



# Telekomunikaciona merenja TM P11 2018

**Profesor dr Miroslav Lutovac**

*"This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"*

# Мерења DVB-T2

- УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА ТВ РАДИО СТАНИЦА КОЈЕ ЕМИТУЈУ ПО СТАНДАРДУ DVB-T2
- ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД И КОНТРОЛА ДИГИТАЛНИХ ТВ ПРЕДАЈНИКА ПО СТАНДАРДУ DVB-T2.

# Мерењима техничких параметара

- 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

# Мерењима техничких параметара

- Технички преглед радио-станице може бити
  - редован, који се обавља пре пуштања станице у рад
  - ванредан, на захтев, да би се извршила провера рада станице када се контролом утврди да 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
- Пре и у току обављања техничког прегледа морају бити задовољени сви услови и процедуре из релевантних Правилника

# 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.

# Величине које се мере

- Нејонизујуће зрачење предајника на емисионој локацији, односно ниво електромагнетног поља радио станице у околном простору у коме се крећу и бораве људи.
- ниво ЕМ пољу изнад  $100\text{V/m}$ , обустављају се даља мерења и о томе се обавештава власник радио станице
- Предајна фреквенција, односно радни канал;
- Директна и рефлектована снага 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;

# Величине које се мере

- Мере се и неелектрични параметри:
  - Координате антенског система;
  - Висине антена;
  - Азимути антена.
- Посебни случајеви и услови у којима се неки од наведених параметара не мере, или се мере посебним поступцима

## Услови који се проверавају

- 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.
- ✓ 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.

- 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  $2.5 \times 10^{-6}$  са могућношћу синхронизације на GPS 10MHz референтни стандард осцилатор тачности мин  $10^{-9}$  односно  $10^{-10}$  за случај SFN мрежа
- Вертикални дисплеј тачности  $\pm 1,0\text{dB}$  за пун фреквенцијски опсег, вертикалне логаритамске скале од 1 до 10dB по подеоку;

## Опрема за мерење

- Карактеристична улазна импеданса  $50\Omega$ ;
- 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;
- могућност процесирања мерних резултата са анализатора спектра на рачунару помоћу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије

# GPS референтни 10 MHz стандард фреквенције

Опрема за мерење

- Тачност минимално  $10^{-9}$

Мерни пријемник или анализатор  
модулације са опцијом  
за стандард DVB-T2

Опрема за мерење

Као на пример:  
R&S ETL TV Analyzer, Agilent CXA, серија DVB-T2 опција  
или сличан пријемник

- ✓ Опсег фреквенција 0,01-3GHz;
- ✓ Карактеристична импеданса 50Ω;
- ✓ Снага: минимално 2 пута номиналана снага предајника у W [kW];
- ✓ Слабљење рефлексације: веће или 26dB

- ✓ Распон атенуације у опсегу један или више атенуатора
- ✓ Снага атенуатора 0.5W
- ✓ Карактеристична импеданса 50Ω

- ✓ 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.

# Геолошки или војно-артиљеријски магнетни компас

Опрема за мерење

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

# Калибрисана мерна антена или изотропни сензор за мерење јачине електричног поља

Опрема за мерење

- ✓ Калибрисане вредности добитка на сваком каналу у радном опсегу на коме антена ради;

- ✓ Даљина 200м минимум
- ✓ Минимална тачност мерења 0,5m;
- ✓ Инклинација, тачност боља од  $\pm 0,3^\circ$

Филтер непропусник опсега  
ВХФ /УХФ или  
филтер високопропусник  
-3dB (250 MHz) 900 MHz

Опрема за мерење

- ✓ Слабљење у непропусном опсегу: веће од 30dB;
- ✓ Слабљење у пропусном опсегу >900MHz мање од 3dB;
- ✓ Слабљење рефлексије у пропусном опсегу: боље од 20dB.

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

# Проточни ватметар (Through-Line, RMS ватметар)-опционо

Опрема за мерење

- ✓ Фреквенцијски опсег 40MHz – 1GHz;
- ✓ Тачност мерења  $\pm 5\%$
- ✓ Димензије проточног дела коаксијалног вода прилагођена снази која се мери;
- ✓ Карактеристична импеданса 50Ω

