

# УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА БАЗНИХ СТАНИЦА МОБИЛНЕ ТЕЛЕФОНИЈЕ

Процедуре мерења и провере услова за базне станице мобилне телефоније.

Норме које треба да буду задовољене.

Верзија 2.0



## Садржај

I.	УВОД.....	5
1.	<i>Сврха.....</i>	5
2.	<i>Ознаке, скраћенице, јединице.....</i>	6
3.	<i>Значење појмова, дефиниције.....</i>	7
II.	ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА БАЗНИХ СТАНИЦА GSM900/DCS1800 МОБИЛНЕ ТЕЛЕФОНИЈЕ .....	13
1.	<i>Сврха.....</i>	13
2.	<i>GSM900/DCS1800: Специфични појмови.....</i>	13
3.	<i>Списак величина које се мере .....</i>	15
4.	<i>Списак услова који се проверавају .....</i>	15
5.	<i>Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама).....</i>	16
6.	<i>Процедуре мерења .....</i>	18
6.1.	Мерење предајне фреквенције .....	19
6.2.	Ширина емисије радног канала.....	22
6.3.	Мерење директне и рефлектоване снаге .....	24
6.4.	Снага нежељених зрачења.....	27
6.5.	Фреквенције и нивои интермодулационих продуката радио-станице која се проверава са емисијама колоцираних радио-станица.....	30
6.6.	Поларизација антена .....	32
6.7.	Нејонизујуће зрачење предајника мобилне телефоније .....	33
6.8.	Координате антенског система.....	34
6.9.	Висине антена.....	35
6.10.	Азимут(и) антенског система.....	36
7.	<i>Процедуре провере услова.....</i>	37
7.1.	Ефективна израчена снага .....	37
7.2.	Добитак антенског система .....	38
7.3.	Конфигурација антенског система .....	38
7.4.	Ширина снопа појединачне антене система .....	38
7.5.	Однос напред-назад појединачне антене система.....	39
7.6.	Елевациони углови антена .....	39

7.7.	Произвођач и тип уређаја.....	39
7.8.	Серијски фабрички број примопредајника .....	39
7.9.	Изглед предајника и антенског система .....	39
7.10.	Земљоводна инсталација .....	39
7.11.	Начин пријема мултиплексног сигнала базне станице.....	40
7.12.	Идентификација базне станице .....	40
7.13.	Надморска висина локације.....	40
III.	ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА БАЗНИХ СТАНИЦА UMTS МОБИЛНЕ ТЕЛЕФОНИЈЕ .....	41
1.	<i>UMTS: Специфични појмови .....</i>	<i>41</i>
2.	<i>Списак величина које се мере .....</i>	<i>42</i>
3.	<i>Списак услова који се проверавају .....</i>	<i>42</i>
4.	<i>Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама).....</i>	<i>43</i>
5.	<i>Процедуре мерења .....</i>	<i>44</i>
5.1.	Мерење предајне фреквенције .....	44
5.2.	Ширина емисије радног канала.....	45
5.3.	Мерење директне и рефлектоване снаге .....	48
5.4.	Снага нежељених зрачења .....	50
5.5.	Поларизација антена .....	52
5.6.	Нејонизујуће зрачење предајника мобилне телефоније .....	52
5.7.	Координате антенског система .....	52
5.8.	Висине антена .....	52
5.9.	Азимут(и) антенског система.....	52
6.	<i>Процедуре провере услова.....</i>	<i>52</i>
IV.	ПОСЕБНИ СЛУЧАЈЕВИ И КОНТРОЛА СА УДАЉЕНОГ МЕРНОГ МЕСТА.....	53
1.	<i>Повезивање мерне опреме .....</i>	<i>53</i>
2.	<i>Мерење предајне фреквенције.....</i>	<i>54</i>
3.	<i>Мерење ширине емисије радног канала .....</i>	<i>54</i>
4.	<i>Процена ефективне израчене снаге .....</i>	<i>54</i>
5.	<i>Контрола базних станица мобилне телефоније са удаљеног мерног места.....</i>	<i>55</i>
V.	ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ .....	56
	Прилог 1 .....	58

# 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 базних станица мобилне телефоније (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 фреквенција.

Појам радио станица обухвата:

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

Смисао ових мерења је да се установи да ли је базна станица мобилне телефоније постављена и да ли емитује сигнал у складу са дозволом за коришћење фреквенција коју је издала Агенција.

## 2. Ознаке, скраћенице, јединице

- **3GPP** (*3rd Generation Partnership Project*)
- **8-PSK** (*8-Phase Shift Keying*)
- **Abis** (*GSM Interface BTS-BSC*)
- **$a_r$**  Слабљење рефлексије изражено у dB
- **ARFCN** (*Absolute Radio Frequency Channel Number*)
- **BCH** (*Broadcast Channel*)
- **B(T)S** (*Base (Transceiver) Station*)
- **BW** Ширина пропусног опсега (*Bandwidth*)
- **CDMA** (*Code Division Multiple Access*)
- **CPICH** (*Common Pilot Channel*)
- **CW** Континуалан престо периодични сигнал (*Continuous Wave*)
- **DCS1800** (*Digital Cellular Service*)
- **DL** смер преноса од базе ка мобилној радио-станици (*Downlink*)
- **EDGE** (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*)
- **E-GSM900** Проширени GSM опсег (*Extended GSM*)
- **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*)
- **FH** Фреквенцијско скакање (*Frequency Hopping*)
- **G** Добитак (*Gain*)
- **GMSK** (*Gaussian Minimum Shift Keying*)
- **GPS** Систем глобалног позиционирања (*Global Positioning System*)
- **GSM** дигитални мобилни радио-комуникациони систем који омогућава мобилним претплатницима говорне комуникације, пренос порука и података. (*Global System for Mobile Communications*)
- **GSM1800** синоним за DCS1800
- **HDSL** (*High bit rate Digital Subscriber Line*)
- **HSDPA** (*High Speed Downlink Packet Access*)
- **IM** Интермодулација (интермодулациони производи) (*Intermodulation*)
- **$\lambda$**  Таласна дужина (*Lambda*)
- **LAC** (*Location Area Code*)
- **MNC** (*Mobile Network Code*)
- **MCC** (*Mobile Country Code*)
- **OBW** Ширина опсега заузетог емисијом (*Occupied Bandwidth*)
- **OVSF** (*Orthogonal Variable Spreading Factor*)
- **P** Снага (*Power*)
- **PDH** (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)

- **PDN** (Packet Data Networks)
- **P-GSM900** Основни GSM опсег (Primary GSM)
- **QPSK** (Quadrature Phase-Shift Keying)
- **RAN** (Radio Access Network)
- **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)
- **TCH** (Traffic Channel)
- **TDMA** (Time Division Multiple Access)
- **TMA** (Tower Mounted Amplifier)
- **TMB** (Tower Mounted Booster)
- **TS** (Time slot)
- **UARFCN** (UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number)
- **UHF** Ултра високе фреквенције (Ultra High Frequency)
- **UL** смер преноса од мобилне ка базној радио-станици (Uplink)
- **UMTS** (Universal Mobile Telecommunications System)
- **UTRAN** (UMTS terrestrial radio access network)
- **VBW** Видео пропусни опсег спектралног анализатора
- **VHF** Врло високе фреквенције (Very High Frequency)
- **VSWR** Напонски однос стојећих таласа (Voltage Standing Wave Ratio)
- **WCDMA** (Wideband Code Division Multiple Access)
- **WGS84** Светски географски координатни систем који користи земљин елипсоид са полусамама 6 356 752,3142 и 6 378 137,0 м

### 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:

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

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 казальке 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 мобилне телекомуникационе мреже.

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

**Вишеструко коришћење фреквенције** представља коришћење исте фреквенције у несуседним ћелијама на релативно малим растојањима, под условом да је ниво интерференције између ћелија које користе исту фреквенцију, као и између суседних фреквенцијских канала довољно низак, односно да није деструктиван по сам GSM900/DCS1800 систем. Услед овога, неопходно је да све компоненте система, а посебно радио уређаји, буду стриктно у складу са одговарајућим релевантним спецификацијама и техничким карактеристикама, односно ETSI препорукама, у свим фазама развоја, производње и експлоатације.

**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  $P_d$  изражене у [W].

**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 тачке на површини елипсоида са равни екватора. Географска ширина може имати вредност од 0° на екватору, до 90° на северном односно јужном полу, па се зато назива северна односно јужна географска ширина.

**Географски север** је смер северног географског пола.

**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 ( $\phi$ ) 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.

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

**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 флукса 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 опсега додељеног радио станице.

**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.

**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.

**Неуслерена 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 канала базне станице GSM900/DCS1800 мобилне телефоније** је централна фреквенција ARFCN, чија је вредност дата у Табели I.3-1, где је  $n$ -број ARFCN канала, а  $f_d$ - централна фреквенција предајног ARFCN-а базне станице, а  $f_u$ - централна фреквенција пријемног ARFCN-а базне станице, изражене у MHz.

Табела I.3-1:

Ознака	Фреквенцијски опсег [MHz]	Централна фреквенција ARFCN	
P-GSM900	Downlink: 935.0-960.0	$f_d=935+0.2*n$	$1 \leq n \leq 124$
	Uplink: 890.0-915.0	$f_u=890+0.2*n$	
E-GSM900	Downlink: 925.0-960.0	$f_d=935+0.2*n$	$0 \leq n \leq 124$
	Uplink: 880.0-915.0	$f_u=880+0.2*n$	$975 \leq n \leq 1023$
DCS1800	Downlink: 1805.0-1880.0	$f_d=1805.2+0.2*(n-512)$	$512 \leq n \leq 885$
	Uplink: 1710.0-1785.0	$f_u=1710.2+0.2*(n-512)$	

**Носећа предајна фреквенција базне станице UMTS мобилне телефоније** је централна фреквенција UARFCN. Број UARFCN канала и носећа предајна и пријемна фреквенција, за UL и DL смер преноса, повезане су једнакошћу:

$$UL: N_U = 5 \left[ \frac{1}{\text{MHz}} \right] * (F_{UL} - F_{UL\_Offset}) \quad F_{UL\_low} \leq F_{UL} \leq F_{UL\_high},$$

$$DL: N_D = 5 \left[ \frac{1}{\text{MHz}} \right] * (F_{DL} - F_{DL\_Offset}) \quad F_{DL\_low} \leq F_{DL} \leq F_{DL\_high},$$

где је  $N_U$ ,  $N_D$ -број UARFCN канала за UL и DL респективно,  $F_{DL}$ - централна фреквенција предајног UARFCN-а базне станице, а  $F_{UL}$ -централна фреквенција пријемног UARFCN-а базне станице, изражене у MHz. Вредности  $F_{UL\_Offset}$ ,  $F_{UL\_low}$ ,  $F_{UL\_high}$ ,  $F_{DL\_Offset}$ ,  $F_{DL\_low}$  и  $F_{DL\_high}$  дате су у Табели I.3-2.

