



# УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА ТВ РАДИО СТАНИЦА КОЈЕ ЕМИТУЈУ ПО СТАНДАРДУ DVB-T2

Процедуре мерења и провере услова за ТВ радио станица које емитују по стандарду DVB-T2.

Норме које треба да буду задовољене.

Верзија 1.0

Београд, мај 2013.



## Садржај

I УВОД.....	5
<i>1.1 Сврха.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2 Ознаке, скраћенице, јединице.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3 Значење појмова, дефиниције.....</i>	<i>8</i>
II ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА ДИГИТАЛНИХ ТВ ПРЕДАЈНИКА ПО СТАНДАРДУ DVB-T2 .....	20
<i>II.1 Сврха.....</i>	<i>20</i>
<i>II.2 Провера квалитета емитованог сигнала.....</i>	<i>20</i>
<i>II.3 Списак величина које се мере.....</i>	<i>21</i>
<i>II.4 Списак услова који се проверавају.....</i>	<i>21</i>
<i>II.5 Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама).....</i>	<i>22</i>
<i>II.6 Процедуре мерења.....</i>	<i>23</i>
II.6.1 Мерење предајне фреквенције.....	24
II.6.2 Ширина емисије на радном каналу.....	26
II.6.3 Снага споредних и паразитних зрачења.....	28
II.6.4 Мерење директне снаге.....	29
II.6.5 Мерење BER (Bit Error Ratio).....	33
II.6.6 Мерење квалитета модулативног сигнала са графичким приказом (Constellation Diagram), MER.....	34
II.6.7 Мерење амплитудског одзива, фазног и групног кашњења.....	36
II.6.8 CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор.....	37
II.6.9 Поларизација антена.....	39
II.6.10 Нејонизујуће зрачење ТВ предајника.....	39
II.6.11 Координате антенског система.....	41
II.6.12 Надморска висина локације.....	41
II.6.13 Висине антена.....	42
II.6.14 Азимут(и) антенског система.....	43
<i>II.7 Процедуре провере услова.....</i>	<i>43</i>
II.7.1 Конфигурација мреже.....	43
II.7.2 Ефективно израчена снага.....	44
II.7.3 Идентификација.....	44
II.7.4 Назив уже локације радио станице.....	44
II.7.4 Усмереност антене.....	44
II.7.5 Добитак антенског система.....	44
II.7.6 Конфигурација антенског система.....	45

II.7.7 Ширина снопа појединачне антене система .....	45
II.7.8 Однос напред-назад појединачне антене система .....	46
II.7.9 Елевациони углови антенског система.....	46
II.7.10 Произвођач уређаја .....	46
II.7.11 Серијски фабрички број и тип уређаја .....	46
II.7.12 Земљоводна инсталација .....	46
II.7.13 Начин пријема модулационог сигнала дигиталног ТВ предајника .....	47
II.7.14 Надморска висина антене .....	47
III ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ .....	48

# I УВОД

## I.1 Сврха

Овим упутством утврђују се мерне величине, процедуре мерења и провере услова и критеријума прихватљивости мерних величина у поступку техничког прегледа и контроле радио ТВ станица по стандарду DVB-T2 (у даљем тексту Упутство). Упутством се такође дефинише начин презентовања резултата и критеријуми за оцену стварног стања ТВ 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 закоришћење радио-фреквенциј.

Појам радио станица обухвата:

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

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

У извесним случајевима проверава се и квалитет емитованог и улазног дигиталног мултиплекс сигнала о чему одлуку доноси Агенција.

## I.2 Ознаке, скраћенице, јединице

°	степен (јединица за угао)
°C	степен Целзијуса
μW	микроВат
λ	Таласна дужина ( <i>Lambda</i> )
a <sub>r</sub>	Слабљење рефлексије изражено у dB
BW	Ширина пропусног опсега ( <i>Bandwidth</i> )
BER	<i>Bit Error Rate</i>
CCDF	Crest фактор - <i>Complementary Cumulative Distribution Function</i> –
Cfu	Crest factor
CN	Однос носилац/шум ( <i>Carrier-to-Noise ratio</i> )
C/N	Однос носилац/шум ( <i>Carrier-to-Noise ratio</i> )
CW	Континуалан простопериодични сигнал ( <i>Continuous Wave</i> )
dB	децибел
dBc	децибела у односу на снагу немодулисаног носиоца
dBd	децибела у односу на полуталасни дипол
dBm	децибела у односу на 1mW
dBW	децибела у односу на 1W
DVB-T2	Земаљска дигитална телевизија по стандарду T2 ( <i>Digital Video Broadcast-Terrestrial 2</i> )
EIRP	Еквивалентна изотропна израчена снага
ENB	Еквивалентна ширина IF филтра (RBW) анализатора спектра ( <i>Equivalent Noise Bandwidth</i> )
ERP	Ефективно израчена снага ( <i>Effective Radiated Power</i> )
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
EVM	<i>Error Vector Magnitude</i>
FEC	корекција грешке унапред ( <i>forward error correction</i> )
G	Добитак ( <i>Gain</i> )
GPS	Систем глобалног позиционирања ( <i>Global Positioning System</i> )
Hz	Херц
IM	Интермодулација (интермодулациони производи) ( <i>Intermodulation</i> )
kHz	килоХерц
kW	килоВат
m	метар
MHz	мегаХерц
MER	<i>Modulation Error Ratio</i>
Mp	мегапиксел
MPEG-2-TS	Начин кодовања улазног модулационог сигнала
mW	милиВат
OBW	Ширина опсега заузетог емисијом ( <i>Occupied Bandwidth</i> )
P	Снага ( <i>Power</i> )
QAM	Квадратурна амплитудска модулација ( <i>Quadrature Amplitude modulation</i> )
QAM16	Квадратурна амплитудска модулација са 16 нивоа
QAM64	Квадратурна амплитудска модулација са 64 нивоа
QAM256	Квадратурна амплитудска модулација са 256 нивоа
QPSK	Квадратурна фазна модулација ( <i>Quadrature Phase-Shift Keying</i> )
RATEL	Републичка агенција за електронске комуникације
RBW	Ширина пропусног опсега спектралног анализатора ( <i>Resolution</i> )

	<i>Bandwidth</i> )
<b>RF</b>	Радио фреквенције ( <i>Radio Frequency</i> )
<b>RMS</b>	Средња квадратна вредност ( <i>Root Mean Square</i> )
<b> r </b>	Напонски или струјни коефицијент рефлексије
<b>S</b>	Коефицијент стојећих таласа
<b>SF</b>	( <i>spreading factor</i> )
<b>SFN</b>	<i>Single Frequency Network</i>
<b>SN</b>	Однос сигнал/шум ( <i>Signal-to-noise</i> )
<b>OFDM</b>	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
<b>COFDM</b>	<i>Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
<b>OCOFDM</b>	<i>Offset Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>
<b>UHF</b>	Ултра високе фреквенције ( <i>Ultra High Frequency</i> )
<b>V/m</b>	волт по метру
<b>VBW</b>	Видео пропусни опсег спектралног анализатора
<b>VHF</b>	Врло високе фреквенције ( <i>Very High Frequency</i> )
<b>VSWR</b>	Напонски однос стојећих таласа ( <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> );
<b>WGS84</b>	Светски географски координатни систем који користи земљин елипсоид са полусама 6 356 752,3142 и 6 378 137,0 m

### 1.3 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 очитавања 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:

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

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

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.

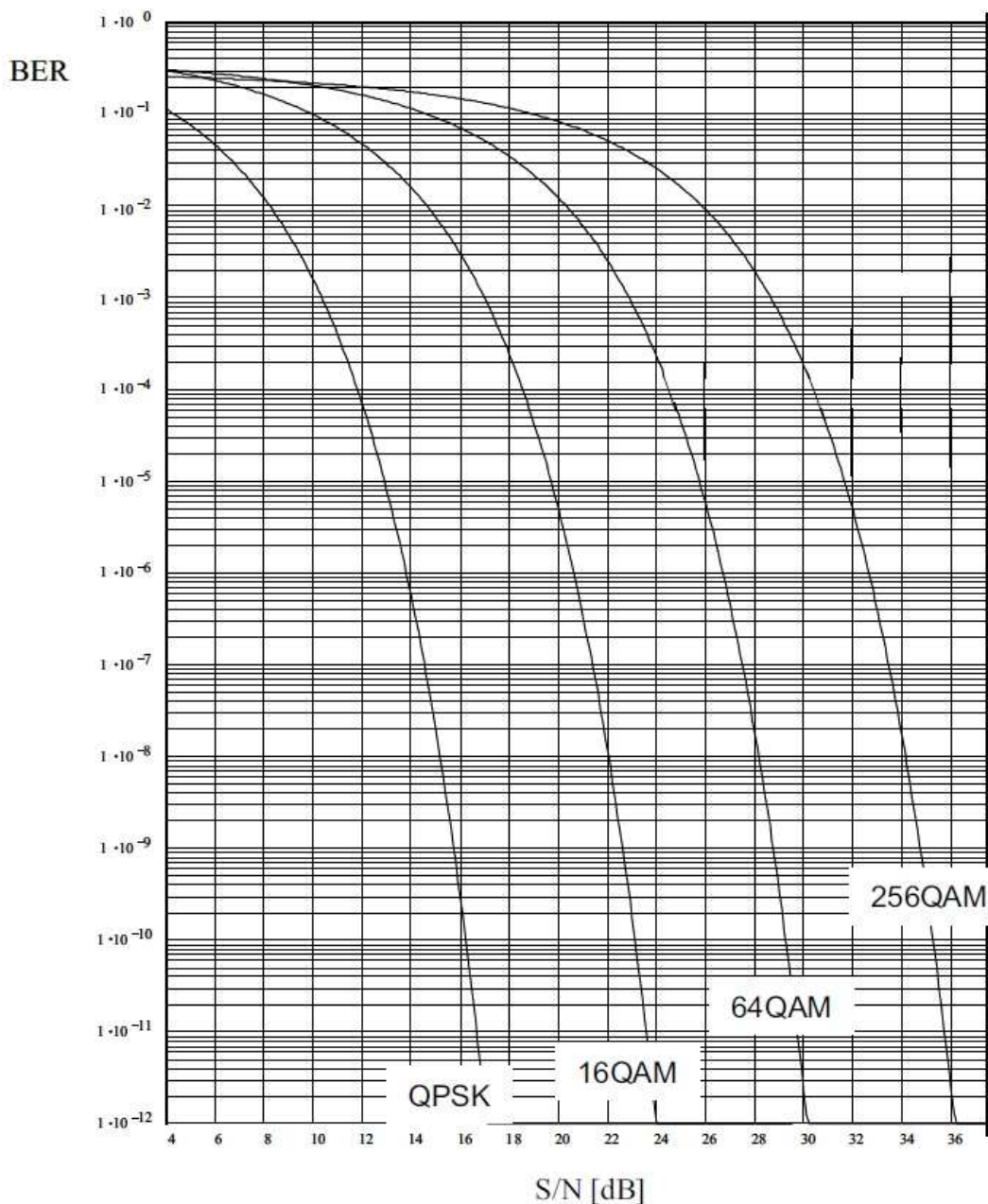
**Антиена** је део антенског система који се користи за зрачење или пријем радио-таласа, а може да укључује ма које склопове за прилагођење.

**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.

**BER** код **DVB-T2** преноса се одређује према формули :

$$BER = \text{Број бита са грешком} / \text{Укупан број емитованих бита}$$



Слика I-1 Приказ кривих BER за различите типове модулација DVB-T2

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

**Вредност VSWR** је дефинисана као:

$$VSWR = \frac{1 + \sqrt{P_r/P_d}}{1 - \sqrt{P_r/P_d}}$$

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

**Врста емисије** је скуп карактеристика неке емисије, као што су врста модулације главног носиоца, природа модулишућег сигнала, врста 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  $0^\circ$  на гриничком меридијану, до  $180^\circ$  источно или западно од тог меридијана па се зато назива источна, односно западна географска дужина.