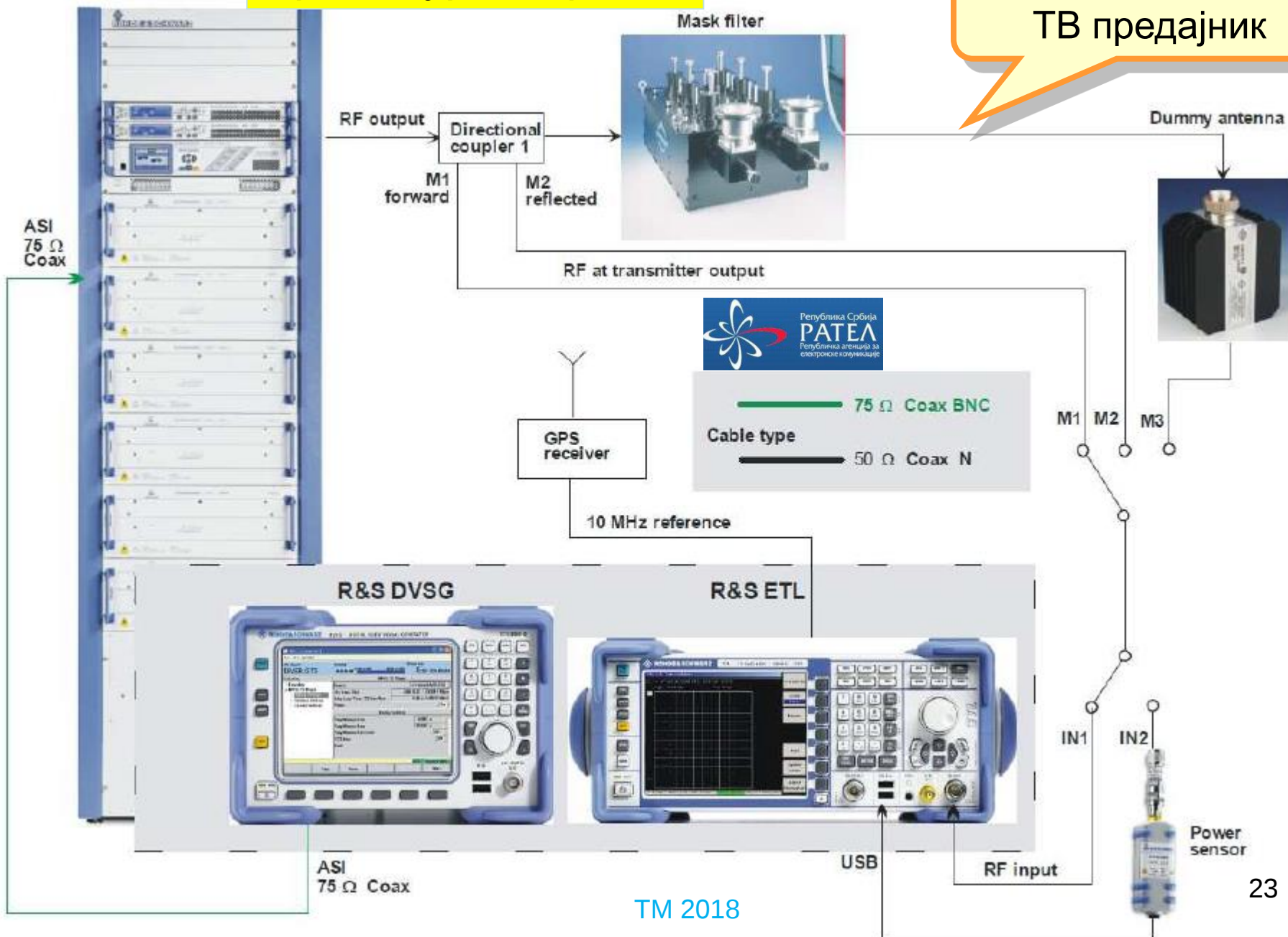
# Дирекциони спрежњак за мерење-опционо

Опрема за мерење

- ✓ Спрега зависи од излазне снаге,
- ✓ Директивност  $> 25\text{dB}$

# Процедуре мерења

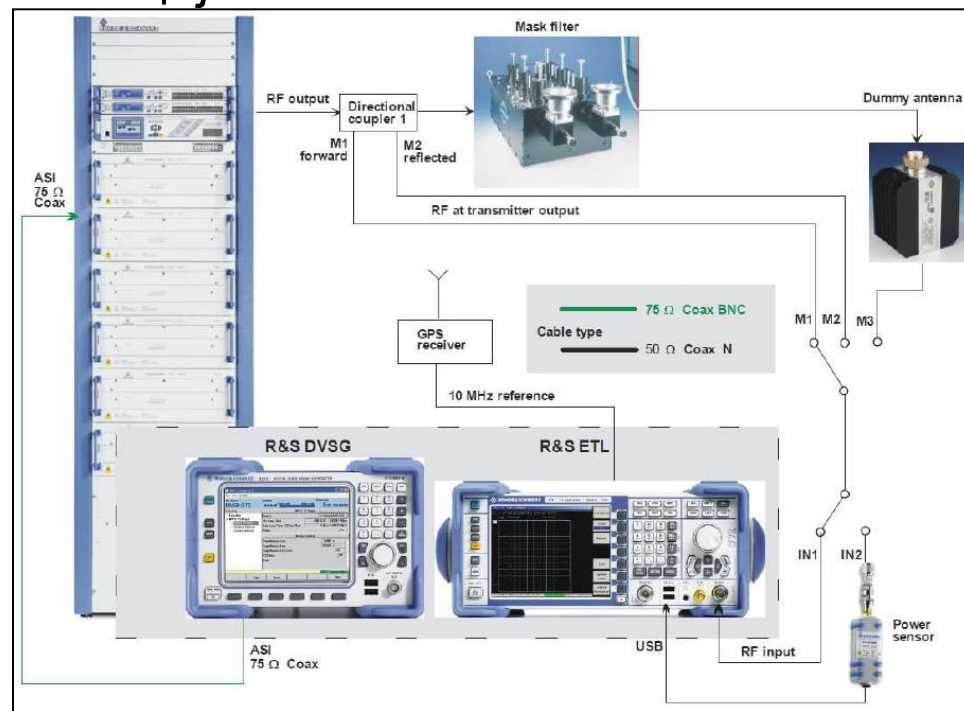
Мерна опрема и  
ТВ предајник



- Ако ТВ предајник не поседује спрежник за мерење, прикључење дирекционог спрежника 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:
  - ✓ Мерна опрема повезује се на ТВ предајник према блок шеми. У случају да ТВ предајник не ради преко комбајнера, мерна опрема повезује се директно на антенски излаз ТВ предајника преко одговарајућег атенуатора или дирекционог спрежника.
  - ✓ Укупно слабљење између антенског излаза и улаза анализатор спектра (AU) мора бити унапред познато за комплетан фреквенцијски опсег од интереса.

# Поступак мерења предајне фреквенције

- 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.

# Мерење предајне фреквенције

## Директни метод

- Помоћу анализатора спектра синхронисаног на GPS референтни осцилатор 10MHz мери се вредност номиналане централне фреквенције ТВ канала предајника постављањем анализатора:
  - ✓  $FC=f$  (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.

# Мерење предајне фреквенције - метод процесирањем спектра сигнала на рачунару

- 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.

# Мерење предајне фреквенције - метод процесирањем спектра сигнала на рачунару

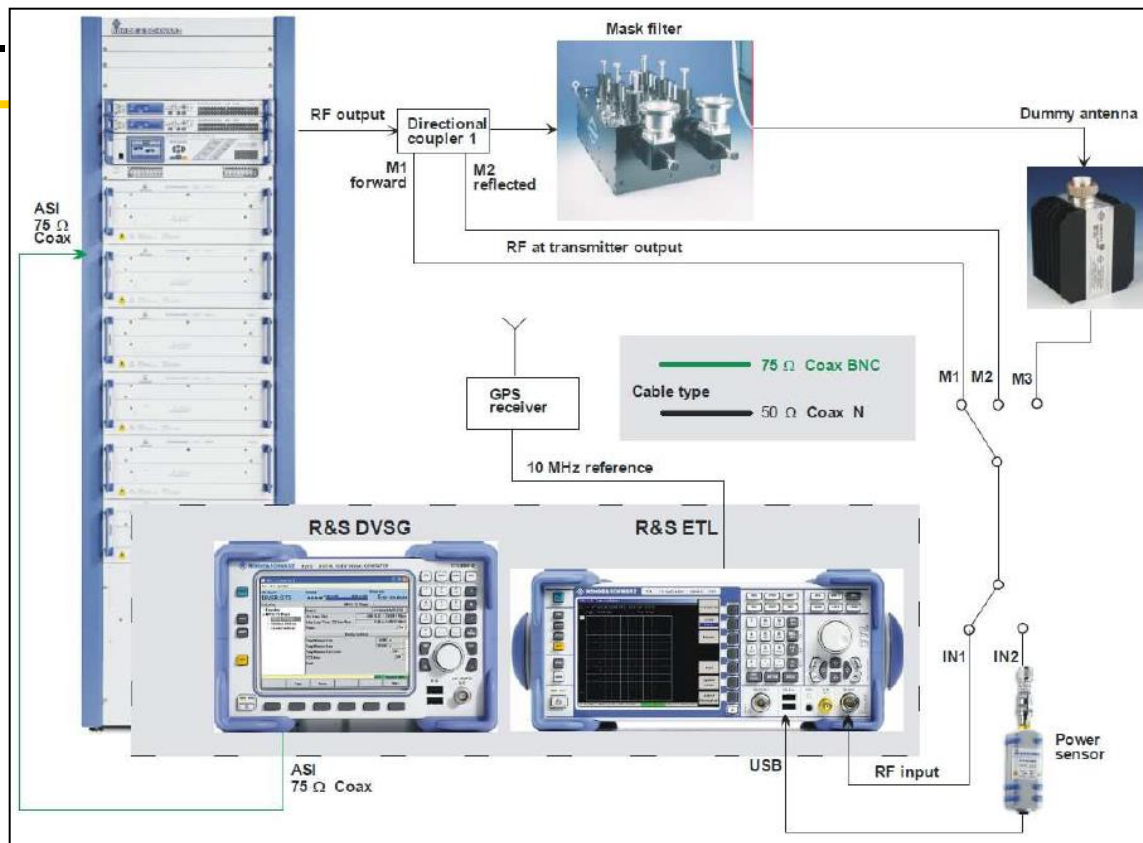
- Вредност централне номиналане фреквенције ТВ радног канала израчунава се на основу алгоритма за одређивање укупне снаге, ширине емисије и централне фреквенције емисије.
- У Извештај, у поље “Фреквенција – предајна” – уноси се у рубрику „Канал“ број радног канала, у рубрику „Центар канала“ номинална 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  $\pm 0.5 \text{ kHz}$ .