**Табела I.3-2**

Опсег	UL		DL			
	UE предаја, Node B пријем		UE пријем, Node B предаја			
	$F_{UL\_Offset}$ [MHz]	Опсег носећих фреквенција, $F_{UL}$ [MHz]	$F_{DL\_Offset}$ [MHz]	Опсег носећих фреквенција, $F_{DL}$ [MHz]		
	$F_{UL\_low}$	$F_{UL\_high}$	$F_{DL\_low}$	$F_{DL\_high}$		
I	0	1922.4	1977.6	0	2112.4	2167.6
<b>UARFCN</b>		<b>UL: 9612-9888</b>			<b>DL: 10562-10838</b>	

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

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

**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 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 БАЗНИХ СТАНИЦА GSM900/DCS1800 МОБИЛНЕ ТЕЛЕФОНИЈЕ

### 1. Сврха

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

Овим Упутством описује се начин обављања техничких прегледа базних станица мобилне телефоније, 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 радиостанице у рад или ванредан, на захтев Агенције, да би се извршила провера рада радиостанице када се контролом утврди да радио станица омета рад других.

Предмет мерења могу бити само параметри којима се проверава усаглашеност са дозволом за коришћење 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.

Пре и у току обављања техничког прегледа и контроле базне станице мобилне телефоније, 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. GSM900/DCS1800: Специфични појмови

Глобални систем мобилних телекомуникација - GSM је дигитални мобилни радио-комуникациони систем који омогућава мобилним претплатницима говорне комуникације, пренос порука и података.

Мобилни систем GSM900/DCS1800 заснива се на два основна концепта:

- Целуларни концепт, заснован на подели зоне покривања у ћелије и вишеструког искоришћење фреквенција;

- Концепт вишеструког приступа заснован на комбинацији метода вишеструког приступа FDMA и TDMA и истовремене двосмерне радио-комуникације заснован на фреквенцијском дуплексу, FDD.

GSM900/DCS1800 користе GMSK (BT=0.3) тип модулације са каналним растером од 200kHz.

Базна станица налази се приближно у центру одговарајуће ћелије и услед смањења истоканалне интерференције, свака ћелија је обично подељена у одређен број сектора који се покривају усмереним антенама. Број сектора базне станице варира од 1 до 6, а обично износи 3.

Антиена или више антена једног сектора повезане су преко филтера/комбајнера са више одговарајућих, зависно од захтеваног интензитета саобраћаја, примопредајника (обично од 1 до 4) у базној станици, који опслужују исти сектор. Примопредајник се састоји од једног предајника и најчешће два пријемника, што омогућује коришћење поларизационог диверзитија.

За P-GSM900, односно E-GSM900 систем дефинисана су у фреквенцијском подручју од 900 MHz два фреквенцијска подопсега ширине од по 25 MHz, односно 35 MHz респективно, са дуплексним размаком од 45 MHz. У подопсегу 890 (880 за E-GSM900) до 915 MHz су носеће фреквенције за смер преноса од мобилне ка базној радио-станици (UL), а у подопсегу 935 (925 за E-GSM900) до 960 MHz за смер преноса од базне ка мобилној радио-станици (DL).

За DCS1800 систем дефинисана су у фреквенцијском подручју од 1800 MHz два фреквенцијска подопсега ширине од по 75 MHz, са дуплексним размаком од 95 MHz. У подопсегу 1710-1785 MHz су фреквенције за смер преноса од мобилне ка базној радио-станици (UL), а у подопсегу 1805-1880 MHz за смер преноса од базне ка мобилној радио-станици (DL).

Код оба система фреквенцијски размак између суседних носећих фреквенција (радио-канала) износи 200 kHz. Укупан број дуплексних радио-канала у P-GSM900 је 124, у E-GSM900 је 174, а у DCS1800 износи 374. Сваки радио канал се дели на одређени број временских слотова чиме се омогућује да више корисника може користити исту фреквенцију, у различитим временским слотовима. Број временских слотова код GSM система износи 8.

Сваки радио-канал подељен је у TDMA рамове који се састоје од 8 временских слотова, дужине 577µs са 156.25 бита по временском слоту. Дужина TDMA рама је 4.615ms (577µs x 8 = 4.615 ms) чиме се постиже ефективна брзина преноса од прилижно 271kb/s.

GSM EDGE представља даљу еволуцију система друге генерације (2G) који омогућују GSM оператерима коришћење постојећих GSM фреквенцијских опсега, каналских растера и TDMA мултиплекса за бежични пренос података већим брзинама неопходним за пренос мултимедијалних IP базираних сервиса и садржаја.

EDGE користи 8-PSK модулацију, због њене значајно веће спектралне ефикасности што се огледа у повећаној битској брзини (до 384kb/s максимално, односно 48kb/s по временском слоту). Нова модулациона шема је значајно ефикаснија од GMSK типа модулације због тога што омогућује пренос 3 бита по симболу.

EDGE обезбеђује повећање битске брзине за фактор 3, а у исто време има GSM системске параметре као што су 4.615-ms трајање рама, 8 слотова по раму и симболску брзину од 270.833 kHz, као и GSM каналски растер од 200kHz, што уз задржавање спектралне маске GSM сигнала обезбеђује потпуну компатибилност EDGE система са постојећим GSM системима и њихово равноправно коришћење у истом фреквенцијском опсегу.

### 3. Списак величина које се мере

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

- Предајна фреквенција, односно радни канал (ARFCN);
- Вредност директне и рефлектоване снаге на предајној фреквенцији;
- Ширина емисије радног канала;
- Снага и фреквенција нежељених зрачења;
- Фреквенције и нивои интермодулационих производа радио-станице која се проверава са емисијама колоцираних радио-станица
- Поларизација антена;
- Нејонизујуће зрачење предајника на емисионој локацији, односно ниво електромагнетног поља радио станице у околном простору у коме се крећу и бораве људи.

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

- Координате антенског система;
- Висине антена;
- Азимут(и) антена.

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

### 4. Списак услова који се проверавају

У поступку техничког прегледа и контроле базне станице GSM мобилне телефоније, врши се и провера следећих услова:

- Ефективна 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 пријема PDH сигнала;
- Идентификација базне станице;
- 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.

## 5. Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама)

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

- Могућност мерења RF снаге интеграљењем по спектру (*channel power*);
- Могућност мерења заузетог опсега (*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 алгорита за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије, у циљу одређивања наведених величина.

### **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 100Hz-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.

### **Дирекциони спрежник:**

Опсег фреквенција 800MHz-4.2GHz;

Коефицијент спреге: минимално -30dB, максимално -50dB;



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 0,01-3GHz;

Карактеристична импеданса 50Ω;

Слабљење рефлексије: боље од 30dB;

Снага оптерећења: минимално 0.5W.

***Вештачко оптерећење/атенуатор:***

Опсег фреквенција 0,01-3GHz;

Карактеристична импеданса 50Ω;

Слабљење рефлексије: боље од 30dB;

Снага оптерећења: минимално 100W;

Слабљење: веће или једнако 30dB.

***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 или изотропни сензор за мерење јачине електричног поља***

Калибрисане вредности добитка на сваком каналу у опсегу за који је антена намењена;

Карактеристична импеданса 50Ω.

***Калибрисани атенуатор:***

Распон атенуације у опсегу 20-60dB;

Карактеристична импеданса 50Ω.

***Ласерски мерач даљине:***

Даљина 200м минимум,  $\pm 0,3$ м минимум;

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 925-960MHz:***

Слабљење у непропусном опсегу: веће од 30dB;

Слабљење у пријемном опсегу(880-915MHz): мање од 6dB;

Слабљење у пропусном опсегу (100kHz-3GHz): мање од 3dB;

Слабљење рефлексије у пропусном опсегу: боље од 20dB.

***Филтер непропусник опсега 1805-1880MHz:***

Слабљење у непропусном опсегу: веће од 30dB;

Слабљење у одговарајућем пријемном опсегу(1710-1785MHz): мање од 6dB;

Слабљење у пропусном опсегу (100kHz-3GHz): мање од 3dB;

Слабљење рефлексије у пропусном опсегу: боље од 20dB.

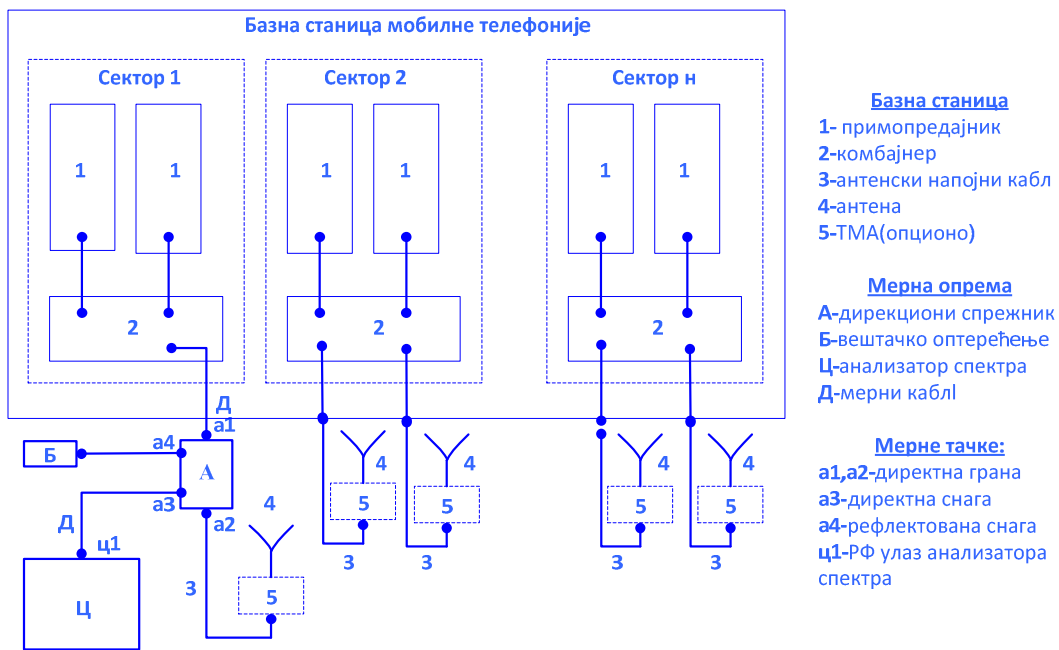
**GSM900/DCS1800/UMTS тест пријемник:**

Функционалност: минимално могућност приказа идентификације базне станице помоћу следећих параметара: *Cell ID*, *MNC (Mobile Network Code)*, *MCC (Mobile Country Code)*, *LAC (Location Area Code)*.

Дирекциони спрежник, 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 спреге дирекционог спрежника или слабљења тест кабла и вештачког оптерећења/атенуатора са тачношћу  $\pm 0.25\text{dB}$ .

