

УПУТСТВО О МЕРЕЊИМА ТЕХНИЧКИХ И ДРУГИХ ПАРАМЕТАРА ДИФУЗНИХ РАДИО-СТАНИЦА ЗА ФРЕКВЕНЦИЈСКИ МОДУЛИСАНЕ ЕМИСИЈЕ

Процедуре мерења и провере услова за радио-дифузне ФМ предајнике.

Норме које треба да буду задовољене.

Верзија 2.0



Садржај

I Увод	5
1. Намена документа	5
2. Примењене јединице, ознаке и скраћенице.....	5
3. Опште дефиниције и примењени изрази	6
4. Дефиниције специфичних појмова.....	9
4.1 Нежељена зрачења код радио-дифузних предајника.....	9
II Технички преглед	13
1. Сврха.....	13
2. Провера квалитета емитованог сигнала	13
3. Списак величина које се мере и услова који се проверавају	13
4. Списак додатних величина које се мере када се проверава квалитет сервиса	14
5. Мерни инструменти и опрема који се користе у поступку техничког прегледа	15
6. Процедуре мерења	16
6.1 Предајна фреквенција	16
6.2 Фреквенције и нивои нежељених зрачења	16
6.3 Ширина опсега заузета емисијом.....	17
6.4 Максимална девијација фреквенције РФ носиоца	19
6.5 Излазна РФ снага предајника, слабљење спољашњег филтра	19
6.6 Висина центра антенског система изнад тла	20
6.7 Азимут(и) максималног зрачења предајне антене (антенског система).....	22
6.8 Поларизација предајне антене (антенског система).....	22
6.9 Географске координате радио-станице	23
6.10 Фреквенције и нивои ИМ производа	24
6.11 Ниво нејонизујућег ЕМ зрачења предајника на емисионој локацији	25
7. Процедуре мерења додатних величина код провере квалитета сервиса.....	27
7.1 Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења сигнала у модулисаном носећем сигналу	27
7.2 Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у основном опсегу (<i>baseband</i>)	28
7.3 Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу	29
7.4 Слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала.....	31

7.5 Нежељена фреквенцијска модулација (однос сигнал/шум).....	31
7.6 Нежељена амплитудска модулација - синхрона (АМ услед ФМ)	32
7.7 Нежељена амплитудска модулација - паразитна (шум и брум).....	33
8. Процедуре провере услова и података из Дозволе за коришћење фреквенција	34
8.1 Назив уже локације радио-станице.....	34
8.2 Знак идентификације	34
8.3 Врста емисије.....	34
8.4 Усмереност антене (антенског система)	34
8.5 Добитак антенског система	34
8.6 Ефективно израчена снага предајника.....	35
8.7 Конфигурација антенског система	35
8.8 Угао ширине главног снопа појединачне антене	36
8.9 Однос напред-назад појединачне антене	36
8.10 Елевациони угао главног снопа антенског система	36
8.11 Произвођач, тип уређаја и серијски број	36
8.12 Начин преноса модулационог сигнала	37
8.13 Изглед предајника и антенског система	37
8.14 Уземљење	37
8.15 Надморска висина локације.....	37
9. Презентација резултата, извештај о техничком прегледу.....	38

I Увод

1. Намена документа

Намена овог документа је утврђивање техничких норми, метода мерења и типова мерних уређаја који се користе у поступку техничког прегледа, као и њихових техничких параметара. Документом се дефинише начин презентовања резултата и критеријуми за оцену стварног стања радио-станице за коју се врши технички преглед или се контролише из других разлога предвиђених законом.

Предмет техничког прегледа је дифузна радио-станција за фреквенцијски модулисана емисије, са својим функционалним деловима који утичу на карактеристике наведене у Дозволи за коришћење фреквенција. Појам дифузне радио-станице обухвата предајник радио-станице, спољашњи филтер пропусник опсега (опционо), антенски кабл и антену или антенски систем. Компоненте за дотур сигнала модулације нису у овом смислу део дифузне радио-станице, већ се за њих захтева добијање посебне Дозволе. При техничком прегледу дифузне радио-станице се само констатује изведени начин дотура модулације.

У посебном поглављу су наведене неке карактеристике предајника које се проверавају при техничком прегледу дифузних радио-станица код којих се проверава квалитет емитованог сигнала.

Резултати извршених мерења и провере задатих услова уносе се у Извештај о техничком прегледу радио-станице, у форми која је дефинисана у посебном поглављу овог документа.

2. Примењене јединице, ознаке и скраћенице

Примењене јединице:

- ppm – "parts-per-million"; 1×10^{-6} ;
- Hz – Херц;
- kHz – килоХерц;
- MHz – мегаХерц;
- ° - степен (јединица за угао);
- °C – степен Целзијуса;
- V – Волт;
- W – Ват;
- mW – милиВат;
- kW – килоВат;
- dB – децибел;
- dBm – децибела у односу на 1mW;
- dBW - децибела у односу на 1W;
- dBd - децибела у односу на полуталасни дипол;
- dBc - децибела у односу на снагу немодулисаног носиоца;
- μ s – микросекунда;
- m – метар;

- Мр – мегапиксел;
- V/m – Волт по метру;
- mV/m – милиВолт по метру;
- W/m² – Ват по метру квадратном;
- - dBμV - децибела у односу на микроволт;
- dBμV/m – децибела у односу на микроволт по метру;
- - dB1/m – децибела по метру.

Примењене ознаке и скраћенице:

- ФМ – фреквенцијска модулација;
- РФ – радио-фреквенцијски;
- МФ – међуфреквенција;
- НФ – ниско-фреквенцијски (аудио-фреквенцијски);
- ИМ – интермодулација;
- BW – "bandwidth", ширина опсега;
- RBW – "resolution bandwidth"; ширина МФ филтра мерног инструмента;
- GPS – "Global Positioning System"; сателитски навигациони систем;
- λ - таласна дужина;
- E – интензитет електричног поља;
- V – напон;
- P – снага (предајника);
- ERP – ефективно израчена снага;
- G_A – добитак антене;
- G_P – појачање претпојачавача;
- AF – фактор антене;
- Ак – слабљење антенског кабла;
- WGS-84 ECEF- "World Geodetic System 1984, Earth-Centered Earth-Fixed";
- a_r - слабљење рефлексије;
- - | r | - напонски или струјни коефицијент рефлексије;
- S - коефицијент стојећих таласа;

3. Опште дефиниције и примењени изрази

У циљу што лакшег праћења и разумевања изложеног кроз мерне методе и поступке, наведене су неке важније дефиниције и примењени изрази:

3.1.- *Радио-дифузни предајник* је радио-уређај који се користи за претварање аудио-фреквенцијских сигнала намењених за пренос информације и музике у захтеване фреквенцијски модулисана радио-фреквенцијске сигнале.

3.2.- *Стандардни атмосферски услови* при мерењу су:

- температура средине у којој се мери између +15⁰С и +35⁰С;
- релативна влажност ваздуха између 20% и 75%;
- атмосферски притисак између 860mbar и 1060mbar.

3.3.- *Стандардни напон напајања* радио-предајника је:

- из градске мреже напона 3x400/230V, +10% и -15% и фреквенције 50Hz, ± 2%;

- из акумулаторске батерије номиналног напона акумулатора 6V, 12V, 24V, . увећан за фактор 1,1 пута.

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

3.5.- *Девиијација фреквенције* је разлика између максималне или минималне вредности фреквенције и фреквенције сигнала носиоца, када је извршена модулација.

3.6.- *Стандардна девијација* је девијација проузрокована са синусоидалним аудио-фреквенцијским сигналом, сопственог изобличења мањег од 1%, стандардне референтне фреквенције од 1000Hz, који производи девијацију фреквенције једнаку 60% максималне девијације фреквенције.

3.7.- *Максимална девијација фреквенције* радио-предајника је вредност на коју девијација фреквенције мора бити ограничена према важећем пропису.

3.8.- *Ограничавање модулације* радио-предајника је поступак који се, по правилу обавља у аудио-фреквенцијским степенима, а којим се обезбеђује да радио-предајник, услед модулације, производи девијацију чија вредност не прелази максималну девијацију фреквенције.

3.9.- *Преакцентуација* је поступак повећања релативне амплитуде синусоидалних компонената на вишим фреквенцијама модулишућег сигнала.

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

3.11.- *Изразна снага радио-предајника* је средња вредност снаге радио-предајника у стандардним условима испитивања, у одсуству модулације, која се преноси на стандардно радио-фреквенцијско оптерећење или антенски вод.

3.12.- *Номинална фреквенција* је фреквенција одређена Дозволом за коришћење фреквенција.

3.13.- *Радна фреквенција* је фреквенција носиоца радио-дифузног предајника у одсуству модулације.

3.14.- *Одступање фреквенције* сигнала носиоца радио-предајника или тачност додељене фреквенције је разлика између додељене фреквенције и фреквенције радио-предајника у одсуству модулације у тренутку мерења.

3.15.- *Ширина опсега заузета емисијом* се дефинише као разлика фреквенција f_H и f_L , одређених тако да се у опсегу фреквенција изнад f_H , односно испод f_L , израчи по 0,5% укупне средње снаге предајника за дату емисију. Другим речима, опсег фреквенција заузет емисијом је онај у коме се израчи 99% укупне средње снаге предајника.

3.16.- *Снага нежељеног зрачења* сигнала на антенском прикључку радио-предајника је средња снага сигнала на фреквенцијама изван ширине опсега емисије прописане Дозволом за коришћење фреквенција.

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

3.18.- *Ширина фреквенцијског опсега антене* је опсег у коме је слабљење рефлексије $\geq 14\text{dB}$.

Слабљење рефлексије је дефинисано као : $a_r = 10 \log |r|^2 = 20 \log |r| = 20 \log \frac{S-1}{S+1}$ где је:

a_r - слабљење рефлексије изражено у dB;

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

S - коефицијент стојећих таласа (KST) или тзв. степен неприлагођења.

3.19.- *Неуспоредна антена* је антена чије су особине зрачења исте за све правце у хоризонталној равни.

3.20.- *Поларизација антене* је карактеристика антене која је одређена оријентацијом вектора електричног поља зраченог радио таласа у односу на површину земље.

3.21.- *Успоредна антена* је антена чији дијаграм зрачења у хоризонталној равни није кружни, односно зрачење електромагнетног таласа у појединим правцима се разликује.