**Географска ширина** је угао који заклапа нормала кроз тачку на површини елипсоида са равни екватора. Географска ширина може имати вредност од  $0^\circ$  на екватору, до  $90^\circ$  на северном односно јужном полу, па се зато назива северна односно јужна географска ширина.

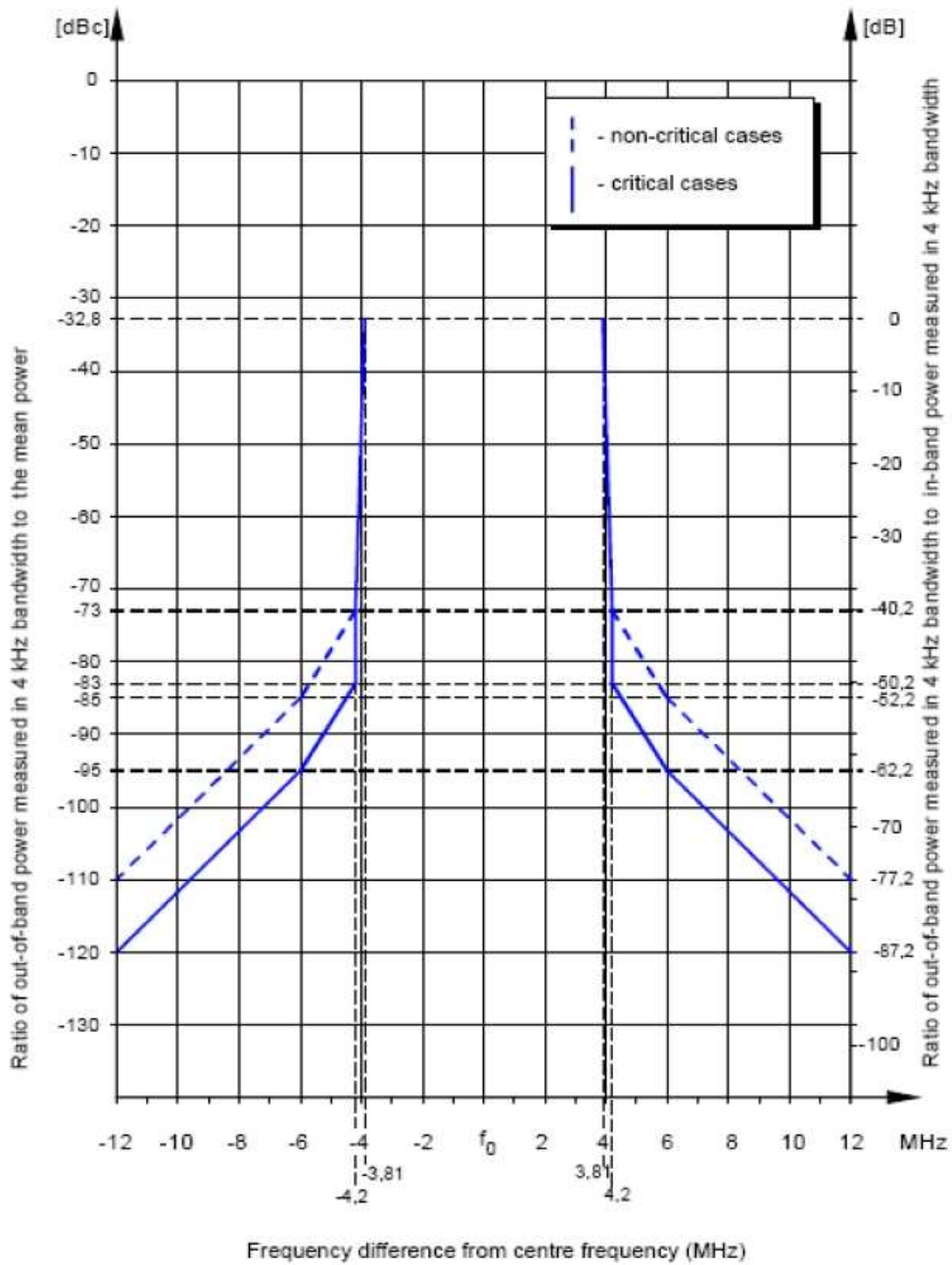
**Географски север** је смер ка северном географском полу из стајне тачке.

**Географске координате** меридијани и паралеле на WGS84 елипсоиду образују географску координатну мрежу. Раван екватора и раван меридијана који пролази кроз Гринич формирају, на елипсоиду, географски координатни систем. У њему је положај сваке тачке на површини елипсоида одређен географским координатама: географском ширином ( $\varphi$ ) и географском дужином ( $\lambda$ ) тачке.

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

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

**Гранични ниво недозвољеног зрачења за ТВ дигитални предајник са DVB-T2 по ETSI EN302 256 стандарду** (потискивање - shoulders) приказани су графички и табеларно (Слика I-2 и Табела I-1).



Слика I-2 Приказ критичне и некритичне маске DVB-T2 емисије

Удаљеност од номиналане фреквенције канала	Гранични ниво недозвољеног зрачења (некритична и критична маска) /RBW
+/- 4.2 MHz	-40.2dBc(-50.2dB)/4kHz
+/- 6 MHz	-52.2dBc(-62.2dB)/4kHz
+/- 8 MHz	-60.2dBc(-70.2dB)/4kHz
+/- 10 MHz	-68.2dBc(-78.2dB)/4kHz
+/- 12 MHz	-72.2dBc(-87.2dB)/4kHz

Табела I-1 Приказ критичне маске

Као референтна вредност граничног нивоа недозвољеног зрачења узима се вредност снаге у DVB-T2 каналу на номиналној фреквенцији канала (0dBc).

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

- а) апсолутни или изотропни добитак ( $G_i$ ), када је референтна антена изотропна антена изолована у простору;
- б) добитак у односу на полуталасни дипол ( $G_d$ ), када је референтна антена полуталасни дипол изолован у простору, чија екваторијална равна садржи посматрани смер;

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

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

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

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

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

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

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

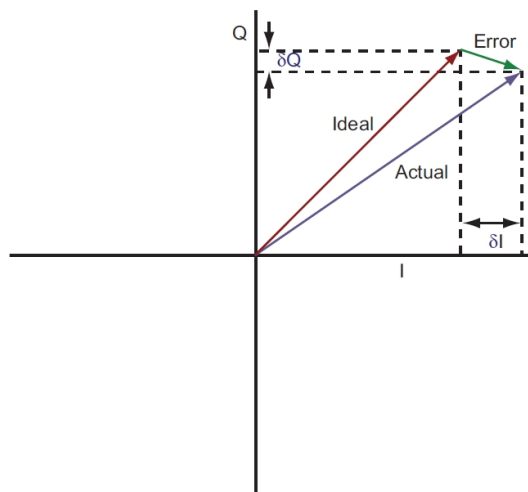
**Линеарно поларизован талас** - Електромагнетски талас у којем се вектор електричног поља одржава у истој равни у правцу простирања.

**Магнетна деклинација** је разлика између географског и магнетног севера.

**MER** основно мерење у дигиталној радио ТВ емисији. Има сличности са EVM (Error Vector Magnitude) које се користи за оцену квалитета преноса. Пошто се код DVB-T2 користи велики број носилаца MER се израчунава по следећој формули:

$$MER = 10 \times \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\}$$

где су  $I_j$  и  $Q_j$  идеалне координате сваког  $j$ -тог носиоца а  $\delta I_j$  и  $\delta Q_j$  грешке (error) одступања од идеалних позиција  $j$ -тог носиоца а  $N$  је број носилаца ( $8K=6817$ ). Тумачење MER-а за један носилац приказује Слика I-3

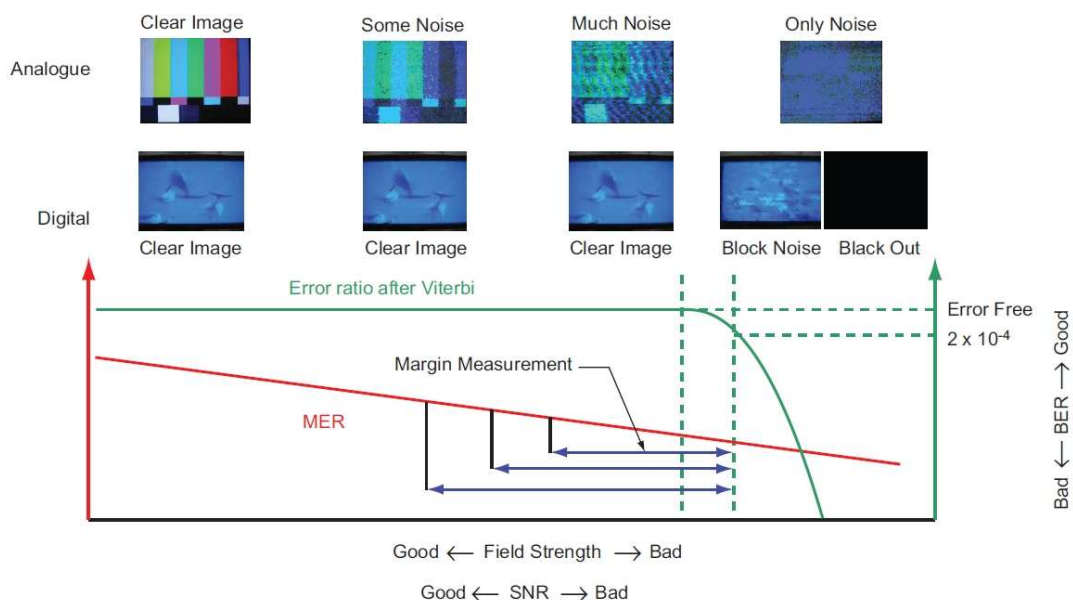


Слика I-4 MER

**MER** има велике предности при мерењу јер даје много јасније повезивање квалитета преноса са уобичајеним параметрима **C/N (Carrier-to-Noise)** однос носилац/шум и **SNR (Signal-to- Noise ratio)** однос сигнал/шум. Добијена вредност даће јаснију могућност декодовања DVB-T2 сигнала и ако је једино присутан Gaussian шум тада је **SNR** једнак **MER**-у.

MER је величина која је независна од типа модулације тако да је лако поредити модулације које се користе код DVB-T2: **QPSK, 16QAM, 64QAM и 256QAM**.