## 6. Процедуре мерења

Мерна опрема повезује се на базну станицу мобилне телефоније према блок шеми на слици II.6-1:



Слика II.6-1 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 мобилне телефоније састоји се у следећем:

- Искључити све примопредајнике сектора на коме се врши мерење;
- Одспојити антенски напојни кабл са комбајнера (2) или примопредајника (1) и мерним каблом (Д) повезати директну грану дирекционог спрежника (a1) са антенским излазом;
- На други крај директне гране (a2) дирекционог спрежника (А) повезати антенски напојни кабл;
- На излаз за директну снагу дирекционог спрежника (a3) повезати, помоћу тест кабла (Д), РФ улаз анализатора спектра (ц1);
- На излаз за рефлектовану снагу дирекционог спрежника (a4) повезати улаз вештачког оптерећења (Б).

Процедура одспајања мерне опреме врши се, са искљученим свим примопредајницима сектора који се мери, обрнутим редоследом у односу на процедуру спајања мерне опреме.

## 6.1. Мерење предајне фреквенције

Поступак мерења је следећи:

- Поставити мерни сет према слици II.6-1. Укључити све примопредајнике сектора који се мери;
- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
  - **START FREK**=почетна фреквенција опсега од интереса из Табеле I.3-1;
  - **STOP FREK**=крајња фреквенција опсега од интереса из Табеле I.3-1;
  - **RBW**=100kHz;
  - **VBW**=100kHz;
  - **TRIGGER**=FREE RUN;
  - **SWEEP TIME**=AUTO;
  - **REF LEVEL**=20dBm;
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
  - **DETEKTOR MODE**=Peak;
  - **TRACE**=Max hold.
- На основу максималних вредности добијеног спектра сигнала одредити ARFCN одговарајућих радних канала;
- Уколико неки од предајника ради у режиму фреквенцијског скакања, одредити одговарајући опсег фреквенцијског скакања, односно одговарајући скуп ARFCN канала који се при томе користе;
- Забележити вредности коришћених ARFCN канала.

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

Уколико након 15 минута мерења на једном сектору, није детектован сигнал са одговарајућег примопредајника ТСН канала, у Извештај, у поље “Напомене лица које је вршило мерења”, уписује се примедба да у периоду од \_\_h\_\_min до \_\_h\_\_min на примопредајнику није забележен саобраћај.

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 GSM900/DCS1800 и EDGE сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=360kHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=30kHz**;
  - **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 за GSM900/DCS1800 и EDGE сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=500kHz**;
  - **RBW=10kHz**;
  - **VBW=10kHz**;
  - **SWEEP TIME=Auto**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **TRACE=Max hold**.
- 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. На првом месту по сектору уноси се фреквенција BCH канала.

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

#### Мерење предајне фреквенције у режиму фреквенцијског скакања

Уколико се у току мерења уочи да неки од примопредајника ТСН канала ради у режиму фреквенцијског скакања неходно је одредити опсег фреквенцијског скакања.

Опсег фреквенцијског скакања мери се директним методом или методом процесирања спектра сигнала на рачунару.

#### Директни метод

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се опсег фреквенцијског скакања предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин, где је  $f_{LM}$  фреквенција за 200kHz нижа од централне фреквенције најнижег, а  $f_{HM}$  фреквенција за 200kHz виша од централне фреквенције највишег ARFCN канала из уоченог скупа фреквенција по којима се одвија фреквенцијско скакање
  - **FSTART**= $f_{LM}$ ;
  - **FSTOP**= $f_{HM}$ ;
  - **RBW**=10kHz;
  - **VBW**=10kHz;
  - **TRIGGER**=FREE RUN;
  - **TRACE**=Max hold;
  - **MEASUREMENT MODE**= OCCUPIED BANDWIDTH;
  - **PERCENT OF POWER** =99%.
- Вредност ширине емисије,  $OBW$ , и централна фреквенција емисије,  $f_c$ , читавају се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

#### Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се опсег фреквенцијског скакања предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин, где је  $f_{LM}$  фреквенција за 200kHz нижа од централне фреквенције најнижег, а  $f_{HM}$  фреквенција за 200kHz виша од централне фреквенције највишег ARFCN канала из уоченог скупа фреквенција по којима се одвија фреквенцијско скакање
  - **FSTART**= $f_{LM}$ ;
  - **FSTOP**= $f_{HM}$ ;
  - **RBW**=10kHz;
  - **VBW**=10kHz;
  - **TRIGGER**=FREE RUN;
  - **TRACE**=Max hold;
- Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар;
- Вредност ширине емисије,  $OBW$ , и централна фреквенција емисије,  $f_c$ , израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.

Најнижа фреквенција,  $f_L$ , односно највиша фреквенција,  $f_H$ , опсега фреквенцијског скакања, одређују се на основу следећих једнакости:

$$f_L = f_c - \frac{OBW}{2}$$

$$f_H = f_c + \frac{OBW}{2}$$

У Извештај, у поље “ Фреквенција – предајна ” означава се да предајник ради у режиму фреквенцијског скакања, а фреквенције  $f_L$  и  $f_H$  уносе се у формату \_\_\_\_\_.\_\_\_\_ [MHz], у последња два поља предвиђена за унос фреквенције.

## 6.2. Ширина емисије радног канала

Ширина емисије радног канала мери се помоћу мерног сета приказаног на слици II.6-1.

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 GSM900/DCS1800 и EDGE сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=360kHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=30kHz**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **TRACE=Max hold**;
  - **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 GSM900/DCS1800 и EDGE сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=500kHz**;
  - **RBW=10kHz**;
  - **VBW=10kHz**;

- **SWEEP TIME=Auto;**
- **TRIGGER=FREE RUN;**
- **TRACE=Max hold.**
- 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 \_\_\_\_ [ kHz]. На првом месту по сектору уноси се ширина опсега заузетог емисијом BCH канала.

Вредност ширине емисије радног канала мора бити мања од 271kHz.

#### Провера спектралне маске емисије

У посебним околностима и на изричит захтев Агенције, може се вршити и провера спектралне маске емисије. Мерење се врши помоћу мерног сета приказаног на слици II.6-1, при чему сви предајници припадајућег сектора, сем предајника на коме се врши мерење, морају бити искључени.

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC=f ±Δf** (f-централна фреквенција ARFCN, Δf- фреквенцијски померај из Табеле II.6-1);
  - **SPAN=0 Hz** (zero-span);
  - **RBW=30kHz;**
  - **VBW=100kHz;**
  - **TRIGGER=VIDEO;**
  - **SWEEP TIME=1ms;**
  - **AMP SCALE=log: 10db/div;**
  - **DETEKTOR MODE=RMS;**
  - **TRACE=Max hold.**
- Ниво тригера поставља се на минимум;
- Централна фреквенција анализатора спектра, **FC** , поставља се према табели II.6-1, односно према предајним фреквенцијама одређеним у тачки II.6.1;
- Након 2 минута читава се максимална вредност нивоа.

Очитана вредност мора да буде за све фреквенцијске помераје из табеле II.6-1, потиснута у односу на ниво измерен на централној фреквенцији ARFCN (Δf=0Hz), више или једнако од одговарајуће вредности из табеле II.6-1, или мора да у апсолутном износу буде мања од -36dBm, при чему се примењује блажи услов.

**Табела II.6-1**

---

**Максимални измерени ниво**

---

Фреквенцијски померај $\pm\Delta f$	400kHz	600kHz	1200kHz	1800kHz
<b>GSM900</b>	-57dBc	-67dBc	-74dBc	-74dBc
<b>GSM900 EDGE</b>	-52dBc	-62dBc	-74dBc	-74dBc
<b>DCS1800</b>	-50dBc	-58dBc	-66dBc	-66dBc
<b>DCS1800 EDGE</b>	-50dBc	-58dBc	-66dBc	-66dBc

Уколико овај услов није задовољен, макар у једној тачки, сматра се да је ширина емисије радног канала већа од дозвољене и у посебан Извештај уноси се податак да је ширина емисије већа од 271kHz (>271kHz).

### 6.3. Мерење директне и рефлектоване снаге

Мерење директне и рефлектоване снаге обавезно се обавља на ВСН каналу сваког сектора. За ТСН канале припадајућег сектора врши се провера директне и рефлектоване снаге, у смислу утврђивања да снага ТСН канала није већа од снаге одговарајућег ВСН канала.

Мерење директне снаге обавља се помоћу анализатора спектра, и може се вршити у временском или спектралном домену, при чему је мерна опрема повезана на базну станицу мобилне телефоније према слици II.6-1.

#### Метод мерења у временском домену

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног ВСН или ТСН канала);
  - **SPAN=0 Hz** (zero-span);
  - **RBW=300kHz**;
  - **VBW=300kHz**;
  - **TRIGGER=VIDEO**;
  - **SWEEP TIME=1ms**;
  - **REF LEVEL=20dBm**;
  - **AMP SCALE=log: 5dB/div**;
  - **TRACE=Clear/Write**.
- Вредност параметра REF LEVEL мења се тако да вредност амплитуде у тачки T0, са слике II.6-2а, буде приближно 10dB испод вредности REF LEVEL;
- Ниво TRIGGER-а подешава се тако да се изврши синхронизација анализатора спектра са ВСН каналом у TSO.

Измереном вредношћу директне снаге,  $P_M$ , у dBm, сматра се снага очитана на анализатору спектра у временском тренутку T0 са слике II.6-2а, односно на средини припадајућег TS-а ВСН канала.

Апсолутна вредност директне снаге  $P_d$  израчунава се према изразу:

$$P_d = P_M + A_S + A_{K1} + A_{K2}$$

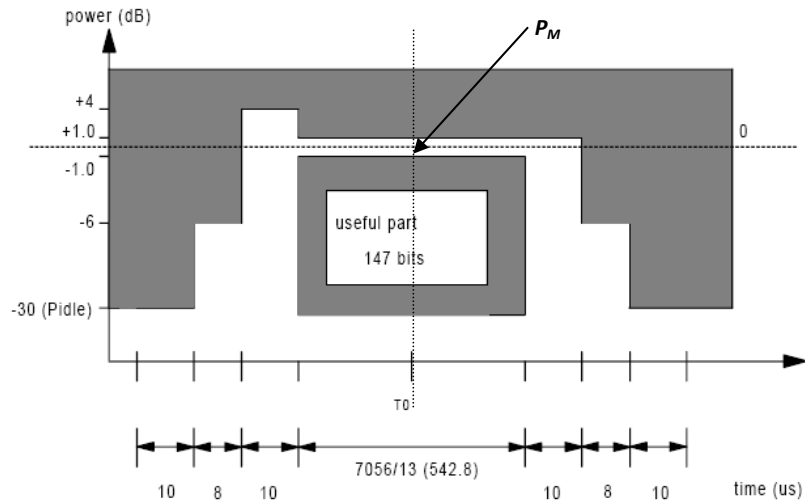


где је:

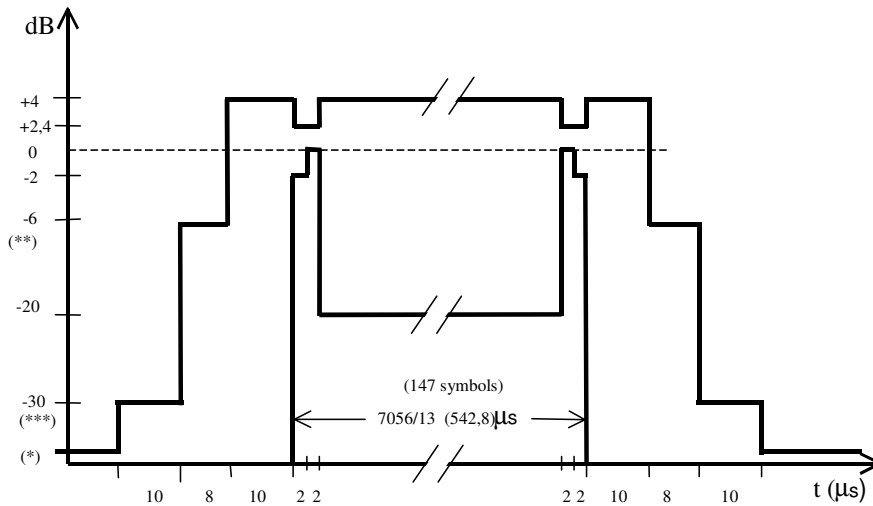
$P_M$ -измерена вредност снаге на анализатору спектра, у dBm, у тренутку  $T_0$ ;

$A_S$ -коэффициент спреге, у dB, дирекционог спрежника на фреквенцији  $f$ ;

$A_{K1}$ ,  $A_{K2}$ -слабљење тест каблова на фреквенцији  $f$ .



