

Az informatikai és hírközlési miniszter
a frekvenciasávok felhasználási szabályainak
megállapításáról szóló 35/2004. (XII. 28.) IHM
rendeletében szereplő

SÁVFELHASZNÁLÁSI MŰSZAKI KÖVETELMÉNYEK GYŰJTEMÉNYE

a rendeletben megadott ITU-R Ajánlások alapján

*(A tartalomjegyzék megtekintéséhez kattintson a
„könyvjelzők” ikonra!)*

2009. szeptember

*

A VHF sávú földfelszíni FM rádió- műsorszórás tervezési előírásai, az ITU-R BS.412-9 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

*Frekvencia sáv: 66–68 MHz, 68–73 MHz, 87,5–108 MHz
RAT szerinti rádióalkalmazás: URH-FM rádió-műsorszórás.*

A szabályozás célja

A tervezési módszer egységesítése, szabványosítása.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Frekvenciagazdálkodási követelmények

1.1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály

Frekvencia tervezés során, a vivőfrekvenciát (csatornát) az alábbiak figyelembevételével kell kijelölni:

1.1.1 A frekvencia sávban, a vivőfrekvencia névleges értéke, 100 kHz egészszámú többszöröse.

1.1.2 A 100 kHz-es csatorna szélességet alkalmazni kell mind monofónikus mind sztereofónikus adás esetén.

1.2 A jel vételéhez szükséges minimális térerősség vagy bemenőjel

1.2.1 Ipari és háztartási berendezésektől származó interferencia esetén, (erre vonatkozó határérték az ITU-R SM.433 Ajánlásban található, ami a CISPR ajánlás ide vonatkozó részét tartalmazza) a kielégítő vétel-minőséghez tartozó térerősség középértéke (a föld síne felett 10 m magasságban) ne legyen kisebb az 1. Táblázatban megadott értékeknél.

1. Táblázat

Ipari zaj környezetben szükséges térerősség

Terület	Adás mód	
	Monofónikus dB(\square V/m)	Sztereofónikus dB(\square V/m)
Vidéki	48	54
Városi	60	66
Nagyvárosi	70	74

1.2.2 Ipari és háztartási berendezésektől származó interferencia mentes esetben, a térerősséget (a föld színe felett 10 m magasságban) a 2. Táblázat tartalmazza, az elvárt minőségű monofónikus és sztereofónikus adás módok esetére. Ezeket a térerősség értékeket akkor alkalmazzuk, amikor monofónikus vétel esetén külső vagy a sztereofónikus vételhez is megfelelő nyereséggel rendelkező irányított antennát használunk (pilot jeles rendszer, az ITU-R BS.450 Ajánlás szerint).

2. Táblázat

Vételhez szükséges minimális térerősség

Adás mód	
Monofónikus dB(\square V/m)	Sztereofónikus dB(\square V/m)
34	48

1. Megjegyzés
Táblázat adataival.

A 2. Táblázat adatai nem középértékek, közvetlen úton nem kompatibilisek az 1.

A gyakorlati tervezés során, amikor másik műsorszóró adóktól származó interferencia is jelen van, a védendő térerősség általában nagyobb lehet, mint az 1. Táblázatban megadott értékek. Két ország határövezeti területein, a tervezési értékeket, az Igazgatások közötti megállapodásnak megfelelően kell használni.

1.3 Zavarvédelmi kritériumok, rádió frekvenciás védelmi viszony

1.3.1 A követelmény rendszer áttekintése

- A hasznos és a zavaró rádiófrekvenciás jel arányának minimális szükséges értéke, a rádiófrekvenciás (RF) védelmi viszony. Értéke, - ami specifikált feltételek mellett értendő, pl. a vevőberendezés kimenetén a minőség - a vevőberendezés bemenetére vonatkozik, és általában dB-ben fejezik ki.

A védelmi viszony görbék, eredetileg az interferencia hatásának szubjektív kiértékelése alapján kerültek meghatározásra. Az objektív mérési módszer (lásd ITU-R BS.641 Ajánlás 1. melléklet) és az időigényes szubjektív teszt között a megfelelés jó.

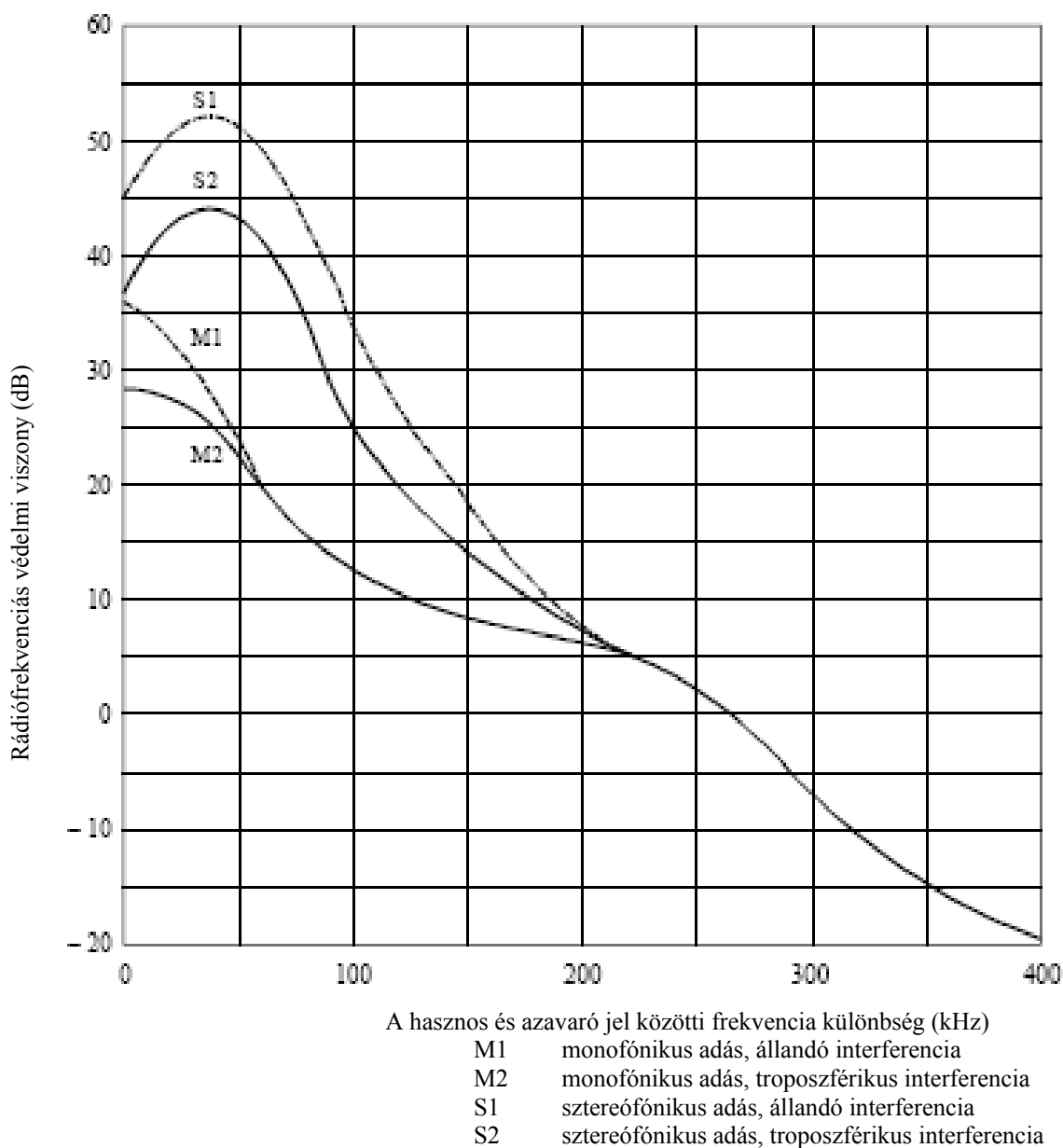
- A védelmi viszony egy adótól elszennvedett zavar (interferencia) forrásra vonatkozik kivéve, ha nincs ettől eltérő feltétel. Többszörös interferencia esetére, elfogadható becslési módszer található az ITU-R BS.641 Jelentésben.
- Feltételezzük, hogy a hasznos és a zavaró jel különböző programot tartalmaz, nincs a programok között korreláció. Azonos programok esetén, minimum monofónikus jel esetén, kedvezőbb a védelmi viszony.
- A védelmi viszony monofónikus jel esetén az 1. ábra értékeinél jóval kisebb, amennyiben azonos frekvencián, azonos moduláció van szinkronizált hálózatban. Sztereofónikus jel esetén a védelmi viszony függ a terjedési idő különbségtől (késleltetés) és a tartalomtól.
- A védelmi viszony állandó és troposzférikus interferenciára van megadva. A védelmi viszony állandó interferencia esetén kb. 50 dB jel-zaj viszonyt jelent (súlyozott kvázi-csúcs mérés az ITU-R BS.468 Ajánlás szerint, valamint lásd az ITU-R BS.641 Ajánlást). A védelmi viszony, troposzférikus interferencia esetén megfelel annak, hogy kismértékben bántó/zavaró, és elfogadható amennyiben az idő kis százalékában van jelen. Erre vonatkozóan nincs precíz definíció, de 1 % és 10 % közötti érték a használatos.

Az 2. pont leírása alapján lehet eldönteni, hogy egy interferáló jel állandó vagy troposzférikus.

1.3.2 Monofónikus adás

1.3.2.1 Troposzférikus interferencia esetén a rádiófrekvenciás védelmi viszonyt, - ami kielégítő minőségű monofónikus vételt biztosít és a rendszer max. \square 75 kHz frekvencia löketet használ – az 1. ábrán az *M2* görbe jelenti. Állandó interferencia esetén, amikor nagyobb védelmi viszonyt kell biztosítani, az 1. ábra *M1* jelű görbéje használandó. A 3. Táblázat tartalmazza a védelmi viszonyt különböző vivőfrekvencia távolságok esetére.