Релација између мерних параметара **MER** и **BER**. Како је **OFDM DVB-2** модулација заштићена са **FEC (forward error correction)** корекцијом мерећи **BER** нисмо у стању да одредимо колико смо близу границе пријема јер је врло стрма (Слика I-5):



Слика I-5 Опадање квалитета аналогне и дигиталне слике у функцији односа сигнал-шум

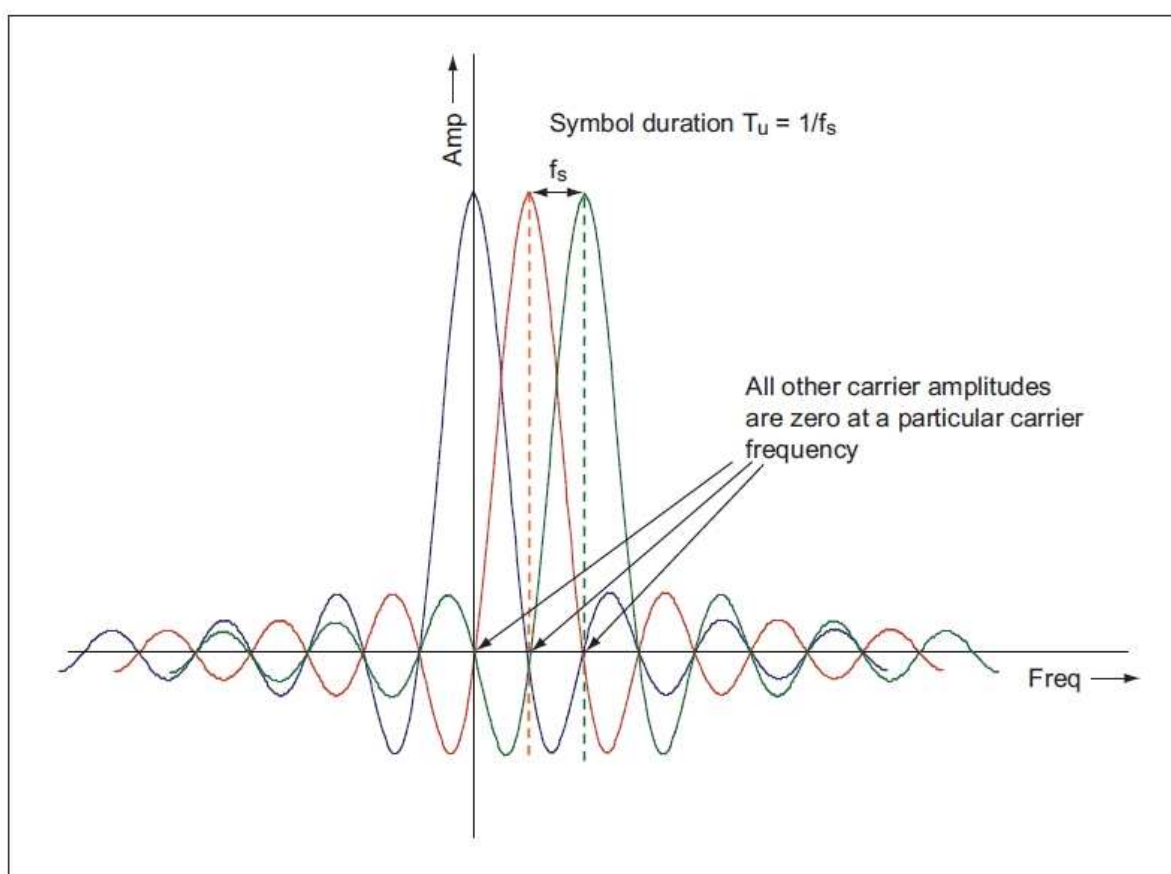
**Магнетни север** је смер северног магнетног пола.

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

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

**Номинална фреквенција** је фреквенција одређена дозволом за коришћење фреквенција.

**OFDM** је ортогонална фреквенцијска модулација. Концептуално, OFDM је специјалан фреквенцијски мултиплекс са додатним ограничењем: сви сигнали носилаца су ортогонални међусобно. То значи да је преслушавање између под-носилаца елиминисано и додатан фреквенцијски опсег за уклањање међусобног утицаја није потребан. То у великој мери поједностављује дизајн и предајника и пријемника, за разлику од конвенционалног ФДМ, посебан филтер за сваки под-канала није потребан. Ортогоналност захтева да је размак под-носилаца  $\Delta f = \frac{k}{T_U}$  Херца, где је  $T_U$  секунди трајање корисног симбола, а  $k$  позитиван цео број, обично једнак 1. Дакле, са  $N$  под-носилаца, укупан пропусни опсег ће бити  $B \approx N \cdot \Delta f$  (Hz). Начин формирања приказан је графички (Слика I-6).



Слика I-6 Начин формирања OFDM сигнала

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

**Раван поларизације** је раван одређена вектором електричног поља.

**Радни фреквенцијски опсег** радио-предајника је опсег у оквиру кога радио-предајник мора бити подешен за нормалан рад.

**Слабљење рефлексије** је дефинисано као:

$$a_r = 10 \log_{10} |r|^2 = 20 \log_{10} |r| = \log_{10}[(S-1)/(S+1)],$$

где је:

$a_r$  - слабљење рефлексије изражено у dB,

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

S - коефицијент стојећих таласа.

**Споредни лист (лоб, сноп) антене** је ма који лист зрачења који није главни лист.

**Стандардни атмосферски услови** при мерењу су:

Температура средине у којој се мери:  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ ,

Релативна влажност ваздуха: између 20% и 75%,

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

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

**Телевизијски канал** је штићени фреквенцијски опсег у коме ради DVB-T2 предајник и врши дефинисану емисију сигнала.

### VHF – ПОДРУЧЈЕ

(номинална ширина канала 7 MHz)

Канал	Границе канала [MHz]	Номинална фреквенција канала [MHz]
-------	----------------------	------------------------------------

#### фреквенцијски опсег (Band I)

2	47 – 54	50,5
3	54 – 61	57,5
4	61 – 68	74,5

#### фреквенцијски опсег (Band II)

5	174 – 181	177,5
6	181 – 188	184,5
7	188 – 195	191,5
8	195 – 202	198,5
9	202 – 209	205,5
10	209 – 216	212,5
11	216 – 223	219,5
12	223 – 230	226,5



---

**UHF – ПОДРУЧЈЕ**

**(номинална ширина канала 8 MHz)**

Канал	Границе канала [MHz]	Номинална фреквенција канала [MHz]
-------	-------------------------	--

**фреквенцијски опсег (Band IV)**

21	470 – 478	474
22	478 – 486	482
23	486 – 494	490
24	494 – 502	498
25	502 – 510	506
26	510 – 518	514
27	518 – 526	522
28	526 – 534	530
29	534 – 542	538
30	542 – 550	546
31	550 – 558	554
32	558 – 566	562
33	566 – 574	570
34	574 – 582	578

---

---

## УНФ – ПОДРУЧЈЕ

(номинална ширина канала 8 MHz)

Канал [MHz]	Границе канала [MHz]	Номинална фреквенција канала [MHz]		
-------------	----------------------	------------------------------------	--	--

### фреквенцијски опсег (Band V)

35	582 – 590	586		
36	590 – 598	594		
37	598 – 606	602		
38	606 – 614	610		
39	614 – 622	618		
40	622 – 630	626		
41	630 – 638	634		
42	638 – 646	642		
43	646 – 654	650		
44	654 – 662	658		
45	662 – 670	666		
46	670 – 678	674		
47	678 – 686	682		
48	686 – 694	690		
49	694 – 702	698		
50	702 – 710	706		
51	710 – 718	714		
52	718 – 726	722		
53	726 – 734	730		
54	734 – 742	738		
55	742 – 750	746		
56	750 – 758	754		
57	758 – 766	762		
58	766 – 774	770		
59	774 – 782	778		
60	782 – 790	786		
61	790 – 798	794		
62	798 – 806	802		
63	806 – 814	810		
64	814 – 822	818		
65	822 – 830	826		
66	830 – 838	834		
67	838 – 846	842		
68	846 – 854	850		
69	854 – 862	858		

**Телевизијски репетитор** је уређај који ТВ сигнал примљен на једном ТВ каналу емитује на истом (SFN) или различитом ТВ каналу.

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

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

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

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

## II ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА ДИГИТАЛНИХ ТВ ПРЕДАЈНИКА ПО СТАНДАРДУ DVB-T2

### II.1 Сврха

У складу са Законом о електронским комуникацијама пре пуштања у рад мора да се изврши технички преглед ради провере усклађености радио станице са параметрима из дозволе.

Овим Упутством описује се начин обављања техничких прегледа ТВ дигиталног предајника по стандарду DVB-T2, методе којима се мерења изводе, мерна опрема која се при том користи, начин презентације резултата, случајеви у којима се мерења обављају.

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

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

Предмет мерења могу бити само параметри којима се проверава усаглашеност са дозволом и постојање сметњи за рад других ТВ 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 ТВ дигиталног предајника по стандарду DVB-T2 у складу са овим Упутством, као и у поступку издавања одговарајућег Извештаја о техничком прегледу ТВ радио-станице, морају бити задовољени сви услови и процедуре из релевантних Правилника Агенције.

### II.2 Провера квалитета емитованог сигнала

При обављању техничког прегледа обавезна је провера квалитета емитованог дигиталног ТВ сигнала.

Агенција задржава право на ванредне техничке предлоге по свом нахођењу или по пријави сметњи осталим емитерима или корисницима радио спектра.

## II.3 Списак величина које се мере

У поступку техничког прегледа и контроле ТВ DVB-T2 радио станице, непосредно се мере следећи електрични параметри:

- Нејонизујуће зрачење предајника на емисионој локацији, односно ниво електромагнетног поља радио станице у околном простору у коме се крећу и бораве људи.

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

- Предајна фреквенција, односно радни канал;
- Вредност директне и рефлектоване снаге на предајној фреквенцији;
- Ширина емисије радног канала (некритична или критична маска);
- Фреквенције и снаге нежељених зрачења;
- Амплитудска и карактеристика групног кашњења;
- CCDF ограничење излазне снаге под-носилаца;
- Поларизација антена;

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

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

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

## II.4 Списак услова који се проверавају

У поступку техничког прегледа и контроле ТВ радио станице DVB-T2, провера се:

- Ефективно израчена снага;
- Добитак антена;
- Однос напред-назад појединачне антене;
- Елевациони углови антена;
- Тип и произвођач дигиталног ТВ предајника;
- Серијски број ТВ дигиталног предајника;
- Земљоводна инсталација;

- Начин пријема модулишућег сигнала;
- Надморска висина локације.

У циљу провере услова који се не могу утврдити мерењем на терену, ималац ТВ 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.

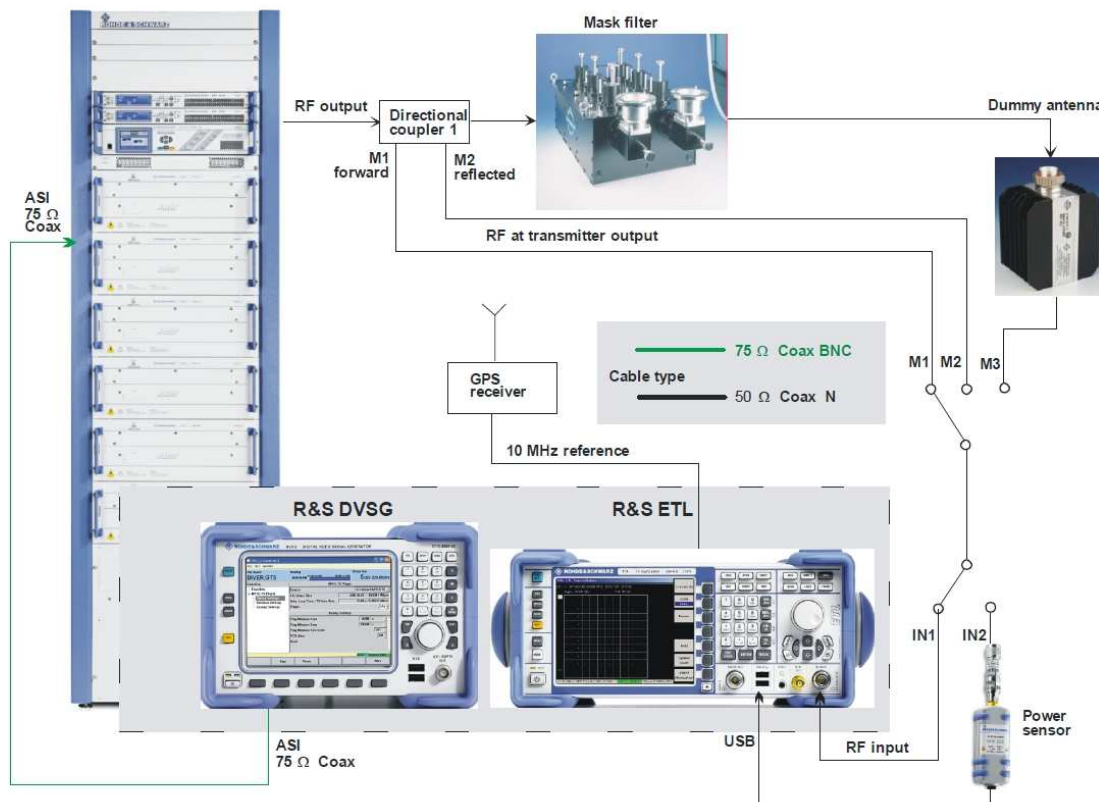
## II.5 Опрема неопходна за мерење (са карактеристикама)