а) GSM



б) EDGE

Слика II.6-2 Маргине снаге GSM и EDGE сигнала

Процедура мерења директне снаге понавља се на горе описан начин, за све TS-ове и све додељене предајне фреквенције истог сектора.

Као номинална снага предајника, усваја се и уноси у Извештај о техничком прегледу, максимална измерена снага.

У случају мерења снаге EDGE сигнала, мери се вредност средње снаге анализатором спектра који има могућност усредњавања снаге по времену, односно укупне енергије у току трајања TS-

а, подељено са трајањем TS-а. Опсег дозвољених флукуација амвелопе EDGE сигнала дат је на слици II.6-2b.

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=0 Hz** (zero-span);
  - **RBW=300kHz**;
  - **VBW=1MHz**;
  - **TRIGGER=VIDEO**;
  - **TRACE=Clear/Write**;
  - **SWEEP TIME=1ms**;
  - **REF LEVEL=20dBm**;
  - **AMP SCALE=log: 5db/div**;
  - **MEASUREMENT MODE=TDMA POWER**;
  - **MEASUREMENT TIME=470 μs**.
- Вредност снаге читава се на алфанумеричком дисплеју, а временски интервал (**MEASUREMENT TIME**) на коме се врши мерење поставља се на употребљиви део TS-а у трајању од 470 μs.

#### Директни метод мерења у спектралном домену

Мерење директне снаге предајника за GSM900/DCS1800 и EDGE сигнал може се вршити у спектралном домену.

Поступак мерења је следећи:

- Анализатора спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=300kHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=30kHz**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **MEASUREMENT MODE= CHANNEL POWER**;
  - **TRACE=Max hold**;
  - **CHANNEL WIDTH=270kHz**.
- Вредност снаге читава се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

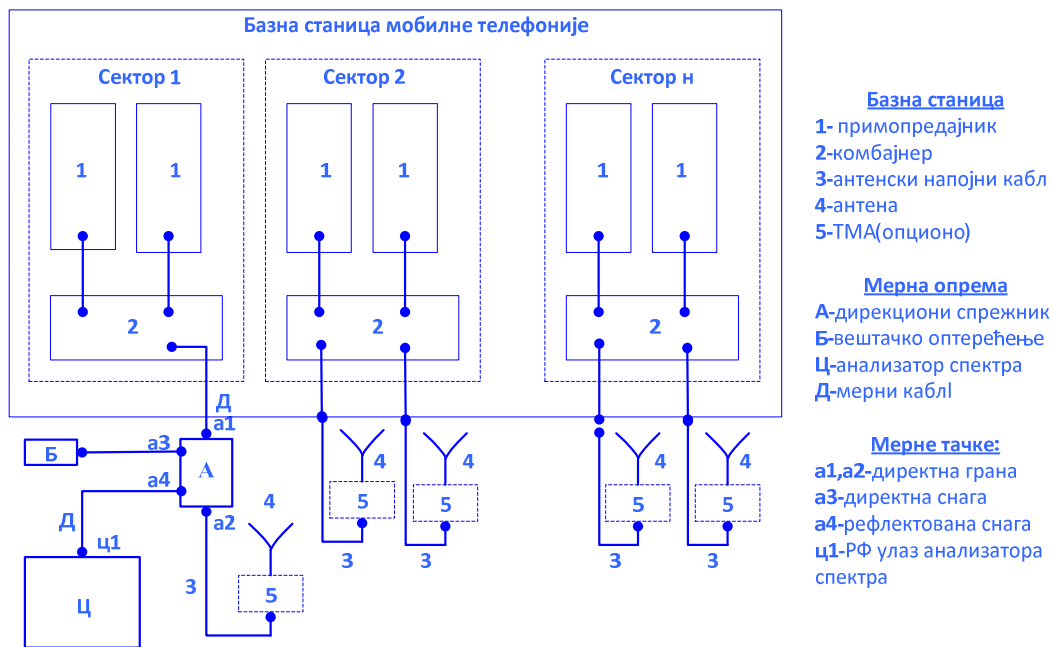
#### Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника за GSM900/DCS1800 и EDGE сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција ARFCN-а, додељеног BCH или TCH канала);
  - **SPAN=500kHz**;
  - **RBW=10kHz**;

- **VBW=10kHz;**
- **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.

Мерење рефлектоване снаге обавља се на мерном сету са слике II.6-3.



Слика II.6-3 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 поља “Вредност директне снаге” “Вредност рефлектоване снаге” и “Ефективна израчена снага предајника” –уносе се измерене вредности директне и рефлектоване снаге ВСН канала, односно прорачунате вредности ефективне израчене снаге у [W].

#### 6.4. Снага нежељених зрачења

У посебним околностима и на изричит захтев Агенције, може се вршити и мерење фреквенција и нивоа нежељених зрачења, при чему сви предајници припадајућег сектора, сем предајника на коме се врши мерење, морају бити искључени.

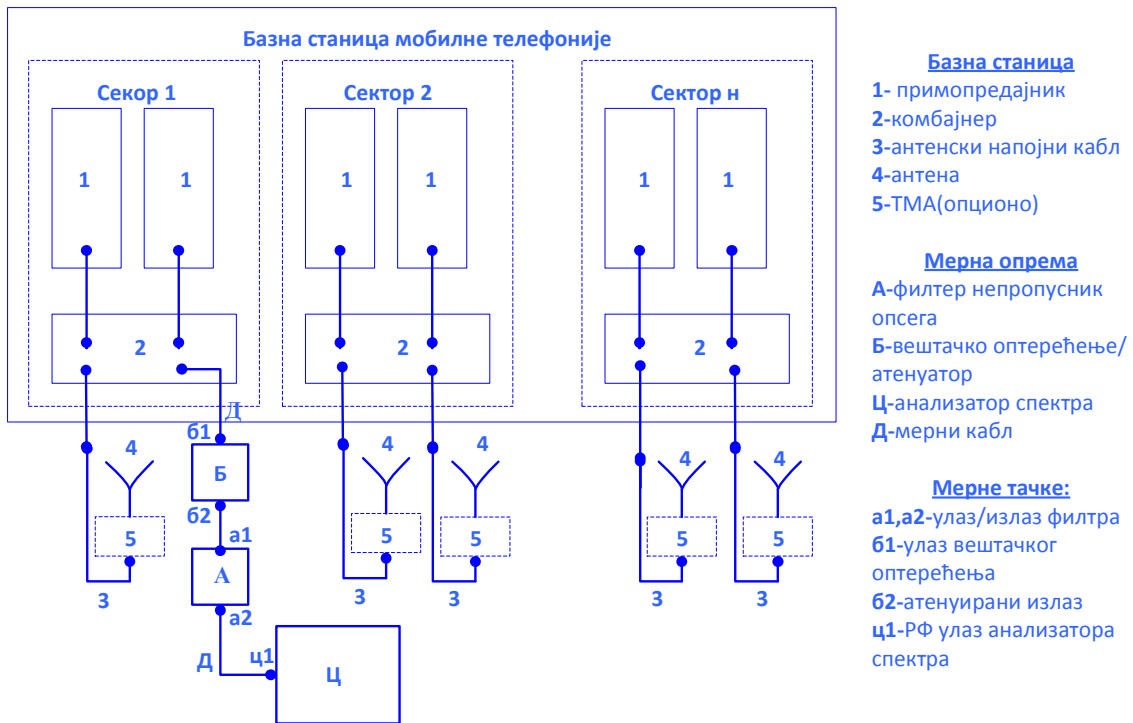
Мерење фреквенција и нивоа нежељених зрачења у пријемном опсегу врши се за пријемни опсег GSM900 и за пријемни опсег DCS1800, без обзира да ли примопредајник чији се технички преглед врши, ради у GSM900 или DCS1800 опсегу.

Поступак мерења је следећи:

- Мерна опрема повезује се на базну станицу мобилне телефоније према блок шеми на слици II.6-4. 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 анализатор спектра ( $A_U$ ) мора бити унапред познато за комплетан фреквенцијски опсег од интереса;
- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
  - **START FR**=876MHz за GSM900 или 1710MHz за DCS1800;
  - **STOP FR**=915Mz за GSM900 или 1785 за DCS1800;
  - **RBW**=30kHz;
  - **VBW**=100kHz;
  - **TRIGGER**=FREE RUN;
  - **SWEEP TIME**=AUTO;
  - **REF LEVEL**=-30dBm;
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
  - **TRACE**=Max hold.
- Ниво нежељених зрачења  $P_{ZR}(f)$ , изражен у dBm, рачуна се према изразу:

$$P_{ZR}(f) = P_{SA}(f) + A_U(f),$$

где је  $P_{SA}(f)$  максимални ниво измерен на анализатору спектра, а  $A_U(f)$  фреквенцијски зависно укупно слабљене мерних каблова, филтра непропусника опсега и вештачког оптерећења/атенуатора.



Слика II.6-4 Повезивање мерне опреме и базне станице

Ниво свих нежељених зрачења примопредајника у пријемним опсезима мора бити нижи од вредности из Табеле II.6-2

Табела II.6-2

	GS 900 Опсег 876-915 MHz	DSS1800 Опсег 1710-1785 MHz
Нормална базна станица	-98dBm	-98dBm
Микро базна станица	-91dBm	-96dBm

Мерење нежељених зрачења изван пријемног опсега врши се на фреквенцијама приказаним у Табели II.6-3.