# Ширина емисије на радном каналу

- Ширина емисије на радном каналу мери се помоћу мерног сета приказаног блок шеми
- Ширина емисије радног канала мери се директним методом или методом мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару.



# Ширина емисије - директни метод

- Помоћу анализатора спектра мери се ширина емисије (OBW-Occupied bandwidth), DVB-T2 предајника постављањем анализатора спектра:
  - ✓  $FC=f$  номинална (централна) фреквенција ТВ канала;
  - ✓  $SPAN=20MHz$ ;
  - ✓  $RBW=30kHz$ ;
  - ✓  $VBW=300kHz$ ;
  - ✓  $TRIGGER=FREE\ RUN$ ;
  - ✓  $TRACE=Average$ ;
  - ✓  $NUMBER\ OF\ AVERAGING=50$ ;
  - ✓  $MEASUREMENT\ MODE= OCCUPIED\ BANDWIDTH$ ;
  - ✓  $PERCENT\ OF\ POWER =99\%$ .
- Вредност ширине емисије радног канала читава се на алфанумеричком дисплеју анализатора спектра.

# Ширина емисије - процесирањем спектра сигнала на рачунару

- Параметри анализатора спектра мери се спектар сигнала предајника постављањем анализатора спектра:
  - ✓  $FC=f$  номинална (централна) фреквенција ТВ канала;
  - ✓  $SPAN=20MHz$ ;
  - ✓  $RBW=10kHz$ ;
  - ✓  $VBW=100kHz$ ;
  - ✓  $SWEEP\ TIME=Auto$ ;
  - ✓  $TRACE=Average$ ;
  - ✓  $NUMBER\ OF\ AVERAGING=50$ ;
  - ✓  $TRIGGER=FREE\ RUN$ .
- Одмерци измереног спектра пребацују се у рачунар

## Ширина емисије - процесирањем спектра сигнала на рачунару

- 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.

## Ширина емисије – провера емисионе спектралне маске

- Анализатор спектра синхронисан са GPS референтним осцилатором 10MHz поставља се на следећи начин:
  - ✓  $FC=f$  номинална (централна) фреквенција ТВ канала;
  - ✓  $SPAN=10MHz$ ;
  - ✓  $RBW=10kHz$ ;
  - ✓  $VBW=100kHz$ ;
  - ✓  $SWEEP\ TIME=slow$  (2000msec min);
  - ✓  $AMP\ SCALE=log: 10db/div$ ;
  - ✓  $DETEKTOR\ MODE=RMS$ ;
  - ✓  $TRACE=Average$ ;
  - ✓  $NUMBER\ OF\ AVERAGING=50$ .
- Након 2 мин. читавају се вредност нивоа са анализатора спектра у карактеристичним тачкама и снима се изглед екрана.

# Ширина емисије – провера емисионе спектралне маске

- Очитана вредност мора да буде за све фреквенцијске помераје потиснута ван радног канала више или једнако од вредности изражено у dBc (ниво измерене снаге).
- Мерење некритичне (критичне) маске је обавезно на растојању  $\pm 4.2$  MHz, док су остала мерења опциона.

| Удаљеност од номиналне (централне)<br>фреквенције | Гранични нивои недозвољеног<br>зрачења некритична (критична )маска<br>/RBW |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <u><math>\pm 4.2</math> MHz</u>                   | -40.2dB (-50.2dB)/4(10)kHz                                                 |
| <u><math>\pm 6</math> MHz</u>                     | -52.2dB (-62.2dB)/4(10)kHz                                                 |
| <u><math>\pm 8</math> MHz</u>                     | -60.2dB (-70.2dB)/4(10)kHz                                                 |
| <u><math>\pm 10</math> MHz</u>                    | -68.2dB (-78.2dB)/4(10)kHz                                                 |

Табела II-1

# Ширина емисије – провера емисионе спектралне маске

- 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.

| Удаљеност од номиналне (централне)<br>фреквенције | Гранични нивои недозвољеног<br>зрачења некритична (критична )маска<br>/RBW |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <u>± 4.2 MHz</u>                                  | -40.2dB (-50.2dB)/4(10)kHz                                                 |
| <u>± 6 MHz</u>                                    | -52.2dB (-62.2dB)/4(10)kHz                                                 |
| <u>± 8 MHz</u>                                    | -60.2dB (-70.2dB)/4(10)kHz                                                 |
| <u>± 10 MHz</u>                                   | -68.2dB (-78.2dB)/4(10)kHz                                                 |