- 3.22.- Главни лист антене је споп зрачења који садржи смер максималног добитка.
- 3.23.- Споредни лист антене је ма који лист зрачења који није главни лист.
- 3.24.- Хоризонтална ширина или угао ширине главног снопа усмерене антене је угао који захвата главни споп у хоризонталној равни између тачака са добитком за 3dB мањим од максималног добитка.
- 3.25.- Радио-канал је штићени фреквенцијски опсег у коме радио-дифузни предајник врши дефинисану емисију сигнала.
- 3.26.- Израчена снага радио-дифузног предајника је снага коју предаје антена у околни простор. Израчена снага се дефинише као: $A_i = A_{tx} - a_{kk} - a_k + G_a$ где је:
- A_i - израчена снага радио-дифузног предајника изражена у dBW;
- $A_{tx} = 10 \log \frac{P_{tx}}{1W}$, PФ снага на антенском конектору радио-дифузног предајника, у dBW;
- a_{kk} - укупно сопствено слабљење коаксијалног вода од антенског прикључка до антене на додељеној фреквенцији радио-дифузног предајнику израженог у dB.
- a_k - слабљење свих прикључних конектора од предајника до антене израженог у dB;
- G_a - добитак антене у dB, у односу на полуталасни дипол.
- 3.27.- Надморска или апсолутна висина је вертикално растојање између неке тачке на физичкој површини земље и нивоа мора изражене у метрима.
- 3.28.- Висина антене изнад терена је висинска разлика апсолутних висина тачке на којој је постављен антенски носач (стуб) и антене на антенском носачу (стубу) изражена у метрима.
- 3.29.- Елевациони угао антене је угао који захвата оса антене односно смер максималног добитка са хоризонталном равни постављене у стајној тачки антене.
- 3.30.- Азимут максималног зрачења је угао који је захваћен од правца географског севера до правца максималног зрачења антене.
- 3.31.- Географске координате (слика 1); меридијани и паралеле на елипсоиду образују географску координатну мрежу. Раван екватора и раван меридијана који пролази кроз Гринич формирају, на елипсоиду, географски координатни систем. У њему је положај сваке тачке на површини елипсоида одређен географским координатама: географском ширином (φ) и географском дужином (λ).
- 3.32.- Географска ширина је лучно растојање неке тачке од екватора, мерено по меридијану те тачке, односно то је угао који заклапа нормала тачке на површини елипсоида са равни екватора. Географска ширина може имати вредност од 0° на екватору, до 90° на северном односно јужном полу, па се зато назива северна односно јужна географска ширина (слика 1).
- 3.33.- Географска дужина је лучно растојање неке тачке на површини земљиног елипсоида, од Гриничког меридијана, мерено по паралели те тачке, односно то је угао који образује раван почетног гриничког меридијана са равни меридијана те тачке. Географска дужина може да има вредност од 0° на гриничком меридијану, до 180° источно или западно од тог меридијана па се зато назива западна односно источна географска дужина (види слику 1).
- 3.34.- 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.



Слика 1- Географска координатна мрежа на земљиним елипсоидом

3.35.- *Географски азимут* је хоризонтални угао захваћен правцем географског меридијана и правцем на циљно место на географској карти.

3.36.- *Магнетски азимут* је хоризонтални угао захваћен правцем магнетског меридијана (правац магнетног севера) и правцем на циљно место на земљишту у природи.

4. Дефиниције специфичних појмова

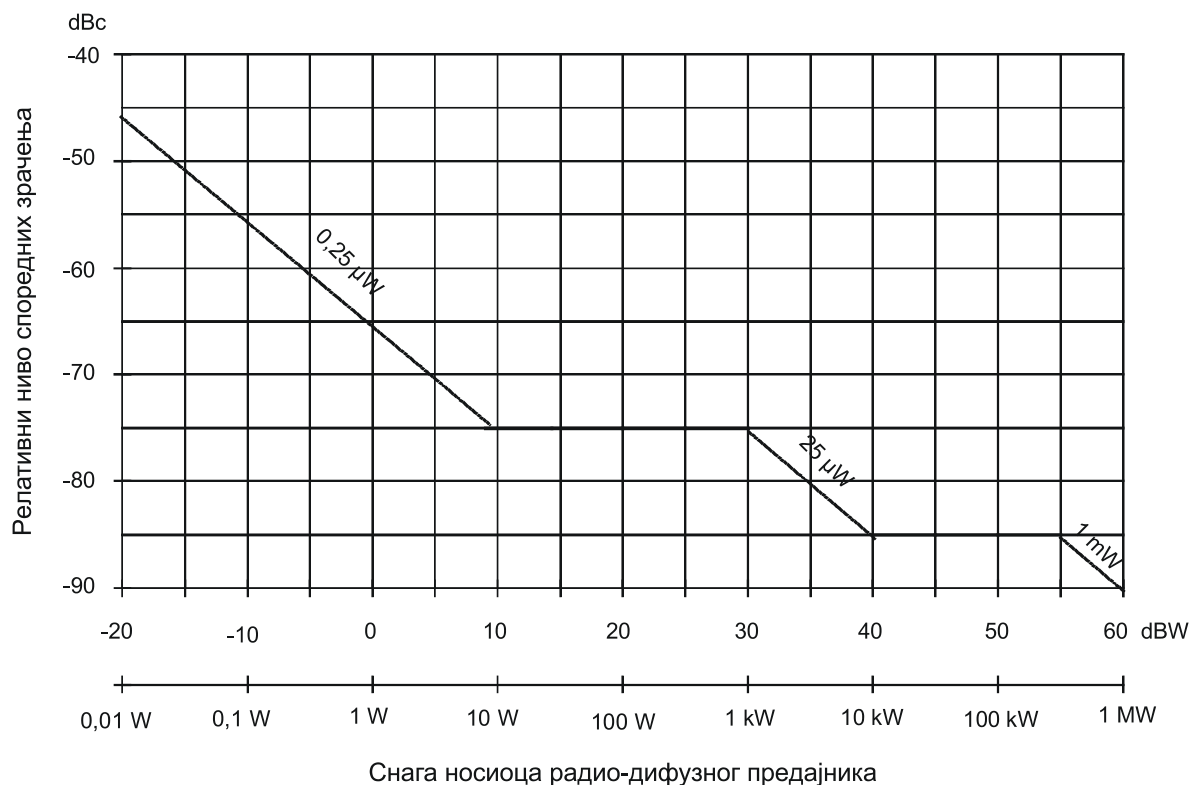
Употребљени појмови у овом документу имају следеће значење:

- *Сигнал L* - сигнал који одговара информацијама у левом каналу;
- *Сигнал R* - сигнал који одговара информацијама у десном каналу;
- *Сигнал збира M*- $M=(L+R)/2$, користи се за пријем сигнала на монофонским пријемницима;
- *Сигнал разлике S* - $S=(L-R)/2$, заједно са сигналом M омогућава стереофонском пријемнику обнављање сигнала у левом и десном каналу;
- *Мултиплексни MPX сигнал*: композитни сигнал који садржи све информације, укључујући пилот тон и сваки додатни сигнал којим се модулише носиоц предајника;
- *Стерео помоћни носилац (субносилац)*: помоћни носилац на фреквенцији $38\text{kHz}\pm 4\text{Hz}$ који конвертује сигнал S у опсег $23\div 53\text{kHz}$;
- *Пилот тон*: компонента на $19\text{kHz}\pm 2\text{Hz}$, која се користи за обнављање стерео субносиоца у стерео пријемнику;
- *RDS (Radio Data System)* – сигнал који садржи информације о програмима и дифузној мрежи. Преноси се уз помоћ субносиоца на фреквенцији 57kHz , амплитудно модулисаног кодираним подацима са потиснутим носиоцем у опсегу $\pm 2,4\text{ kHz}$;
- *Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења сигнала у модулисаном носећем сигналу* - однос између средње вредности суме другог и виших хармоника и средње вредности суме фундаментала и свих хармоника на излазу демодулатора, за синусоидалне модулишуће сигнале фреквенције до $7,5\text{kHz}$;
- *Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у основном опсегу* - варијација амплитуде демодулисаног сигнала са променом фреквенције модулишућег сигнала, при чему се у предајнику користи тракт за пренос мултиплексног сигнала;
- *Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу* - варијација амплитуде демодулисаног сигнала са променом фреквенције модулишућег сигнала, при чему се у предајнику користи тракт за пренос аудио сигнала, укључујући склоп за преакцентуацију;
- *Слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала* - однос, изражен у dB, средње вредности модулишућег сигнала на излазу модулисаног канала и средње вредности компоненте на истој фреквенцији која се јавља на излазу немодулисаног канала. Карактеристика је везана само за стереофонске предајнике;
- *Емисије ван опсега* - све емисије на једној или више фреквенција непосредно изван опсега потребног за пренос сигнала, које су резултат процеса модулације, изузимајући споредне емисије;
- *Споредне емисије* - све емисије на једној или више фреквенција које су изван опсега потребног за пренос сигнала, и чији се ниво може смањити без утицаја на користан сигнал којим се преноси информација. Споредне емисије обухватају хармонијска зрачења, паразитне емисије, интермодулационе продукте и производе конверзије фреквенција, изузимајући емисије ван опсега;
- *Нежељена зрачења* - скуп емисија ван опсега и споредних емисија.

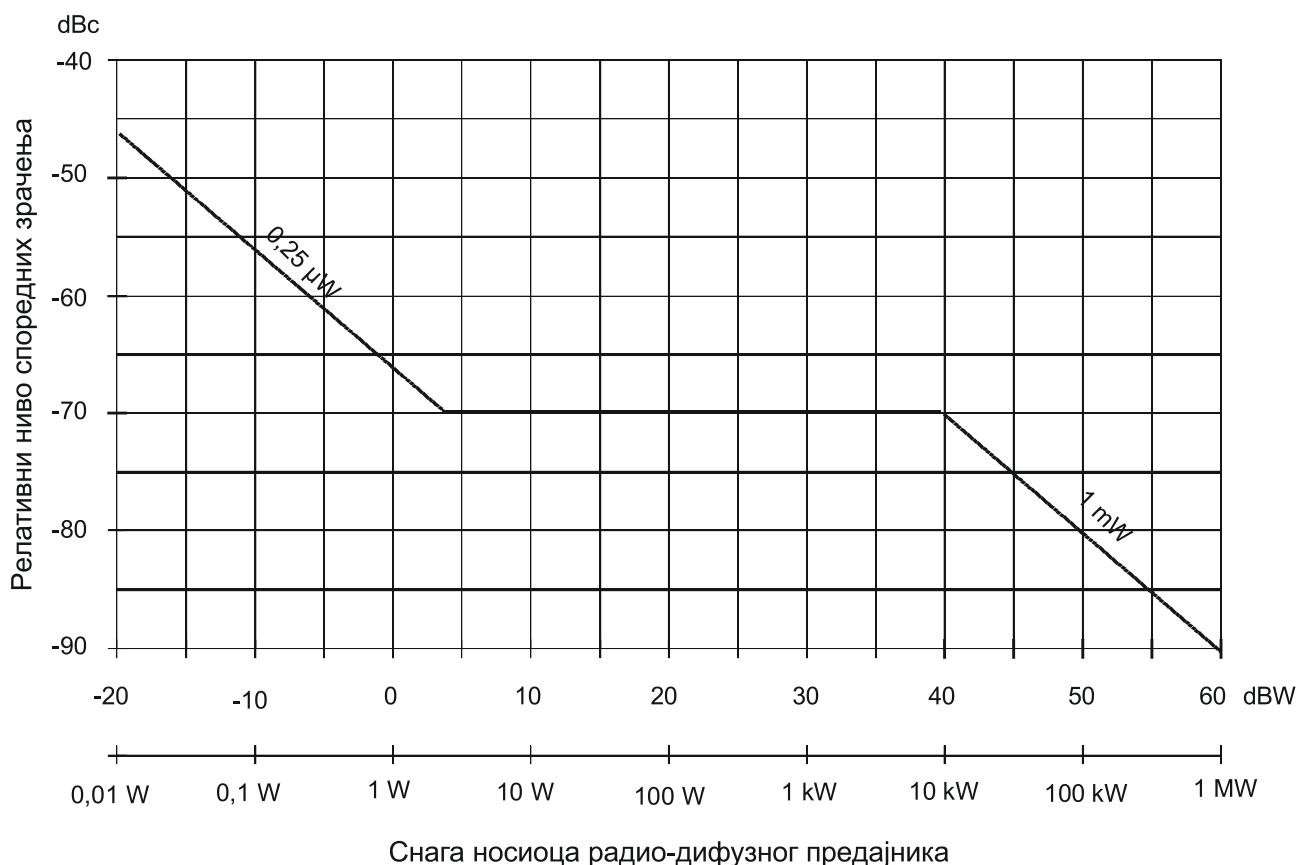
4.1 Нежељена зрачења код радио-дифузних предајника

Нежељена зрачења се састоје од споредних емисија и емисија ван опсега. Граница између ова два региона зависи од врсте модулације. Оквирно се усваја да је регион у коме се јављају емисије ван опсега $\pm 2,5 \times BW$, где је BW опсег фреквенција неопходан за пренос информације. Дакле, за стереофонску емисију регион у коме се дефинишу емисије ван опсега је $\pm 625 \text{ kHz}$ око номиналне фреквенције носиоца, док све остало припада "региону споредних емисија".