Поступак мерења је следећи:

- Искључити све примопредајнике сектора на коме се врши мерење, сем примопредајника на коме се врши мерење
- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
  - **START FR**=видети Табелу II.6-3
  - **STOP FR**= видети Табелу II.6-3
  - **RBW**= видети Табелу II.6-3
  - **VBW**= видети Табелу II.6-3
  - **TRIGGER**=FREE RUN
  - **SWEEP TI** E=AUTO

- REF LEVEL=-30dBm
- A P S ALE=log: 10db/div
- ДЕТЕКТОР ODE=Peak
- TRAE=Max hold

Табела II.6-3

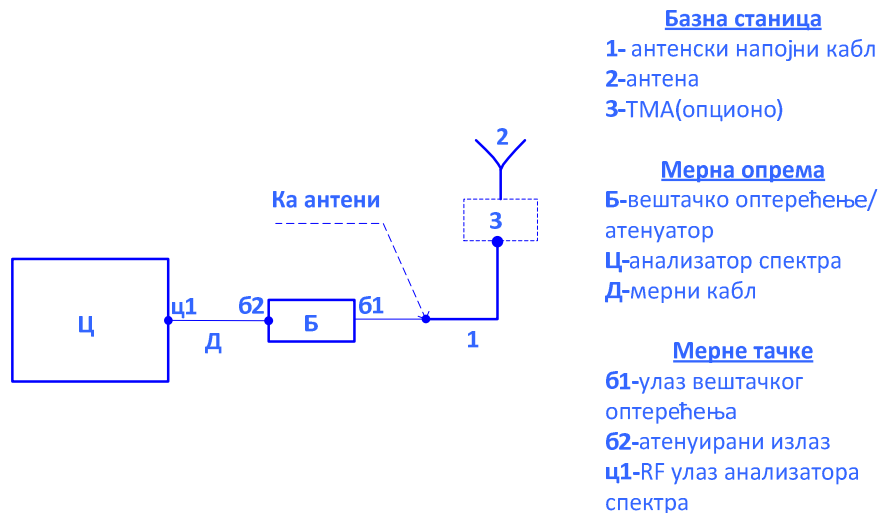
START FR	STOP FR	RBW	VBW	Захтев	
100 kHz	50 MHz	30 kHz	100 kHz	У фреквенцијском опсегу 100kHz-1GHz ниво споредних зрачења треба да буде мањи од -36dBm	
50 Hz	500 MHz	100 kHz	300 kHz		
<b>GS 900</b>					
500 Hz	895MHz	3 MHz	3 MHz	У фреквенцијском опсегу од 1GHz до 3GHz ниво споредних зрачења треба да буде мањи од -30dBm	
895 Hz	905MHz	1 MHz	3 MHz		
905 Hz	915MHz	300 kHz	1 MHz		
915 Hz	920 MHz	100 kHz	300 kHz		
920 Hz	923 MHz	30 kHz	100 kHz		
962 Hz	965 MHz	30 kHz	100 kHz		
965 Hz	970 MHz	100 kHz	300 kHz		
970 Hz	980 MHz	300 kHz	1 MHz		
980 Hz	990 MHz	1 MHz	3 MHz		
990 Hz	3GHz	3 MHz	3 MHz		
<b>D S1800</b>					
500 Hz	1775MHz	3 MHz	3 MHz		
1775 Hz	1785MHz	1 MHz	3 MHz		
1785 Hz	1795MHz	300 kHz	1 MHz		
1795 Hz	1800MHz	100 kHz	300 kHz		
1800 Hz	1803MHz	30 kHz	100 kHz		
1883 Hz	1885MHz	30 kHz	100 kHz		
1885 Hz	1890MHz	100 kHz	300 kHz		
1890 Hz	1900MHz	300 kHz	1 MHz		
1900 Hz	2000MHz	1 MHz	3 MHz		
2000 Hz	3GHz	3 MHz	3 MHz		

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 [W] . Уколико су захтеви у погледу нежељених зрачења задовољени, поље се не попуњава.

#### 6.5. 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.6-5.



Слика II.6-5 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.6.3., потребно је измерити ниво одговарајућих интермодулационих продуката трећег реда;
- Мерни сет поставља се према слици II.6-1., а анализатор спектра на следећи начин:
  - **FC**= $f_{IM1}$  i  $f_{IM2}$ ;
  - **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 примопредајник са највећом измереном снагом (BCH);
- Вредност REF LEVEL мења се по потреби у циљу детекције интермодулационих продуката трећег реда. При овој потреби потребно 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:

$$f_{IM1} = 2 * f_{C1} - f_{C2},$$

$$f_{IM2} = 2 * f_{C2} - f_{C1};$$

У Извештај, у поље “Фреквенција и нивои интермодулационих продуката” - уноси се фреквенција, у MHz, и нивои измерених интермодулационих продуката за све секторе базне станице, у dBm или 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.

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

## 6.6. 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 позицији која је неколико десетина  $\lambda$  или више, удаљена од локације предајника. 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”- уписује се код за установљени тип поларизације: Н – хоризонтална, V – вертикална, М – мешовита, Х-укрштена ( $\pm 45^{\circ}$ ), за сваки сектор понаособ.

## 6.7. Нејонизујуће зрачење предајника мобилне телефоније

При техничком прегледу радио-станице обавезно се мери ниво електромагнетног поља станице, односно нејонизујућих зрачења, проузрокованих емисијом GSM 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 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 раван  $i$ ,  $AF^{electric}$  – 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**=dBμV  
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 на 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, физички повезаних на једну антену, 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 на више локација у околини предајника, док се у Извештај уноси највећа измерена вредност ЕМ поља.

У Извештај, у поље „Нејонизујућа зрачења“—уноси се измерена вредност нивоа ЕМ зрачења у односу на најближу тачку у околном простору, у коме се крећу и бораве људи, а која се приближно налази у главном снопу зрачења антене. Уноси се измерена вредност у V/m. У пољу “Напомене” се даје приближан опис мерне позиције (растојање од антене, азимут у односу на главни снап зрачења антене, висинска разлика). Уноси се само највећа измерена вредност.

**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.**

## 6.8. 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 10м.
- Уколико се антене припадајућих сектора базне станице налазе на међусобном растојању већем од 25м, 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.

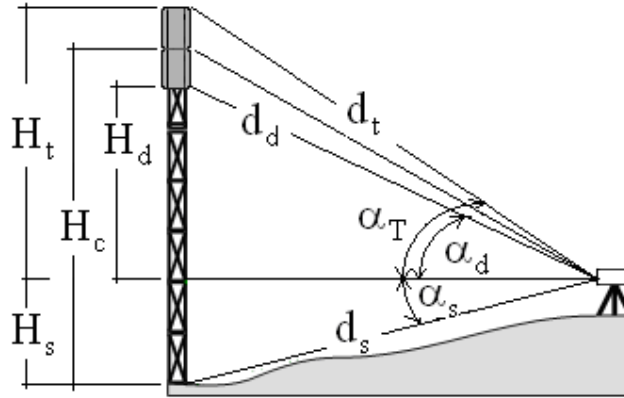
Одступање локације антенског система предајника од локације према дозволи за коришћење фреквенција, не може бити веће од 100m.

## 6.9. Висине антена

### 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  $\alpha_t$ ) под којим се види врх, а потом угао  $\alpha_d$  под којим се види дно антенског система;
- Измерити  $\alpha_s$  угао под којим се види подножје антенског стуба;
- Измерити растојање до врха  $d_t$  а потом до дна  $d_d$  антенског система;
- Измерити растојање  $d_s$  до подножја антенског стуба;
- Висина врха антенског система је  $H_t = d_t \sin(\alpha_t)$ ;
- Висина дна антенског система је  $H_d = d_d \sin(\alpha_d)$ ;
- Висина дна антенског стуба је  $H_s = d_s \sin(\alpha_s)$ ;
- Висина центра антенског система је  $H_C = (H_t + H_d)/2 \pm H_s$ .
- При том се висина  $H_s$  додаје 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:

- 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 коришћење фреквенција је  $\pm 5\text{m}$ .

### 6.10. 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, тако да је кућиште компаса усмерено што приближније углу од 90 степени у односу на раван панела антенског система (најчешће је то вертикално у односу на емисиони панел), 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-азимут”-уносе се измерени азимут 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  $\pm 10^\circ$ .

## 7. Процедуре провере услова

### 7.1. Ефективна израчена снага

Добија се прорачуном на основу измерене снага предајника, добитка антенског система и урачунатих губитака у кабловима, прикључцима и ТМА, а на основу каталожних вредности произвођача уграђеног прибора. 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:

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.

## 7.2. Добитак антенског система

Добија се прорачуном на основу каталожних података произвођача за дати тип антена, 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:

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

где су:

- $G_{ant}$  добитак антене у односу на полуталасни дипол [dBd],
- $A_K$  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.

## 7.3. 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 “Укупно слабљење 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 преспојних каблова, изражена у метрима за сваки сектор понаособ.

## 7.4. Ширина снопа појединачне антене система

Добија се као каталожни податак 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).

## 7.5. Однос напред-назад појединачне антене система

Представља каталожки податак, који даје произвођач антене.

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

Дозвољено одступање односа напред-назад у односу на додељену вредност је -5dB.

## 7.6. 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 крајње лево 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 аналогним 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.

## 7.7. Произвођач и тип 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.

## 7.8. 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, а на прво место уписује се број примопредајника BCH канала.

## 7.9. Изглед предајника 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).

## 7.10. 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 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.

### 7.11. Начин пријема мултиплексног сигнала базне станице

Увидом на лицу места констатује се начин пријема 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 пријема мултиплексног сигнала”, обележавањем одговарајуће опције.

### 7.12. Идентификација базне станице

На основу показивања тест-пријемника потребно је једнозначно идентификовати базну станицу на основу параметара добијених помоћу GSM/UMTS мерног пријемника: Cell ID, MNC, MCC, LAC.

Подаци о идентификацији базне станице уписују се у Извештај о техничком прегледу у поље “Знак идентификације”, за сваки сектор понаособ.

### 7.13. 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. ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА БАЗНИХ СТАНИЦА UMTS МОБИЛНЕ ТЕЛЕФОНИЈЕ

#### 1. UMTS: Специфични појмови

Универзални мобилни телекомуникациони систем UMTS је дигитални мобилни радио-комуникациони систем који омогућава мобилним претплатницима говорне комуникације, пренос порука, података, видеа и нових сервиса који нису били расположиви у мрежама претходне генерације.

UMTS припада трећој генерацији мобилних система са максималниом брзином преноса података до приближно 2 Mb/s. Основна разлика UMTS и GSM система је у новом типу радио-интерфејса, односно радио приступне мреже (RAN), која се у случају UMTS-а назива UTRAN.

UMTS се заснива на на два основна концепта:

- Целуларни концепт, заснован на подели зоне покривања у ћелије;
- Концепт вишеструког приступа заснован на методу вишеструког приступа CDMA и истовремене двосмерне радио-комуникације засноване на фреквенцијском дуплексу FDD.