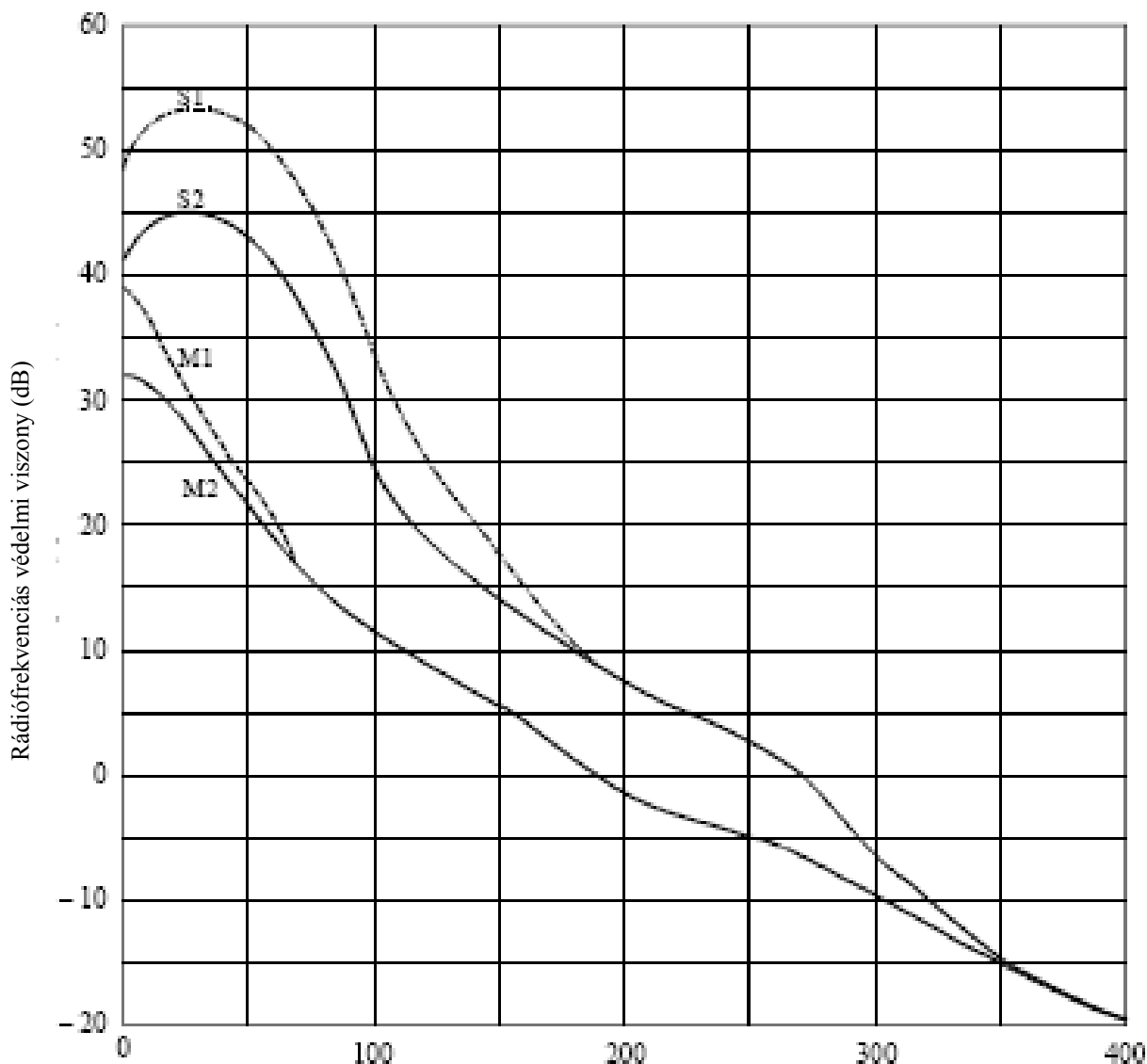
A szükséges rádiófrekvenciás védelmi viszony a műsorszóró szolgálat 8 (VHF) sávjában 87,5 - 108 MHz között, max. ± 75 kHz-es frekvencia löket esetén



1. ábra

1.3.2.2 Max. $\square 50$ kHz-es frekvencia löketet használó, monofónikus rendszer védelmi viszonyát, a 2. ábra *M2* és *M1* görbéi mutatják. A frekvencia különbségből eredő védelmi viszonyt a 4. Táblázat tartalmazza.

A szükséges rádiófrekvenciás védelmi viszony a műsorszóró szolgálat 8 (VHF) sávjában 87,5 - 108 MHz között, max. ± 50 kHz-es frekvencia löket esetén



A hasznos és azavaró jel közötti frekvencia különbség (kHz)

- M1 monofónikus adás, állandó interferencia
- M2 monofónikus adás, troposzférikus interferencia
- S1 sztereofónikus adás, állandó interferencia
- S2 sztereofónikus adás, troposzférikus interferencia

2. ábra

1.3.3 Sztereofónikus adás

1.3.3.1 A megfelelő minőségű sztereofónikus vételhez tartozó védelmi viszonyt, pilot-jeles rendszer és max. ± 75 kHz frekvencia löket esetén, troposzférikus interferencia mellett, az 1. ábra S2 görbéje adja meg. Az állandó interferenciát, amely nagyobb védelmi viszonyt igényel, az 1. ábra S1 görbéje jellemzi. A frekvencia különbségből eredő védelmi viszonyt a 3. Táblázat tartalmazza.

1.3.3.2 Max. \square 50 kHz-es frekvencia löketet használó, sztereofónikus rendszer védelmi viszonyát, a 2. ábra *S2* és *S1* görbéi mutatják. A frekvencia különbségből eredő védelmi viszonyt a 4. Táblázat tartalmazza.

3. Táblázat

Frekvencia távolság (kHz)	Rádiófrekvenciás védelmi viszony (dB) max. \square 75 kHz frekvencia löket esetén			
	Monofónikus		Sztereofónikus	
	Állandó interferencia	Troposzférikus interferencia	Állandó interferencia	Troposzférikus interferencia
0	36,0	28,0	45,0	37,0
25	31,0	27,0	51,0	43,0
50	24,0	22,0	51,0	43,0
75	16,0	16,0	45,0	37,0
100	12,0	12,0	33,0	25,0
125	9,5	9,5	24,5	18,0
150	8,0	8,0	18,0	14,0
175	7,0	7,0	11,0	10,0
200	6,0	6,0	7,0	7,0
225	4,5	4,5	4,5	4,5
250	2,0	2,0	2,0	2,0
275	-2,0	-2,5	-2,5	-2,5
300	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0
325	-11,5	-11,5	-11,5	-11,5
350	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0
375	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5
400	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0

1.3.4 A vivőfrekvenciák közötti különbség nagyobb mint 400 kHz

Az 1. és 2. ábra görbéi, a védelmi viszony azon esetére vonatkoznak, amikor a hasznos és a zavaró jel különbsége nem nagyobb 400 kHz-nél.

Amikor a frekvencia különbség nagyobb 400 kHz-nél a védelmi viszony -20 dB-nél kisebb lesz.

A rádiófrekvenciás védelmi viszony -20 dB-nél kisebb lesz, amikor az adók közötti frekvencia különbség 10,7 MHz (IF középfrekvencia).

4. Táblázat

Frekvencia távolság (kHz)	Rádiófrekvenciás védelmi viszony (dB) max. □50 kHz frekvencia löket esetén			
	Monofónikus adás		Sztereofónikus adás	
	Állandó interferencia	Troposzférikus interferencia	Állandó interferencia	Troposzférikus interferencia
0	39,0	32,0	49,0	41,0
25	32,0	27,028,0	53,0	45,0
50	24,0	22,022,0	51,0	43,0
75	15,0	15,0	45,0	37,0
100	12,0	12,0	33,0	25,0
125	7,5	7,5	25,0	18,0
150	6,0	6,0	18,0	14,0
175	2,0	2,0	12,0	11,0
200	-2,5	-2,5	7,0	7,0
225	-3,5	-3,5	5,0	5,0
250	-6,0	-6,0	2,0	2,0
275	-7,5	-7,5	0	0
300	-10,0	-10,0	-7,0	-7,0
325	-12,0	-12,0	-10,0	-10,0
350	-15,0	-15,0	-15,0	-15,0
375	-17,5	-17,5	-17,5	-17,5
400	-20,0	-20,0	-20,0	-20,0

2. Kiegészítő információk, az interferencia jellegének – állandó vagy troposzférikus - meghatározása

Az 1. és 2. ábra védelmi viszony görbéinek használatához először meg kell határozni, hogy vajon az interferencia állandó, vagy troposzférikus. Elfogadható kritériumot ad az u.n. „kellemetlen/zavaró tér” koncepció, ami az interferáló adó térerőssége (az interferáló adó ERP-jéhez tartozó térerősség) megnövelve (hozzáadva) a vonatkozó védelmi viszony értékét.

A zavaró térerősség állandó interferencia esetén:

$$E_s = P + E(50,50) + A_s$$

A zavaró térerősség troposzférikus interferencia esetén:

$$E_t = P + E(50,T) + A_t$$

ahol:

P Az interferáló adó ERP-je dB(kW)
 A Az interferáló adóhoz tartozó védelmi viszony (dB)

$E(50,T)$ Az interferáló adó, 1kW-ra normalizált térerőssége dB(μ V/m), a helyek 50 %-ban és az idő T %-ban.

az egyenletek alsó indexében szereplő s az állandó, t a troposzférikus interferencia jele.

Megjegyezzük, hogy a VHF/FM Konferencia (Genf 1984), T=1 % értéket használt a tervezés során.

2. *Megjegyzés* A részletes számítási eljárást a hivatkozott konferencia Záró Dokumentuma tartalmazza.

Amikor a zavaró térerősségre teljesül, hogy az állandó interferenciából származó nagyobb, mint a troposzférikusból származó, abban az esetben alkalmazandó az állandó interferenciára vonatkozó védelmi viszony görbe, (és viszont, amennyiben a troposzférikus térerősség a nagyobb akkor a troposzférikus görbét kell használni).

$$E_s \geq E_t$$

Végeredményben ez az egyenlőtlenség azt jelenti, hogy A_s értéket kell használni mindazon esetekben, amikor teljesül

$$E(50,50) + A_s \geq E(50,T) + A_t$$

feltétel.

*

A VHF sávú FM rádió-műsorszórás adási szabványai, az ITU-R BS.450-3 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 66–68 MHz, 68–73 MHz, 87,5–108 MHz
RAT szerinti rádióalkalmazás: URH-FM rádió-műsorszórás.

A szabályozás célja

A 8 (VHF) sávú FM, monofonikus és szterefonikus rádió-műsorszórás egységesítése (szabványosítása).