На сликама 4.1-1 и 4.1-2 приказани су максимално дозвољени нивои споредних емисија за радио-дифузне предајнике са фреквенцијском модулацијом. Уочава се да је норма строжија у фреквенцијском опсегу $87,5 \div 137 \text{ MHz}$.



Слика 4.1-1 - Максимално дозвољени нивои споредних зрачења у фреквенцијском опсегу $87,5 \div 137 \text{ MHz}$

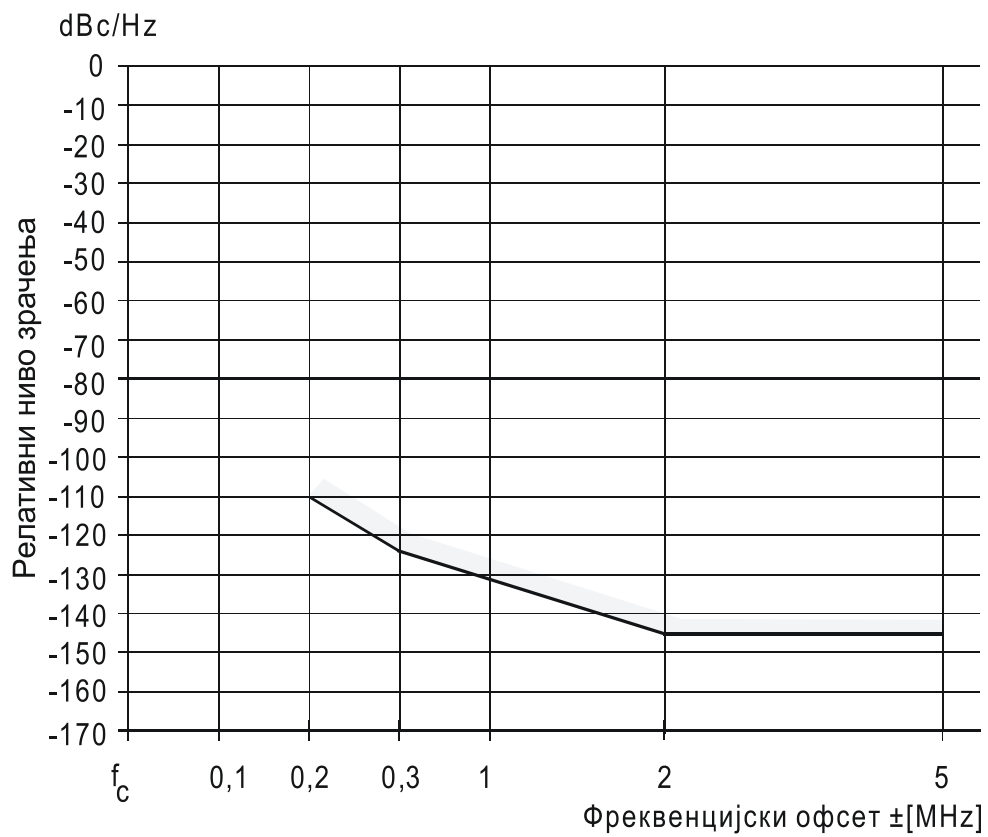


Слика 4.1-2 – Максимално дозвољени нивои споредних зрачења у фреквенцијским опсезима 30÷87,5 и 137÷1000MHz

Ове норме биће у важности за све предајнике који буду у раду после 01.01.2012. године. У прелазном периоду дозвољава се рад предајника чије су споредне емисије потиснуте $\geq 60\text{dB}$ (испод средње снаге на радној фреквенцији), при чему средња снага на ма којој хармоничној или споредној фреквенцији, а која се преноси на напојни вод антене, не сме да прелази вредност од 1mW , под условом да предајник својим радом не проузрокује штетне сметње другим радио-станицама.

Мерење емисија ван опсега врши се само изузетно, када је потребно предузети посебне мере којима се смањује опсег потребан за пренос, а у циљу сузбијања интерференције између суседних канала. Метод мерења емисија ван опсега уз помоћ генератора "обојеног шума" даје информацију о интензитету побочних компоненти спектра које је потребно сузбити.

Норма за емисије ван опсега дефинише релативну спектралну густину снаге (у односу на снагу носиоца) на одређеном растојању од фреквенције носиоца; дозвољене границе су приказане на слици 4.1-3.



Слика 4.1-3 – Максимално дозвољени интензитет емисија ван опсега

II Технички преглед

1. Сврха

Технички преглед се врши у случајевима које дефинише Закон о телекомуникацијама и Правилник о поступку техничког прегледа у области телекомуникација. У складу са овим прописима, радио-станица мора да се пусти у рад у року од годину дана од издавања дозволе за коришћење фреквенција, а пре пуштања у рад мора да се изврши технички преглед ради провере усклађености параметара радио-станице са вредностима из дозволе.

Ванредни технички преглед може се вршити на захтев Агенције, када се контролом са удаљеног мерног места или на други начин утврди да радио-станица својим радом или у коегзистенцији са другим радио-станицама на истој или блиским локацијама, омета рад других радио-станица.

Предмет мерења могу бити само параметри којима се проверава усаглашеност са дозволом за коришћење фреквенција и постојање сметњи за рад других радио-станица или сервиса, као и мерења којима се проверава квалитет емитованог сигнала, за оне станице за које је тај квалитет обавезан, а о чему одлуку доноси Агенција.

2. Провера квалитета емитованог сигнала

За радио-дифузне ФМ предајнике који су у мрежама Јавног сервиса Србије, обавезна је провера квалитета емитованог сигнала.

3. Списак величина које се мере и услова који се проверавају

Техничким прегледом дифузне радио-станице за фреквенцијски модулисане емисије непосредно се мере следећи параметри:

- предајна фреквенција;
- фреквенције и нивои нежељених зрачења;
- ширина фреквенцијског опсега заузета емисијом;
- максимална девијација фреквенције РФ носиоца;
- излазна снага предајника;
- висина центра антенског система изнад тла;
- азимут(и) максималног зрачења предајне антене (важи за усмерене антене);
- поларизација предајне антене;
- географске координате радио-станице;
- фреквенције и нивои интермодулационих производа емисија радио-станице, која се проверава са емисијама друге или других радио-станица, које су већ постављене на истој или блиским локацијама;

- ниво електро-магнетног поља радио-станице у околном простору у коме се крећу или бораве људи.

Напомена: На почетку техничког прегледа радио-станице врши се мерење нивоа нејонизујућег ЕМ зрачења на емисионој локацији (видети тачку II-6.10). Уколико се констатује да ниво поља премашује максимално дозвољену вредност за "зрачене људе" ($E > 60 \text{ V/m}$), поступак техничког прегледа се обуставља и разлог се констатује у Извештају.

У току вршења техничког прегледа проверавају се следећи услови и подаци из Дозволе за коришћење фреквенција:

- назив уже локације радио-станице;
- надморска висина локације;
- знак идентификације;
- тип предајне антене или антенског система;
- усмереност антене;
- угао ширине главног снопа зрачења (за усмерене антене);
- добитак антене;
- однос "напред-назад" предајне антене;
- тип уређаја и серијски фабрички број;
- начин преноса модулационог сигнала.

Напомена: У циљу провере услова који се не могу утврдити мерењем на терену, ималац радио-станице је дужан да екипи за обављање техничког прегледа обезбеди увид у оригиналну пројектну документацију и документацију произвођача антене са свим релевантним параметрима који описују примењену антену, односно антенски систем (добитак антене, поларизација, дијаграм зрачења).

У току обављања техничког прегледа, потребно је фотографисати све виталне делове радио-станице који утичу на параметре наведене у Дозволи за коришћење фреквенција (предајник радио-станице, спољашњи филтар пропусник опсега, антена или антенски систем). Фотографије треба да буду квалитета који омогућује препознавање типа уређаја и читавање карактеристичних ознака на њима. Фотографије се прилажу у електронском облику, као прилог Извештаја о техничком прегледу.

4. Списак додатних величина које се мере када се проверава квалитет сервиса

Техничким прегледом дифузне радио-станице за фреквенцијски модулисане емисије у мрежи за коју се проверава квалитет сервиса мере се и следећи параметри:

- фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења сигнала у модулисаном носећем сигналу;
- амплитудно-фреквенцијска карактеристика у основном опсегу ;
- амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу;
- слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала;
- нежељена фреквенцијска модулација (однос сигнал/шум);
- нежељена амплитудска модулација – синхрона (АМ услед ФМ);
- нежељена амплитудска модулација – паразитна (шум и брум).

5. Мерни инструменти и опрема који се користе у поступку техничког прегледа

Сви мерни инструменти који се директно прикључују на РФ склопове испитиване радиостанице (побудни степен, појачавач РФ снаге, екстерни филтар, антена) морају имати завршне 50-омске импедансе.

У току техничког прегледа користе се следећи мерни инструменти и опрема са наведеним основним карактеристикама:

Р. бр.	Тип инструмента / опреме	Основне карактеристике
1.	Мерач РФ снаге	- опсег фреквенције $\geq 200\text{MHz}$ - тачност мерења $\leq 5\%$
2.	Електронски мерач фреквенције	- опсег фреквенције $\geq 200\text{MHz}$ - читавање фреквенције – 9 цифара - тачност временске базе $\leq 1\text{ppm}$ - осетљивост улаза $\leq 10\text{mW}$
3.	Мерач девијације фреквенције	- опсег фреквенције $\geq 200\text{MHz}$ - мерни опсег за девијацију $\geq 150\text{kHz}$ - тачност мерења $\leq 5\%$ - могућност укључивања/искључивања мреже за деакцентуацију (деемфазис)
4.	Анализатор спектра	- опсег фреквенције $\geq 1000\text{MHz}$ - RBW (3dB) $\leq 1\text{kHz}$ - сопствени шум $\leq 100\text{dB}$ (за 10kHz офсет) - тачност мерења односа амплитуда $\leq 1\text{dB}$ - динамички опсег $\geq 70\text{dB}$
5.	Тест оптерећење (атенуатор)	- снага дисипације $\geq 1\text{kW}, 2\text{kW}, 10\text{kW}$ – у зависности од снаге предајника који се испитује - слабљење рефлексије (у опсегу 87÷108MHz) $\geq 26\text{dB}$ - варијација преносне карактеристике (слабљења) од номиналне вредности $\leq 0.5\text{dB}$
6.	Генератор НФ (АФ) сигнала	- тачност амплитуде (100÷20000Hz) $\leq 0.2\text{dB}$
7.	НФ волтметар	- тачност мерења $\leq 5\%$
8.	Мерна антена	- дефинисан фактор антене у опсегу 70÷150MHz
9.	GPS пријемник	- декларисана тачност у оптималним условима $\leq \pm 10\text{m}$
10.	Мерач даљине са инклинометром	- домет $\geq 200\text{m}$; тачност $\leq 1\text{m}$; тачност инклинометра $\leq 0,3^\circ$
11.	Комерцијални ФМ пријемник са стерео декодером	- могућност пријема RDS
12.	Дигитални фото апарат	- резолуција $\geq 5\text{ Mp}$ - оптички зум $\geq 3\text{x}$