Ред. бр.	Тип инструмента / опреме	Основне карактеристике
1.	<b>Анализатор спектра</b>	<p>Опсег фреквенција 0,01-3GHz;  Динамички опсег мин. 70dB;  Просечан ниво шума за најнижи пропусни опсег макс. - 110dBm;  RBW (резулционни опсег) у опсегу фреквенција 1kHz - 3MHz;  Временска база тачности најмање <math>2.5 \times 10^{-6}</math> са могућношћу синхронизације на GPS 10MHz референтни стандард осцилатор тачности мин <math>10^{-9}</math> односно <math>10^{-10}</math> за случај SFN мрежа  Вертикални дисплеј тачности <math>\pm 1,0</math>dB за пун фреквенцијски опсег, вертикалне логаритамске скале од 1 до 10dB по подеоку;  Карактеристична улазна импеданса 50Ω;  Пожељно је да анализатор спектра поседује и додатне могућности процесирања сигнала:  Могућност мерења RF снаге интеграљењем по спектру (channel power);  Могућност мерења ширине емисије (OBW-occupied bandwidth);  Могућност мерења централне фреквенције емисије на основу заузетог опсега;  Уколико анализатор спектра не поседује ове могућности, неопходно је да се обезбеди могућност процесирања мерних резултата са анализатора спектра на рачунару <b>помоћу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије</b>, у циљу одређивања наведених величина.</p>
2.	<b>GPS референтни 10 MHz стандард фреквенције</b>	Тачност минимално $10^{-9}$
3	<b>Мерни пријемник или анализатор модулације са опцијом за стандард DVB-T2</b>	Као на пример: R&S ETL TV Analyzer, Agilent CXA, серија DVB-T2 опција или сличан пријемник
4.	<b>Вештачко</b>	Опсег фреквенција 0,01-3GHz;

	<b>оптерећење/атенуатор</b>	Карактеристична импеданса 50Ω; Снага: минимално 2 пута номинална снага предајника у W [kW]; Слабљење рефлексије: веће или 26dB
5.	<b>Калибрисани атенуатори</b>	Распон атенуације у опсегу један или више атенуатора Снага атенуатора 0.5W Карактеристична импеданса 50Ω
6.	<b>GPS пријемник</b>	Могућност истовременог пријема са бар 4 GPS сателита; Тачност једнака или боља од ±10 м, са пожељном корекцијом надморске висине заснованом на барометарском алтиметру.
7.	<b>Геолошки или војно-артиљеријски магнетни компас</b>	Компас који поседују огледало, мерни прстен и две хоризонталне и једну вертикалну либелу;
8.	<b>Калибрисана мерна антена или изотропни сензор за мерење јачине електричног поља</b>	Калибрисане вредности добитка на сваком каналу у радном опсегу на коме антена ради;
9.	<b>Ласерски мерач даљине</b>	Даљина 200м минимум Минимална тачност мерења 0,5m; Инклинација, тачност боља од ± 0,3°
10.	<b>Филтер непропусник опсега ВХФ /УХФ или филтер високопропусник -3dB (250 MHz) 900 MHz</b>	Слабљење у непропусном опсегу: веће од 30dB; Слабљење у пропусном опсегу >900MHz мање од 3dB; Слабљење рефлексије у пропусном опсегу: боље од 20dB.
11.	<b>Мерни коаксијални каблови</b>	
12.	<b>Дигитални фото-апарат</b>	Меморија за бар 15 слика; Резолуција од најмање 5 мегапиксела; Оптичко зумирање од минимално 3 пута
13.	<b>Проточни ватметар (Through-Line, RMS ватметар)-опционо</b>	Фреквенцијски опсег 40MHz – 1GHz; Тачност мерења ±5% Димензије проточнпг дела коаксијалног вода прилагођена снази која се мери; Карактеристична импеданса 50Ω
14.	<b>Дирекциони спрежњак за мерење-опционо</b>	Спрега зависи од излазне снаге, Директивност > 25dB

## II.6 Процедуре мерења

Мерна опрема повезује се на дигитални ТВ предајник према блок шеми (Слика II-1):



Слика II-1 Пример повезивање мерне опреме и ТВ дигиталног предајника радио станице

У случају да дигитални ТВ предајник не поседује спрежњик за мерење, прикључење дирекционог спрежњика врши се, преко мерног кабла директно на антенски излаз предајника или на излаз атенуатора који врши функцију вештачке антене водећи рачуна о максималним нивоима као и да максимална снага код DVB-T2 сигнала може бити 13 dB већа од номинално мерене.

Процедура спајања мерне опреме изводи се по следећем редоследу:

- Мерна опрема повезује се на ТВ предајник према блок шеми (Слика II-1). У случају да ТВ предајник не ради преко комбајнера, мерна опрема повезује се директно на антенски излаз ТВ предајника преко одговарајућег атенуатора или дирекционог спрежњика.
- Укупно слабљење између антенског излаза и улаза анализатор спектра ( $A_{\Sigma}$ ) мора бити унапред познато за комплетан фреквенцијски опсег од интереса.

### II.6.1 Мерење предајне фреквенције

Поступак мерења је следећи:

- Поставити мерни сет према слици II.1. После постизања синхронизације са спољном 10MHz GPS синхронисаном референцом у трајању од минимално 30 минута.
- Анализатор спектра поставити на следећи начин:
- $FC=f$  (номинална(централна) фреквенција DVB-T2 телевизијског канала);
- $SPAN=20MHz$ ;
- $RBW=30kHz$ ;
- $VBW=300kHz$ ;
- $TRIGGER=FREE RUN$ ;



- **SWEEP TIME**=slow (2000msec min);
- **REF LEVEL**=0dBm;
- **AMP SCALE**=log: 10db/div;
- **TRACE**=Average.
- **NUMBER OF AVERAGING**=50
- Забележити номиналну фреквенцију ТВ канала.

Централна номинална фреквенција ТВ канала мери се директним методом или методом процесирања спектра сигнала на рачунару.

### Директни метод

Поступак мерења је следећи:

Помоћу анализатора спектра синхронисаног на GPS референтни осцилатор 10MHz мери се вредност номиналане централне фреквенције ТВ канала предајника постављањем анализатора спектра на следећи начин:

- **FC**= $f$  (номинална-централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN**=20MHz;
- **RBW**=30kHz;
- **VBW**=30kHz;
- **TRIGGER**=FREE RUN;
- SWEEP TIME=slow (2000msec min);
- **TRACE**=Average;
- **NUMBER OF AVERAGING**=50;
- **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 синхронисаног на GPS референтни осцилатор 10MHz мери се спектар дигиталног ТВ предајника постављањем анализатора спектра на следећи начин:

- **FC**= $f$  (номинална-централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN**=20MHz;
- **RBW**=30kHz;
- **VBW**=300kHz;
- **SWEEP TIME**=slow(2000msec);
- **TRACE**=Average;
- **NUMBER OF AVERAGING**=50;
- **TRIGGER**= FREE RUN;

Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар.

Вредност централне номиналане фреквенције ТВ радног канала израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.

У Извештај, у поље “Фреквенција – предајна” – уноси се у рубрику „Канал“ број радног канала, у рубрику „Центар канала“ номинална фреквенција у [MHz], а у рубрику “Одступање канала” се уписује:

- За ТВ предајнике у MFN мрежи одступање од номиналне фреквенције у формату  $\pm \_ \_ \_ [Hz]$
- за SFN предајнике и репетиторе се уписује 0 Hz

Дозвољено одступање централне предајне фреквенције од номиналне за DVB-T2 предајника у MFN мрежи је  $\pm 0.5 kHz$ .

## II.6.2 Ширина емисије на радном каналу

Ширина емисије на радном каналу мери се помоћу мерног сета приказаног блок шеми (Слика II-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 (*OBW-Occupied bandwidth*), ТВ предајника са DVB-T2, постављањем анализатора спектра на следећи начин:

- **FC**= $f$  номинална (централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN**=20MHz;
- **RBW**=30kHz;
- **VBW**=300kHz;
- **TRIGGER**=FREE RUN;
- **TRACE**=Average;
- **NUMBER OF AVERAGING**=50;
- **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:

Параметри анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника постављањем анализатора спектра на следећи начин:

- **FC**= $f$  номинална (централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN**=20MHz;

- **RBW=10kHz;**
- **VBW=100kHz;**
- **SWEEP TIME=Auto;**
- **TRACE=Average;**
- **NUMBER OF AVERAGING=50;**
- **TRIGGER=FREE RUN.**

Одмерци измереног спектра сигнала пребацују се у рачунар.

Вредност ширине емисије на радном каналу 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 \_\_\_ [ MHz].

Вредност ширине емисије на радном каналу мора бити мања од 7,62 MHz за UHF опсег, односно 6,66 MHz за VHF опсег.

#### **Провера емисионе спектралне маске**

Мерење се врши помоћу мерног сета приказаног на блок шеми (Слика II-1).

Анализатор спектра синхронисан са GPS референтним осцилатором 10MHz поставља се на следећи начин:

- **FC=f** номинална (централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN=10MHz;**
- **RBW=10kHz;**
- **VBW=100kHz;**
- **SWEEP TIME= slow (2000msec min);**
- **AMP SCALE=log: 10db/div;**
- **ДЕТЕКТОР МОДЕ=RMS;**
- **TRACE=Average;**
- **NUMBER OF AVERAGING=50.**

Након 2 минута читавају се вредност нивоа са анализатора спектра у карактеристичним мерним тачкама и снима се изглед екрана.

Очитана вредност мора да буде за све фреквенцијске помераје из Табеле II. 1, потиснута ван радног канала више или једнако од одговарајућих вредности (Табела II-1) изражено у dBc (у односу на ниво измерене снаге).

Мерење некритичне (критичне) маске је обавезно на растојању  $\pm 4.2$  MHz, док су остала мерења опциона.

Удаљеност од номиналне (централне) фреквенције	Гранични нивои недозвољеног зрачења некритична (критична )маска /RBW
$\pm 4.2$ MHz	-40.2dB (-50.2dB)/4(10)kHz
$\pm 6$ MHz	-52.2dB (-62.2dB)/4(10)kHz
$\pm 8$ MHz	-60.2dB (-70.2dB)/4(10)kHz

---

---

**± 10 MHz**

**-68.2dB (-78.2dB)/4(10)kHz**

---

**Табела II-1**

Уколико овај услов није задовољен сматра се да нежељена зрачења не задовољавају спектралну маску.

У Извештај се у рубрику „Провера емисионе маске“ уносе измерене вредности на растојању +4.2MHz од центра канала изражене у dB.

*Дигитални ТВ предајник мора да задовољава некритичну маску. Агенција задржава право да захтева примену критичне маске у случају блиских предајника на суседним радним каналима.*

### II.6.3 Снага споредних и паразитних зрачења

Излаз предајника повезати на вештачку антену или калибрисани спрежник минимално до троструке радне фреквенције.

Прикључити анализатор спектра преко калибрисане дирекционе спреге или атенуатора одговарајуће снаге.