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

1 Frekvenciagazdálkodási követelmények

1.1 Csatornaosztás

Lásd 1. Táblázatot

1.2 Moduláció, hozzáférés módja

1.2.1 Monofonikus adás

Rádiófrekvenciás (RF) jel

Az előkiemeléses (pre-emphasis) hangfrekvenciás jellel, frekvencia modulált rádiófrekvenciás jel maximális frekvencia lökete

- A 60 MHz-es tartományban: □ 50 kHz
- A 80 MHz-es tartományban: □ 75 kHz

1. *Megjegyzés* A nyugat-Európai országokban (és az USA-ban) használt CCIR rendszereknél a maximális frekvencia löket $\square 75$ kHz, a korábbi Szovjetunióban és OIRT rendszert használó néhány Európai országban a maximális frekvencia löket $\square 50$ kHz.

A hangfrekvenciás jel előkiemelése

A hangfrekvenciás jel előkiemelése, egy párhuzamosan kapcsolt ellenállás-kondenzátor bemeneti frekvencia karakterisztikájával jellemezhető, melynek időállandója:

$$50 \square s \text{ vagy } 75 \square s$$

2. *Megjegyzés* Európában az előkiemelés $50 \square s$, az USA-ban $75 \square s$.

1.2.2 Sztereofónikus adás, pilot-jeles rendszer

Rádiófrekvenciás (RF) jel

Az RF jel, az alapsávi jellel frekvenciában modulált jel, más néven „sztereó multiplex jel”, aminek a maximális frekvencia lökete:

- A 60 MHz-es tartományban: $\square 50$ kHz
- A 80 MHz-es tartományban: $\square 75$ kHz

Lásd 1. Megjegyzést

Sztereofónikus multiplex jel

A sztereofónikus multiplex jel a következőképpen állítható elő:

- Az A baloldali és a B jobboldali jel összegét jelöljük M -el, a két A és B sztereofónikus csatornának megfelelően. Ezt az M összegjelet vessük alá előkiemelésnek ugyanúgy, mint a monofónikus adás jelét (lásd az 1. Megjegyzést és a 3. Megjegyzést).

3. *Megjegyzés* M , a sztereofónikus adás olyan kompatibilis jele, amit monofónikus vevővel is vehetünk, ugyanolyan maximális frekvencia lökettel és előkiemeléssel.

- Az S jel az előzőekben említett A és B jel különbsége. Ez az S jel ugyanolyan előkiemelést kap mint az M jel. Az előkiemeléses S jel, a $38 \text{ kHz} \square 4 \text{ Hz}$ -es elnyomott vivőt amplitúdóban modulálja.

4. *Megjegyzés* Hasonló eredményt kapunk amennyiben kódolás előtt alkalmazzuk az előkiemelést az A bal, illetve a B jobboldali jel esetén. Technikai megfontolás alapján, ez a megoldás alkalmanként előnyt élvez.

- A sztereofónikus multiplex jel az alábbi jelek összege:

a) M , előkiemeléssel.

- b) Az oldalsáv: az elnyomott vivőjű, előkiemeléses S jellel amplitúdóban modulált jel.
 - c) A 19 kHz-es „pilot-jel”, ami megfelel a segédvivő fél frekvenciájának.
- A sztereofónikus multiplex jel különböző összetevőinek amplitúdója, figyelembe véve a jel maximális amplitúdóját (ez megfelel a maximális frekvencia lőketnek), a következő:
 - a) M jel: maximális értéke 90 % (A és B egyenlő, azonos fázisú)
 - b) S jel: a két oldalsáv összegének maximális értéke: 90 % (A és B egyenlő, ellentétes fázisú)
 - c) Pilot jel: 8 % - 10 %
 - d) A 38 kHz-es segédvivő, maximum 1 % amplitúdóval.

1.3 Kisugárzott jel polarizációja és jellemzőinek határértéke

Lásd 1. Táblázatot

2 Rádióberendezés adó jellemzők

Lásd 1. Táblázatot (Nemzetközi megállapodások)

3 Rádióberendezés vevő jellemzők

Lásd 2. Táblázatot

4 Kiegészítő információk

Járulékos (kiegészítő) jel sugárzása esetén az alapsávi jel

Abban az esetben, ha akár monofónikus, akár sztereofónikus adás mód mellett, járulékos monofónikus program, és / vagy járulékos információs jel is kisugárzásra kerül, és a maximális frekvencia lőket ≤ 75 kHz, akkor az alábbi feltételeket is figyelembe kell venni.

- Amennyiben az alapsávi jelhez járulékos programot vagy jelet adunk hozzá, az eljárás kompatibilis kell legyen a meglévő vevőkészülékekkel, más-szóval, nem okozhat akár a monofónikus akár a sztereofónikus vételben minőség romlást.
- Járulékos (kiegészítő) jel sugárzása esetén az alapsávi jel két részből tevődik össze: az előzőekben leírt monofónikus vagy sztereofónikus multiplex jel, amelynek amplitúdója nem kisebb mint a maximálisan megengedett alapsávi jel 90 %-a, plusz a járulékos jel maximum 10 % amplitúdóval.
- A járulékos monofónikus program pillanatnyi frekvenciája, a hozzá tartozó segédvivővel és frekvencia lőkettel együtt, 53 kHz és 76 kHz között kell legyen.
- A járulékos információs jel, bármely segédvivő frekvenciája 15 kHz és 23 kHz, vagy 53 kHz és 76 kHz között kell legyen.
- Semmilyen körülmény között nem megengedett, hogy a maximális frekvencia lőket meghaladja a ≤ 75 kHz értéket.

1. Táblázat
Földfelszíni FM rádió-műsorszórás (30 MHz felett)

Ország	Nemzetközi megállapodás				Jelenleg használt adási jellemzők													RR 1. cikkely szerint a frekvencia tűrés					
					A használt frekvencia sáv (MHz)						Modulációs karakterisztika					Polarizáció							
	Geneva 60	Stockholm 61	Geneva 84	Más	66 - 68	68 - 73	73 - 74	76 - 87,5	87,5 - 108	88,0 - 108	Más	Monofónikus	Sztereofónikus	Polar modulációs rendszer	Pilot jeles rendszer	Csatorna távolság (kHz)	Előkiemelés (□s)	Maximális frekvencia löket (kHz)	Horizontális	Vertikális	Kevert	Jelenlegi követelmény	Hosszú távú tervezet
Magyar Köztársaság	+	+	+		+	+			+			+	+		+	30 100	50	<input type="checkbox"/> 50 <input type="checkbox"/> 75	+				

2. Táblázat

Földfelszíni FM rádió-műsorszórás (30 MHz felett)

Ország	Vétellel kapcsolatos jelenleg információk			További információk		Megjegyzések	
	Ajánlott vagy használt középfrekvencia (MHz)	Oscillátor pozíció		A vevő elektromágneses védelmi követelménye	Kompresszor vagy kompander rendszer		Kiegészítő információk
		Felső	Alsó				
Magyar Köztársaság	10,7	Nem meghatározott		EN 55020, tervezett Magyar Szabvány		ARI, RDS, SCA pilot, MBS	

*

Rádiófrekvenciás védelmi arányok a hosszú-, közép- és a rövidhullámú műsorszórás esetén, az ITU-R BS.560-4 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 148,5–255 kHz, 255–283,5 kHz, 526,5–1 606,5 kHz, 3 950-4 000 kHz, 5 950-6 200 kHz, 7 100-7 300 kHz, 9 500-9 900 kHz, 11 650-12 050 kHz, 13 600-13 800 kHz, 15 100-15 600 kHz, 17 550-17 900 kHz, 21 450-21 850 kHz, 25 670-26 100 kHz

RAT szerinti rádió alkalmazás: Analóg HH, KH, RH rádió-műsorszórás.

A szabályozás célja

A rádiófrekvenciás (RF) védelmi arány, a műsorszóró 5 (LF), 6 (MF) és 7 (HF) sávban, feleljen meg az alábbi követelményeknek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Zavarvédelmi kritériumok

1.1 Rádiófrekvenciás (RF) védelmi viszony az 5 (LF) és a 6 (MF) sávban

Az azonos csatornás (\square 50 Hz) RF védelmi viszony (Meghatározását lásd: ITU-R BS.638 Ajánlásban) legyen 40dB, állandó hasznos és a zavaró jel esetén (talaj hullám).

Abban az esetben, ha a hasznos jel állandó, a zavaró jel változó, (beleértve a rövididejű változásokat is) az RF védelmi viszony legyen 40 dB a referencia-idő tartama alatt (lásd: ITU-R P.1147 Ajánlás 1. mellékletét) egy évben az éjszakai idők 50 %-ban. Ez a viszony egyben megfelel, a hasznos térerősség és az interferáló térerősség egy órás középértékei alapján képzett éves középérték arányának a referencia idő alatt.

Az előírt és megkívánt védelemi viszony biztosított, a korábbi meghatározás szerint:

- A referencia időszak alatt az éjszakák 50 %-ban
- A referencia időszakon kívül az éjszakák több mint 50 %-ban

- A nappali órákban a napok 100 %-ban

Az előzőekben specifikált védelmi viszony kiváló minőségű szolgáltatást tesz lehetővé, azonban tervezési szempontból elképzelhető, hogy az előzőekben ismertetettnél kisebb érték a kívánatos. Több ország és szervezet javaslata a 2.2 pontban található.

1. Megjegyzés A 40 dB védelmi viszonyhoz tartozó minimális használható térerősség régióként és a frekvenciától függően változik.

2. Megjegyzés Az azonos csatornás védelmi viszonyt, mind talajhullámú mind térhullámú terjedés esetén, 26 dB értékkel használta az MF rádióműsorszóró körzeti igazgatási értekezlet (2. Körzet) (Rio de Janeiro, 1981). A 2. körzet (1) és (2) jelű zajzónával rendelkezik, az előbbi a körzet nagyobb része, az utóbbi a tropikusként meghatározott terület. Az *A* osztályú állomás - *másodlagos szolgáltatási terület* - nappali névleges használható térerőssége az (1) zajzónában $100 \mu\text{V/m}$, az éjszakai $500 \mu\text{V/m}$. *B* és *C* osztályú állomás nappali névleges használható térerőssége $500 \mu\text{V/m}$, míg az éjszakai $2\,500 \mu\text{V/m}$ és $4\,000 \mu\text{V/m}$. A (2) zajzóna esetén ezek az értékek általában 2,5-ször nagyobbak az előző értékeknél.