6. Процедуре мерења

6.1 Предајна фреквенција



Слика 6.1-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

Поступак мерења је следећи:

- Мерач фреквенције прикључити на антенски конектор предајника (преко одговарајућег атенуатора) или на сервисни конектор са изведеним ослабљеним РФ сигналом, уколико постоји на кућишту предајника. Пре почетка мерења проверити да ли је ниво ослабљеног РФ сигнала у мерном опсегу употребљеног мерача фреквенције.
- Због веће прецизности резултата, пре мерења искључити НФ сигнал за модулацију носиоца (преко тастатуре на панелу предајника или скидањем каблова за довод модулишућег сигнала). Модулишући сигнал довести преко конектора стандардно означених са "L" и "R", односно са "MPX". Уколико је на испитиваном предајнику предвиђена та могућност, искључити функције стерео кодера и RDS, чиме се обезбеђује да је на улазу мерача фреквенције присутан само РФ носиоц предајника. Уколико ова могућност није предвиђена последња операција није неопходна, јер поменути субносиоци имају значајно мањи ниво у односу на ниво РФ носиоца и не утичу значајно на прецизност мерења.
- Измерена фреквенција носиоца предајника радио-станице читава се после процедуре загревања и стабилизације мерног инструмента, према упутству произвођача (типично 5÷10мин).

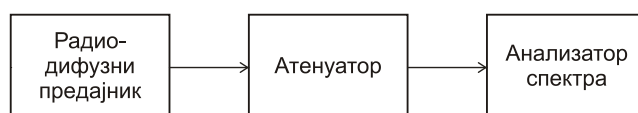
Измерена вредност уноси се у извештај о техничком прегледу, уписује у рубрику „Предајна фреквенција“ и изражава у MHz, са пет децималних места.

Измерена вредност фреквенције предајника не сме да се разликује од вредности наведене у Дозволи за коришћење фреквенција за више од $\pm 1\text{kHz}$.

6.2 Фреквенције и нивои нежељених зрачења

Фреквенције и нивои нежељених зрачења мере се анализатором спектра са захтеваним карактеристикама.

Поступак мерења је следећи:



Слика 6.2-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Анализатор спектра преко одговарајућег атенуатора прикључити на антенски конектор предајника, односно на излаз спољашњег филтра (уколико се исти користи).
- Пре почетка мерења нежељених зрачења, утврдити да је ниво РФ сигнала на улазу у анализатор спектра (тачније на првом мешачу анализатора) ослабљен до нивоа који не производи хармонијска и интермодулациона изобличења у самом мерном инструменту (према упутству произвођача). За обезбеђење овог услова користи се подесиви интерни атенуатор, а по потреби и додатни екстерни ослабљивач.
- Искључити модулациони сигнал.
- Сканирати опсег фреквенција од 30÷350MHz; при томе треба водити рачуна да се комбинацијом фреквенцијског мерног опсега ("frequency span") и ширине филтра ("RBW") не наруши захтевани динамички опсег инструмента.
- Фреквенцију и ниво евентуално уочене компоненте у спектру нежељеног зрачења прецизно измерити са ужим мерним опсегом и ширином филтра ($RBW \leq 10\text{kHz}$).
- Нарочиту пажњу обратити на споредна зрачења која се јављају на целобројним умношцима фреквенције носиоца; у највећем броју случајева ово су најизраженије компоненте, нарочито уколико се не користи додатни спољашњи филтар пропусник опсега.
- Ниво компонената у спектру нежељеног зрачења очитати у децибелима у односу на ниво немодулисаног носиоца (-dBc).

У рубрику „Фреквенције нежељених зрачења“ извештаја о техничком прегледу уписују се фреквенције свих детектованих компоненти у спектру нежељених зрачења (одвојене делимитером /, у MHz, са три децимална места), док се у рубрику „Однос снага нежељеног и жељеног зрачења“ уноси однос снага одговарајућих компоненти и снаге носиоца (у dBc, одвојени делимитером /). У Извештај се обавезно уноси ниво зрачења на фреквенцијама 2. и 3. хармоника; уколико су нивои довољно ниски да се не могу детектовати са инструментом са наведеним динамичким опсегом, то је потребно нагласити (нпр. < -70dBc, < -80dBc).

Ниво сваке појединачне компоненте у спектру нежељених зрачења мора да буде за више од 60dB потиснут у односу на ниво носиоца РФ сигнала, при чему средња снага на ма којој хармоничној или споредној фреквенцији, а која се преноси на напојни вод антене, не сме да прелази вредност од 1mW.

6.3 Ширина опсега заузетог емисијом

Ширина опсега се мери са реалним програмом који се емитује из студија (слика 6.3-1).



Слика 6.3-1 – Блок шема повезивања мерних инструмента

Поступак мерења је следећи:

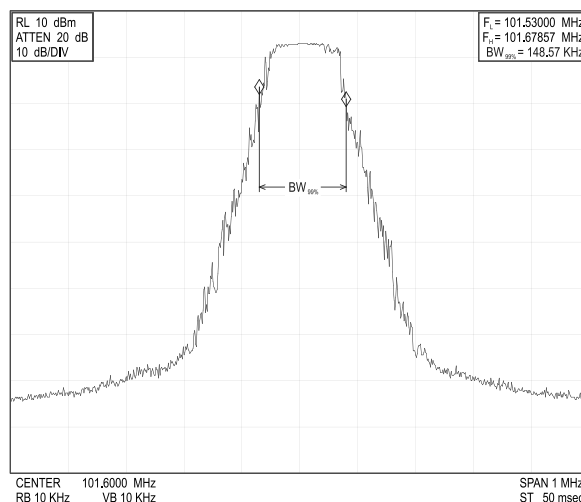
- Анализатор спектра преко одговарајућег атенуатора прикључити на антенски конектор предајника.
- Мерни опсег анализатора спектра ("frequency span") мора да буде бар 3÷4 пута већи од ширине опсега неопходног за пренос информације; типично се поставља 1MHz.
- Анализатор спектра треба да ради у "max hold" моду, са укљученим детектором позитивне вршне вредности.
- Мерење вршити у релативно дужем временском периоду (бар неколико минута), због разноликости информације која се преноси у реалном програму. Потребно је обезбедити да се у току мерења из студија емитује садржај који изазива веће екскурзије у девијацији носећег сигнала, што се проверава на помоћном ФМ пријемнику.

Савременији анализатори спектра омогућавају директно читавање ширине опсега заузете емисијом, на основу задатог захтева од 99% снаге. Други начин је експортивање нумеричких података (одређени број измерених амплитуда за сваки екрански приказ) у прикључени рачунар, у коме се накнадно врши обрачун. "Граничне фреквенције" f_H и f_L се одређују тако да важи:

$$\int_{-\infty}^{f_L} P(f)df = 0,005 \times \int_{-\infty}^{+\infty} P(f)df, \quad \text{односно} \quad \int_{f_H}^{+\infty} P(f)df = 0,005 \times \int_{-\infty}^{+\infty} P(f)df$$

где је $P(f)$ интензитет компоненте спектра сигнала на фреквенцији f из посматраног опсега.

Разлика фреквенција f_H и f_L представља ширину опсега заузету емисијом. На слици 6.3-2 је приказан типичан изглед спектра сигнала радио-дифузног предајника са фреквенцијском модулацијом, са назначеном ширином ($BW_{99\%}$).



Слика 6.3-2 – Ширина опсега заузетог емисијом

Измерена, односно израчуната вредност уноси се у извештај о техничком прегледу, уписује у рубрику „Ширина опсега заузетог емисијом“ и изражава у kHz.

Ширина опсега заузета емисијом радио-дифузног предајника мора да буде $\leq 180\text{kHz}$ за монофонску емисију, односно $\leq 250\text{kHz}$ код радио-дифузних предајника за стереофонску емисију.

6.4 Максимална девијација фреквенције РФ носиоца

Поступак мерења је следећи:



Слика 6.4-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Анализатор спектра преко одговарајућег атенуатора прикључити на антенски конектор предајника.
- Централну фреквенцију подесити на фреквенцију носиоца.
- Подесити пропусни опсег 300kHz.
- Анализатор спектра поставити у „zero-span“ мод.
- Подесити линеарни приказ на вертикалној скали инструмента.
- Укључити FM демодулатор.
- Амплитуда посматраног сигнала одговара девијацији фреквенције РФ носиоца.
- Поставити анализатор спектра у „max-hold“ режим рада; после 5-10 минута прочитати вредност максималне девијације фреквенције

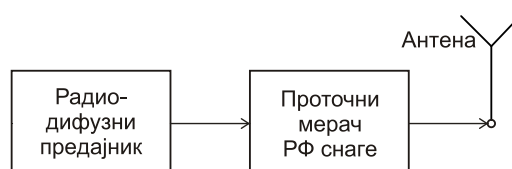
Добијени резултат се уписује у извештај о техничком прегледу у рубрику „Максимална девијација фреквенције“ и изражава у [kHz].

Девијација фреквенције РФ носиоца не сме прећи вредност од $\pm 75\text{kHz}$.

6.5 Излазна РФ снага предајника, слабљење спољашњег филтра

Излазна РФ снага предајника се може мерити са два типа мерних инструмената. У првој варијанти се користи проточни мерач снаге, са сондом која има одговарајуће карактеристике (снага, фреквенцијски опсег). У другој варијанти мерење се врши уз помоћ калибрисаног атенуатора, са прецизно дефинисаним слабљењем у опсегу $87\div 108\text{MHz}$.

У случају да се користи проточни мерач снаге (слика 6.4-1), поступак мерења је следећи:



Слика 6.5-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Проточни мерач снаге повезати између антенског конектора предајника и предајне антене.
- Вредност РФ снаге предајника прочитати после истека времена за успоставу нормалног рада предајника.

У случају да се користи одговарајући атенуатор (слика 6.4-2), поступак мерења је следећи:



Слика 6.5-2 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Мерач РФ снаге, преко одговарајућег атенуатора, прикључити на антенски конектор предајника.
- После истека времена за успоставу нормалног рада предајника очитати вредност измерену мерачем РФ снаге.
- вредност РФ снаге предајника се добија по следећој формули:

$$P_i (W) = P_m (W) * 10^{A_0/10},$$

где је P_m – очитана вредност на мерачу снаге, A_0 – слабљење калибрисаног атенуатора.

Измерена, односно израчуната вредност уноси се у извештај о техничком прегледу, уписује у рубрику „Изразна РФ снага предајника“ и изражава у W (целобројна вредност), односно у kW (са два децимална места) – уколико снага прелази 1 kW.

Измерена излазна РФ снага предајника не сме да премаши вредност дату у Дозволи за коришћење фреквенција за више од +1dB.

Уколико на локацији предајника постоји спољашњи филтар, на исти начин се мери снага на његовом излазу. Пролазно слабљење филтра се одређује на основу формуле:

$$A_f = 10 \log (P_i / P_f),$$

где је P_f – измерена снага на излазу филтра, а P_i – измерена снага на антенском конектору предајника.