Табела II-1

# 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:
  - 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.

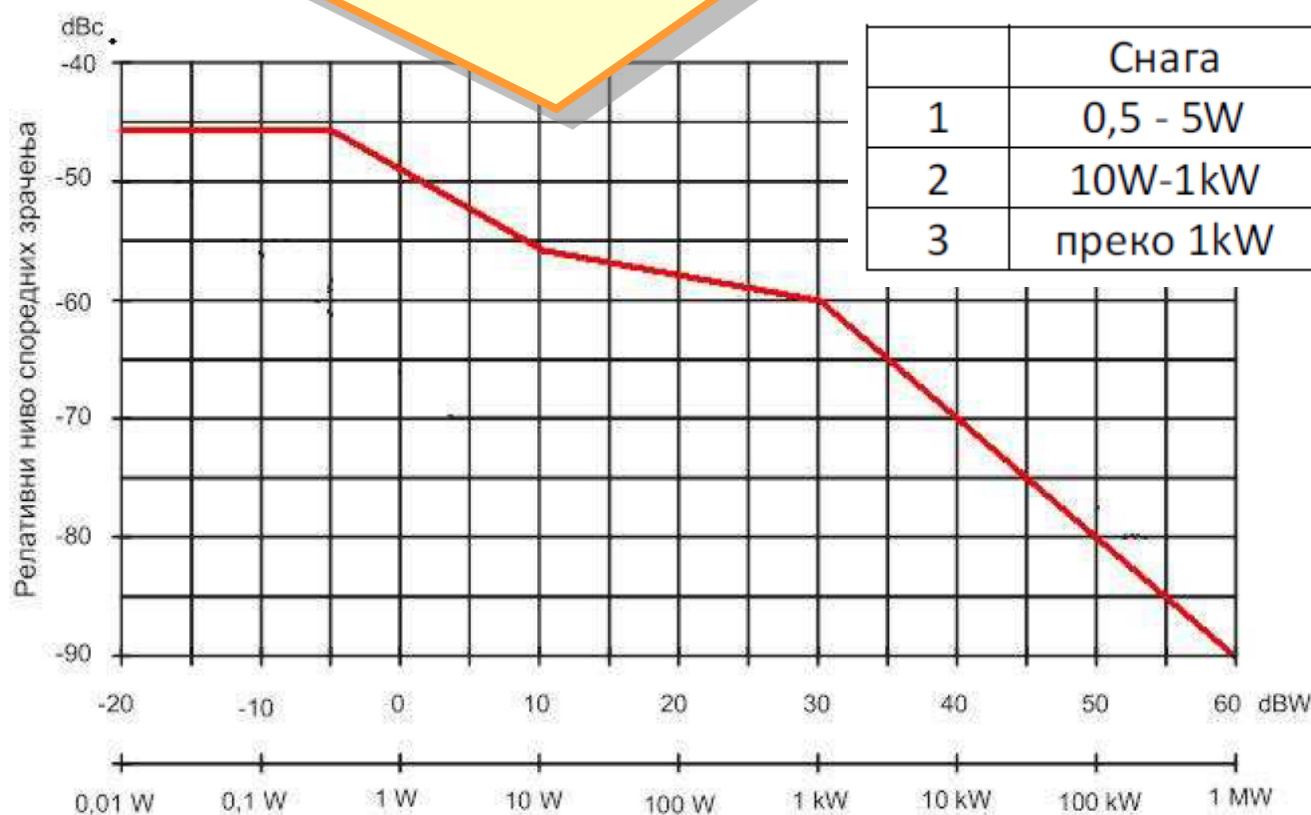
# Снага споредних и паразитних зрачења

- Након 2 минута читавају се вредности нивоа са анализатора спектра и снима се изглед екрана.
- 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). Уноси се измерена вредност 2. хармоника, као и све спектралне компоненте које превазилазе вредности дефинисане маском.

# Снага споредних и паразитних зрачења

- Нивои нежељених зрачења морају бити према маски

Максимално дозвољени нивои споредних зрачења у фреквенцијским опсезима  $30 \div 87,5$  и  $137 \div 1000\text{MHz}$ , односно као у табели



# Мерење директне снаге DVB-T2 сигнала анализатором спектра

- Једна од најсигурнијих метода мерења снаге је калориметарска метода или метода мерења снаге термоспрегом.
- 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 врло сличан Гаусовом шуму мери се на сличан начин; услов је да је сигнал раван на максимуму

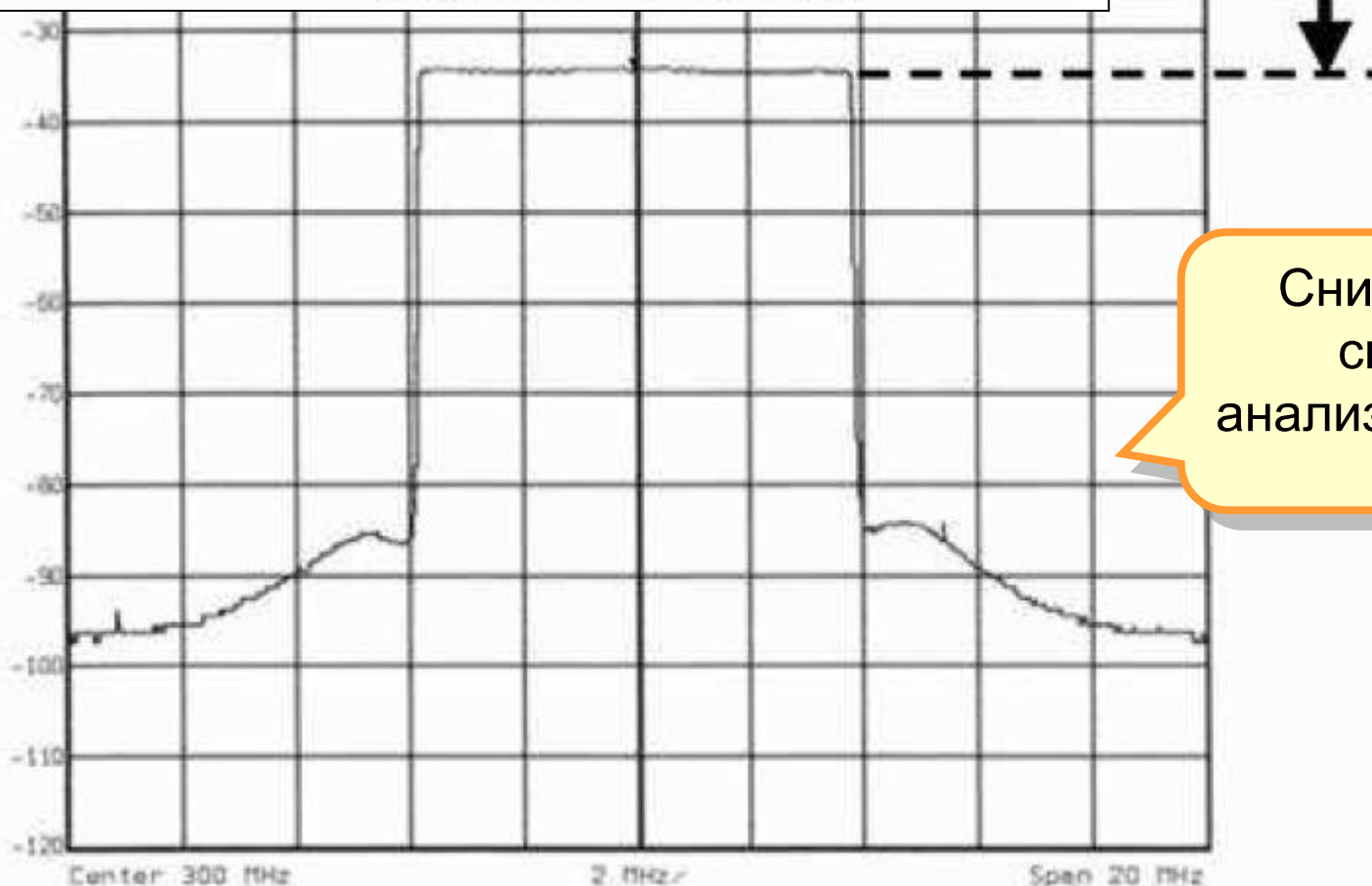
# Директни метод мерења снаге у спектралном домену