Az éjszakai védelmet napnyugta után 2 órával lehet figyelembe venni, az év éjszakai óráinak 50 %-ra, kivételek az Észak-Amerikai országok, ahol megállapodás szerint a védelmet az éjszakai 90 %-ra számítják.

3. Megjegyzés Az azonos csatornás védelmi viszonyt, talaj- és térhullám esetén 30 és 27 dB értékkel használta a LF/MF Rádióműsorszóró Körzeti Igazgatási Értekezlet (1. és 3. Körzet) (Genf, 1975).

1.2 Relatív RF védelmi viszony görbék az 5 (LF), 6 (MF) és a 7 (HF) sávban

A relatív védelmi viszony, egyrészt a hasznos és a zavaró adó Δf (Hz vagy kHz) frekvencia különbségéből származó védelmi viszony, másrészt az azonos frekvencián történő adások védelmi viszonyának különbsége dB-ben.

Az azonos csatornás védelmi viszony értéke (ami megegyezik a hangfrekvenciás védelmi viszonyal) adott (meghatározott), az RF védelmi viszonyt – ami kifejezhető a vivőfrekvenciák különbségével – az 1. ábra görbéi tartalmazzák (lásd még a 2.1 pontot is)

A görbe abban az esetben használandó, amikor az adó bemenetén kismértékű kompressziót alkalmazunk a jó minőségű adás érdekében, és a moduláló hangfrekvenciás jel sávszélessége megközelítőleg 10 kHz.

B görbe abban az esetben használandó, amikor nagyfokú automatikus kompressziót alkalmazunk (az előző esetnél minimum 10 dB-vel nagyobbat), és a moduláló hangfrekvenciás jel sávszélessége megközelítőleg 10 kHz.

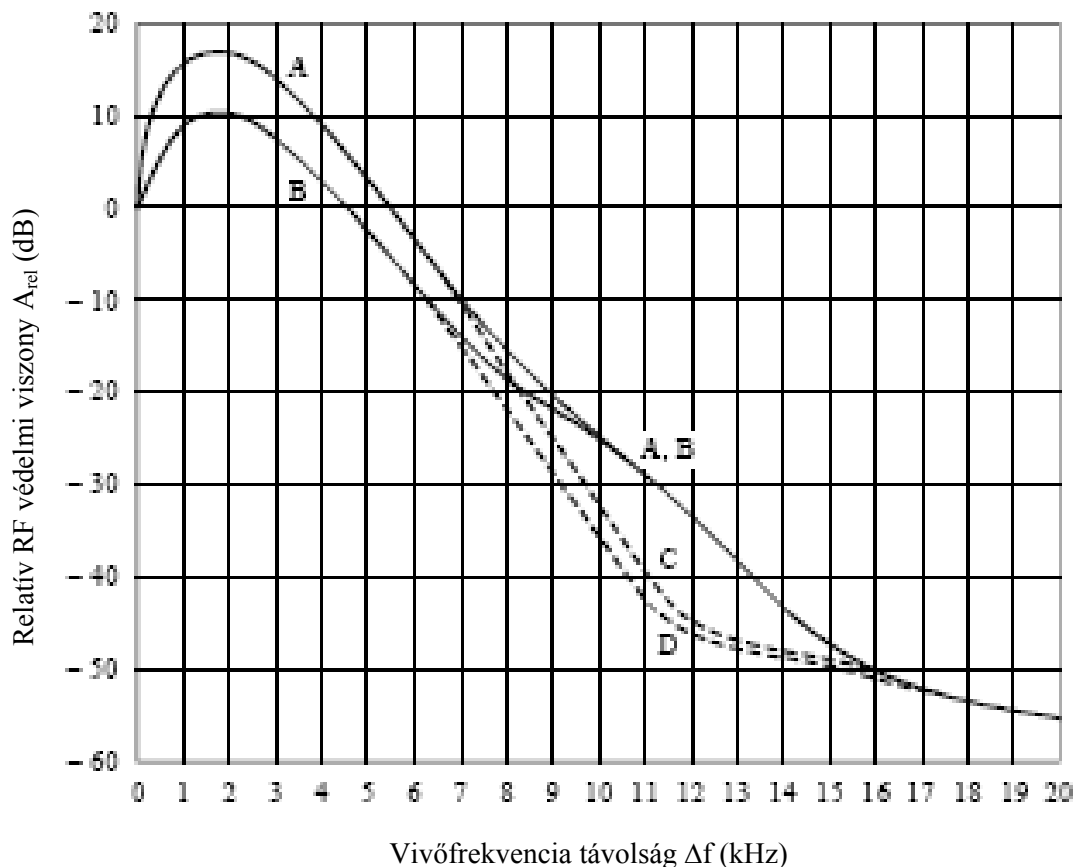
C görbe abban az esetben használandó, amikor kismértékű kompressziót alkalmazunk (az *A* esethez hasonlót), és a moduláló hangfrekvenciás jel sávszélessége megközelítőleg 4,5 kHz.

D görbe abban az esetben használandó, amikor nagyfokú automatikus kompressziót alkalmazunk (a *B* esethez hasonló), és a moduláló hangfrekvenciás jel sávszélessége megközelítőleg 4,5 kHz (lásd az 1. megjegyzést).

4. Megjegyzés A műsorszórási szolgálat, HF sávú kiosztásával foglalkozó Adminisztratív Rádió Világ Igazgatási Értekezlet második szakasza (Genf, 1987) (WARC HFBC-87) definiálta, hogy az adási hangfrekvenciás sáv felső határa (-3 dB-es pont) nem haladhatja meg a 4,5 kHz-t, míg az alsó határ 150 Hz és a csillapítás-meredeksége 6dB/oktáv.

Hangfrekvenciás jelfeldolgozás alkalmazása esetén, a moduláló jel dinamika tartománya ne legyen kisebb 20 dB-nél.

Az *A*, *B*, *C* és *D* görbe abban az esetben használható (lásd még a 2.1 pontot is) amikor a hasznos és a zavaró adás hasonló mértékű kompressziót használ. Ezek a görbék mérési és számítási eredményekből származnak, ahol a vételhez jóminőségű 5 (LF) és 6 (MF) sávú referencia-vevőket használtak. Az EBU referencia vevőjének teljes frekvencia átviteli karakterisztikája: -3 dB, -24 dB és -59 dB a 2 kHz, 5 kHz és a 10 kHz pontokban.



1. ábra

2 Kiegészítő információk

2.1 Védelmi viszony görbe

A relatív RF védelmi viszony görbe alakja függ a vevő szelektivitásától, a moduláló hangfrekvenciás jel sáv szélességétől valamint az oldalsáv energiájától. Ezen utóbbi tényező különösen a 250 Hz és az 5 kHz tartományban fontos, ahol a vivők különbsége „fütyülést” produkál a vételben. Ennek megfelelően az 1. ábra görbéjének alakja függ az átlagos modulációs mélységtől és a moduláló jel dinamika kompressziójától.

A görbe reprezentálja a számítási, valamint különböző 5 (LF) és 6 (MF) sávú vevők mérési eredményének átlagát, ahol az alkalmazott kompresszió a stúdiók által jelenleg használt értékékö, például a megengedett maximális dinamika 30 dB.

B görbe automatikus kompressziót használ, és ez legalább 10dB-vel nagyobb az előző értéknél.

Az *A* és a *B* görbe abban különbözik a *C* és *D* görbétől, hogy az előbbiek 10 kHz sáv szélességre vonatkoznak.

C és D görbe az *A* és *B* görbéhez hasonló kompressziót használ, a hangfrekvenciás sáv szélesség azonban 4,5 kHz-re le van csökkentve. Ez a sáv szélesség csökkentés csökkenti a szomszéd csatornás interferenciát anélkül, hogy a vétel minősége lényegesen csökkenne.

Megjegyzendő, hogy a hallgató, bizonyos körülmények között csökkenteni tudja a nem kívánt adás interferáló hatását (ha kb. 3 kHz-nél nagyobb a vivők közötti különbség) a vevő hangolásával (pl. finom hangolás, szelektivitás állítás (szabályozás), hangszín változtatás, stb.). Ebben az esetben, ilyen járulékos szabályozási körülmények között viszont az 1. ábra görbéi nem használhatók, nem mérvadók. A hangolással, a torzítás csökkentése gyakorlatilag abban az esetben nem vezet eredményre, amikor a vivő körül, mindkét oldalsávban körülbelül egyenlő erősségű interferáló adás van jelen. Megjegyzendő, hogy több vevőberendezés nem rendelkezik szelektivitás vagy hangszín szabályozási lehetőséggel.

5. Megjegyzés Az optimális frekvencia elválasztást további tényezők is befolyásolják a jelen szabályozásban megadott relatív RF védelmi viszony értéken felül (lásd: ITU-R 44/10 Kérdés).

6. Megjegyzés Figyelmesen kell eljárni abban az esetben, amikor a görbe szerinti relatív RF védelmi viszony -50 dB, mert gyakorlatilag ebben az esetben nemlineáris torzítás lép fel az adónál és ez kisebb védelmet ad, mint amit a görbéről leolvashatunk.

2.2 Az LF, MF és HF műsorszórás esetén használt védelmi viszonyok

A védelmi viszony, a paraméterek sokaságától függ, többek között az adás szabványától és a vevő karakterisztikájától. A technikai tényezőkön túl figyelembe kell venni egyéb fiziológiai és pszichológiai tényezőket is. Belátható, hogy nagyon nehéz egy általánosan elfogadott értéket adni a védelmi viszonyra, amennyiben az adás szabványa és a vevő karakterisztikája adott (lásd: ITU-R BS.559 Ajánlás).

Ismert tény, hogy azon adók esetén, amikor azok ugyanazon a csatornán, ugyanazt a programot sugározzák az RF védelmi viszony javítható a szinkronizációs technikával, végeredményben az ellátási területe növekszik meg ezeknek az adóknak (lásd még: CCIR 616 Jelentés (Dubrovnik, 1986)). Ebben az esetben, a védelmi viszony aktuális értéke több paramétertől függ, így például a szinkronizálás módjától. A LF/MF Rádióműsorszóró Körzeti Igazgatási Értekezlet (1. és 3. Körzet) (Genf, 1975) erre az esetre 8 dB értéket használt.