Употребљени тип вишеструког приступа WCDMA спада у метод преноса у проширеном опсегу са директном секвенцом, код које се употребљава OVSF код и QPSK тип модулације, а битска брзина псеудослучајне секвенце је 3.84 Mc/s, чиме се постиже ширина WCDMA спектра од око 5 MHz, при истовременом преносу говора и података. Фреквенцијски опсежи додељени UMTS системима деле се у одговарајуће фреквенцијске канале ширине 5 MHz, при чему више корисника употребљава исту носећу фреквенцију на бази јединственог кода, односно јединствене псеудослучајне секвенце. Канал, у том смислу, означава одговарајућу комбинацију носеће фреквенције и припадајућег кода. Дужина кодова може бити променљива у опсегу 4-512 и назива се SF.

Фреквенцијски опсег предвиђен за рад UMTS система, за смер преноса од Node B ка UE (DL) је од 2110MHz до 2170 MHz, а за смер преноса од UE ка Node B (UL) је од 1920MHz до 1980 MHz, са дуплексним размаком од 190MHz. Номинални размак радио канала је 5MHz, са каналним растером од 200kHz. Централна учестаност канала је мултипл каналног растера, а одговарајући бројеви канала називају се UARFCN. У идеалним условима вршна брзина преноса WCDMA система, на начин који је дефинисан у одговарајућим 3GPP стандардима је до 2Mb/s, али у практичној имплементацији вршна брзина преноса по кориснику износи до 384 kb/s. Сви UL и DL канали сегментирани су у одговарајуће временске слотове и рамове. Дужина WCDMA временског слота износи 666.667  $\mu$ s, а 15 временских слотова сачињава WCDMA рам трајања 10 ms.

Одговарајућим стандардима 3GPP дефинисан је нов начин пакетског преноса података, HSDPA, којим је постигнуто повећање брзине пакетског преноса од 3 до 5 пута у односу на стандардни WCDMA пренос, и одговарајуће еквивалентно повећање спектралне ефикасности, односно броја корисника по носећој фреквенцији. Теоријски максимална брзина преноса HSDPA износи 13.976 Mb/s. Брзине преноса података у реалним условима износе од 2 до 3.6Mb/s.

Наведене промене нису модификовале захтеве у погледу вредности параметара UMTS базне станице и одговарајућих метода мерења који се користе у поступку техничког прегледа.

## 2. Списак величина које се мере

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

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

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

- Координате антенског система;
- Висине антена;
- Азимут(и) 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 базне станице UMTS мобилне телефоније, врши се и провера следећих услова:

- Ефективна 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 пријема PDH сигнала;
- Идентификација базне станице;
- 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)

Опрема неопходна за мерење идентична је опреми за мерење у поглављу II.5 са идентичним или приближним карактеристикама у фреквенцијском опсегу од интереса.

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

- Могућност мерења RF снаге интеграљењем по спектру (*channel power*);
- Могућност мерења заузетог опсега (*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, у циљу одређивања наведених величина.

##### **Анализатор спектра:**

Опсег фреквенција 0,01-3GHz;

Оптимални динамички опсег мин. 80dB;

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

RBW (резулционни опсег) у опсегу фреквенција 0Hz-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.

##### **Филтер непропусник опсега 2110-2170MHz:**

Слабљење у непропусном опсегу: веће од 30dB;

Слабљење у одговарајућем пријемном опсегу(1920-1980MHz): мање од 6dB;

Слабљење у пропусном опсегу (100kHz-3GHz): мање од 3dB;

Слабљење рефлексије у пропусном опсегу: боље од 20dB.

Дирекциони спрежник, мерни каблови, филтер непропусник опсега и вештачко оптерећење 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 или проценити вредност спреге дирекционог спрежника или слабљења тест кабла и вештачког оптерећења/атенуатора са тачношћу  $\pm 0.25\text{dB}$ .

## 5. Процедуре мерења

Процедура повезивања базне станице и мерне опреме аналогна је процедури описаној у поглављу II.6 овог документа и приказана на слици II.6-1.

### 5.1. Мерење предајне фреквенције

Поступак мерења је следећи:

- Поставити мерни сет према слици II.6-1. Укључити све примопредајнике сектора који се мери.
- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
  - **START FREK**=2110MHz или по потреби;
  - **STOP FREK**=2170MHz или по потреби;
  - **RBW**=100kHz;
  - **VBW**=100kHz;
  - **TRIGGER**=FREE RUN;
  - **SWEEP TIME**=AUTO;
  - **REF LEVEL**=20dBm;
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
  - **DETEKTOR MODE**=RMS;
  - **TRACE**=Max hold.
- На основу максималних вредности добијеног спектра сигнала проценити UARFCN одговарајућих радних канала;
- Забележити вредности коришћених UARFCN канала.

Предајном фреквенцијом, за потребе даљих мерења, сматрају се централне фреквенције забележених UARFCN канала.

Проверити да ли централне фреквенције овако добијених радних канала одговарају фреквенцији или фреквенцијском опсегу који је додељен дозволом.

Централна фреквенција радног канала мери се директним методом или методом мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару.

#### Директни метод

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC=f** ( $f$ -централна фреквенција UARFCN канала одређеног у тачки 5.1);
  - **SPAN=10 MHz**;
  - **RBW=30kHz** или 1% до 4% од вредности ширине емисије радног канала;
  - **VBW=300kHz** или најмање три пута већа од RBW;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **SWEEP TIME=AUTO**;
  - **REF LEVEL=20dBm**;
  - **AMP SCALE=log: 10db/div**;
  - **DETEKTOR MODE=RMS**;
  - **TRACE=Max hold**;
  - **MEASUREMENT MODE= OCCUPIED BW**;
  - **% POWER BANDWIDTH=99%**.
- Са анализатора спектра читава се нумерички податак о централној фреквенцији емисије;

#### Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника за UMTS сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** ( $f$ -централна фреквенција UARFCN канала одређеног у тачки 5.1);
  - **SPAN=10 MHz**;
  - **RBW=30kHz** или 1% до 4% од вредности ширине емисије радног канала;
  - **VBW=300kHz** или најмање три пута већа од RBW;
  - **SWEEP TIME=Auto**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **TRACE=Max hold**.
- Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар;

Вредност централне фреквенције емисије и ширине 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 фреквенције, у формату \_\_\_\_ . \_\_\_\_ MHz, на којима емитују предајници, груписане по секторима базне станице.

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

## 5.2. Ширина емисије радног канала

Ширина емисије радног канала мери се помоћу мерног сета приказаног на слици II.6-1.

Ширина емисије радног канала мери се директним методом или методом мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару.

#### Директни метод

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC=f** ( $f$ -централна фреквенција UARFCN канала одређеног у тачки 5.1);
  - **SPAN=10 MHz**;
  - **RBW=30kHz** или 1% до 4% од вредности ширине емисије радног канала;
  - **VBW=300kHz** или најмање три пута већа од RBW;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **SWEEP TIME=AUTO**;
  - **REF LEVEL=20dBm**;
  - **AMP SCALE=log: 10db/div**;
  - **DETEKTOR MODE=RMS**;
  - **TRACE=Max hold**;
  - **MEASUREMENT MODE= OCCUPIED BW**;
  - **% POWER BANDWIDTH=99%**.
- Са анализатора спектра читава се нумерички податак о ширини емисије радног канала, *OBW*;

#### Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника за UMTS сигнал, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** ( $f$ -централна фреквенција UARFCN канала одређеног у тачки 5.1);
  - **SPAN=10 MHz**;
  - **RBW=30kHz** или 1% до 4% од вредности ширине емисије радног канала;
  - **VBW=300kHz** или најмање три пута већа од RBW;
  - **SWEEP TIME=Auto**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **TRACE=Max hold**.
- 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 5MHz.

### Провера спектралне маске емисије

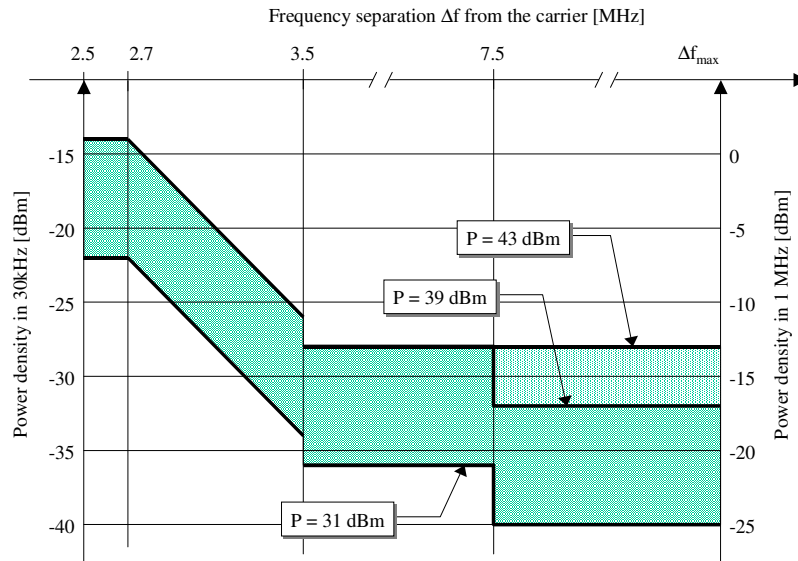
У посебним околностима и на изричит захтев Агенције, може се вршити и провера спектралне маске емисије. Мерење се врши помоћу мерног сета приказаног на слици II.6-1, при чему сви предајници припадајућег сектора, сем предајника на коме се врши мерење, морају бити искључени.

Спектрална маска проверава се за фреквенцијски померај,  $f_{offset}$ , од 2.515MHz до  $f_{offset_{max}} = 12.5\text{MHz}$  у односу на централну фреквенцију UARFCN канала. Захтеви које базна станица UMTS мобилне телефоније мора да задовољи у овом погледу дати су у Табели III.5-1.