Анализатор спектра поставља се на следећи начин:

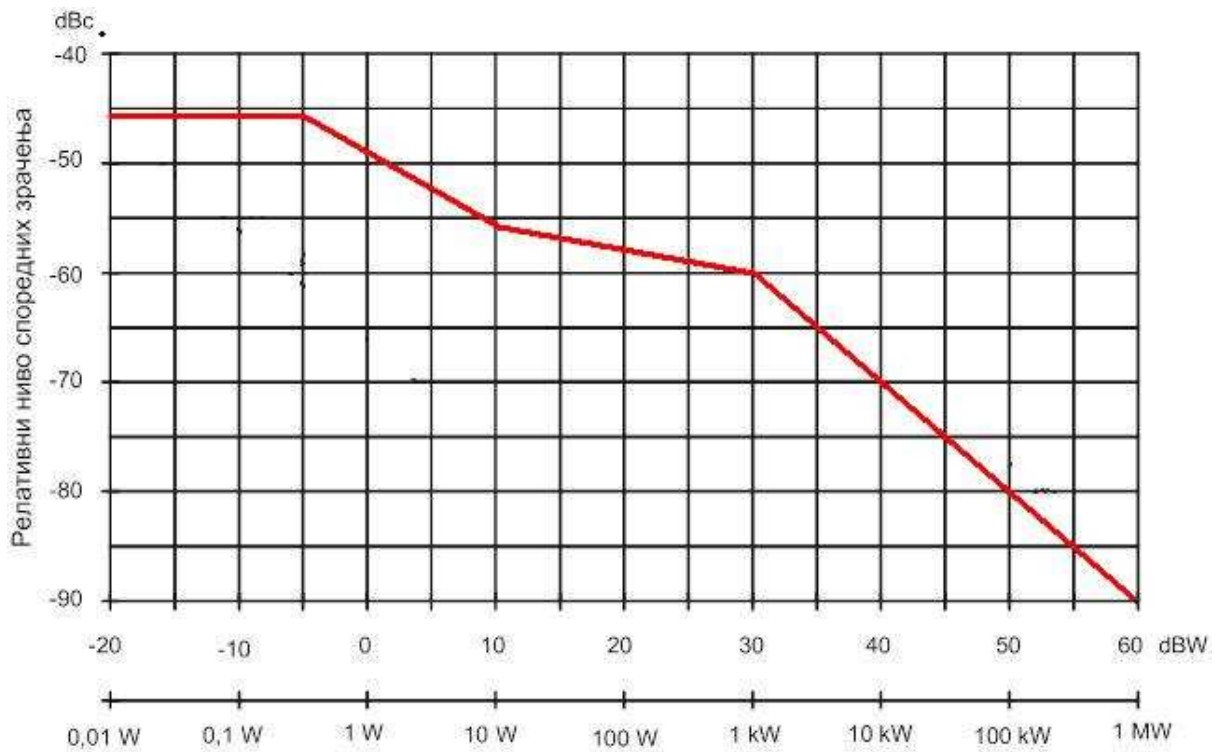
- **FSTART=100kHz;**
- **FSTOP = 3GHz;**
- **RBW=100kHz;**
- **VBW=100kHz;**
- **SWEEP TIME=AUTO;**
- **AMP SCALE=log: 10db/div;**
- **DETEKTOR MODE=RMS;**
- **TRACE=Average;**
- **NUMBER OF AVERAGING=25.**

Након 2 минута читавају се вредности нивоа са анализатора спектра и снима се изглед екрана као прилог мерењу.

Измери се излазна снага предајника. Мерење се пребацује на делта мерење у односу на измерену снагу и сними се спектар од минимално 0 – 3GHz. Да би се повећала широкопојасна динамика анализатора спектра >70 dB између дирекционе спреге (атенуатора) и анализатора спектра убацује се филтер непропусник радног канала или филтер високопропусник радног опсега и измере се сви нивои.

Резултати мерења уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Снага нежељених зрачења“ и изражавају се у децибелима (dBc). Обавезно се уноси измерена вредност 2. хармоника, као и све остале спектралне компоненте које превазилазе вредности дефинисане маском.

Нивои нежељених зрачења морају бити према масци (Слика II-2).



**Слика II-2** Максимално дозвољени нивои споредних зрачења у фреквенцијским опсезима 30÷87,5 и 137÷1000MHz, односно као у табели (Табела II-2).

	Снага	Споредна зрачења
1	0,5 - 5W	мање од 25μW
2	10W-1kW	мање од 60dB
3	преко 1kW	мање од 1mW

**Табела II-2** Табела дозвољених споредних зрачења у функцији излазне снаге

## II.6.4 Мерење директне снаге

### II.6.4.1 Мерење снаге DVB-T2 сигнала анализатором спектра

Мерење снаге бавља се помоћу анализатора спектра, при чему је мерна опрема повезана на према Слици II.5-1.

Једна од најсигурнијих метода мерења снаге је калориметарска метода или метода мерења снаге термоспрегом. И анализатор спектра може врло прецизно послужити мерењу снаге DVB-T2 ако познајемо механизам и ограничења мерења. Анализатор спектра даје врло прецизан однос сигнал шум на излазу предајника пре излазног филтера пропусника опсега. DVB-T2 OFDM сигнал је врло сличан шуму и има врло велики crest фактор. Пошто је DVB-T2 сигнал врло сличан Гаусовом шуму мери се на сличан начин; услов је да је сигнал раван на максимуму .

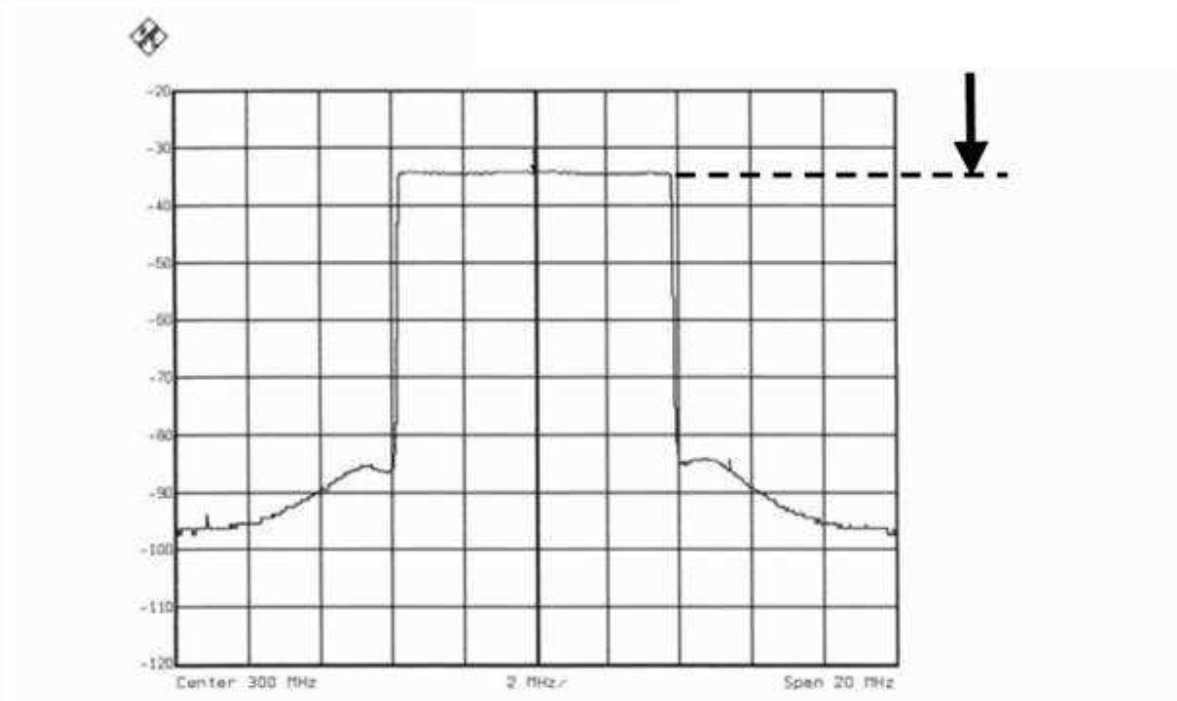
#### Директни метод мерења снаге у спектралном домену

Поступак мерења је следећи, а анализатор спектра је сетован на следећи начин:

- **FC=f** номинална (централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN=20MHz**;
- **RBW=30kHz**;
- **VBW=300kHz** (због RMS детектора и логаритамске скале потребно је да је **VBW>=10 RBW**) ;
- **TRIGGER=FREE RUN**;
- **DETEKTOR MODE =RMS**;
- **MEASUREMENT MODE= CHANNEL POWER**;
- **SWEEP TIME= SLOW** (минимално 2000msec)
- **TRACE=Average**;
- **NUMBER OF AVERAGING=25**;
- **Маркер шума на центру канала** је С и представља густину шума у dBm/Hz

као што приказује Слика II-3

$$C[dBm] - 10 \lg\left(\frac{DVB-T - signal\_bandwidth}{resolution\_bandwidth}\right)[dB];$$



**Слика II-3** Снимак DVB-T2 сигнала на анализатору спектра

У стандарду за мерење DVB-T2 сигнала одређено је да је резолуциони филтер RBW анализатора спектра 4kHz. За канални растер 8 MHz дефинисана ширина канала је 7,61 MHz и корекција мерења је 32,2 dB. Слично је за канални растер 7 MHz предвиђена ширина канала 6,66 MHz и корекција 32,8dB. Већина анализатора има друге RBW филтере типично 1,3,10,20,30 kHz па је потребно извршити корекцију за изабрани филтар (Табела II-3)

Резолуциони филтер RBW[kHz]	Слабљење [dB] корисног DVB-T2 сиганала за растер канала 7MHz	Слабљење [dB] корисног DVB-T2 сиганала за растер канала 8MHz
1	38,8	38,2
4	32,8	32,2

5	31,8	31,2
10	28,8	28,2
20	25,8	25,2
30	24	24
50	21,8	21,8
100	18,8	18,8
500	11,8	11,8

**Табела II-3** Корекција очитавања снаге за различите RBW анализатора спектра

Анализатор спектра даје  $C'$  аутоматски за сетовано мерење у јединици dBm/Hz. Потребно је израчунати снагу DVB-T2 сигнала према формули:

$$C = C' + 10 \log (\text{signal bandwidth/Hz}) \quad [\text{dBm}]$$

Пример мерења за радни канал ширине 8MHz:

Мерење шума на центру канала  $C'$ : -100 dBm/Hz

Корекцијска вредност за 7.6 MHz ширину канала : + 68.8 dB

Снага DVB-T2 сигнала у каналу: = - 31.2 dBm

Вредност снаге очитава се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

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

Поступак мерења је следећи:

Помоћу анализатора спектра мери се спектар сигнала ТВ предајника, постављањем анализатора спектра на следећи начин:

- **FC=f** номинална (централна) фреквенција ТВ канала који се мери;
- **SPAN=20MHz**;
- **RBW=10kHz**;
- **VBW=100kHz**;
- **SWEEP TIME=Auto**;
- **TRIGGER=FREE RUN**;
- **TRACE=Average**;
- **NUMBER OF AVERAGING=25**.

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.

У Извештај, у поље „Вредност инцидентне снаге предајника” уноси се измерена вредности инцидентне снаге у W [kW].

У рубрику „Вредност рефлектоване снаге предајника” уноси се измерена вредности рефлектоване снаге у W [kW].

Дозвољено одступање измерене предајне снаге и добитка антенског система је такво да одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност не сме бити веће од +1.5 dB (41%).

#### II.6.4.2 Директна метода мерења излазне снаге

Директна метода се користи код предајника већих снага (изнад 1kW RMS снаге) и базира се на калориметриској методи мерења топлоте развијене на отпорнику вештачке антене хлађене расхладном течностју.

Поступак мерења је следећи:

- Прикључити излаз предајника на вештачку антену хлађену расхладном течностју;
- Сачекати да се стабилизују температуре улазне и излазне воде (уз константан проток, који се постиже сопственом воденом пумпом у систему);
- Измерити проток воде кроз вештачку антену и температуре излазне и улазне воде; Зависно од снаге предајника одабрати вештачку антена тако да се не преоптерети с обзиром CCDF фактор дигиталног ТВ предајника.

RMS снага мерена калориметријском методом израчунава се по формули:

$$P_{RMS} = 0,07 \cdot Q \cdot \Delta t \cdot p,$$

где су:

$P_{RMS}$  = RMS снага предајника у киловатима [kW];

Q = проток течности кроз вештачку антену [лит/мин];

$\Delta t$  = разлика улазне и излазне температуре воде за хлађење [°C];

P = корекциони фактор за специфичну топлоту течности за хлађење, као што приказује Табела II-4

<i>Процент етилен-гликола</i>	
<b>% у води</b>	<b>Корекциони фактор (p)</b>
0	1
20	0,95
30	0,92
40	0,89
50	0,85

**Табела II-4** Корекциони фактор за специфичну топлоту течности за хлађење

Остале наведене методе мерења снаге су индиректне.