Измерена, односно израчуната вредност уноси се у извештај о техничком прегледу, уписује у поље „Слабљење спољашњег филтра“ у рубрици „Конфигурација антенског система“ и изражава у dB (са једним децималним местом).

6.6 Висина центра антенског система изнад тла

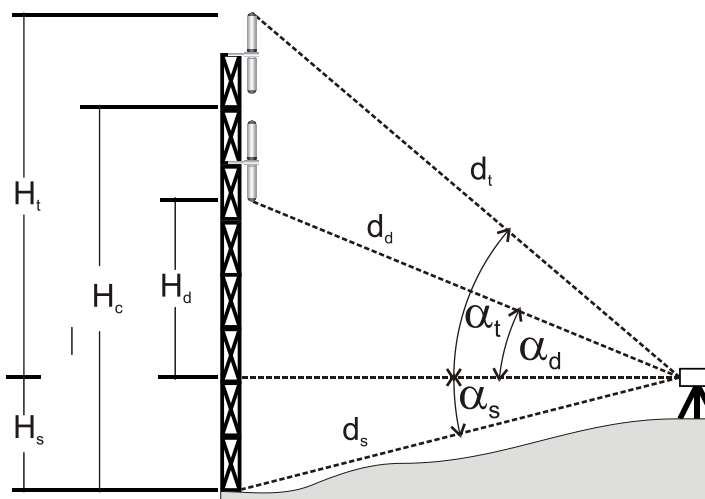
Индиректни метод:

Поступак мерења је следећи:

- На одређеној удаљености (до 50m) поставити ласерски мерач даљине са могућношћу мерења угла (слика 6.5.1);

- Измерити углове (означене са α_t) под којим се види врх, а потом угао α_d под којим се види дно антенског система;
- Измерити α_s угао под којим се види подножје антенског стуба;
- Измерити растојање до врха d_t а потом до дна d_d антенског система;
- Измерити растојање d_s до подножја антенског стуба;
- Висина врха антенског система изнад хоризонталне равни у којој је мерач је $H_t = d_t \sin(\alpha_t)$;
- Висина дна антенског система изнад хоризонталне равни у којој је мерач је $H_d = d_d \sin(\alpha_d)$;
- Висина дна антенског стуба је $H_s = d_s \sin(\alpha_s)$;
- Висина центра антенског система изнад тла 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 6.6-1 – Мерење висине центра антенског система

Директни метод:

Поступак мерења је следећи:

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

Измерена висина центра антенског система се уноси у извештај о техничком прегледу у рубрику „Висина центра антенског система изнад тла“ и изражава у метрима (целобројна вредност).

Дозвољена толеранција збира надморске висине и висине антене у односу на податак из дозволе за коришћење фреквенција је +10m, односно +3% (ма који услов треба да буде задовољен).

6.7 Азимут(и) максималног зрачења предајне антене (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.

Поступак се обавља за сваки азимут антенског система.

Измерене вредности азимута антенског система уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Азимути максималног зрачења“ и изражавају у степенима са уписаним делимитером (/) између сваког азимута.

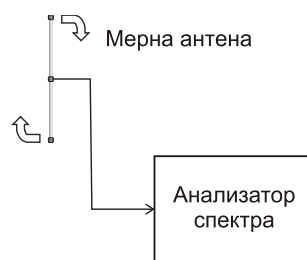
Дозвољена толеранција азимута максималног зрачења предајне антене у односу на податак из Дозволе за коришћење фреквенција је $\pm 10^\circ$.

Напомена: За све типове антена (како усмерене тако и неусмерене), у обрасцу Извештаја (поље предвиђено за примедбе) је потребно назначити положај антене у односу на антенски стуб. Овај податак је врло користан за тумачење резултата провере зоне покривања, због значајног утицаја стуба (поготово масивних конструкција) на дијаграм зрачења антене.

6.8 Поларизација предајне антене (антенског система)

Код највећег броја примењених типова антена (диполи, системи дипола, уаги антене) поларизација по правилу јасно дефинисана спољашњом конструкцијом и оријентацијом антене у простору, те се може једнозначно утврдити визуелном инспекцијом и увидом у документацију произвођача.

Уколико то није случај, поступак мерења је следећи:



Слика 6.8-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Мерење се врши у далеком пољу антене, на позицији која је неколико десетина λ ($>100m$) удаљена од локације предајника.
- Бира се мерна локација у чијој близини се не налазе рефлектујуће површине.
- Мерну антену монтирати на стакак, на висини $\geq 2m$ од површине земље.
- Користи се мерна антена са линеарном поларизацијом, коју је могуће ротирати у простору. Оптималан избор за тип мерне антене представља прецизан симетрични дипол; код других типова мерних антена (нпр. лог-периодичне антене) ортогонална компонента је много израженија, те је поларизација у већој мери елиптична.
- Прикључити мерну антену на улаз анализатора спектра.
- Ротирати мерну антену у равни нормалној на правац зрачења предајне антене и посматрати одзив на анализатору спектра.

Уколико је разлика у одзивима инструмента (напонима индукованим на крајевима мерне антене) при вертикално и хоризонтално постављеној мерној антени већа од 10dB, утврђује се да је примењена линеарна поларизација (вертикална или хоризонтална, у зависности од резултата мерења). У супротном ради се о мешовитој поларизацији предајне антене.

У извештај о техничком прегледу се уписује код који представља један од наведених типова поларизације: Н – хоризонтална, V – вертикална, М – мешовита. Одговарајући код се уписује у рубрику „Поларизација антенског система“.

6.9 Географске координате радио-станице

Географске координате радио-станице мере се директно уз помоћ уређаја за позиционирање стајне тачке - GPS пријемника.

За прецизно мерење уз помоћ GPS пријемника пожељно је да се у непосредној околини мерне локације не налазе препреке које ометају пријем сателитских сигнала (високе грађевине, шума итд.), мада је овај проблем значајно релаксиран код савременијих пријемника са уграђеним алгоритмима за повећање прага осетљивости.

За одређивање географских координата неопходно је обезбедити поуздан пријем сигнала са бар 4 сателита; у овим условима се подаци на дисплеју GPS пријемника континуално освежавају, без већих екскурзија у погледу измерених вредности. Савременији GPS пријемници приказују процењену тачност мерења, што такође олакшава оцену валидности резултата.

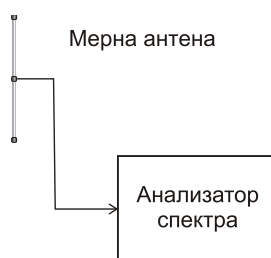
Измерене координате уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Координате локације – Дужина и Ширина“ у WGS-84 систему, и изражавају се у степенима, минутима и секундама.

Одступање локације постављеног предајника од локације наведене у дозволи за коришћење фреквенција не може бити веће од 250m.

6.10 Фреквенције и нивои ИМ производа

Интермодулациони производи настају као последица истовременог рада предајника испитиване радио-станице и другог предајника, или више предајника, који су постављени на истој или блиским локацијама. Основни разлог за настајање ИМ производа је непостојање (или неадекватна подешеност) екстерног филтра пропусника учестаности на излазу предајника и неповољан међусобни положај предајних антена.

Поступак мерења је следећи:



Слика 6.10-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Мерну антену са познатим карактеристикама (фактором антене) поставити на сталак на растојању од бар неколико десетина метара од предајне антене и на висини од минимално два метра од површине тла, у делу простора у коме се не налазе проводни и рефлектујући објекти и површине.
- Прикључити мерну антену на улаз анализатора спектра.
- Утврдити да је ниво, по интензитету најјачег, РФ сигнала на улазу у анализатор спектра (тачније на првом мешачу анализатора) ослабљен до нивоа који не производи хармонијска и интермодулациона изобличења у самом мерном инструменту (према упутству произвођача). При провери, мерни опсег анализатора спектра ("frequency span") мора бити довољно широк да се детектује сваки потенцијално јак извор РФ зрачења. За обезбеђење овог услова користи се подесиви интерни атенуатор, а по потреби и додатни екстерни ослабљивач.
- На анализатору спектра поставити централну фреквенцију која одговара средишњој фреквенцији опсега намењеног за емитовање радио-дифузног сигнала са фреквенцијском модулацијом (98MHz). Мерни опсег инструмента треба да обухвата цео поменути опсег фреквенција ($span \geq 20$ MHz). Ширина улазног филтра инструмента са којом се врши сканирање фреквенција треба да буде таква да се обезбеди динамика мерења од минимално 70dB (зависно од нивоа најјачег РФ сигнала са мерне антене, $RBW \leq 100$ kHz).
- Сliku измереног спектра сигнала на мерној локацији сачувати у меморији мерног инструмента или прикљученог рачунара.
- Искључити предајник који је предмет техничког прегледа.
- Без промене услова, извршити ново мерење интензитета постојећих РФ компоненти у спектру.

- Поређењем резултата мерења у једном и другом случају утврђује се евентуално постојање компонената које су производи интермодулације (све компоненте које се јављају у спектру са укључењем испитиваног предајника, изузимајући ону на називној фреквенцији истог).
- После евентуалног утврђивања постојања ИМ производа, прецизнијим мерењем циљаних компонената (са ужим мерним опсегом инструмента) одређују се тачне фреквенције и нивои истих, узимајући у обзир вредност фактора мерне антене.

На исти начин се врши провера настанка ИМ производа у другим фреквенцијским подопсезима, посебно у суседним (4-метарски опсег за функционалне радио-везе: 68÷87,5MHz, опсег за ваздухопловну радио-навигацију: 108÷118MHz, опсег за ваздухопловну мобилну службу: 118÷137MHz).

При томе нарочиту пажњу треба посветити опсегу за ваздухопловну радио-навигацију који се у појединим географским областима посебно штити; у овим случајевима у Дозволи за коришћење фреквенција је назначена обавеза да ИМ производи буду $\leq -89\text{dBc}$. За мерење сигнала овако ниског интензитета потребно је смањити ширину филтра анализатора спектра и на тај начин повећати мерни опсег улазних нивоа (динамику мерног инструмента).

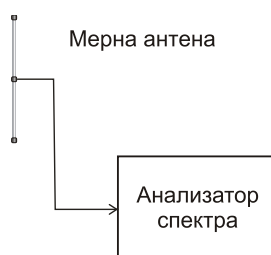
У рубрику „Фреквенције ИМ производа емисије са емисијама других станица“ извештаја о техничком прегледу уписују се фреквенције свих евентуално детектованих интермодулационих производа (одвојене делимитером /, у MHz, са три децимална места), док се у рубрику „Релативни интензитет ИМ производа“ уноси однос снага одговарајућих компоненти и снаге носиоца (у dBc, одвојени делимитером /).

Нивои интермодулационих производа који настају као последица истовременог рада предајника испитиване радио-станице и других предајника треба да буду минимално 60dB ослабљени у односу на израчену снагу предајника на номиналној фреквенцији, уз услов да израчена снага на појединачној фреквенцији ИМ производа не буде већа од 1mW. Уколико је у Дозволи за коришћење фреквенција наведен строжији услов за поједине фреквенцијске подопсеге, исти се мора поштовати.

6.11 Ниво нејонизујућег ЕМ зрачења предајника на емисионој локацији

Ниво ЕМ поља мери се анализатором спектра уз помоћ калибрисане мерне антене. Избор локација на којима се врши мерење врши се како на основу увида у намену околног простора, тако и на основу познавања карактеристика предајне антене (усмереност, добитак антене, поларизација, просторна оријентација).