**Табела III.5-1**

Снага P(dBm)	Фреквенцијски померај $f_{offset}$ (MHz)	Захтев(мање од)	RBW
<b><math>P \geq 43</math> dBm</b>	$2.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 2.715\text{MHz}$	-14 dBm	30 kHz
	$2.715\text{MHz} \leq f_{offset} < 3.515\text{MHz}$	$-14\text{dBm} - 15 * \left( \frac{f_{offset}}{\text{MHz}} - 2.715 \right) \text{dB}$	30 kHz
	$3.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 4.0\text{MHz}$	-26 dBm	30 kHz
	$4.0\text{MHz} \leq f_{offset} < f_{offset_{max}}$	-13 dBm	1 MHz
<b><math>39 \text{ dBm} \leq P &lt; 43 \text{ dBm}</math></b>	$2.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 2.715\text{MHz}$	-14 dBm	30 kHz
	$2.715\text{MHz} \leq f_{offset} < 3.515\text{MHz}$	$-14\text{dBm} - 15 * \left( \frac{f_{offset}}{\text{MHz}} - 2.715 \right) \text{dB}$	30 kHz
	$3.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 4.0\text{MHz}$	-26 dBm	30 kHz
	$4.0\text{MHz} \leq f_{offset} < 8.0\text{MHz}$	-13 dBm	1 MHz
	$8.0\text{MHz} \leq f_{offset} < f_{offset_{max}}$	P - 56 dB	1 MHz
<b><math>31\text{dBm} \leq P &lt; 39 \text{ dBm}</math></b>	$2.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 2.715\text{MHz}$	P - 53 dB	30 kHz
	$2.715\text{MHz} \leq f_{offset} < 3.515\text{MHz}$	$P - 53\text{dB} - 15 * \left( \frac{f_{offset}}{\text{MHz}} - 2.715 \right) \text{dB}$	30 kHz
	$3.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 4.0\text{MHz}$	P - 65 dB	30 kHz
	$4.0\text{MHz} \leq f_{offset} < 8.0\text{MHz}$	P - 52 dB	1 MHz
	$8.0\text{MHz} \leq f_{offset} < f_{offset_{max}}$	P - 56 dB	1 MHz
<b><math>P &lt; 31 \text{ dBm}</math></b>	$2.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 2.715\text{MHz}$	-22 dBm	30 kHz
	$2.715\text{MHz} \leq f_{offset} < 3.515\text{MHz}$	$-22\text{dBm} - 15 * \left( \frac{f_{offset}}{\text{MHz}} - 2.715 \right) \text{dB}$	30 kHz
	$3.515\text{MHz} \leq f_{offset} < 4.0\text{MHz}$	-34 dBm	30 kHz
	$4.0\text{MHz} \leq f_{offset} < 8.0\text{MHz}$	-21 dBm	1 MHz

Графичка презентација захтева из табеле III.5-1 дата је на слици III.5-1.



Слика III.5-1

Поступак додатних мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **START FR**=према табели III.5-1;
  - **STOP FR**= према табели III.5-1;
  - **RBW**= према табели III.5-1;
  - **VBW**=300kHz или најмање три пута већа од RBW;
  - **TRIGGER**=FREE RUN ;
  - **SWEEP TIME**=AUTO;
  - **REF LEVEL**=20dBm;
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div;
  - **DETEKTOR MODE**=RMS;
  - **TRACE**=Average.

Уколико нису задовољени услови из Табеле III.5-1, сматра се да је ширина емисије радног канала већа од дозвољене и у посебан Извештај уноси се податак да је ширина емисије већа од 5MHz (>5MHz).

### 5.3. Мерење директне и рефлектоване снаге

Мерење директне и рефлектоване снаге UMTS радио-станице обавља се на антенском излазу предајника сваког припадајућег сектора. Повезивање мерне опреме на базну станицу приказано је на слици II.6-1.



За одговарајући UARFCN радни канал, припадајућег сектора, врши се провера директне и рефлектоване снаге, у смислу утврђивања да измерена снага одговара подацима из Дозволе за коришћење фреквенција, као и да је рефлектована снага мања од вредности коју захтева произвођач уређаја.

#### Мерење директне снаге

##### Директни метод мерења у спектралном домену

Поступак мерења је следећи:

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција додељеног UARFCN канала, измереног у тачки III.5.2);
  - **SPAN=10MHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=300kHz**;
  - **TRIGGER=FREE RUN**;
  - **SWEEP TIME=AUTO**;
  - **REF LEVEL=20dBm**;
  - **AMP SCALE=log: 10db/div**;
  - **TRACE=CLEAR/WRITE**;
  - **MEASUREMENT MODE=CHANNEL POWER**;
  - **CHANNEL BANDWIDTH=5MHz**.
- Вредност параметра REF LEVEL мења се тако да максимална вредност амплитуде спектра буде приближно 10dB испод вредности REF LEVEL;

##### Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

Поступак мерења је следећи:

- Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника за UMTS базне станице мобилне телефоније, постављањем анализатора спектра на следећи начин:
  - **FC=f** (централна фреквенција додељеног UARFCN канала, измереног у тачки III.5.2);
  - **SPAN=10MHz**;
  - **RBW=30kHz**;
  - **VBW=300kHz**;
  - **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.

Апсолутна вредност директне снаге  $P_d$  израчунава се према изразу:

$$P_d = P_M + A_S + A_{K1} + A_{K2},$$

где је:

$P_M$ -измерена вредност снаге на анализатору спектра, у dBm,

$A_S$ -коэффициент спреге, у dB, дирекционог спрежника на фреквенцији  $f$ ,

$A_{K1}$ ,  $A_{K2}$ -слабљење тест каблова на фреквенцији  $f$ .

Дозвољено одступање од додељене предајне снаге износи до +1.5dB.

#### Мерење рефлектоване снаге

При мерењу рефлектоване снаге мерна опрема се повезује на улаз анализатора спектра према слици II.6-3. Понавља се процедура мерења за директну снагу, при чему се новоизмерена вредност означава са  $P_r$ .

Вредност напонског односа стојећих таласа треба да буде мања од вредности коју произвођач декларише као максималну дозвољену вредност. Уколико овај услов није задовољен у Извештај о техничком прегледу радио-станице унети одговарајућу примедбу.

У Извештај, у поља "Вредност директне снаге" "Вредност рефлектоване снаге" и "Ефективна израчена снага предајника" –уносе се измерене вредности директне и рефлектоване снаге, односно прорачунате вредности ефективне израчене снаге у [W].

#### 5.4. Снага нежељених зрачења

У посебним околностима и на изричит захтев Агенције, може се вршити и провера нивоа споредних зрачења, при чему сви предајници припадајућег сектора, сем предајника на коме се врши мерење, морају бити искључени.

Емисије споредног зрачења мере се у фреквенцијским опсезима од 9kHz до учестаности  $f_{c1}$ -12.5MHz, односно од  $f_{c2}+12.5$ MHz до 3GHz, где су  $f_{c1}$  фреквенција носиоца са најнижом, а  $f_{c2}$  фреквенција носиоца са највишом фреквенцијом, базне станице UMTS мобилне телефоније која се мери. Вредности нивоа споредних зрачења морају бити мање од вредности датих у Табели III.5-2.

**Табела III.5-2**

Фреквенцијски опсег	Захтев (мање од)	RBW
Од 9 kHz до 150 kHz	-36 dBm	1 kHz
Од 150 kHz до 30 MHz	-36 dBm	10 kHz
Од 30 MHz до 1 GHz	-36 dBm	100 kHz
Од 1 GHz	-30 dBm	1 MHz
<b>До (<math>f_{c1} - 60</math>) MHz или 2100 MHz (већа вредност)</b>		
Од ( $f_{c1} - 60$ ) MHz или 2100 MHz(већа вредност)	-25 dBm	1 MHz
<b>До (<math>f_{c1} - 50</math>) MHz или 2100 MHz(већа вредност)</b>		
Од ( $f_{c1} - 50$ ) MHz или 2100 MHz(већа вредност)	-15 dBm	1 MHz
<b>До (<math>f_{c2} + 50</math>) MHz или 2180 MHz(мања вредност)</b>		

Од (fc2 + 50) MHz или 2180 MHz(мања вредност) До Fc2 + 60 MHz или 2180 MHz(мања вредност)	-25 dBm	1 MHz
Од (fc2 + 60) MHz или 2180 MHz До 3 GHz	-30 dBm	1 MHz

Ради заштите пријемног опсега UMTS, као и опсега евентуално колоцираних GSM900/DCS1800 система, неопходно је да у опсезима назначеним у табели III.5-3, нивои споредних зрачења буду нижи од одговарајућих вредности из исте табеле.

Табела III.5-3

Фреквенцијски опсег (MHz)	Захтев (мање од)	RBW	Коментар
879 до 915	-98dBm	100kHz	Заштита пријемника BTS GSM900
921 до 960	-57dBm	100kHz	Заштита пријемника MS GSM900
1710 до 1785	-98dBm	100kHz	Заштита пријемника BTS DCS1800
1805 до 1880	-47dBm	100kHz	Заштита пријемника MS DCS1800
1920 до 1980	-96dBm	100kHz	Заштита пријемника BS UMTS

Поступак мерења је следећи:

- Мерни сет поставља се према слици II.6-4
- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - **START FR**=према табелама 3 и 4,
  - **STOP FR**= према табелама 3 и 4,
  - **RBW**= према табелама 3 и 4,
  - **VBW**=300kHz или најмање три пута већа од RBW,
  - **TRIGGER**=FREE RUN,
  - **SWEEP TIME**=AUTO,
  - **REF LEVEL**=20dBm,
  - **AMP SCALE**=log: 10db/div,
  - **ДЕТЕКТОР МОДЕ**=RMS,
  - **TRACE**=Average.
- Ниво нежељених зрачења  $P_{ZR}(f)$ , изражен у dBm, рачуна се према изразу:

$$P_{ZR}(f) = P_{SA}(f) + A_U(f),$$

где је  $P_{SA}(f)$  максимални ниво измерен на анализатору спектра, а  $A_U(f)$  фреквенцијски зависно укупно слабљене мерних каблова, филтра непропусника опсега и вештачког оптерећења/атенуатора.

Уколико постоје нежељена зрачења већа од дозвољеног нивоа, у Извештај, у поље “Нежељених зрачења” –уноси се фреквенција, у MHz, и снага нежељених зрачења за све секторе базне станице, у dBm, уколико ниво нежељених зрачења прелази граничне вредности

за UMTS базне станице, дате у табелама III.5-2 и III.5-3. Уколико су захтеви из наведених поглавља задовољени, поље се не попуњава.

#### 5.5. Поларизација антена

Мерење се обавља на исти начин као у поглављу II.6.6 овог Упутства.

#### 5.6. Нејонизујуће зрачење предајника мобилне телефоније

Мерење се обавља на исти начин као у поглављу II.6.7 овог Упутства.

#### 5.7. Координате антенског система

Мерење се обавља на исти начин као у поглављу II.6.8 овог Упутства.

#### 5.8. Висине антена

Мерење се обавља на исти начин као у поглављу II.6.9 овог Упутства.

#### 5.9. Азимут(и) антенског система

Мерење се обавља на исти начин као у поглављу II.6.10 овог Упутства.

### 6. Процедуре провере услова

Све процедуре провере услова за UMTS базну станицу идентичне су процедурама провере услова за GSM900/DCS1800 базне станице, дате у поглављу II.7 овог Упутства, и врше се на исти начин.

## IV. ПОСЕБНИ СЛУЧАЈЕВИ И КОНТРОЛА СА УДАЉЕНОГ МЕРНОГ МЕСТА

При техничком прегледу GSM900/DCS1800/UMTS базних радио-станица јављају се посебни случајеви при којима, услед различитих ограничења, није могуће повезати мерну опрему на начин описан у поглављу II-6.1.

У посебним случајевима базну радио-станицу је неопходно третирати као уређај са интегрисаном антеном и сходно томе, потребно је применити методе индиректног мерења следећих параметара базне радио-станице:

- Предајна фреквенција, односно радни канал (ARFCN/UARFCN);
- Ефективна израчена снага на предајној фреквенцији;
- Ширина емисије радног канала.

Све остале величине које се мере, изузев снаге нежељених зрачења, као и фреквенције и нивоа интермодулационих продуката, мере се или проверавају на начин описан у поглављима II, односно III.