- Анализатор спектра је сетован
- $FC=f$  номинална (централна) фреквенција канала који се мери
  - ✓  $SPAN=20MHz$ ;
  - ✓  $RBW=30kHz$ ;
  - ✓  $VBW=300kHz$  (због RMS детектора и логаритамске скале потребно је да је  $VBW \geq 10 RBW$ ) ;
  - ✓  $TRIGGER=FREE RUN$ ;
  - ✓  $DETEKTOR MODE =RMS$ ;
  - ✓  $MEASUREMENT MODE= CHANNEL POWER$ ;
  - ✓  $SWEEP TIME= SLOW$  (минимално 2000msec)
  - ✓  $TRACE=Average$ ;
  - ✓  $NUMBER OF AVERAGING=25$ ;

# мерења снаге у спектралном домену

Маркер шума на центру канала је С и представља густину шума у dBm/Hz

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



Снимак DVB-T2  
сигнала на  
анализатору спектра

Резолуциони филтер RBW анализатора спектра је 4kHz. За канални растер 8 MHz дефинисана ширина канала је 7,61 MHz и корекција мерења је 32,2 dB. За канални растер 7 MHz ширина канала је 6,66 MHz и корекција 32,8dB. Већина анализатора има друге RBW филтере типично 1,3,10,20,30 kHz; потребно је извршити корекцију за изабрани филтар

## Корекција очитавања снаге за различите RBW анализатора спектра

| Резолуциони филтер<br>RBW[kHz] | Слабљење [dB] корисног DVB-T2<br>сиганала за растер канала 7MHz | Слабљење [dB] корисног DVB-T2<br>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                                                            |

## мерења снаге у спектралном домену

- ✓ Анализатор спектра даје  $C'$  аутоматски за сетовано мерење у јединици dBm/Hz.  
Потребно је израчунати снагу DVB-T2 сигнала према:
- ✓  $C = C' + 10 \log (\text{signal bandwidth/Hz}) [\text{dBm}]$
- ✓ Пример мерења за радни канал ширине 8MHz:
- ✓ Мерење шума на центру канала  $C'$ : -100 dBm/Hz
- ✓ Корекцијска вредност за 7.6 MHz ширину канала: +68.8dB
- ✓ 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

- 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;
  - ✓  $SPAN=20MHz$ ;
  - ✓  $RBW=10kHz$ ;
  - ✓  $VBW=100kHz$ ;
  - ✓  $SWEEP\ TIME=Auto$ ;
  - ✓  $TRIGGER=FREE\ RUN$ ;
  - ✓  $TRACE=Average$ ;
  - ✓  $NUMBER\ OF\ AVERAGING=25$ .

# Метод мерења процесирањем спектра сигнала на рачунару

- Одмерци измереног спектра 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 рефлектована снага 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%).

# 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:
  - ✓ 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; Одабрати вештачку антена тако да се не преоптерети с обзиром CCDF фактор дигиталног ТВ предајника.

# Директна метода мерења излазне снаге

RMS снага мерена калориметријском методом израчунава се:

- ✓  $PRMS = 0,07 \cdot Q \cdot \Delta t \cdot p$ ,
- ✓  $PRMS$  = RMS снага предајника у киловатима [kW];
- ✓  $Q$  = проток течности кроз вештачку антену [лит/мин];
- ✓  $\Delta t$  = разлика улазне и излазне температуре воде за хлађење [ $^{\circ}\text{C}$ ];
- ✓  $P$  = корекциони фактор за специфичну топлоту течности за хлађење

| Проценат етилен-гликола |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| % у води                | Корекциони фактор (p) |
| 0                       | 1                     |
| 20                      | 0,95                  |
| 30                      | 0,92                  |
| 40                      | 0,89                  |
| 50                      | 0,85                  |

Корекциони фактор за  
специфичну топлоту  
течности за хлађење

# Мерења излазне снаге мерачем снаге са термоспрегом

- индиректне методе мерења
- Мерење снаге мерачем снаге са термоспрегом:
  - ✓ 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.

# 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/VCH 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
- Утврђује се довођењем битске поворке после Витерби кодера на други конволуциони кодер исте конфигурације као и у предајнику.

# Мерење BER (Bit Error Ratio)

- 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):

$$\text{BER} = \text{број грешака} / \text{број пренесених бита}$$

- 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.

# Мерење BER (Bit Error Ratio)

- 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. Због мале вероватноће битске грешке после Витерби и Рид-Соломон декодера, треба изабрати мерење у распону од неколико минута до неколико сати.

## Мерење BER (Bit Error Ratio)

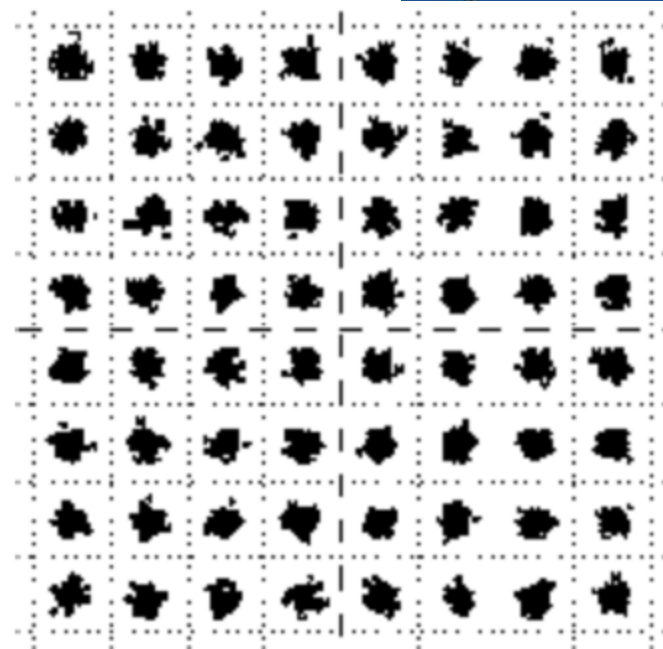
- Мерење после Рид-Соломон декодера са довољним нивоом пријемног сигнала (већим од -60dB) мора да буде боље од  $10^{-10}$ , ако то није испуњено вероватно постоји резидуална грешка предајника (лош квалитет предајника)
- Овакав резултат би морао да буде праћен и недовољним MER-ом ово мерење.
- У стандарду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

# Мерење BER (Bit Error Ratio)

- 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 а 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“.