#### II.6.4.3 Мерења излазне снаге мерачем снаге са термоспрегом

Ако се мерење снаге врши мерачем снаге са термоспрегом поступак мерења је следећи:

Зависно од нивоа излазне снаге предајника и опсега мерача снаге са термоспрегом, узорак сигнала за мерач снаге узети преко калибрисане дирекционе спреге, што значи да уређај може



остати на радној антени или преко калибрисаног атенуатора, који у том случају уједно представља и завршно оптерећење. Вредност излазне снаге предајника се читава са дисплеја мерача снаге и коригује за вредност дирекционе спреге.

### II.6.5 Мерење BER (Bit Error Ratio)

У DVB-T и DVB-T2 преносу постоје 3 показатеља грешке због постојања унутрашњег и спољашњег прстена заштите у преносу података:

1. Битска грешка (BER) пре Витерби/BCH декодера
2. Битска грешка (BER) пре Рид Соломон/LDPC декодера
3. Битска грешка (BER) после Рид Соломон/LDPC декодера

Битска грешка (BER) од највећег интереса и која пружа највише информација је пре Витерби декодера. То се може утврдити довођењем битске поворке после Витерби кодера на други конволуциони кодер исте конфигурације као и у предајнику. Ако битска поворка пре Витерби кодера буде иста са оним након конволуционог кодера - узимајући у обзир кашњење конволуционог кодера - значи да нема грешака. Разлике, а тиме и битске грешке, се затим одређују компаратором за I и Q гране. Битске грешке се онда броје и деле са бројем пренесених бита дајући нумеричку вредност релативне битске грешке (BER):

**BER** = број грешака /број пренесених бита

Битска грешка пре Витербија је у распону између  $10^{-9}$  (излаз предајника) и  $10^{-2}$  (улаз пријемника са лошим условима пријема). Витерби декодер може да исправи неке од битских грешака, остављајући преостале битске грешке Рид-Соломон декодеру. Бројећи корекције Рид-Соломон декодера и делећи их са бројем пренесених у истом периоду показује релативну грешку Рид-Соломоновог декодера. Међутим, ако Рид-Соломон декодер није у стању да исправи све грешке, то се резултује у грешци у транспортним пакетима. Овакви пакети су означени у ТС заглављу (показатељ грешке у транспортном пакету, TEIB бит = 1). Бројећи пакете са грешком добија се прорачун пост-Рид Соломон битске грешке.

DVB-T тест пријемник ће открити сва 3 односа битске грешке и приказати их у једном од главних менија мерења. Мора се напоменути да због очекиване мале вероватноће битске грешке после Витерби и Рид-Соломон декодера, треба изабрати мерење у распону од неколико минута до неколико сати.

Мерење после Рид-Соломон декодера са довољним нивоом пријемног сигнала (већим од -60dB) мора да буде боље од  $10^{-10}$ , ако то није испуњено вероватно постоји резидуална грешка предајника (тј. лош квалитет предајника). Овакав резултат би морао да буде праћен и недовољним MER-ом ово мерење описано је у поглављу II.6.6.

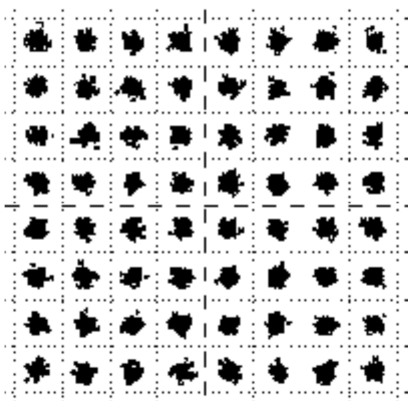
У стандарду DVB-T2 у заштити грешка коришћен је другачији поступак заштитног одовања, односно примењено је **BCH** кодовање у спољашњем прстену заштите уместо Витербијевог и **LDPC** (Low Density Parity Check Codes) кодовање у унутрашњем прстену заштите уместо Рид Соломоновог поступка, затим примењен интерливинг.

Мерни пријемници означавају кодовање које је примењено јер принципијелно нема разлике у начину остваривања заштите – поступци примењени у DVB-T2 су ефикаснији и омогућавају повећање протока и приближавање Шеноновој граници капацитета преноса, наравно по цени сложеније структуре кодера односно декодера.

*Мерење BER је опционо, битска грешка (BER) после **LDPC**, односно пре **BCH** декодера треба да буде боља од  $10^{-9}$ . Мерење се обавља дигиталним мерним пријемником, са минималним трајањем мерења 30 минута. Резултат мерења се уписује у Извештај у рубрику „BER“.*

## II.6.6 Мерење квалитета модулационог сигнала са графичким приказом (Constelation Diagram), MER

У DVB-T се анализирају хиљаде COFDM подносилаца. Опсег анализираних подносилаца се може бирати. Приказујући све констелационе дијаграме (подносиоци број 0 до 6817 или 0 до 1705) наслагане једне преко других добијамо могућност анализе квалитета модулације.



Слика II-4 Констелациони дијаграм за DVB-T

Модулацијска грешка (MER) је мера од збира свих сметњи насталих на преносној линији. Као и однос сигнал/шум, обично је наведен у dB. Ако је само ефекат шума присутан, MER и S/N су једнаки.

Резултат свих интерферентних утицаја на дигитални ТВ сигнал у широкопојасном преносу је да констелативне тачке показују одступања у односу на своје номиналне позиције у средишту зоне одлучивања. Ако су одступања превелика, границе зоне одлучивања се превазилазе и дешавају се битске грешке. Међутим, одступања од центра поља може се посматрати као дејство произвољног ометача. То је управо циљ једног вештачки уведеног параметара као што је MER - код мерења MER, претпоставља се да су стварни погоци у констелационом дијаграму померени од центра дејством ометача. Ометачима се додељују вектори грешака, уперени од центра зоне до тачке стварног места на констелационом дијаграму. Дужине свих ових вектора грешке се мере и формира се средња квадратна грешка или максимална вршна вредност грешке у временском прозору.

Средња вредност MER се рачуна као:

$$MER_{RMS} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (|error\_vector|)^2}}{U_{RMS}} \cdot 100\%;$$

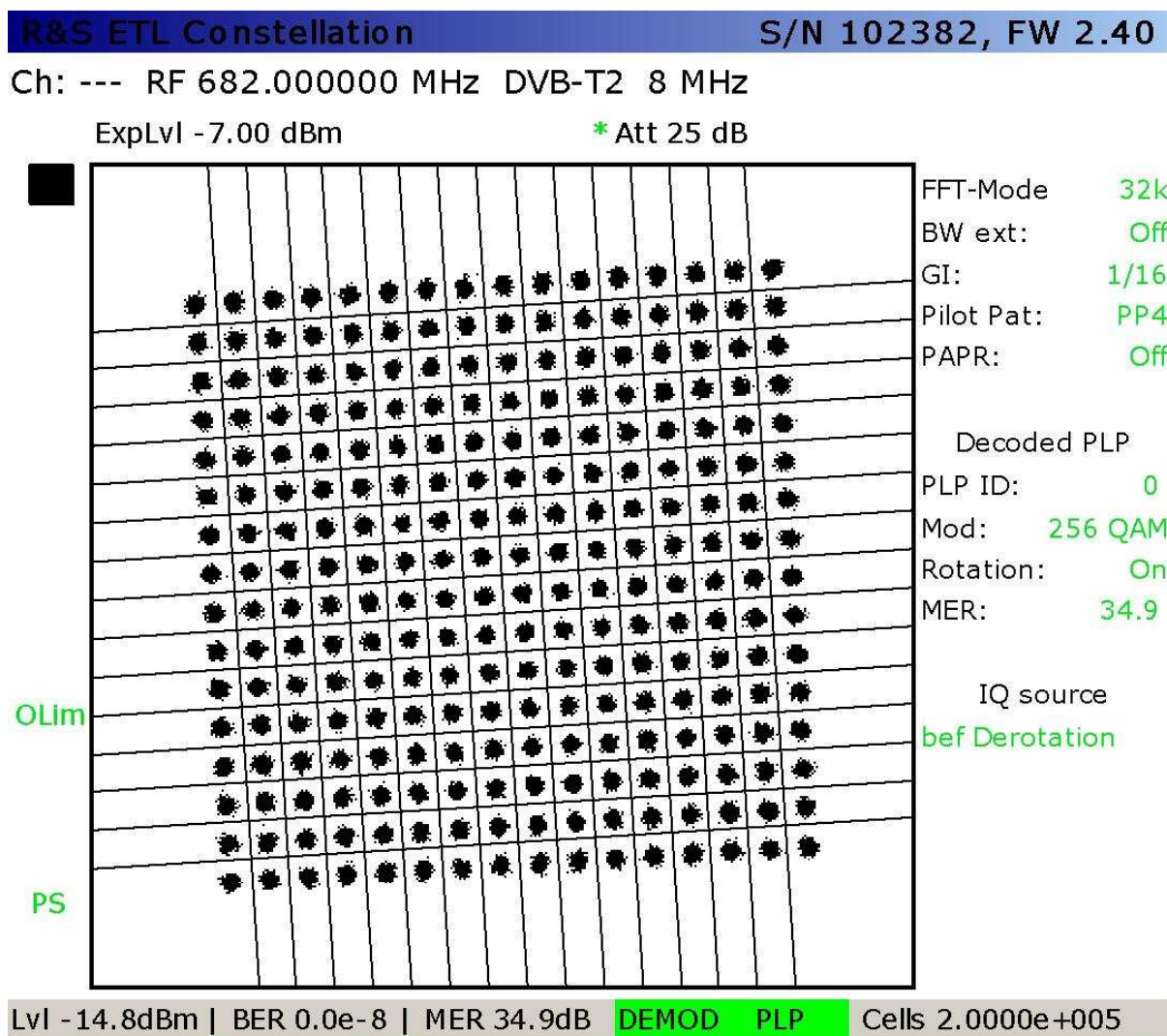
А максимална (peak)

$$MER_{PEAK} = \frac{\max(|error\_vector|)}{U_{RMS}} \cdot 100\%;$$

Наравно, као и остале величине, приказују се у децибелима прерачунате по формули:

$$MER_{dB} = 20 \cdot \lg\left(\frac{MER[\%]}{100}\right); \quad [dB]$$

ТВ DVB-T2 предајник ради и са QAM256. Да би се правилно оценио квалитет предајника (линеарна, фазна и фреквенцијска изобличења) кроз све напонске и фазне нивое за сваки носилац понаособ снима се констелациони дијаграм коме је дозвољена ротација као што приказује Слика II-5



Date: 9.JAN.2012 09:35:11

Слика II-5 Приказ ротираног констелационог дијаграма у DVB-T2

Мерење се обавља мерним пријемником

Нумерички резултат се приказује за средњу вредност MER и не сме да буде мањи од:

**За предајнике**  **$\geq 34.0$  dB**

**За репетиторе**  **$> 27.0$  dB**

Резултат мерења се уписује у Извештај у рубрику „MER“ изражен у dB са једним децималним местом.

Констелациони дијаграм са параметрима сетовања предајника (Слика II-5) је обавезан прилог уз мерни протокол.

### II.6.7 Мерење амплитудског одзива, фазног и групног кашњења

Иако је DVB-T2 прилично толерантна у односу на линеарна изобличења, као што су амплитудна, фазна и дисторзија групног кашњења, мерење ових параметара није велики проблем. DVB-T2 тест пријемник је у стању да анализира пилоте носиоца („разбацани“ пилоти и стални пилоти) садржане у OFDM сигналу и да израчуна линеарна изобличења. Табела II-5 показује како је извештај организован код мерног пријемника Rohde & Schwarz.

Мерење је опционо, а аутоматски генерисани подаци су прилог укупним резултатима мерења.