A hasznos és a zavaró RF jel viszonya, az RF védelmi viszony ismerete, végeredményben specifikált körülmények között a vevőkészülék kimenetén várható (feltételezhető) hangfrekvenciás védelmi viszony meghatározását teszi lehetővé.

2.2.1 RF védelmi viszony talajhullám esetén

- *Állandó hasznos és interferáló jel esetén* az 1.1 pont szerint 40 dB érték ajánlott az 5 (LF) és a 6 (MF) frekvencia sávokban. Ezen védelmi érték esetén jó minőségű vétel várható, azonban tervezési célból ennél kisebb érték használata is szükséges lehet. Ezt a problémát tanulmányozta az EBU és Japán. A javasolt 30 és 26 dB-es értékek mellett a 30 dB-es értékben állapodtak meg az LF/MF Rádióműsorszóró Körzeti Igazgatási Értekezleten (1. és 3. Körzet) (Genf, 1975), ugyanakkor az MF Rádióműsorszóró Körzeti Igazgatási Értekezlet (2. Körzet) (Rió de Janeiro, 1981) a 26 dB értéket használta.
- *Az interferáló jel rövididejű fadingje*, a hallgató által érzékelt zavarást változtatja meg. Az interferáló jel fluktuációja esetén, a szubjektíven érzett zavarás sokkal kellemetlenebb.

A rövididejű fading hatása, az 1.1 pontban ismertetett RF védelmi viszonynál figyelembe volt véve.

- *Az interferáló jel hosszúidejű fadingjének hatásáról*, az ITU-R P.1147 Ajánlás tartalmaz részletes információkat.

2.2.2 RF védelmi viszony térhullám esetén

Térhullámú vétel esetén, speciálisan burkoló detektoros vétel esetén, a terjedési mechanizmus következtében a vett jel minősége romlik például a szelektív fading torzító hatása miatt. Ez az oka annak, hogy térhullámú terjedés esetén kisebb védelmi viszonyt használunk, mint talajhullámú terjedés esetén. A védelmi viszony értéke attól függ, hogy a szolgáltatás (térhullámú ellátás) elsődleges-e mint a műsorszórás a 7 (HF) sávban, vagy másodlagos, mint a műsorszórás az 5 (LF) és 6 (MF) sávban, ahol az elsődleges szolgáltatást a talajhullámú terjedés jelenti.

- *RF védelmi viszonyt, térhullám esetén az 5 (LF) és 6 (MF) sávban*, az LF/MF Rádióműsorszóró Körzeti Igazgatási Értekezleten (1. és 3. Körzet) (Genf, 1975), az EBU tanulmánya alapján 27 dB értékkel fogadta el.
- *RF védelmi viszonyt, térhullám esetén a 7(HF) sávban*, többen tanulmányozták (USA, USSR, EBU). Az azonos csatornás védelmi viszony (azonos csatornás frekvencia eltérés \square 10Hz, lásd 7. Megjegyzést) 27 – 40 dB közötti volt ingadozásmentes állapot esetén.

7. Megjegyzés A megengedhető vivő-frekvencia eltérés (a 7 (HF) 20 MHz-ig terjedő adási sávban) 1990. januárig nagy értékű 600 Hz, a Nemzetközi Rádiószabályzat 7. függelékének megfelelően. Ezen időpont után csak a 10 kW vagy kisebb ERP-jű adók esetén használható ez a frekvencia eltérés. Az összes többi adóra vonatkozó frekvencia tolerancia \square 10 Hz.

2.3 A WARC HFBC-87 által figyelembe vett tervezési paraméterek 7 (HF)

A WARC HFBC-87 alap tervezési paraméterként az RF védelmi arányt, a minimálisan használható térerősséget és a megengedhető fadinget vette figyelembe, mint az ex-IFRB Ajánlások újabb javított paramétereit.

2.3.1 RF védelmi viszony

- *Nem szinkronizált adások* esetén törekedtek arra, hogy kielégítsék az azonos csatornás védelmi viszonyra a 17 dB értéket, de nem vették figyelembe a fading megengedett értékét és a fellépő többszörös interferenciát.
- *Szinkronizált adások* esetén, a védelmi viszony ugyanazon hálózat szinkronizált adói között az 1. Táblázat szerinti.

1. Táblázat

Távolság (L) a szinkronizált adók között (km)	Védelmi viszony(dB)
$L \leq 700$	0
$700 < L \leq 2\,500$	4
$2\,500 < L$	8

- *Relatív RF védelmi viszony*, az azonos csatornás védelemhez viszonyítva, a vivőfrekvenciák Δf különbsége esetén a 2. Táblázat szerinti.

2. Táblázat

Δf (kHz)	Δ (dB)
0	0
$\Delta 5$	-3
$\Delta 10$	-35
$\Delta 15$	-49

$\square 20$	-54
--------------	-----

8. *Megjegyzés* A $\square f < -20$ kHz és $\square f > +20$ kHz frekvencia különbséget nem szükséges figyelembe venni

2.3.2 Minimálisan használható térerősség

A minimálisan használható térerősséget megkapjuk, ha 34 dB-t hozzáadunk az alábbi értékek közül a nagyobbik értékhez:

- ITU-R P.372 Ajánlás alapján az atmoszférikus rádió zaj által meghatározott térerősség.
- 3,5 dB ($\square V/m$), ami a vevő zaj szintje.

2.3.3 Megengedett fading

- *Rövididejű fading (egy órán belüli)* szélső értékét megkapjuk, amennyiben a jel közepes erősségéhez felső határ esetén hozzáadunk 5 dB-t, alsó határ esetén -8 dB-t.
- *Hosszúidejű fading (napi)* értéke, az ITU-R P.842 Ajánlásban van megadva.

*

Szükséges adási sáv szélesség a hosszú-, közép- és a rövidhullámú műsorszórás esetén, az ITU-R BS.639 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 148,5–255 kHz, 255–283,5 kHz, 526,5–1 606,5 kHz, 3 950–4 000 kHz, 5 950–6 200 kHz, 7 100–7 300 kHz, 9 500–9 900 kHz, 11 650–12 050 kHz, 13 600–13 800 kHz, 15 100–15 600 kHz, 17 550–17 900 kHz, 21 450–21 850 kHz, 25 670–26 100 kHz

RAT szerinti rádió alkalmazás: Analóg HH, KH, RH rádió-műsorszórás.

A szabályozás célja

A spektrum hatékony használatát, egyéb tényezők mellett, a vivők közötti távolság és a szükséges sáv szélesség határozza meg. A spektrum hatékony használata, vagy a teljes rendszer hangfrekvenciás átvitelének javítása érdekében, a teljes rendszert optimalizálni, a tervezési problémákat csökkenteni lehet a jelenlegi ismereteink birtokában, amennyiben figyelembe vesszük: a rendszer sáv szélessége, a csatorna távolság és a szomszéd csatornával szembeni védelmi viszony közötti kapcsolatot.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

Kétoldalsávós, amplitúdómodulált adási rendszer sáv szélessége kb. kétszerese a moduláló hangfrekvenciás jelnek, alapvetően ez a sáv szélesség határozza meg a vétel minőségét. Adott szomszéd csatornás frekvencia távolság esetén, a sáv szélesség korlátozása azért kívánatos, hogy elkerüljük a kölcsönös interferenciát.

1. A szükséges sáv szélesség

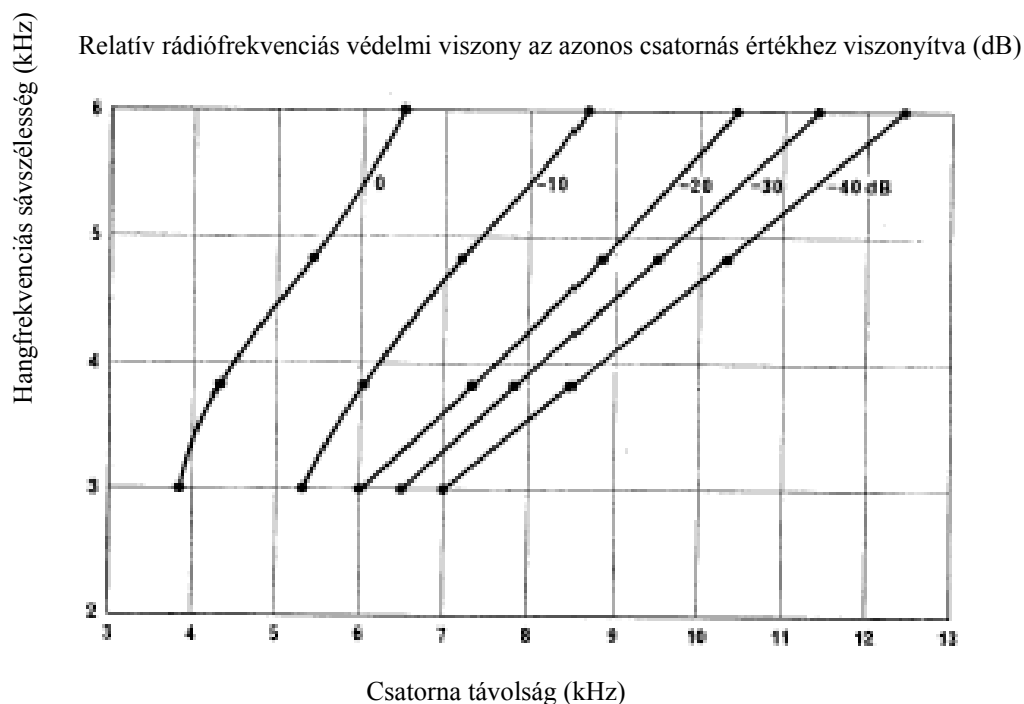
Az 5 (LF) és a 6 (MF) sávban az adási sáv szélesség, valamint vevő áteresztő sávjának korlátozásával lehet elkerülni a vétel nemkívánatos romlását, vagy a szomszéd csatornán az interferencia növekedését. Azokon a területeken, ahol a szomszéd csatornás interferencia várhatóan nem hanyagolható el, azonos csatornatávolság, azonos adási sáv szélesség és azonos vevő áteresztő sáv alkalmazása együttesen lehet a kedvező megoldás. Azokon a területeken, ahol kisebb szomszéd csatornás interferencia várható, egyes paraméterek eltérhetnek. Pl. a sáv szélesség és a vevő

áteresztő sáv egyenlő lehet és a csatorna távolság változhat. Ez a megállapítás speciálisan igaz azokra az adóhálózatokra, amelyek éjjel és nappal is üzemelnek. A rádióhullám különböző terjedési módja mellett, sikeresen javítható a vétel minősége, ha a vevőberendezés a sáv szélesség változtatásához igény szerint ki/be kapcsolható szűrővel van ellátva.