# Мерење квалитета модулационог сигнала са графичким приказом (Constellation Diagram), MER

- 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.



Констелациони  
дијаграм за DVB-T

# Мерење квалитета модулационог сигнала са графичким приказом (Constellation Diagram), MER



- 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.

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



- 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.

# Мерење квалитета модулационог сигнала са графичким приказом (Constellation Diagram), MER

Средња и максимална (peak) вредност MER рачунају се као



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

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

у децибелима

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

# Мерење квалитета модулационог сигнала са графичким приказом (Constellation Diagram), MER

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

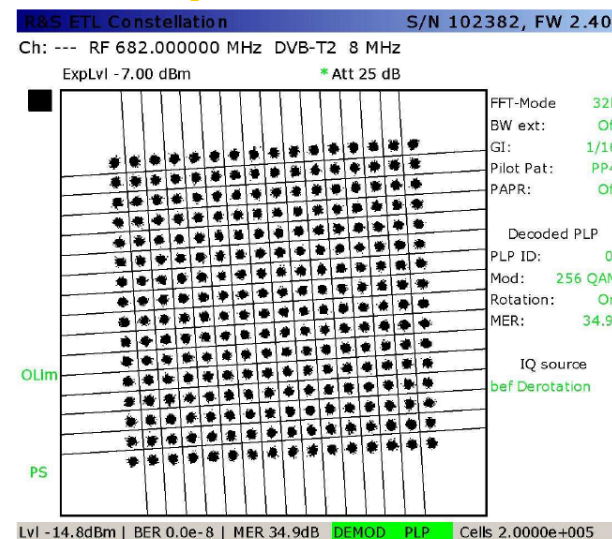


Приказ ротираног констелационог дијаграма у DVB-T2

# Мерење квалитета модулационог сигнала са графичким приказом (Constellation Diagram), MER



- Мерење се обавља мерним пријемником
- Нумерички резултат се приказује за средњу вредност MER и не сме да буде мањи од:
  - За предајнике >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 је обавезан прилог уз мерни протокол



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

# Мерење амплитудског одзива, фазног и групног кашњења

- Coder
  - ✓ I/Q Ampl. imbalance / % -0,02
  - ✓ I/Q Quadratur error / ° 0
- Transmission
  - ✓ Mod. Err. Ratio (RMS) / dB 36,2
- Crest Factor
  - ✓  $U_s/U_{avg}$  11,4
- Amplitude / Phase
  - ✓ Amplitude slope / dB 0,23
  - ✓ Phase slope / ° 0,9
  - ✓ Group delay / s 2e-08

Изглед  
аутоматски  
генерисаног  
извештаја на  
мерном пријемнику

## CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор

- DVB предајни сигнал са OCOFDM модулацијом са великим бројем носилаца (DVB-T2) 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.
- Уведено је ограничење вршне вредности у модулатору на 13 dB.

## CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор

- Крест фактор за појединачни носилац је једнак односу ефективне и вршне вредности напона носиоца (cfu)
- Анализатор спектра и мерачи снаге мере крест фактор обрачунавајући однос снага ( cfp )

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

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

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

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

# CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор

- Максимална тренутна вредност се добија када се саберу сви максимуми N појединачних носилаца
- Ефективна вредност појединачног носиоца
- Ефективна вредност свих носилаца је

$$cf_u = cf_p + 3 \text{ dB}$$

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

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

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

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

# CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор

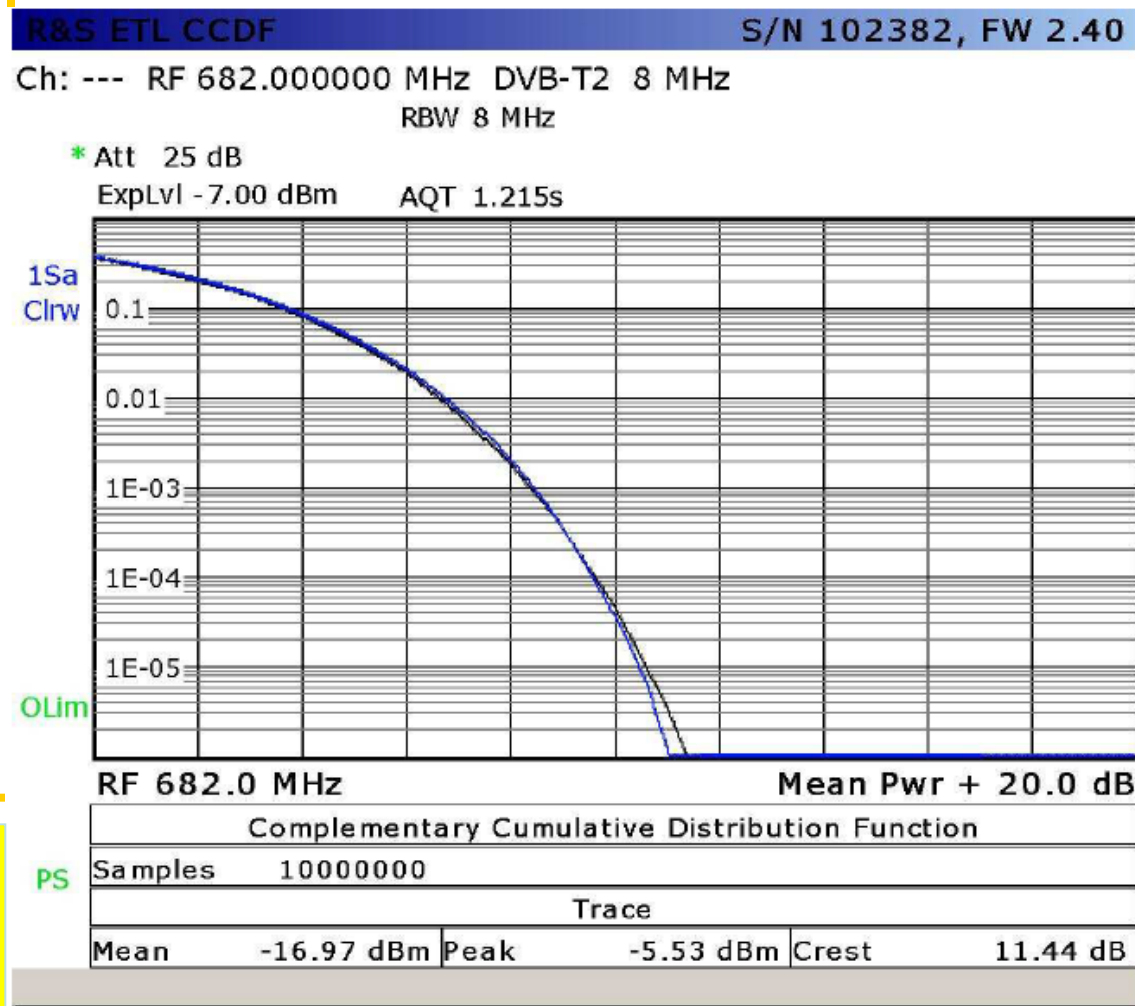
- Мерење cfd се врши мерним пријемником или анализатором модулације довођење тест сигнала на модулациони улаз предајника.

