CDMA системима је панел антена која је по својој конструкцији систем дипола (Тип 61).

Број дозволе (02):

Број:

\_\_\_\_\_ (Ималац радио станице) \_\_\_\_\_ (Матични број)  
 Број дозволе: \_\_\_\_\_, издата \_\_\_\_\_, а која важи до \_\_\_\_\_  
 Место техничког прегледа: \_\_\_\_\_  
 Датум техничког прегледа : \_\_\_\_\_

На основу техничког прегледа радио станице утврђено је следеће:

Шифра	Опис	Утврђено стање				Јединица
	Врста станице	<input type="checkbox"/> CDMA 1x		<input type="checkbox"/> CDMA EV-DO		
	Тип базне станице	<input type="checkbox"/> спољна		<input type="checkbox"/> унутрашња		
		<input type="checkbox"/> на земљи		<input type="checkbox"/> на објекту		
		<input type="checkbox"/> стандардна <input type="checkbox"/> RRU		<input type="checkbox"/> репетитор <input type="checkbox"/> посебан случај		
	Број сектора	6				
90216	Фреквенција - предајна	Сектор 1				број канала
		Сектор 2				број канала
		Сектор 3				број канала
		Сектор 4				број канала
		Сектор 5				број канала
		Сектор 6				број канала
90421	Вредност директне, рефлектоване и ефективне израчене снаге предајника	Сектор 1				W
		Сектор 2				W
		Сектор 3				W
		Сектор 4				W
		Сектор 5				W
		Сектор 6				W

Шифра	Опис	Утврђено стање						Јединица
90407	Ширина опсега заузетог емисијом [MHz], [ kHz]	Сектор 1						MHz
		Сектор 2						MHz
		Сектор 3						MHz
		Сектор 4						MHz
		Сектор 5						MHz
		Сектор 6						MHz
	Нежељена зрачења	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 5	Сектор 6	
	Фреквенција							MHz
	Снага							dBm
	Интермодула циони продукти	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 5	Сектор 6	
	Фреквенција							MHz
	Снага							dBm
90326	Координате локације (WGS-84)	Дужина				° ' " E		
		Ширина				° ' " N		
90341	Надморска висина локације							m
90401	Произвођач и тип уређаја							
90846	Серијски фабрички број примопредајника	Сектор 1						
		Сектор 2						
		Сектор 3						
		Сектор 4						
		Сектор 5						
		Сектор 6						

Антенски систем							
	Висина центра [m] 90507	Азимути [°] 90525	Добитак [dBd] 90531	Ширина снопа [°] 90528	Напред – назад [dB] 90536	Елевациони углови [°] 90533	
Сектор 1							<input type="checkbox"/> RET
Сектор 2							<input type="checkbox"/> RET
Сектор 3							<input type="checkbox"/> RET
Сектор 4							<input type="checkbox"/> RET
Сектор 5							<input type="checkbox"/> RET
Сектор 6							<input type="checkbox"/> RET
	Тип предајне антене 90519		Поларизација 90522	Дужина коаксијалних каблова [m]		Укупно слаб. кабла [dB]	
Сектор 1	01 - Дипол		Н - хоризонтална г				
Сектор 2	01 - Дипол		Н - хоризонтална г				
Сектор 3	01 - Дипол		Н - хоризонтална г				
Сектор 4	01 - Дипол		Н - хоризонтална г				
Сектор 5	01 - Дипол		Н - хоризонтална г				
Сектор 6	01 - Дипол		Н - хоризонтална г				
Нејонизујућа зрачења						V/m	
Земљоводна инсталација				<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не			
Начин пријема мултиплексног сигнала базне станице			<input type="checkbox"/> жично, HDSL модемом <input type="checkbox"/> PP везом <input type="checkbox"/> опт. каблом <input type="checkbox"/> сателитом <input type="checkbox"/> остало				
Напомене лица које је вршило мерења:							

МЕРЕЊА СУ ИЗВРШЕНА СЛЕДЕЋИМ ИНСТРУМЕНТИМА

Назив инструмента	Произвођач	Серијски фабрички број	Бажарење извршено	
			Датум	Лабораторија

Примедба имаоца радио станице:

Испитивани уређај  задовољава прописане услове.  
 не задовољава

Потпис овлашћеног лица имаоца  
радио станице:

Потпис лица које је извршило мерења:

М.П.

М.П.