A rövidhullámú műsorszórás (7 sáv, HF) esetén a szükséges sáv szélesség AM-DSB adás esetén nem haladhatja meg a 9 kHz-t. AM-SSB adás esetén, az ITU-R BS.640-3 Ajánlás szerint, a maximális szükséges sáv szélesség 4,5 kHz.

2. A hangfrekvenciás sáv szélesség, a rádiófrekvenciás védelmi viszony és a csatorna távolság

- A Német Szövetségi Köztársaság, a BS. 559 és a BS. 560 Ajánlásban leírtak szerint, kétjeles mérésorozatot végzett a rádiófrekvenciás védelmi viszony meghatározása érdekében, különböző hangfrekvenciás sáv szélesség (ami egyenlő volt mind az adónál, mind a vevőnél) és különböző csatorna távolságok esetén. A paraméterek közötti kapcsolatot az 1. ábra mutatja. Adott csatorna távolsághoz, több hangfrekvenciás sáv szélesség és szomszédos csatornás védelmi érték-pár tartozik. Az ábrából látható, hogy két paraméter kiválasztása esetén, a harmadik fixen meghatározott.



1. ábra

- A teljes rendszer-sáv szélesség, a szomszéd-csatornás védelmi viszony és a csatorna távolság közötti kapcsolat numerikus úton az ITU-R BS. 559-es Ajánlás alapján határozható meg. Ezen számítások alapja az a feltételezés, hogy a vivő távolság, valamint az azonos-csatornás védelmi viszony egy előre meghatározott érték. A BS.560 Ajánlás alkalmazásával, 9 kHz-es csatorna távolságot feltételezve, a relatív rádiófrekvenciás védelmi viszony -26 dB.

*

Rövidhullámú műsorszórás egyoldalsávós (SSB) rendszerei, az

ITU-R BS.640-3 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 3 950-4 000 kHz, 5 950-6 200 kHz, 7 100-7 300 kHz, 9 500-9 900 kHz, 11 650-12 050 kHz, 13 600-13 800 kHz, 15 100-15 600 kHz, 17 550-17 900 kHz, 21 450-21 850 kHz, 25 670-26 100 kHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Analóg RH rádió-műsorszórás.

A szabályozás célja

A rádiófrekvenciás spektrum hatékony használatának egyik módja, hogy a kétoldalsávós (DSB) adás helyett egyoldalsávós (SSB) modulációs technikát alkalmazunk. Az SSB technikát alkalmazó műsorszórás - a rövidhullámú frekvencia tartományban - feleljen meg a szabályozás szerinti követelményeknek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

1 Frekvenciagazdálkodási követelmények

1.1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

Csatornaosztás: a vivőfrekvenciák közötti különbség 5kHz (az átmeneti időszak végéig 10 kHz).

Névleges vivőfrekvencia: az SSB adás vivőfrekvenciája 5 kHz egészszámú többszöröse.

A szükséges sávszélesség: ne haladja meg a 4,5 kHz-t.

Hangfrekvenciás sávszélesség: a hangfrekvenciás sávszélesség felső határa (-3dB-es pont) nem haladhatja meg a 4,5 kHz-t a sávon kívüli csillapítás 35 dB/kHz legyen, az alsó határ 150 Hz a sávon kívül 6dB/oktávós csillapítás meredekséggel.

1.2 Adásmód, moduláció, hozzáférés módja

A kisugárzott oldalsáv: a felső oldalsáv.

2 Rádióberendezés adó jellemzők

2.1 Frekvencia eltérés, frekvencia stabilitás

Frekvencia pontosság: az SSB vivő frekvencia eltérése ≤ 5 Hz. Ez a pontossági követelmény feltételezi a vevőberendezésre adott specifikáció teljesülését.

2.2 Teljesítmény, szomszédos csatorna - teljesítmény

Vivő elnyomás: a vivő elnyomása 12 dB legyen PEP-hez (csúcsburkoló teljesítmény) viszonyítva.

A nem kívánt oldalsáv elnyomása: az alsó oldalsáv elnyomása, valamint az intermodulációs termékek az elnyomott alsó oldalsáv spektrumában minimum 35 dB-el, de amennyiben lehetséges 40 dB-el legyenek a felső oldalsáv szintje alatt.

3 Rádióberendezés vevő jellemzők

3.1 Legnagyobb használható érzékenység, többutas érzékenység

Az SSB vevő zajjal határolt érzékenysége: a zajjal határolt érzékenység 26,5 dB(μ V/m) értéknél nem kell nagyobb legyen. Ez az érték az oldalsáv térerősségére vonatkozik és a 26 dB (súlyozatlan RMS) hangfrekvenciás jel-zaj arányból származik.

3.2 Azonos csatorna szelektivitás, szomszéd csatorna szelektivitás

A vevő szelektivitása: a referencia vevő teljes sávszélessége 4 kHz (-3 dB-es pont), a sávon kívüli csillapítás meredeksége 35 dB/kHz. Ez az előírás kb. -27 dB védelmet fog biztosítani 5 kHz-es vivő távolságban, és ez megfelelő adat tervezési szempontként.

Amennyiben a vevőkészülék az előbb ismertektől eltérő *sávszélesség-csillapítás* karakterisztikával rendelkezik, abban az esetben is teljesítenie kell az 5 kHz-es vivő távolságra vonatkozó kb. -27 dB csillapítás követelményt. Az alábbiakban két példát mutatunk be:

Csillapítás meredekség	SSB vevő hangfrekvenciás sávszélessége
25 dB/kHz	3 300 Hz
15 dB/kHz	2 700 kHz

*

Járműbe beépített, hordozható és helyhez kötött vevők részére sugárzó földfelszíni digitális hangműsorszóró rendszerek a 30–3000 MHz frekvenciatartományban, az

ITU-R BS.1114-6 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 174–230 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Földfelszíni digitális műsorszórás.

A szabályozás célja

A járműbe épített, a hordozható és a helyhez kötött vevők részére a földfelszíni és a műholdas digitális hangműsorszóró (Digital Sound Broadcasting **DSB**) rendszerek követelményeinek a meghatározása (lásd ITU-R BS.774 és az ITU-R BO.789 Ajánlásokat is). A földfelszíni DSB szolgáltatások a 30-3000 MHz sávban három típusú digitális rendszert alkalmaznak: *Digitális A rendszer*; *Digitális F rendszer*; *Digitális C rendszer*. A Magyar Köztársaságban bevezetésre kerülő *Digitális A rendszert* részletesen ismertetjük, a másik két rendszer összefoglaló jellemzői:

Digitális F rendszer

A rendszer ISDB-TSB néven is ismert. Mozgó vétel esetén nagy megbízhatóságú és kiváló minőségű hang és adatátvitelre alkalmas. A rendszer tervezése lehetővé teszi a flexibilis, fejleszthető és harmonizáló multimédiás műsorszórást a földfelszíni hálózatokban. A rendszer a sugárzási paraméterek széles választékával rendelkezik a moduláció módját, a belső hiba korrekciós kód sebességét valamint az átfedés (interleaving) idejének hosszát tekintve. A digitális F rendszerben hangfrekvenciás kompresszió, pl. MPEG-2 AAC, alkalmazható.

Digitális C rendszer

A teljes mértékben kifejlesztett digitális F rendszert IBOC DSB néven is ismerik. A rendszert járműbe épített, hordozható és helyhez kötött vevők részére sugárzó földfelszíni digitális hang műsorszórás céljára tervezték. A digitális C rendszer üzembe helyezhető egy még nem használt frekvencia sávban, azonban különleges tulajdonsága, hogy alkalmas egyidejű analóg és digitális rádió sugárzásra a jelenlegi FM műsorszóró sávokban. A rendszer, többutas terjedési környezetben, nagyobb megbízhatóság mellett jobb minőségű szolgáltatást nyújt, mint a jelenlegi analóg FM rendszerek. További tulajdonságai a digitális