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

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

# CCDF Complementary Cumulative Distribution Function – Crest фактор

- Изабере се мерење CCDF опција мерног пријемника или анализатора модулације и сними дијаграм, а бројчана вредност унесе у табелу
- Крест фактор мора да буде мањи од 13.0 dB.
- У рубрику „Crest фактор“ уписује измерена вредност изражена у dB



Пример приказа  
результата мерења  
CCDF фактора

- 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.

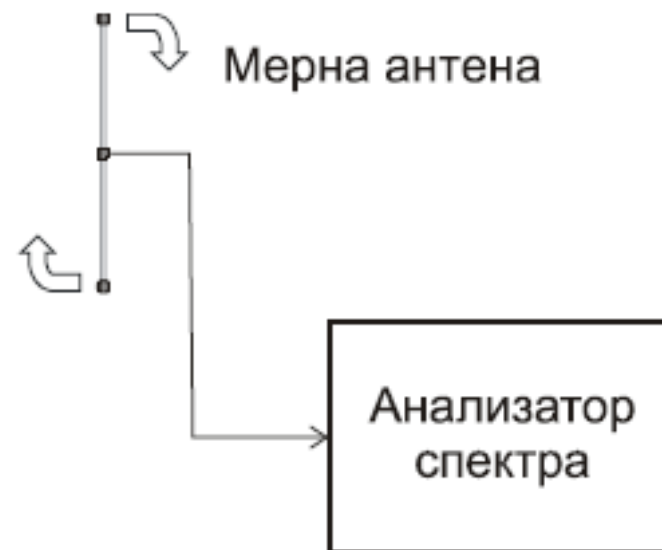
# Поларизација антена

- Мерење се врши на удаљености већој од 100 метара испред антене. Бира се мерна локација у чијој близини се не налазе рефлектујуће површине, на надморској висини што приближнија тачки на којој је монтирана предајна антена.
- 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) да одзив има максимум
- Измери се угао у којем одзив има минималну вредност;
- Уколико има више изражених максимума, 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 супротном ради се о мешовитој поларизацији

Извештај: Н – хоризонтална, V – вертикална, М – мешовита

# 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.



Блок шема повезивања  
мерних инструмената

# Нејонизујуће зрачење ТВ предајника

- За мерење врши линеарно поларизованом калибрисаном антеном измерити интензитет електричног поља у три ортогоналне равни;
- Мерна антена се поставља у простору у чијој ближој околини се не налазе проводни објекти (за пренос електричне енергије) и рефлектујуће површине, на висини већој од 2 м у односу на тло
- Интензитет измереног електричног поља у појединачној равни се добија према релацији

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

$V_{ri}$  – 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, ( $i=x, y, z$ ).

# Нејонизујуће зрачење ТВ предајника

- Укупни интензитет електричног поља у мерној тачки, који потиче од једног предајника,  $E_r$  је:

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

# Нејонизујуће зрачење ТВ предајника

- Анализатор спектра поставља се на следећи начин:
  - ✓  $FC=f_c$ , носећа фреквенције сектора односно припадајуће антене у чијем се дијаграму зрачења налази мерна тачка
  - ✓  $SPAN=0$  Hz (zero-span)
  - ✓  $RBW=300$ kHz
  - ✓  $VBW=300$ kHz
  - ✓  $TRIGGER=VIDEO$
  - ✓  $SWEEP\ TIME=1$ ms
  - ✓  $REF\ LEVEL$ =по потреби
  - ✓  $AMP\ SCALE=log: 10$ db/div
  - ✓  $TRACE=Max\ hold$
  - ✓  $AMPLITUDE=dB\mu V$

# Нејонизујуће зрачење ТВ предајника

- Избор мерних тачака врши се на основу увида у намену околног простора, 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).
- Мерење се врши у више тачака, 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.

Ако је ниво излагања радио-фреквенцијском ЕМ пољу изнад 100V/m, обустављају се даља мерења. Прво обавити ова мерења

# Географске координате антенског система

- Мере се уз помоћ GPS пријемника.
  - ✓ 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;
  - ✓ Неопходно је обезбедити поуздан пријем сигнала што се верификује на основу податка о процењеној хоризонталној тачности мерења GPS пријемника, која је боља од 10m.
- У Извештај, у поље “Координате локације (WGS-84)”- уноси се измерена вредност географске дужине у формату E 0\_\_o\_\_’\_\_” (степени, минути, секунде) и географске ширине у формату N4 \_\_o\_\_’\_\_” (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.

# Надморска висина локације

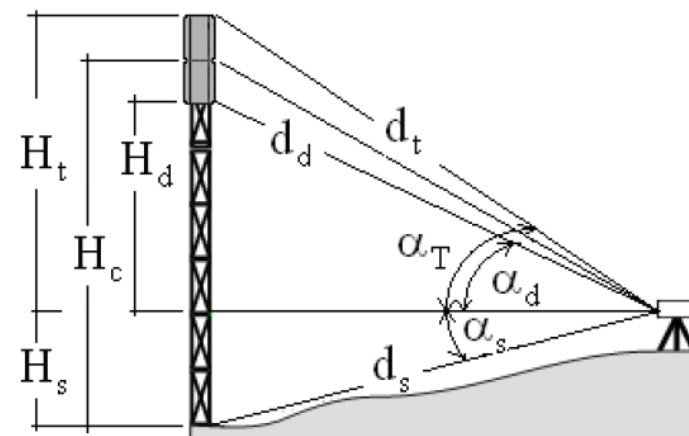
- Надморска висина локације проверава се на основу измерених географских координата локације уз помоћ неког од доступних 3D модела терена.
- У Извештај, у поље „Надморска висина локације”- уноси се вредност надморске висине очитана са 3D модела терена, у метрима.

# Висине антена, Индиректни метод

- ✓ 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  $H_C = (H_t + H_d)/2 \pm H_S$ .
- ✓ Висина  $H_S$  се додаје ако се подножје антенског стуба налази испод, односно одузима уколико се подножје антенског стуба налази изнад нивоа ласерског мерача даљине.

# Висине антена, Индиректни метод

- ✓ 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  $H_c = (H_t + H_d)/2 \pm H_s$ .
- ✓  $H_s$  се додаје ако се подножје стуба налази испод, односно одузима ако се налази изнад нивоа ласерског мерача даљине



# Процедуре провере услова

## Конфигурација мреже

- Мрежа предајника може да се организује као MFN (Multiple Frequency Network) када предајници раде на различитим каналима или SFN (Single Frequency Network) када комплетна мрежа (или део мреже) раде на истом каналу.
- Конфигурација мреже се прочита из конфигурационог фајла предајника и уноси у рубрику „Конфигурација мреже“.