Поступак мерења је следећи:



Слика 6.11-1 – Блок шема повезивања мерних инструмената

- Мерну антену поставити на сталак, по могућству 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.
- Мерна антену повезати са анализатором спектра дужим мерним каблом (са познатим слабљењем), чиме се обезбеђује да се мерни инструменти налазе ван блиског поља пријемне антене у току мерења.
- У току мерења треба онемогућити кретање лица у непосредној близини мерне антене.
- Ротацијом мерне антене наћи максималан одзива на анализатору спектра.
- Очитати максималну измерену вредност напона на улазу анализатора.

Интензитет електричног поља се добија према релацији:

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = V \text{ (dB}\mu\text{V)} + AF \text{ (dB/m)} + A_K \text{ (dB)}$$

где је: V – измерени напон на 50-омском улазу анализатора спектра, AF – фактор антене (за мерену фреквенцију) и A_K – слабљење мерног кабла.

Интензитет електричног поља у (V/m) се добија према релацији:

$$E[\text{V/m}] = 10^{E[\text{dB}\mu\text{V/m}] / 20 - 6}$$

Мерење се врши на више локација у околини предајника. У извештај о техничком прегледу се уноси највећа измерена вредност ЕМ поља, уписује у рубрику „Ниво нејонизујућег ЕМ зрачења“ и изражава у V/m (са једним децималним местом). У рубрици „Напомене“ се даје кратак опис мерне локације на којој је измерен уписани ниво поља.

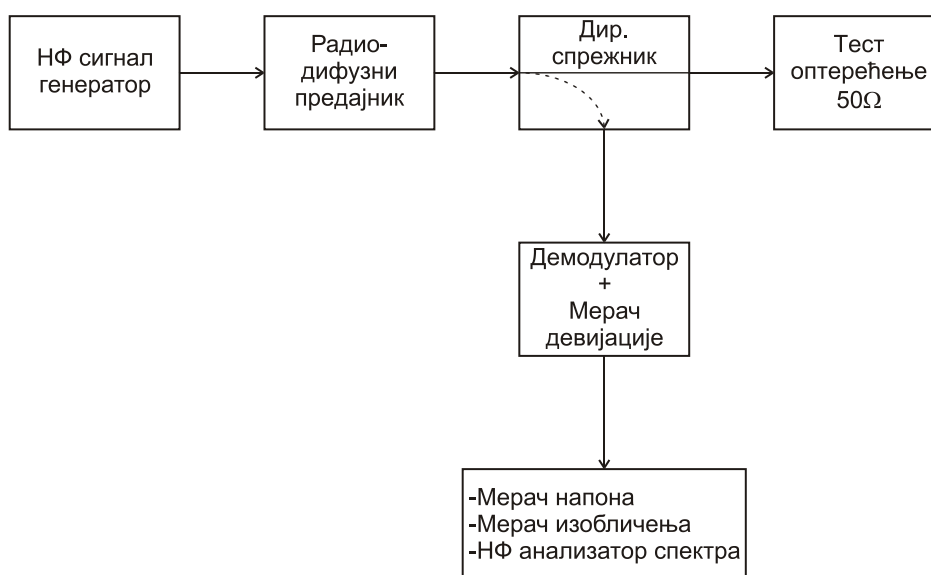
Уколико се констатује да ниво поља премашује максимално дозвољену вредност за "зрачене људе" ($E > 60 \text{ V/m}$), поступак техничког прегледа се обуставља и разлог се констатује у Извештају. Због тога се препоручује да се ово мерење обави пре свих осталих мерења у поступку техничког прегледа.

7. Процедуре мерења додатних величина код провере квалитета сервиса

Технички преглед радио-станица које раде у мрежама код којих се гарантује квалитет емитованог сигнала, поред напред наведеног обухвата и проверу неких од тзв. уграђених карактеристика предајника.

7.1 Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења сигнала у модулисаном носећем сигналу

За мерење карактеристика монофонског предајника, мерна опрема се повезује према слици 7.1-1, док се за мерење карактеристика стереофонског предајника опрема повезује према слици 7.1-2.

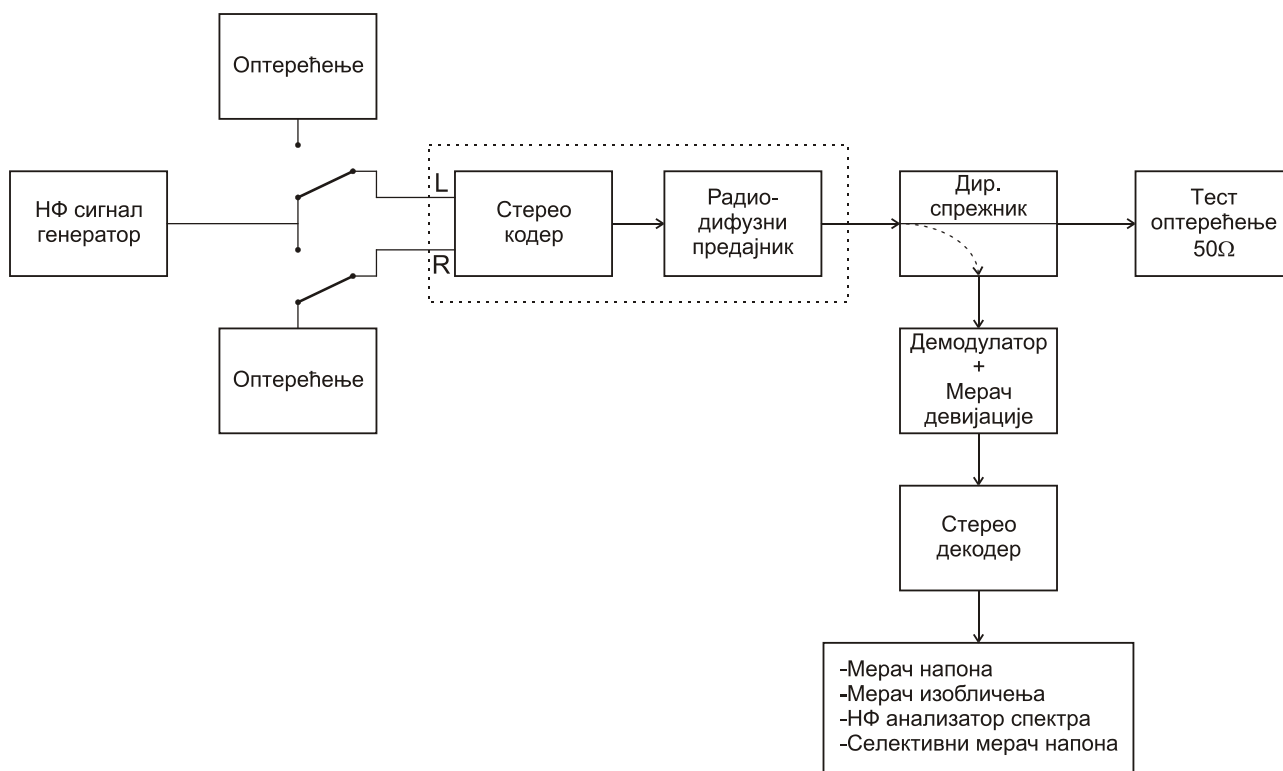


Слика 7.1-1 – Повезивање мерне опреме за мерење карактеристика монофонског предајника

Поступак мерења је следећи:

- Модулишући тест сигнал из тон генератора (генератора НФ сигнала) довести на аудио улаз предајника ("L" или "R" улаз код стереофонских предајника).
- РФ сигнал предајника преко одговарајућег атенуатора довести на улаз демодулатора, са склопом за деакцентуацију (деемфазис) чија је карактеристика инверзна карактеристици преакцентуације у предајнику (50μs).
- При мерењу на монофонском предајнику, на излаз демодулатора прикључити мерач дисторзије.
- При мерењу на стереофонском предајнику, на излаз демодулатора прикључити стерео декодер; на одговарајући излаз декодера ("L" или "R") прикључити мерач дисторзије.

- На тон генератору подесити фреквенцију 1kHz и ниво који одговара максимално дозвољеној девијацији (± 75 kHz).
- На мерачу дисторзије очитати изобличење аудио-фреквенцијског сигнала.
- Мерење извршити на фреквенцијама тест сигнала 100Hz, 500Hz, 1kHz, 3kHz и 7,5kHz, при чему се девијација фреквенције одржава константном.
- Код стереофонског предајника, мерење се на исти начин понавља за други канал ("L" или "R").



Слика 7.1-2 – Повезивање мерне опреме за мерење карактеристика стереофонског предајника

Измерене вредности за фреквенције тест сигнала 100Hz, 500Hz, 1kHz, 3kHz и 7,5kHz уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења“ и изражавају у процентима, са једним децималним местом.

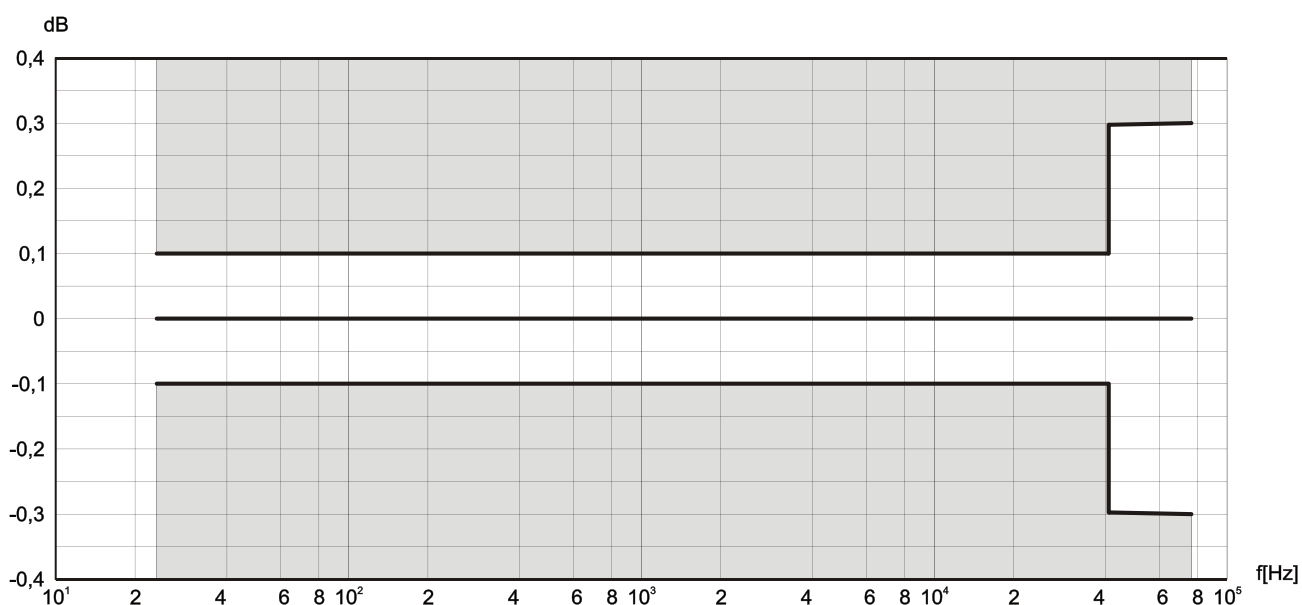
Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења сигнала у модулисаном носећем сигналу мора да буде $\leq 0,7\%$.