<b>Parameters</b>	
Coder	
I/Q Ampl. imbalance / %	-0,02
I/Q Quadratur error / °	0
Transmission	
Mod. Err. Ratio (RMS) / dB	36,2
Crest Factor	
Us/Uavg	11,4
Amplitude / Phase	
Amplitude slope / dB	0,23
Phase slope / °	0,9
Group delay / s	2e-08

**Табела II-5.** Изглед аутоматски генерисаног извештаја на мерном пријемнику

## II.6.8 CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор

DVB предајни сигнал са OCOFDM модулацијом са великим бројем носилаца (у случају DVB-T2) теоретски има могућност да су сви носиоци у фази; у временском домену ово представља импулс са великим премашењем у односу на средњу вредност сигнала који предајник не може да емитује без изобличења (смањења вршне вредности) и загађења излазног спектра нежељеним продуктима који ометају друге кориснике и сервисе. Из тих разлога уведено је ограничење вршне вредности у модулатору на 13 dB.

Крест фактор за појединачни носилац је једнак односу ефективне и вршне вредности напона носиоца (**cfu**)

$$cfu = 20 \log(U_{peak}/U_{rms})$$

Анализатор спектра и мерачи снаге мере крест фактор обрачунавајући однос снага ( cfr )

$$cfr = 10 \log(PEP)/P_{AVG}$$

где су

$$PEP = (U_{peak}/\sqrt{2})^2 / Z_0$$

$$P_{AVG} = (U_{RMS} \times U_{RMS}) / Z_0$$

Добијамо

$$cfu = cfr + 3 \text{ dB}$$

Максимална тренутна вредност се добија када саберемо све максимуме N појединачних носилаца

$$U_{peak} = N \cdot U_{peak0}$$

$$U_{RMS} = \sqrt{N \cdot U_{RMS0}^2}$$

Ефективна вредност појединачног носиоца:

$$U_{RMS0} = \frac{U_{peak0}}{\sqrt{2}}$$

Ефективна вредност свих носилаца је:

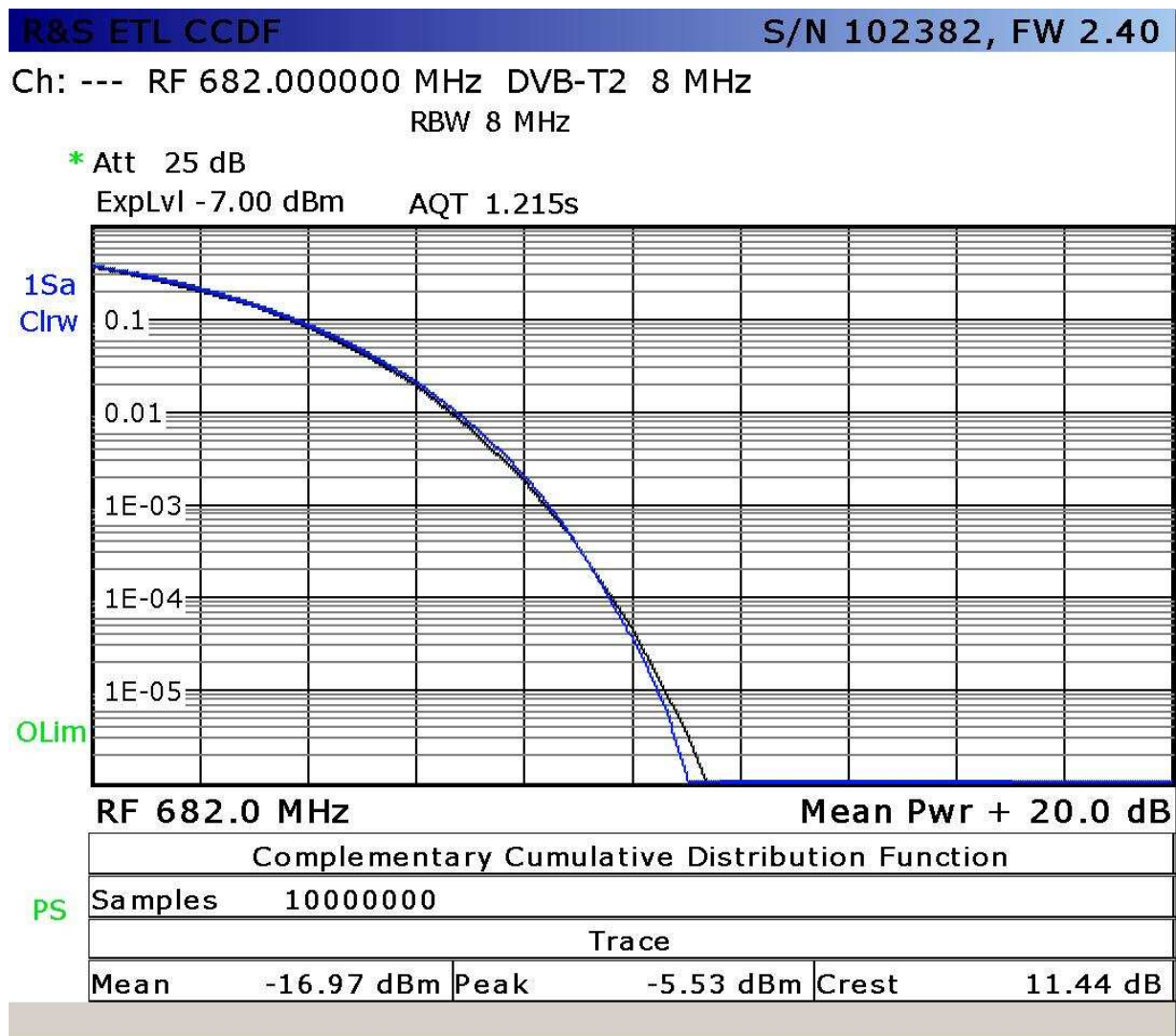
$$U_{RMS} = \sqrt{N \cdot \frac{U_{peak0}^2}{2}}$$

Убацујући вршне и ефективне вредности добијамо:

$$cf_{COFDM} = 20 \log\left(\frac{U_{peak}}{U_{RMS}}\right) = 20 \log\left(\frac{N \cdot U_{peak0}}{\sqrt{N \cdot \frac{U_{peak0}^2}{2}}}\right)$$

$$cf_{COFDM} = 20 \log\left(\frac{N}{\sqrt{\frac{N}{2}}}\right) = 20 \log\sqrt{2N} = 10 \log(2N)$$

Мерење **cfu** се врши мерним пријемником или анализатором модулације довођење тест сигнала на модулатиони улаз предајника. Изабере се мерење CCDF опција мерног пријемника или анализатора модулације и сними дијаграм, а бројчана вредност унесе у табелу као на примеру показује Слика II-6.



Date: 9.JAN.2012 09:42:41

Слика II-6 Пример приказа резултата мерења CCDF фактора

*Крест фактор мора да буде мањи од 13.0 dB.*

У Извештај се у рубрику „Crest фактор“ уписује измерена вредност изражена у dB са једним децималним местом.

### II.6.9 Поларизација антена

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

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

Поступак мерења је следећи:

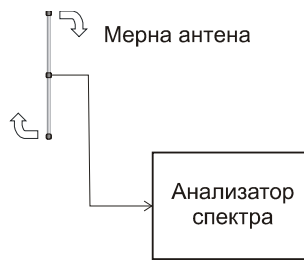
- Мерење се врши у далеком пољу антене, на удаљености већој од 100 метара испред антене. Бира се мерна локација у чијој близини се не налазе рефлектујуће површине, по могућству по надморској висини што приближнија тачки на којој је монтирана предајна антена, ако је то могуће.
- Ротацијом мерне антене (најподеснија логаритамска) постављене на сталку у равни нормалној на правац зрачења предајне антене посматра се одзив на анализатору спектра.
- Одреди се положај антене (угао) у којем одзив на анализатору има максималну вредност;
- Измери се угао (положаја антене) у којем одзив на анализатору има минималну вредност;
- Уколико има више изражених максимума или минимума, тада је избор мерне тачке неадекватан и треба се померити на нови положај и поновити поступак;
- Разлика ових углова треба да је у границама  $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ .
- Уколико је разлика у одзивима анализатора спектра при вертикално и хоризонтално постављеној мерној антени већа од 10dB, утврђује се да је примењена линеарна поларизација и то вертикална или хоризонтална, у зависности од резултата мерења. У супротном ради се о мешовитој поларизацији предајне антене.

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

### II.6.10 Нејонизујуће зрачење ТВ предајника

При техничком прегледу ТВ радио-станице обавезно се мери ниво електромагнетног поља станице, односно нејонизујућих зрачења, проузрокованих емисијом ТВ радио предајника, 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 изотропним сензором.



Слика II-7 Блок шема повезивања мерних инструмената

Поступак мерења је следећи:

Уколико се мерење врши линеарно поларизованом калибрисаном антеном, 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:

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

где је:

$V_{ri}$  – измерени напон на 50-омском улазу анализатора спектра за ортогоналну раван  $i$ ,

$AF^{electric}$  – фактор антене (за мерену фреквенцију),

$A_K$  – слабљење мерног кабла,

$E_i$  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**= $f_c$
- **SPAN**=0 Hz (zero-span)
- **RBW**=300kHz
- **VBW**=300kHz
- **TRIGGER**=VIDEO
- **SWEEP TIME**=1ms
- **REF LEVEL**=по потреби
- **AMP SCALE**=log: 10db/div
- **TRACE**=Max hold
- **AMPLITUDE**=dB $\mu$ V

где је  $f_c$  носећа 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 чем у је ималац радио-станице дужан да екипи за обављање техничког прегледа обезбеди увиду оригиналну пројектну документацију и документацију произвођача антена са свим релевантним параметрима који описују примењену антену, односно антенски систем (добитак антене, поларизацију, дијаграм зрачења).

Мерење се врши у више тачака у околини предајника, а у извештај се уноси највећа измерена вредност ЕМ поља у коме се крећу и бораве људи, а која се најчешће налази у главном снопу зрачења антене. У извештај, у рубрику „Нејонизујућа зрачења“, уноси се максимална измерена вредност изражена у V/m.

**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.**

### II.6.11 Координате антенског система

Географске координате антенског система дигиталног ТВ предајника мере се директно уз помоћ GPS пријемника.

Поступак мерења је следећи:

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

У Извештај, у поље “Координате локације (WGS-84)”- уноси се измерена вредност географске дужине у формату E 0\_°\_’\_” (степени, минути, секунде) и географске ширине у формату N4\_°\_’\_” (степени, минути, секунде). Обавезан је унос координата у систему WGS-84.

Одступање координата (центра) антенског система од податка из дозволе за коришћење фреквенција, не може бити веће од 250 m.

### II.6.12 Надморска висина локације

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

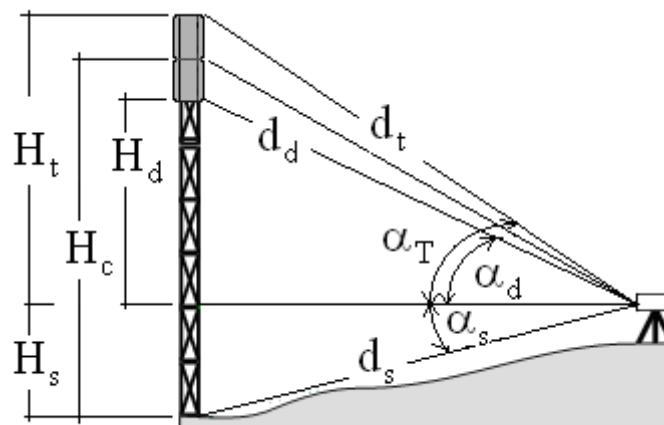
У Извештај, у поље „Надморска висина локације”- уноси се вредност надморске висине очитана са 3D модела терена, у метрима.