# Процедуре провере услова

## Ефективно израчена снага

- Добија се прорачуном на основу измерене снаге предајника и добитка антенског система (са урачунатим губицима). За израчунавање се могу узети параметри из расположивих каталога познатих светских произвођача.
- Ефективно израчена снага (ERP) предајника једнака је:

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

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

# Процедуре провере услова

## Ефективно израчена снага

- Прерачунавање снаге из [dBW] у [W] према изразу

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

- 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%)

1. Идентификација,
2. Назив уже локације радио станице
3. Усмереност антене

1. Очитати знак идентификације свих емитованих програма (канала) предајника пријемником и уписати у извештај о техничком прегледу у рубрику „Емитовани програми“.
2. У Извештај, у рубрику „Назив уже локације радио станице“ уписује се адреса или назив уже локације.
3. У Извештај, у рубрици „Антенски систем“ верификује се усмереност антена избором опције „усмерено“ или „неусмерено“.

# Процедуре провере услова

## Добитак антенског система

- Добија се прорачуном на основу каталошких података произвођача за дати тип антена, слабљења  $G_{ant}$  због електричног тилта, употребљених коаксијалних каблова, делитеља снаге (разделника), преспојних каблова и конектора.
- Добитак антенског система  $G_{SIST}[dB]$  у датом правцу је,

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

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

$S$  = број спратова антенског система,

$P$  = број праваца антенског система,

$A_K$  = слабљења каблова [dB],

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

$A_{KON}$  = слабљења конектора [dB],

$A_{MPX}$  = слабљење мултиплексера [dB],

# Процедуре провере услова

## Конфигурација антенског система

- “Тип предајне антене” - уноси се ознака (код) антене
- „Добитак једне антене“ у пољу у dBd,
- „Број спратова“, за сваки сектор,
- „Слабљење делитеља снаге“, изражено у dB,
- „Слабљење конектора“, изражено у dB,
- „Тип коаксијалног кабла“,
- „Слабљење кабла“, изражено у dB,
- „Дужина коаксијалног кабла“, изражена у метрима.
- „Рад преко мултиплексера“ и
- „Пролазно слабљење мултиплексера“, изражено у dB.

- ...
- Ширина снопа појединачне антене система
- Однос напред-назад појединачне антене система
- Елевациони углови антенског система
- Произвођач уређаја
- Серијски фабрички број и тип уређаја
- Земљоводна инсталација
- Начин пријема модулационог сигнала дигиталног ТВ предајника (Репетитор, Сателит, RR радио релејна веза, A/V кабл, Оптичка веза, Кабловски оператор, Интернет жично)
- Надморска висина антене

# ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

| 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(m)                    | 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 (m)       | II.6.13 Висине антена                               |

# ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

|       |                                                |                                                      |
|-------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 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           |

# ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

Образац **ИТП-7**  
(Ревизија 201212)  
РАТЕЛ, ЈБ:

## ИЗВЕШТАЈ СА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА ТВ ДИГИТАЛНЕ РАДИО-СТАНИЦЕ ПО СТАНДАРДУ DVB-T2

Број дозволе (02):

Број:

|                                                  |                                                    |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input data-bbox="88 915 1373 968" type="text"/> | <input data-bbox="1392 915 1841 968" type="text"/> |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|

(Ималац радио станице)

(Матични број)

Број дозволе: , издата  а која важи до

Место техничког прегледа:

Датум техничког прегледа :

# ПРЕЗЕНТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА, ИЗВЕШТАЈИ

| Шифра | Елементи техничког прегледа             |                  | Утврђено стање | Јединица          |
|-------|-----------------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
|       | Конфигурација мреже                     |                  | MFN            |                   |
| 90216 | Фреквенција - предајна                  | Канал            |                |                   |
|       |                                         | Центар канала    |                | MHz               |
|       |                                         | Одступање канала |                | Hz                |
| 90421 | Вредност инцидентне снаге предајника    |                  |                | kW                |
|       | Вредност рефлектоване снаге предајника  |                  |                | kW                |
|       | Ефективна израчена снага предајника ERP |                  |                | kW                |
| 90407 | Ширина опсега заузетог емисијом         |                  |                | MHz               |
|       | Провера емисионе маске                  | -4.2 MHz         |                | -dB               |
|       |                                         | +4.2 MHz         |                |                   |
|       | Снага нежељених зрачења                 | 2. хармоник      |                | -dBc              |
|       |                                         | Остало           |                |                   |
|       | BER (Bit Error Rate)                    |                  |                | 10 <sup>-10</sup> |
|       | 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 тла |                                                                                                                                                                                                                                                                             | m        |
| 90523                              | Усмереност антене                         | N - неусмерено                                                                                                                                                                                                                                                              | °        |
| 90525                              | Азимути антенског система                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             | °        |
| 90522                              | Поларизација антенског система            | N - хоризонтална поларизација                                                                                                                                                                                                                                               | °        |
| 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                       | 01 - Дипол                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |
|                                    | 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                   | <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не                                                                                                                                                                                                                     |          |
| Пролазно слабљење мултипл.         |                                           | dB                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
| Нејонизујућа зрачења               |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                             | V/m      |
| Земљоводна инсталација             |                                           | <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не                                                                                                                                                                                                                     |          |
| Начин пријема модулационог сигнала |                                           | <input type="checkbox"/> репетитор<br><input type="checkbox"/> сателитом<br><input type="checkbox"/> RR везом<br><input type="checkbox"/> A/V каблом<br><input type="checkbox"/> опти. каблом<br><input type="checkbox"/> кабл. опер<br><input type="checkbox"/> интернетом |          |

# МЕРЕЊА СУ ИЗВРШЕНА СЛЕДЕЋИМ ИНСТРУМЕНТИМА

| Назив инструмента | Произвођач | Серијски фабрички број | Бажарење извршено |              |
|-------------------|------------|------------------------|-------------------|--------------|
|                   |            |                        | Датум             | Лабораторија |
|                   |            |                        |                   |              |
|                   |            |                        |                   |              |
|                   |            |                        |                   |              |
|                   |            |                        |                   |              |
|                   |            |                        |                   |              |
|                   |            |                        |                   |              |
|                   |            |                        |                   |              |

Примедба имаоца радио станице:

Испитивани уређај ☐ задовољава ☐ не задовољава прописане услове.

Потпис овлашћеног лица имаоца радио станице:

Потпис лица које је извршило мерења:

М.П.

М.П.

**Profesor dr Miroslav Lutovac**  
mlutovac@viser.edu.rs

**Ova prezentacija je nekomercijalna.**

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)