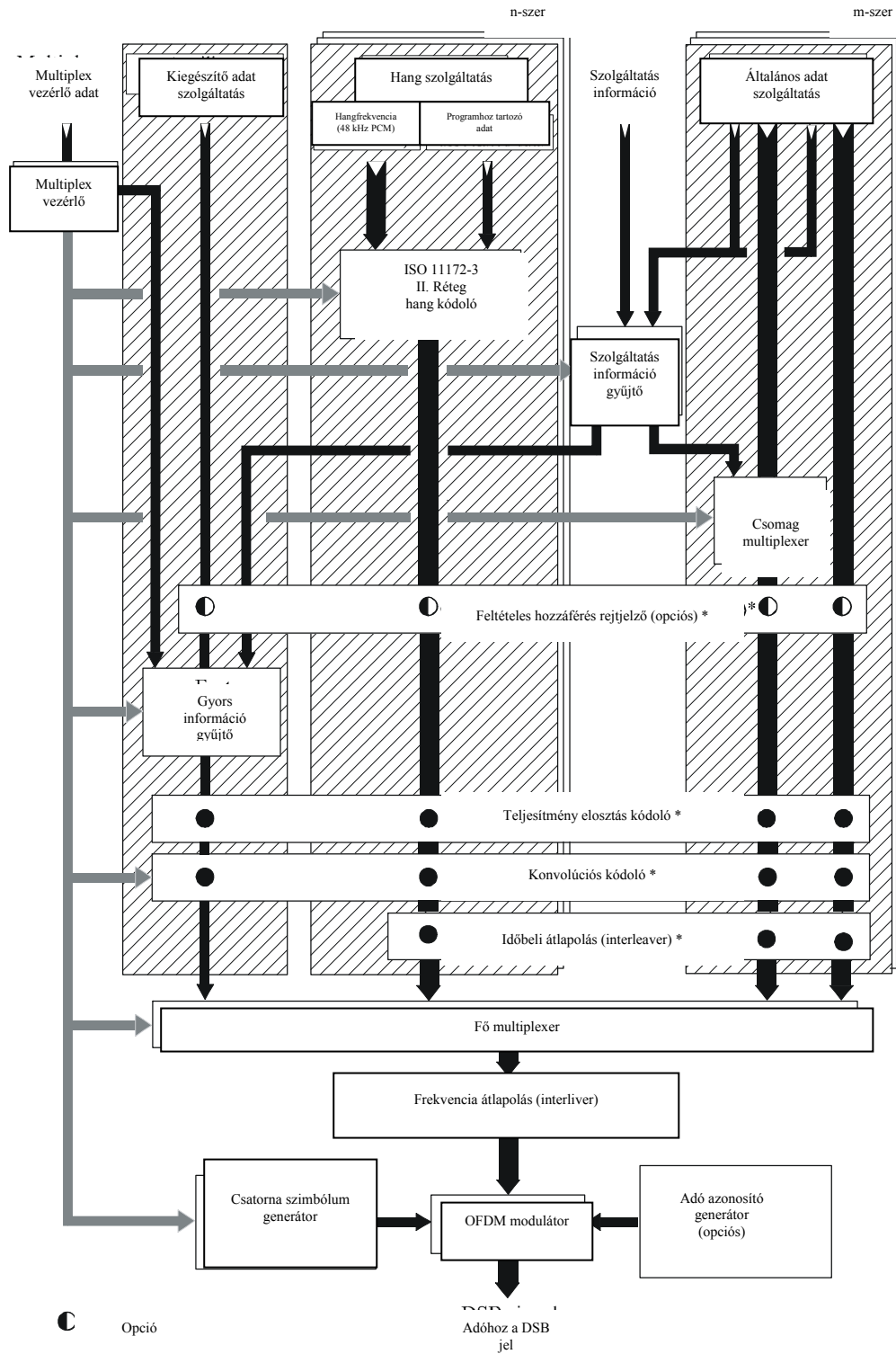
C rendszernek: kiváló minőségű hang, a hangprogrammal együtt sugárzott adatszolgáltatás, kijelölhető a hangsugárzás mellett az adatsugárzásra fordítható kapacitás.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

1. A digitális A rendszer frekvenciagazdálkodási követelményei

A rendszer Eureka 147 DAB néven is ismert, műholdas, földfelszíni, hibrid (műholdas és földfelszíni) műsorsugárzásra, valamint kábelén műsor továbbításra is alkalmas. Vételre, olcsó vevőkészülékek, kisnyereségű körsugárzó antennával használhatók. A rendszerben lehetőség van a minőség javítására, tipikusan a városban fellépő a többutas terjedés és árnyékolt környezetben/területeken alkalmazott azonos csatornás repeater alkalmazása esetén. A rendszer alkalmas különböző minőségű hangszolgáltatásra (a legmagasabb szintig - high quality - bezárólag), valamint különböző szintű adatszolgáltatásra. A rendszer teljes specifikációját az ETS 300 401 szabvány, a rendszer adás oldali elvi felépítését az 1.1. ábra tartalmazza.

Digitális A rendszer adás oldali elvi felépítése



1.1 ábra

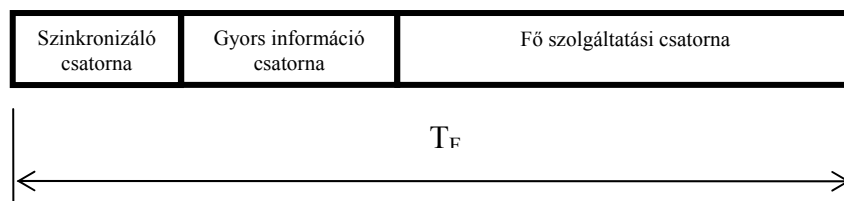
1.1. Adásmód, moduláció, hozzáférés módja

1.1.1. A keret felépítése

A vevő szinkronizálásának megkönnyítése érdekében az 1.2. ábra szerinti szabályos keretfelépítést alkalmazza a rendszer. A keret három típusú állandó szimbólum sorozatot tartalmaz.

- Az első sorozat a *szinkronizáló csatorna*, ezen belül az első szimbólum „0” a durva szinkronizálásra szolgál (amikor nincs RF jel sugárzás), ezt követi egy állandó szimbólum a finom szinkronizálásra, az automatikus erősítés szabályozás (Automatic Gain Control **AGC**), az automatikus frekvencia szabályozás (Automatic Frequency Control **AFC**) és a vevőben a fázis információ.
- A második jelsorozat a *gyors információ csatorna* (Fast Information Channel **FIC**)
- A harmadik jelsorozat a *fő szolgáltatási csatorna* (Main Service Channel **MSC**)

A multiplex keret felépítése



1.2 ábra

A keret teljes hossza (T_F) az adás módtól függően: 96 ms vagy 48 ms vagy 24 ms (lásd az 1.1. Táblázatot)

1.1. Táblázat

Paraméter	I. mód	II. mód	III. mód	IV. mód
A továbbítandó keret hossza (T_F)	96 ms	24 ms	24 ms	48 ms
A nulla szimbólum időtartama (T_{NULL})	1.297 ms	324 μ s	168 μ s	648 μ s
OFDM szimbólum időtartama (T_S)	1.246 ms	312 μ s	156 μ s	623 μ s
A csatornaosztás inverze (T_U)	1 ms	250 μ s	125 μ s	500 μ s
A vezérlő intervallum (guard interval) időtartama (\square) ($T_S = T_U + \square$)	246 μ s	62 μ s	31 μ s	123 μ s
Az átvitt vivők száma (K)	1 536	384	192	768

1.1.2. Energia elosztás

Annak érdekében, hogy a továbbítandó jelben az energia elosztás megfelelő legyen, a multiplexer előtt az egyes jelforrások kódolva vannak.

1.1.3. Konvolúciós kódolás

A megbízható vétel érdekében, konvolúciósan kódolva van minden adatjel a multiplex előtt. A kódolási eljárás során további redundancia kerül beépítésre a forrás jelsorozatba (ennek a hossza konstansul 7), és ez jelenti a teljes adat sorozatot (burst-öt).

Az átlagos kódolási arány definíció szerint, a kódolt forrás bitek száma és a konvolúciósan kódolt bitek számának hányadosa, értéke $1/3$ (nagyobb védelmi szint) és $3/4$ (kisebb védelmi szint) között változik. Különböző kódolási arányok alkalmazhatók a különböző hang-forrásokhoz attól függően, hogy milyen védelmet kívánunk biztosítani. Például a kábelben továbbított program esetén a védelmi szint kisebb lehet, mint a rádiócsatornán továbbított jel esetén.

Egy választott, állandó kódolási arányt használ az általános adatcsatorna konvolúciósan kódolt jele. A gyors hozzáférésű csatorna (FIC) $1/3$ állandó kódolási arányt használ.

1.1.4. Időbeli átlapolás

A konvolúciósan kódolt adat átlapolásának mértéke (interleaving depth) 16 keret, ez így további támogatást nyújt a vevő részére.

1.1.5. Frekvencia átlapolás

Többutas terjedés esetén egyes vivők javítják a vételt konstruktívak, mások zavaró interferenciát okoznak (frekvencia szelektív fading). A rendszer frekvencia átlapoló tulajdonsága (frequency interleaving) tulajdonképpen a digitális bit sorozatot a vivők között újra rendezi, így megfelelő minták állnak rendelkezésre és a szelektív fading hatását kiküszöböli. Amikor a vevő állandó helyű, a frekvencia diverziti a legjobb jelet használja és ezzel biztosítja a jó minőségű vételt.

1.1.6. Moduláció

A digitális A rendszer által használt DQPSK OFDM modulációs eljárás megfelel a nagy adatsebességű digitális műsorszórás szigorú követelményének mozgó, hordozható és állandóhelyű vétel esetén többutas terjedési körülmények között is. Az alapelv, hogy a kisugárzandó információt nagyszámú bit sorozatra bontják (1.2. ábrán $i; j; k$ jelsorozat), amelyek bit sebessége kicsi, és ezekkel modulálják az egyes vivőket. Eredményül azt kapjuk, hogy a figyelembe veendő szimbólum időtartama (1.2. ábrán T_U) nagyobb lesz mint az átviteli csatorna késleltetése. Amennyiben a vevőben az echo idő (késleltetés) rövidebb, mint a vezérlő intervallum (guard interval) időtartama (1.2. ábrán \square), nem lép fel a szimbólumok között interferencia, inkább a vételi teljesítmény növekedik (lásd az 1.2. ábrát).

1.1.7. Zavarvédelmi kritériumok

Különböző körülmények között a mozgó és állandóhelyű vétel minőségének ellenőrzésére történtek mérések a 226 MHz-en az I. módra és 1480 MHz-en a II. módra. Az S/N és a bit hibaarány (BER) kapcsolatának mérése, az adási csatorna adat csatornáján a következő feltételekkel történt:

$$D \square 64 \text{ kbit/s}, \quad R \square 0,5$$

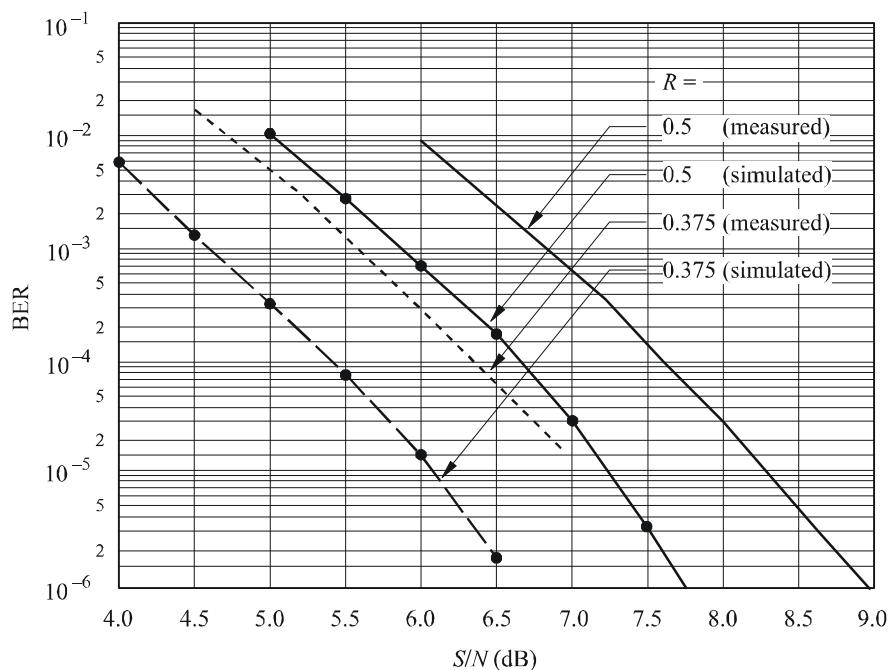
$$D \square 24 \text{ kbit/s}, \quad R \square 0,375$$