7.2 Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у основном опсегу (*baseband*)

Мерна опрема се повезује према слици 7.1-1. Поступак мерења је следећи:

- Тон генератор прикључити на улаз за мултиплексни сигнал (MPX); коло за преакцентуацију у предајнику и коло за деакцентуацију у демодулатору морају бити искључени.
- На излаз демодулатора прикључити мерач напона.
- На тон генератору подесити фреквенцију 1kHz и ниво који одговара максимално дозвољеној девијацији ($\pm 75\text{kHz}$).
- На мерачу напона очитати амплитуду демодулисаног сигнала.
- Мерење извршити за тест сигнале фреквенције 100Hz, 500Hz, 5kHz, 40kHz и 75kHz, при чему се ниво сигнала из тон генератора не мења.

Измерене вредности за фреквенције тест сигнала 100Hz, 500Hz, 5kHz, 40kHz и 75kHz уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у основном опсегу“ и изражавају у децибелима.



Слика 7.2-1 – Амплитудно-фреквенцијска карактеристика за мултиплексни сигнал (улаз "MPX")

Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у опсегу између 30Hz и 43kHz мора бити унутар $\pm 0,1\text{dB}$, а у опсегу између 43kHz и 75kHz мора бити унутар $\pm 0,3\text{dB}$, у односу на 1kHz.

7.3 Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу

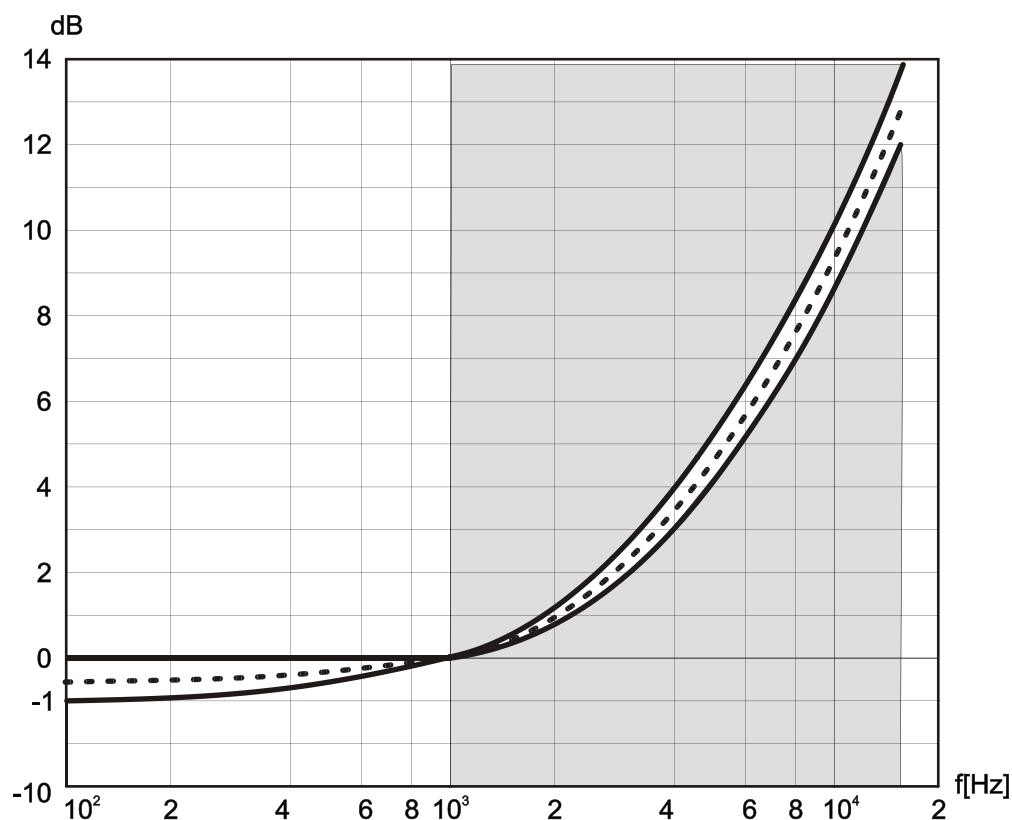
За мерење карактеристике монофонског предајника, мерна опрема се повезује према слици 7.1-1, док се за мерење карактеристике стереофонског предајника опрема повезује према слици 7.1-2.

Поступак мерења је следећи:

- При мерењу монофонског предајника, на излаз демодулатора прикључити мерач напона.
- При мерењу стереофонског предајника, на излаз демодулатора прикључити стерео декодер; на одговарајући излаз декодера ("L" или "R") прикључити мерач напона.
- Пре почетка мерења на тон генератору поставити ниво тако да за тест сигнал 15kHz девијација фреквенције не премаши максималну вредност $\pm 75\text{kHz}$.
- Не мењајући улазни ниво, фреквенцију тест сигнала мењати у опсегу између 100Hz и 15kHz. Бележити однос амплитуде демодулисаног сигнала и референтне вредности измерене за тест сигнал 1kHz.
- Код стереофонског предајника, мерење се на исти начин понавља за други канал ("L" или "R").

Измерене вредности за фреквенције тест сигнала 100Hz, 500Hz, 3kHz, 10kHz и 15kHz уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу“ и изражавају у децибелима.

Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу мора да буде у границама које су дате на слици 7.3-1.



Слика 7.3-1 – Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу

Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу мора да буде у границама које су дате на слици 7.3-1.

7.4 Слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала

Мерна опрема се везује према слици 7.1-2. Поступак мерења је следећи:

- Сигнал из тон генератора довести на улаз једног од аудио канала ("L" или "R").
- Селективни мерач напона или НФ анализатор се sukcesивно прикључује на оба канала стерео декодера.
- На тон генератору подесити фреквенцију 40Hz и ниво који одговара девијацији фреквенције $\pm 75\text{kHz}$.
- На селективном мерачу напона (или НФ анализатору) очитати вредност амплитуде компоненте на фреквенцији тест сигнала на излазима оба канала стерео декодера.
- Мерење извршити са фреквенцијама тест сигнала 100Hz, 500Hz, 1kHz, 5kHz и 15kHz, при чему се девијација фреквенције одржава константном.

Измерене вредности за фреквенције тест сигнала 100Hz, 500Hz, 1kHz, 5kHz и 15kHz уносе се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала“ и изражавају у децибелима.

Слабљење линеарног преслушавања између два канала треба да буде $\geq 46\text{dB}$ у опсегу између 100Hz и 5kHz. Испод 100Hz и изнад 5kHz дозвољава се да слабљење преслушавања опада 6dB по октави.

7.5 Нежељена фреквенцијска модулација (однос сигнал/шум)

За мерење карактеристике монофонског предајника, мерна опрема се повезује према слици 7.1-1, док се за мерење карактеристике стереофонског предајника опрема повезује према слици 7.1-2.

Поступак мерења је следећи:

- Тон генератор прикључити на улаз монофонског предајника, односно на један од два улаза стерео кодера.
- Мерач шума (са уграђеним филтрима према ITU-R Rec. 468-4) прикључити на излаз демодулатора, односно на излаз једног канала стерео декодера.
- Коло за преакцентуацију у предајнику и коло за деакцентуацију у демодулатору морају бити укључени.
- На тон генератору подесити фреквенцију 400Hz и ниво који одговара максимално дозвољеној девијацији ($\pm 75\text{kHz}$).
- Измерити ниво демодулисаног сигнала – референтни ниво U_r .
- Искључити тон генератор; улаз предајника (стерео кодера) затворити оптерећењем са номиналном импедансом улаза.
- измерити ниво шума U_n на излазу демодулатора.

- код стереофонског предајника поновити мерење на другом каналу.

За свако мерење израчунати однос сигнал/шум према формули:

$$S/N = 20 \log (U_r/U_n) \text{ (dB)}$$

Максимално измерена вредност уноси се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Однос сигнал/шум“.

Однос сигнал/шум треба да буде $\geq 72\text{dB}$.

7.6 Нежељена амплитудска модулација - синхрона (АМ услед ФМ)

За мерење карактеристике монофонског предајника, мерна опрема се повезује према слици 7.1-1, док се за мерење карактеристике стереофонског предајника опрема повезује према слици 7.1-2.

Поступак мерења је следећи:

- Ослабљени РФ сигнал довести на улаз линеарног детектора анвелопе (АМ демодулатор).
- На излаз демодулатора прикључити волтметар за мерење вршне вредности наизменичног сигнала и једносмерног напона.
- Тон генератор прикључити на улаз монофонског предајника, односно на један од два улаза стерео кодера.
- Коло за преакцентуацију у предајнику и коло за деакцентуацију у демодулатору морају бити укључени.
- На тон генератору подесити фреквенцију 500Hz и ниво који одговара девијацији $\pm 40\text{kHz}$.
- Измерити ниво једносмерног сигнала на излазу детектора анвелопе – референтни ниво U_0 .
- Измерити вршну вредност наизменичног сигнала на излазу детектора анвелопе – U_a .

Израчунати дубину амплитудске модулације према формули:

$$m = 100 * (U_a/U_0) \text{ (\%)}$$

Измерена вредност уноси се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Синхрона АМ“.

Дубина синхроне АМ треба да буде $\leq 2\%$.

7.7 Нежељена амплитудска модулација - паразитна (шум и брум)

За мерење карактеристике монофонског предајника, мерна опрема се повезује према слици 7.1-1, док се за мерење карактеристике стереофонског предајника опрема повезује према слици 7.1-2.

Поступак мерења је следећи:

- Ослабљени РФ сигнал довести на улаз линеарног детектора амвелопе (АМ демодулятор).
- На излаз демодулатора прикључити волтметар за мерење вршне вредности наизменичног сигнала и једносмерног напона.
- Алтернативно користити мерач модулације (АМ).
- Аудио улаз предајника (стерео кодера) затворити оптерећењем са номиналном импедансом улаза.
- Измерити ниво једносмерног сигнала на излазу детектора амвелопе – референтни ниво U_0 .
- Измерити вршну вредност наизменичног сигнала на излазу детектора амвелопе – U .
- Алтернативно, уколико се користи мерач модулације, очитати измерену вредност.

Израчунати дубину паразитне амплитудске модулације према формули:

$$N = 100 * (U/U_0) (\%)$$

Измерена вредност уноси се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Паразитна АМ“.

Дубина паразитне АМ треба да буде $\leq 1\%$.

8. Процедуры проверки условия и податка из Дозволе за коришћење фреквенција

У ову групу спадају услови чија се испуњеност не проверава мерењем, већ увидом у изведено стање на терену и документацију.

8.1 Назив уже локације радио-станице

У рубрику „Назив уже локације радио-станице“ извештаја о техничком прегледу уписује се назив најуже локације радио-станице (улица и број, назив микролокације).

8.2 Знак идентификације

У радио-дифузији се назив станице користи као знак идентификације; емитује се преко RDS, што се констатује на дисплеју комерцијалног ФМ пријемника. Назив станице се уписује у рубрику „Знак идентификације“ извештаја о техничком прегледу.

8.3 Врста емисије

Проверава се да ли је емисија стереофонска или монофонска; провера се врши уз помоћ комерцијалног ФМ пријемника, или уочавањем компонената на фреквенцији пилот тона ($\pm 19\text{kHz}$) у спектру сигнала са немодулисаним носиоцем. У рубрику „Врста емисије“ извештаја о техничком прегледу уписује се F3EFN (за монофонску емисију), односно F8EHF (за стереофонску емисију).