### 1. Повезивање мерне опреме

Мерење RF параметара се врши уз помоћ пријемне мерне антене са познатим дијаграмом зрачења, која се поставља на погодној локацији у правцу максималног зрачења предајне антене. У случају да то није могуће, потребно је на основу:

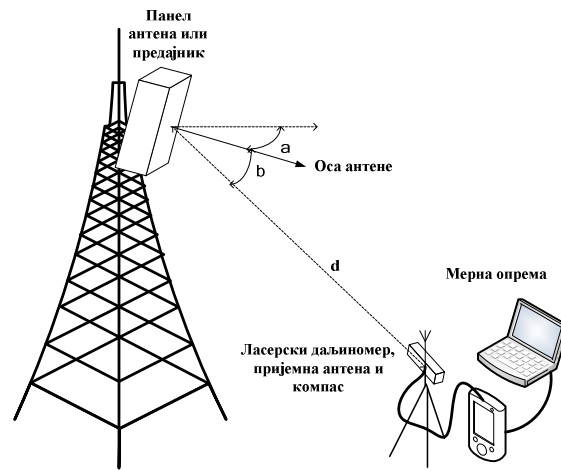
- познатог дијаграма зрачења предајне антене;
- просторног положаја предајне антене, односно азимута ( $\alpha$ ) и елевације ( $\beta$ ) максималног зрачења у односу на мерну тачку;
- познатог добитка предајне антене, за угао зрачења у односу на мерну локацију,  $G_T(\alpha, \beta)$  [dBd];
- познатог добитка пријемне антене  $G_R$  [dBd];
- познате поларизације предајне и пријемне антене;
- растојања мерне антене од центра предајне антене,  $d$  [km], које се мери ласерским даљиномером;
- познате централне фреквенције додељеног ARFCN/UARFCN канала,  $f_c$  [MHz]

прорачунати слабљење сигнала,  $A_S$  (dB), у слободном простору на основу једнакости:

$$A_S(dB) = 32.4 + 20 * \log(d) + 20 * \log(f_c)$$

Мерна локација треба да буде изабрана тако да се у ближој околини не налазе рефлектујуће површине и проводни објекти. Траса пропагације између предајне и пријемне антене треба да

буде ослобођена од препрека. Блок шема повезивања мерне опреме приказана је на слици IV.1-1.



Слика IV.1-1 Повезивање мерне опреме у посебним случајевима

## 2. Мерење предајне фреквенције

Поступак мерења је следећи:

Додељена предајна фреквенција мери се по процедури описаној у поглављу II.6.1. за GSM900/DCS1800, односно III.5.1 за UMTS базне станице мобилне телефоније, при чему се мерна опрема повезује према слици IV.1-1.

У рубрику “Напомене лица које је вршило мерење” уноси се напомена о примењеној методи мерења.

## 3. Мерење ширине емисије радног канала

Ширина емисије радног канала мери се по процедури описаној у поглављу II.6.2, за GSM900/DCS1800, односно III.5.2 за UMTS базне станице мобилне телефоније, при чему се мерна опрема повезује према слици IV.1-1.

У Извештај о техничком прегледу радио-станице, у рубрику “Напомене лица које је вршило мерење”, уноси се напомена о примењеној методи мерења.

## 4. Процена ефективне израчене снаге

Поступак мерења је следећи:

Мерна опрема се повезује према слици IV.1-1. При мерењима на анализатору спектра примењују се мерне процедуре описане у поглављима II.6.3 за GSM900/DCS1800, односно III.5.3 за UMTS базне станице мобилне телефоније.

На основу претходно познатих величина могуће је извршити процену ефективне израчене снаге предајника,  $P_{erp}[W]$ , и то, на основу снаге RF сигнала, измерене анализатором спектра,  $P_m[dBm]$ , и једнакости:

$$P_{erp}[dBm] = P_m + A_S - G_R + (G_T(0,0) - G_T(\alpha, \beta))$$

$$P_{erp}[W] = \frac{1}{1000} * 10^{\frac{P_{erp}[dBm]}{10}}$$

Мерење је потребно поновити у више тачака, а као резултат мерења усваја се максимална процењена вредност ефективне израчене снаге.

У Извештај о техничком прегледу радио-станице уноси се податак о максималној процењеној ефективној израченој снази. Такође, у рубрику “Напомене лица које је вршило мерење” уноси се напомена о примењеној методи мерења.

## 5. Контрола базних станица мобилне телефоније са удаљеног мерног места

Контрола базних станица мобилне телефоније са удаљеног мерног места обавља се од стране фиксних и/или мобилних контролно-мерних центара надлежних организација. Мерења се могу сматрати поузданим уколико је при мерењу могуће обезбедити да је ниво сигнала који се читава на анализатору спектра и потиче од базне станице која се мери, бар за 36dB већи од нивоа шума анализатора спектра.

Параметри базне станице мобилне телефоније који се при овим условима могу мерити су:

### **Додељена предајна фреквенција**

Додељена предајна фреквенција за базне станице GSM900/PCS1800 и UMTS мобилне телефоније, мери се по процедури описаној у тачки IV.2 овог Упутства.

### **Ширина емисије радног канала**

Ширина емисије радног канала за базне станице станице GSM900/PCS1800 и UMTS мобилне телефоније, мери се по процедури описаној у тачки IV.4 овог Упутства.

Услови који се проверавају су:

### **Идентификација базне станице мобилне телефоније**

Идентификација базне станице мобилне телефоније обавља се помоћу GSM900/DCS1800/UMTS тест пријемника у складу са процедуром описаном у поглављу II.7.12 овог Упутства.

## V. 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 дигиталног ТВ 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.

Такође, у одговарајућа поља Извештаја уносе се и следећи подаци:

- поље „**Врста станице**” – уноси се врста базне станице GSM900/DCS1800/UMTS;
- поље „**Тип базне станице**” – уноси се тип базне станице спољна/унутрашња, на земљи/на објекту, стандардна/микро/ репетитор/ посебан случај. Посебни случајеви, односно нестандартни типови и конфигурације базних станица могу се описати у пољу „**Напомене**”.
- поље „**Број сектора**” – уноси се број сектора базне станице. Сектори се нумеришу редним бројевима, почевши од сектора са најмањим азимутом антенског система;



**Табела V.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	II.6.1, III.5.1, IV.2
90225	Фреквенција у вези са горњом (пријемна, резервна и друго)	
90235	Редни број канала	II.6.1, III.5.1, IV.2
90240	Врста радио-станице	
90244	Врста службе	
90301	Локација предајника	
90307	Назив уже локације предајника	
90321	Природа локације	
90325	Природа земљишта	
90326	Географска дужина и ширина по Гриничу	II.6.8, III.5.7
90341	Надморска висина терена(м)	II.7.13
90345	Знак идентификације	II.7.12
90401	Произвођач уређаја	II.7.7
90407	Ширина опсега заузета емисијом, врста емисије	II.6.2, III.5.2, IV.3
90419	Код снаге	
90420	Јединица снаге	
90421	Вредност снаге	II.6.3, III.5.3, IV.4
90426	Померај фреквенције (offset) ТВ предајника и претварача	
90507	Висина предајне антене изнад терена (m)	II.6.9, III.5.8
90511	Ефективна висина предајне антене (m)	
90519	Тип предајне антене	II.7.2, II.7.3
90522	Поларизација	II.6.6, III.5.5
90523	Усмереност предајне антене	II.7.2, II.7.3, II.7.4
90525	Азимут максималног зрачења	II.6.10, III.5.9
90528	Угао ширине главног снопа предајне антене	II.7.4
90531	Добитак предајне антене/антенског система (dB)	II.7.2
90533	Елевациони угао главног снопа	II.7.6
90536	Однос "напред-назад" (dB)	II.7.5
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	II.7.7
90846	Серијски број радио-станице	II.7.8

# Прилог 1

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

Коаксијални кабл			Подужно слабљење [dB/100m]					
Произвођач	Тип	Пречник	Фреквенција [MHz]					
			925	960	1800	2000	2100	2200
RFS	LCF14-50J	¼"	13.4	13.6	19.1	20.2	20.8	21.3
RFS	LCF38-50J	3/8"	10.9	11.1	15.5	16.5	16.9	17.3
RFS	LCF12-50J	½"	6.9	7.04	9.9	10.5	10.8	11.1
RFS	LCF78-50JA	7/8"	3.76	3.84	5.48	5.82	5.99	6.15
RFS	LCF114-50JA	1 1/4"	2.81	2.87	4.29	4.42	4.54	4.68
Andrew	LDF2-50	3/8"	-	11.3	16.0	17.0	17.4	17.9
Andrew	LDF4-50A	½"	-	7.12	10.06	10.66	10.96	11.25
Andrew	LDF5-50A	7/8"	-	4.02	5.75	6.11	6.29	6.46
Andrew	LDF6-50	1 1/4"	-	2.74	3.96	4.22	4.34	4.46
Draka	RFA 1/2"-50	½"	-	7.1	10.0	10.7	-	11.3
Draka	RFA 7/8"-50	7/8"	-	3.68	5.2	5.51	-	5.81
Draka	RFA 1 1/4"-50	1 1/4"	-	2.8	4.03	4.29	-	4.54

## 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 GSM900/DCS1800/UMTS системима је панел антена која је по својој конструкцији система дипола (Тип б1).

Број дозволе (02):

Број:

\_\_\_\_\_ (Ималац радио станице) \_\_\_\_\_ (Матични број)  
 Број дозволе: аааааааааааааа \_\_\_\_\_, 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
		GSM	DCS	UMTS		
	Врста станице	спољна		унутрашња		
	Тип базне станице	на земљи		на објекту		
		стандардна микро		репетитор посебан случај		
		Број сектора				
90216	Фреквенција - предајна	Сектор 1				
		Сектор 2				
		Сектор 3				
		Сектор 4				
		Сектор 5				
		Сектор 6				
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						
		Сектор 2						
		Сектор 3						
		Сектор 4						
		Сектор 5						
		Сектор 6						
	Нежељена зрачења	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 5	Сектор 6	
	Фреквенција							MHz
	Снага							-dBc
	Интермодула циони продукти	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 5	Сектор 6	
	Фреквенција							MHz
	Снага							-dBc
	Знак идентификац ије	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3	Сектор 4	Сектор 5	Сектор 6	
	Cell ID							
	LAC							
	MNC							
	MCC							
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							RET
Сектор 2							RET
Сектор 3							RET
Сектор 4							RET
Сектор 5							RET
Сектор 6							RET
	Тип предајне антене 90519		Поларизација 90522	Дужина коаксијалних каблова [m]		Укупно слаб. кабла [dB]	
Сектор 1							
Сектор 2							
Сектор 3							
Сектор 4							
Сектор 5							
Сектор 6							
Нејонизујућа зрачења							V/m
Земљоводна инсталација				да      не			
Начин пријема мултиплексног сигнала базне станице		жично, HDSL модемом сателитом      остало		PP везом		опт. каблом	
Напомене лица које је вршило мерења:							