## II.6.13 Висине антена

### Индиректни метод:

Поступак мерења је следећи:

- На одређеној удаљености (до 100 m) поставити ласерски мерач даљине са могућношћу мерења угла (Слика II-8);
- Измерити углове (означене са  $\alpha_t$ ) под којим се види врх, а потом угао  $\alpha_d$  под којим се види дно антене-а;
- Измерити  $\alpha_s$  угао под којим се види подножје антенског стуба;
- Измерити растојање до врха  $d_t$  а потом до дна  $d_d$  антене-а;
- Измерити растојање  $d_s$  до подножја антенског стуба;
- Висина врха антене(а) је  $H_t = d_t \sin(\alpha_t)$ ;
- Висина дна антене(а) је  $H_d = d_d \sin(\alpha_d)$ ;
- Висина дна антенског стуба је  $H_s = d_s \sin(\alpha_s)$ ;
- Висина центра антене(а) 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-8 Мерење висине антене са мерном тачком изнад равни основе стуба

Поступак поновити за антене свих сектора.

### Директни метод:

Поступак мерења је следећи:

Висине антена мере се помоћу ласерског даљиномера са могућношћу мерења растојања између две тачке у простору из треће (стајне) тачке у простору, под условом да је тачност даљиномера боља од 0.5 m.

У Извештај, у поље “Висина центра антенског система изнад тла”- уносе се измерене висине центра антенског система изнад тла у метрима, за сваки сектор понаособ.

### II.6.14 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.
- 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 антенског система дигиталног ТВ предајника.

У Извештај, у поље „Азимути Антенског система” уносе се измерени азимути антена у односу на географски север за сваки сектор понаособ у степенима ( $^\circ$ ).

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

## II.7 Процедуре провере услова

### II.7.1 Конфигурација мреже

Мрежа предајника може да се организује као MFN (**M**ultiple **F**requency **N**etwork) када предајници раде на различитим каналима или SFN (**S**ingle **F**requency **N**etwork) када комплетна мрежа (или део мреже) раде на истом каналу.

Конфигурација мреже се прочита из конфигурационог фајла предајника и уноси у рубрику „Конфигурација мреже”.

## II.7.2 Ефективно израчена снага

Добија се прорачуном на основу измерене снаге предајника и добитка антенског система (са урачунатим губицима а на основу каталожних података произвођача). Уколико није могуће утврдити произвођача, нити власник радио станице располаже каталожним карактеристикама уграђеног прибора, за израчунавање се узимају параметри из расположивих каталога познатих светских произвођача.

Поступак прорачуна је следећи:

Ефективно израчена снага (ERP) предајника једнака је:

$$\text{ERP [dBW]} = P_{\text{TX}}[\text{dBW}] + G_{\text{SIST}}[\text{dBd}],$$

где су:

$P_{\text{TX}}$  излазна снага предајника;  $P_{\text{TX}}[\text{dBW}] = 10 \log P_{\text{TX}}[\text{W}]$ ,

$G_{\text{SIST}}$  добитак антенског система [dBd].

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

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

Израчуната ефективно израчена снага се уноси у извештај о техничком прегледу, уписује у рубрику „Ефективно израчена снага предајника“ и изражава у киловатима (са два децимална места) уколико је већа од 1kW, односно у ватима (целобројна вредност) уколико је мања од 1kW.

Дозвољено одступање ефективно израчене снаге (ERP) у односу на додељену вредност из дозволе је +1.5 dB (+41%) .

## II.7.3 Идентификација

Очитати знак идентификације свих емитованих програма (канала) предајника пријемником и уписати у извештај о техничком прегледу у рубрику „Емитовани програми“.

## II.7.4 Назив уже локације радио станице

У Извештај, у рубрику „Назив уже локације радио станице“ уписује се адреса или назив уже локације.

## II.7.4 Усмереност антене

У Извештај, у рубрици „Антенски систем“ верификује се усмереност антена избором опције „усмерено“ или „неусмерено“.

## II.7.5 Добитак антенског система

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

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

$$G_{\text{SIST}} [\text{dB}] = G_{\text{ant}}[\text{dB}] + 10 \cdot \log_{10}(S) [\text{dB}] - 10 \cdot \log_{10}(P) [\text{dB}] - A_{\text{K}} [\text{dB}] - A_{\text{DIV}}[\text{dB}] - A_{\text{KON}}[\text{dB}] - A_{\text{МПХ}}[\text{dB}] ;$$

где су:

$G_{\text{ant}}$  = добитак антене у односу на полуталасни дипол у датом правцу [dB],

$S$  = број спратова антенског система,

$P$  = број праваца антенског система,

$A_{\text{K}}$  = слабљења каблова [dB],

$A_{\text{DIV}}$  = слабљење делитеља снаге [dB],

$A_{\text{KON}}$  = слабљења конектора [dB],

$A_{\text{МПХ}}$  = слабљење мултиплексера [dB],

Добијени (израчунати) резултати уписују се у Извештај о техничком прегледу у рубрику „Добитак антенског система“ за сваки азимут посебно и изражава се у [dB].

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

## II.7.6 Конфигурација антенског система

У Извештај о техничком прегледу, на основу визуелног увида, у поља „Конфигурација антенског система“ уписује се:

- Тип предајне антене, у поље “Тип предајне антене”- уноси се ознака (код) антене,
- Добитак једне антене у поље „Добитак једне антене“ изражен у dBd,
- Број спратова антенског система у рубрику „Број спратова“, за сваки сектор,
- Слабљење делитеља снаге у рубрику „Слабљење делитеља снаге“, изражено у dB,
- Слабљење конектора у рубрику „Слабљење конектора“, изражено у dB,
- Тип коаксијалног кабла у рубрику „Тип коаксијалног кабла“,
- Укупно слабљење коаксијалних каблова у поље „Слабљење кабла“, изражено у dB,
- Укупно дужина коаксијалних каблова у поље „Дужина коаксијалног кабла“, изражена у метрима.
- Евидентира се рад преко мултиплексера верификацијом поља да/не у рубрици „Рад преко мултиплексера“ и
- Пролазно слабљење мултиплексера (ако постоји) у рубрици „Пролазно слабљење мултиплексера“, изражено у dB.

## II.7.7 Ширина снопа појединачне антене система

3-dB угао ширине снопа (угао половине снаге) добија се као каталошки податак произвођача. Вредности се уписују у Извештај о техничком прегледу у рубрику „Угао ширине снопа појединачне антене“ и изражава у [°].

Дозвољено одступање ширине снопа у односу на додељену вредност је  $\pm 10^\circ$  (степени).

#### II.7.8 Однос напред-назад појединачне антене система

Представља каталошки податак, који обезбеђује произвођач антене.

Податак се уписује у Извештај о техничком прегледу у рубрику „Однос напред - назад“ и изражава у [dB].

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

#### II.7.9 Елевациони углови антенског система

Елевациони углови антенског система се утврђују проценом, и уносе у Извештај, у рубрику „Елевациони углови антенског система“ за сваки сектор, изражени у степенима (°).

#### II.7.10 Произвођач уређаја

У Извештај о техничком прегледу у поље “Произвођач уређаја” - уноси се назив произвођача.

#### II.7.11 Серијски фабрички број и тип уређаја

У Извештај о техничком прегледу, у поље „Серијски фабрички број и тип уређаја“ уписују се серијски број (S/N) и тип уређаја.

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

#### II.7.12 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 дигитални ТВ предајник, антенски систем и антенски каблови на одговарајући начин повезани са земљоводном инсталацијом, у Извештај, у поље „Земљоводна инсталација“ се верификује постојање земљоводне инсталације.

### II.7.13 Начин пријема модулационог сигнала дигиталног ТВ предајника

Увидом на лицу места констатује се начин пријема модулационог сигнала ТВ радио станице, који може бити:

- Репетитор
- Сателит
- RR радио релејна веза
- A/V кабл
- Оптичка веза
- Кабловски оператор
- Интернет жично

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

### II.7.14 Надморска висина антене

Дозвољена толеранција надморске висине антене, добијене као збир надморске висине локације и висине центра антенског система у односу на збир ова два податка из дозволе за дигитални ТВ предајник је +15m или 3% (један од услова мора да буде испуњен).

## III ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

Републичкој агенцији за електронске комуникације се доставља:

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

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

- поље „**Ималац радио-станице**” – пун назив фирме имаоца дигиталног ТВ предајника;
- поље „**Матични број**” – матични број фирме;
- поље „**Број дозволе**” – уноси се број дозволе за коришћење фреквенција за ТВ радио-станицу, 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.



Шифра поља	Опис	Параграфи у Упутству са методама мерења или провере
90216	Предајна фреквенција	II.6.1 Мерење предајне фреквенције
90421	Вредност снаге	II.6.4 Мерење директне снаге
90407	Ширина опсега заузета емисијом, врста емисије	II.6.2 Ширина емисије на радном каналу
90345	Знак идентификације	II.7.3 Идентификација
90307	Назив уже локације предајника	II.7.4 Назив уже локације радио станице
90326	Географска дужина и ширина по Гриничу	II.6.11 Координате антенског система
90341	Надморска висина терена(м)	II.6.12 Надморска висина локације
90401	Произвођач уређаја	II.7.10 Произвођач уређаја
90846	Серијски број радио-станице	II.7.11 Серијски фабрички број и тип уређаја
90507	Висина предајне антене изнад терена (м)	II.6.13 Висине антена
90523	Усмереност предајне антене	II.7.4 Усмереност антене
90525	Азимут максималног зрачења	II.6.14 Азимут(и) антенског система
90522	Поларизација	II.6.9 Поларизација антена
90531	Добитак предајне антене/антенског система (dB)	II.7.5 Добитак антенског система
90528	Угао ширине главног снопа предајне антене	II.7.7 Ширина снопа појединачне антене система
90536	Однос "напред-назад" (dB)	II.7.8 Однос напред-назад појединачне антене система
90533	Елевациони угао главног снопа	II.7.9 Елевациони углови антенског система

**Табела III-1** Листа поља из дозволе за коришћење радио фреквенција за радио станицу са референцом на мерне методе или методе провере

Број дозволе (02):

Број:

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

На основу техничког прегледа радио станице утврђено је следеће:

Шифра	Елементи техничког прегледа	Утврђено стање	Јединица	
	Конфигурација мреже			
90216	Фреквенција - предајна	Канал		
		Центар канала	MHz	
		Одступање канала	Hz	
90421	Вредност инцидентне снаге предајника			
	Вредност рефлектоване снаге предајника			
	Ефективна израчена снага предајника ERP			
90407	Ширина опсега заузетог емисијом		MHz	
	Провера емисионе маске	-4.2 MHz		
		+4.2 MHz	-dB	
	Снага нежељених зрачења	2. хармоник		-dBc
	BER (Bit Error Rate)			$10^{-10}$
	MER			dB
CREST фактор			dB	

Шифра	Елементи техничког прегледа	Утврђено стање		
90345	Емитовани програми			
Шифра	Елементи техничког прегледа	Утврђено стање	Јединица	
90307	Назив уже локације радио станице			
90326	Координате локације (WGS-84)	Дужина	° ' " E	
		Ширина	° ' " N	
90341	Надморска висина локације		m	
90401	Произвођач уређаја			
90846	Серијски фабрички број и тип уређаја			
90507	Висина центра антенског система изнад гла		m	
90523	Усмереност антене			
90525	Азимути антенског система		°	
90522	Поларизација антенског система			
90531	Добитак антенског система		dBd	
90528	Угао ширине снопа појединачне антене		°	
90536	Однос „напред-назад“		dB	
90533	Елевациони углови антенског система		°	
Конфигурација антенског система	Тип предајне антене			
	Добитак једне антене		dBd	
	Број спратова			
	Слабљење делитеља снаге		dB	
	Слабљење конектора		dB	
	Тип коаксијалног кабла		"	
	Слабљење кабла		dB	
	Дужина коаксијалног кабла		m	
	Рад преко мултиплексера	да	не	
	Пролазно слабљење мултипл.		dB	
Нејонизујућа зрачења			V/m	
Земљоводна инсталација		да	не	
Начин пријема модулативног сигнала		репетитор сателитом RR везом A/V каблом опт. каблом кабл. опер интернетом		