8.4 Усмереност антене (антенског система)

Антина се сматра усмереном уколико се може дефинисати угао главног снопа зрачења. У рубрику „Усмереност антене“ извештаја о техничком прегледу наводи се једна од три могућности која најбоље описује дијаграм зрачења антене: N – неусмерено (омнидирекционо) зрачење, D – усмерено зрачење, M – комбиновано.

8.5 Добитак антенског система

Добија се прорачуном на основу каталошких податка произвођача за дати тип антена, употребљених коаксијалних каблова, делитеља снаге (разделника) и конектора. Уколико није могуће утврдити произвођача, нити власник радио станице располаже каталошким карактеристикама уграђеног прибора (конектори, каблови итд), за израчунавање се узимају параметри из расположивих каталога познатих светских произвођача.

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

$$G_{\text{SIST}}[\text{dBd}] = G_{\text{ant}}[\text{dBd}] + 10 \cdot \log_{10}(S) [\text{dB}] - A_{\text{F}} [\text{dB}] - A_{\text{K}} [\text{dB}] - A_{\text{DIV}}[\text{dB}] - A_{\text{KON}}[\text{dB}] - A_{\text{MPX}}[\text{dB}],$$

где су:

G_{ant}	добитак антене у датом правцу у односу на полуталасни дипол,
S	број антена по правцу,
A_F	слабљење екстерног филтра пропусника опсега,
A_K	слабљење каблова,
A_{DIV}	слабљење делитеља снаге,
A_{KON}	слабљење конектора,
A_{MPX}	слабљење мултиплексера.

Добијени (израчунати) резултати уписују се у извештај о техничком прегледу у рубрику „Добитак антенског система“ за сваки азимут посебно (делимитер /) и изражавају у dBd (са једним децималним местом).

Дозвољено одступање добитка антенског система у односу на вредност према дозволи за коришћење фреквенција је такво да одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност не сме бити веће од +1dB.

8.6 Ефективно израчена снага предајника

Ефективно израчена снага (ERP) предајника једнака је:

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

где су:

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

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

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

Израчуната 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 уколико је мања од 1kW.

Дозвољено одступање ефективно израчене снаге у односу на додељену вредност је +1dB.

8.7 Конфигурација антенског система

У рубрику „Конфигурација антенског система“ извештаја о техничком прегледу уписују се следећи подаци:

- Тип предајне антене: утврђује се на основу спољашње конструкције и увида у документацију. Код ове врсте радио-станица најчешће су у употреби следећи типови антена: 01 – дипол, 02 – полуталасни дипол, 55 – Yagi антена, 61 – систем дипола. Кодови за остале типове антена су наведени у Упутству за попуњавање дозвола за коришћење фреквенција;

- Добитак појединачне антене: Уписује се добитак антене у односу на полуталасни дипол (у dB, са једним децималним местом). Одређује се на основу увида у документацију произвођача антене;
- Слабљење делитеља снаге (у dB, са једним децималним местом);
- Слабљење конектора (у dB, са једним децималним местом);
- Тип коаксијалног кабла (пресек у инчима);
- Слабљење кабла (у dB, са једним децималним местом);
- Дужина коаксијалног кабла (у метрима);
- Слабљење спољашњег филтра (у dB, са једним децималним местом);
- Слабљење мултиплексера\комбајнера (у dB, са једним децималним местом).

8.8 Угао ширине главног снопа појединачне антене

Угао ширине главног снопа – представља угао (у степенима) у хоризонталној равни зрачења антене изван кога израчена снага опада на мање од 50% (-3dB) у односу на правац максималног зрачења. Одређује се на основу увида у документацију произвођача антене.

Установљена вредност се уноси у рубрику „Угао ширине снопа појединачне антене“ извештаја о техничком прегледу и изражава у степенима.

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

8.9 Однос напред-назад појединачне антене

Однос (у dB) између добитка антене у правцу азимута максималног зрачења и у правцу азимута помереног за 180°; исказује се само за усмерене антене. Одређује се на основу увида у документацију произвођача антене.

Установљена вредност се уноси у рубрику „Однос напред-назад“ извештаја о техничком прегледу и изражава у децибелима.

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

8.10 Елевациони угао главног снопа антенског система

Елевациони угао (углови) антенског система се утврђују проценом.

Процењене вредност се уносе у рубрику „Елевациони углови антенског система“ извештаја о техничком прегледу и изражавају у степенима.

8.11 Произвођач, тип уређаја и серијски број

У рубрику „Произвођач уређаја“ извештаја о техничком прегледу уписује се назив произвођача који је назначен на кућишту. Уколико назив произвођача није могуће установити, у рубрику се уписује „непознат“.

У рубрику „Серијски фабрички број и тип уређаја“ уписују се подаци са оригиналне плочице на кућишту уређаја; уколико се ови подаци могу прочитати и на дисплеју уређаја, врши се упоређивање истих. Ако је предајник радио-станице изведен модуларно, посебно се уписују подаци за побудни степен ("exciter"), за појачавач РФ снаге и за спољашњи филтар пропусник опсега (уколико се користи). Уколико серијски бројеви нису назначени на кућиштима, у рубрику се уписује „без S/N“.

8.12 Начин преноса модулационог сигнала

Констатује се изведени начин преноса модулационог сигнала од студија: Радио-релејна веза, радио-дифузни ФМ претварач (односно пријем сигнала преко ФМ тјунера), сателитски пренос, коаксијални кабл, оптички кабл, преко кабловског оператера, интернет.

Начин преноса модулационог сигнала назначава се потврђивањем одговарајуће опције у рубрици „Начин преноса модулационог сигнала“.

8.13 Изглед предајника и антенског система

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

8.14 Уземљење

Визуелном контролом се утврђује да ли је антенски стуб (метална конструкција) везан на заштитно уземљење и да ли су антенски систем и емисиони уређаји прикључени на радно уземљење; утврђено стање назначава се потврђивањем одговарајуће опције у рубрици „Земљоводна инсталација“.

8.15 Надморска висина локације

Надморска висина локације проверава се на основу измерених географских координата локације уз помоћ неког од доступних 3D модела терена (нпр. *Google Earth*).

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

Дозвољена толеранција збира надморске висине и висине антене у односу на податак из дозволе за коришћење фреквенција је +10m, односно +3% (ма који од услова треба да буде задовољен).

9. Презентација резултата, извештај о техничком прегледу

У табели 9.1 означени су подаци из Дозволе за коришћење фреквенција који се проверавају у поступку техничког прегледа.

Шифра поља	Опис	Параграфи у Упутству са методама мерења или провере
90215	Јединица фреквенције	6.1
90216	Предајна фреквенција	6.1
90225	Фреквенција у вези са горњом (пријемна, резервна и друго)	
90235	Редни број канала	
90240	Врста радио-станице	
90244	Врста службе	
90301	Локација предајника	
90307	Назив уже локације предајника	8.1
90321	Природа локације	
90325	Природа земљишта	
90326	Географска дужина и ширина по Гриничу	6.8
90341	Надморска висина терена (m)	8.15
90345	Знак идентификације	8.2
90407	Ширина опсега заузета емисијом, врста емисије	6.3 , 8.3
90419	Код снаге	6.5 , 8.6
90420	Јединица снаге	6.5 , 8.6
90421	Вредност снаге	6.5 , 8.6
90426	Померај фреквенције (offset) ТВ предајника и претварача	
90507	Висина предајне антене изнад терена (m)	6.6
90511	Ефективна висина предајне антене (m)	
90519	Тип предајне антене	8.7
90522	Поларизација	6.8
90523	Усмереност предајне антене	8.4
90525	Азимут максималног зрачења	6.7
90528	Угао ширине главног снопа предајне антене	8.8
90531	Добитак предајне антене/антенског система (dB)	8.5
90533	Елевациони угао главног снопа	8.10
90536	Однос напред-назад (dB)	8.9
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	
90701	Селективност и осетљивост пријемника	
90827	Време рада	
90835	Максимално радно време радио-станице	
90840	Покретљивост радио-станице	
90842	Број радио-станица у мрежи	
90845	Произвођач радио-станице, тип радио-станице	8.11
90846	Серијски број радио-станице	8.11

Табела 9.1 – Листа поља из дозволе за коришћење фреквенција са референцом на мерне методе или методе провере

Изглед формулара Извештаја о техничком прегледу дат је у прилогу овог документа.

Републичкој агенцији за електронске комуникације се доставља:

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

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

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

Број дозволе (02):

Број:

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

На основу техничког прегледа радио станице утврђено је следеће:

Шифра	Елементи техничког прегледа		Утврђено стање	Јединица
90216	Предајна фреквенција			MHz
90421	Излазна РФ снага предајника			kW
	Ефективно израчена снага предајника			kW
90407	Ширина опсега заузетог емисијом			kHz
	Врста емисије			
	Максимална девијација фреквенције			kHz
	Фреквенције нежељених зрачења			MHz
	Однос снага нежељеног и жељеног зрачења			-dBc
	Фреквенције ИМ производа емисије са емисијама других станица			MHz
	Релативни интензитет ИМ производа			-dBc
	Ниво нејонизујућег ЕМ зрачења			V/m
90345	Знак идентификације			
90307	Назив уже локације радио станице			
90326	Координате локације (WGS-84)	Дужина	° ' ''E	
		Ширина	° ' ''N	
90341	Надморска висина локације			m
90845	Произвођач уређаја			
90846	Серијски фабрички број и тип уређаја			
90507	Висина центра антенског система изнад тла			m
90523	Усмереност антене		N - неусмерено	
90525	Азимут(и) максималног зрачења			°
90522	Поларизација антенског система		M - мешовита (комбиновано хоризонт	
90531	Добитак антенског система			dBd
90528	Угао ширине снопа појединачне антене			°

Шифра	Елементи техничког прегледа	Утврђено стање	Јединица
90536	Однос „напред-назад“		dB
90533	Елевациони углови антенског система		°
Конфигурација антенског система	Тип предајне антене	01 - Дипол	
	Добитак појединачне антене		dBd
	Број антена по правцу		
	Слабљење делитеља снаге		dB
	Слабљење конектора		dB
	Тип коаксијалног кабла		''
	Слабљење кабла		dB
	Дужина коаксијалног кабла		m
	Слабљење спољашњег филтра		dB
Слабљење комбајнера		dB	
Земљоводна инсталација		<input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> не	
Начин преноса модулационог сигнала		<input type="checkbox"/> радио-дифуз. ФМ претварач <input type="checkbox"/> сателитски пренос <input type="checkbox"/> РР веза <input type="checkbox"/> кабл <input type="checkbox"/> оптички кабл <input type="checkbox"/> кабловски оператер <input type="checkbox"/> интернет <input type="checkbox"/> WAS/RLANs	
Напомене:			

ПРОВЕРА КВАЛИТЕТА СЕРВИСА

Фактор аудио-фреквенцијског хармонијског изобличења [%]	0.1kHz	0.5kHz	1kHz	3 kHz	7.5kHz
Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у основном опсегу [dB]	0.1kHz	0.5kHz	5kHz	40 kHz	75kHz
Амплитудно-фреквенцијска карактеристика у аудио опсегу [dB]	0.1kHz	0.5kHz	3kHz	10 kHz	15kHz
Слабљење линеарног преслушавања између два стереофонска канала [dB]	0.1kHz	0.5kHz	1kHz	5 kHz	15kHz
Однос сигнал/шум (dB)	Синхрона АМ (%)		Паразитна АМ (%)		