ahol

D a forrás adatsebessége
R a csatorna kódolás átlaga

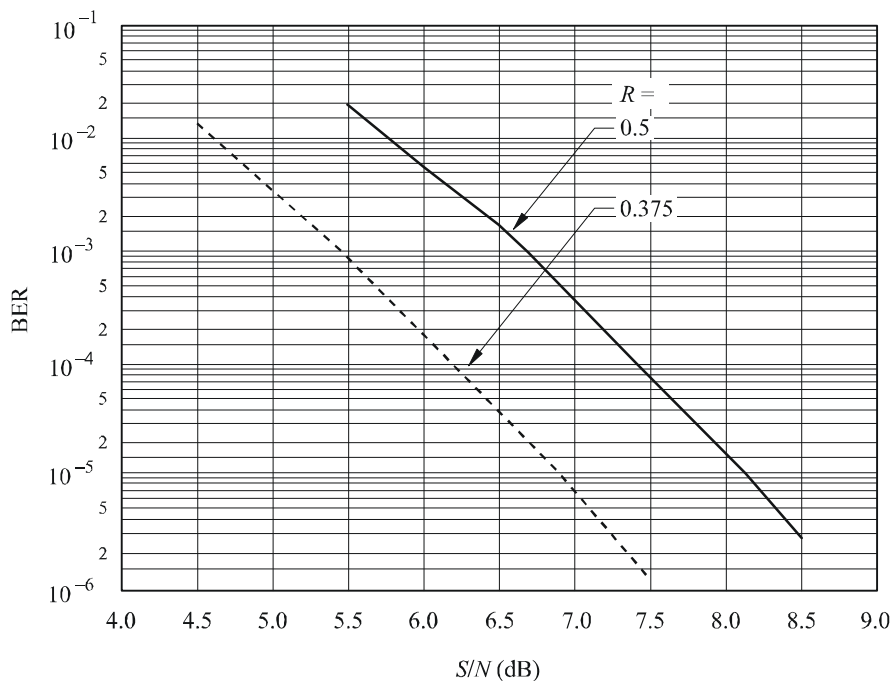
1.1.8. BER és S/N (1,5 MHz-en) Gaussi csatornán

A mérés alkalmával járulékos Gaussi fehér zaj volt hozzáadva a vevő bemenetén beállított S/N-hez. A mérési eredményeket az 1.3. ábra és az 1.4. ábra tartalmazza. Például az 1.3. ábra alapján összevethető a számítógépes szimuláció és a mérési eredmény. Látható, hogy az $R=0,5$ érték esetén $BER=1 \times 10^{-4}$ -hez tartozó eltérés kisebb mint 1 dB.



1.3. ábra

Digitális A rendszer BER és S/N kapcsolata (I. módú adás – Gaussi csatorna)



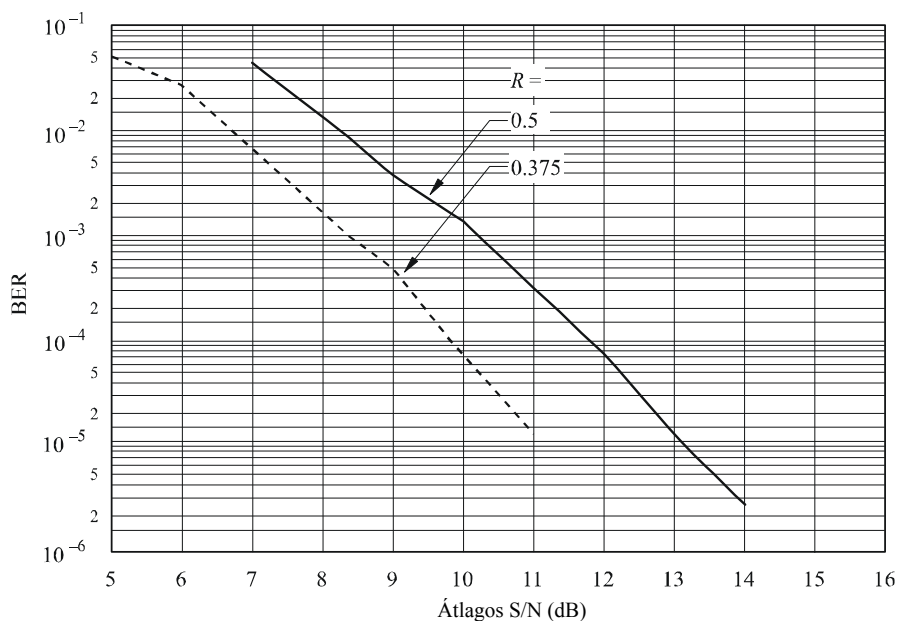
1.4. ábra

Digitális A rendszer BER és S/N kapcsolata (II. vagy III. módú adás – Gaussi csatorna)

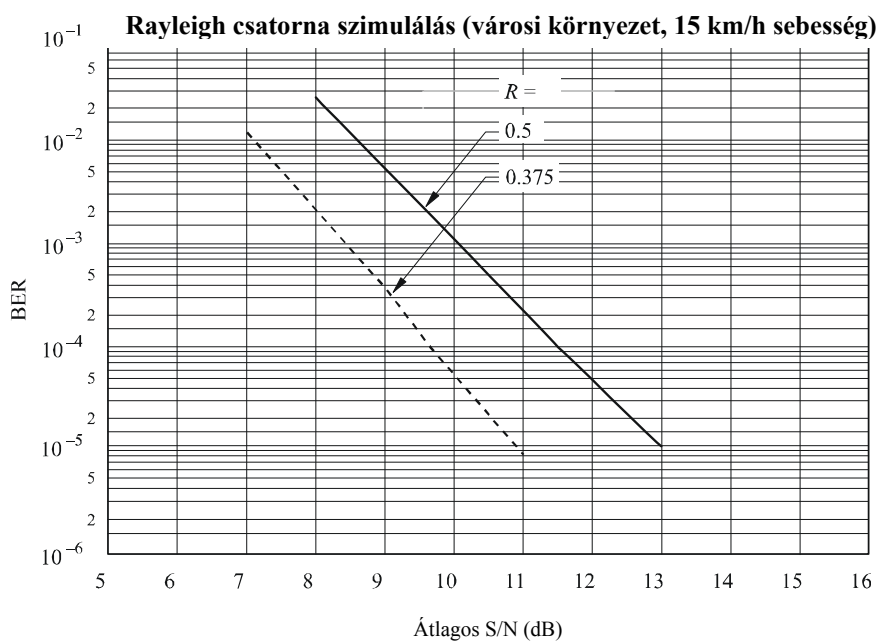
1.1.9. BER és S/N (1,5 MHz-en) Rayleigh csatornán, városi környezetben szimulálva

BER és S/N mérése az adatcsatornán történt, fadinges csatorna szimulátor segítségével. A Rayleigh csatorna szimulátor megfelelt a Cost 207 dokumentáció 5. ábrájának (tipikus városi környezet, 0-0,5 s), a vevő mozgási sebessége 15 km/h volt. A mérési eredményeket az 1.5. ábra és az 1.6. ábra tartalmazza.

Rayleigh csatorna szimulálás (városi környezet, 15 km/h sebesség)



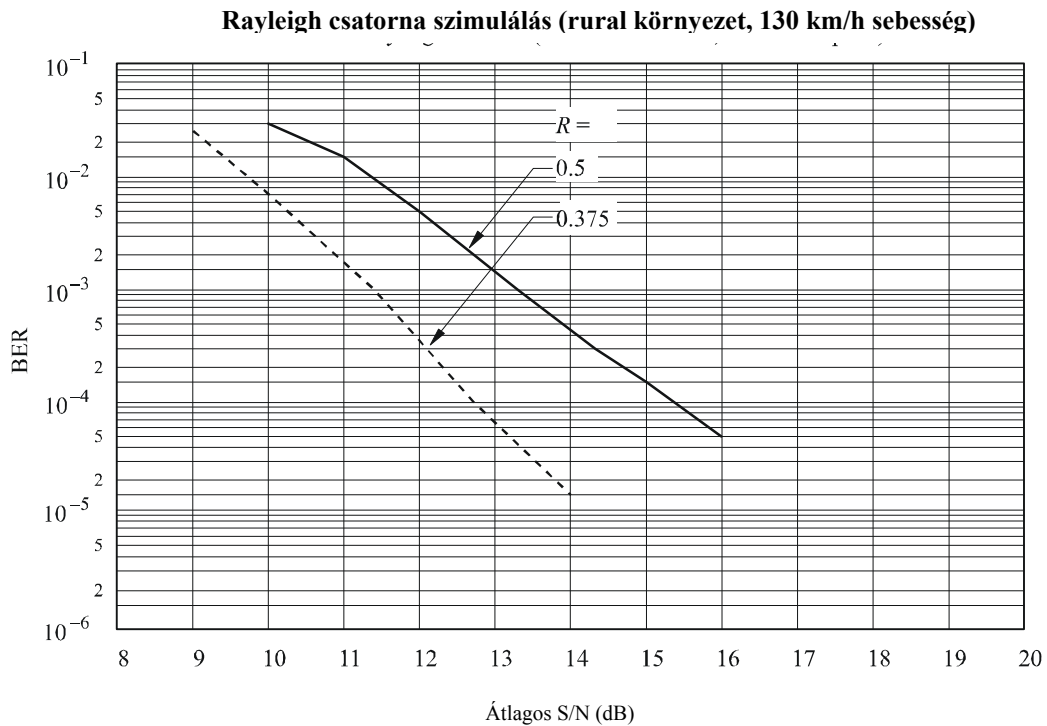
1.5. ábra Digitális A rendszer BER és S/N kapcsolata (I. módú adás – 226 MHz)



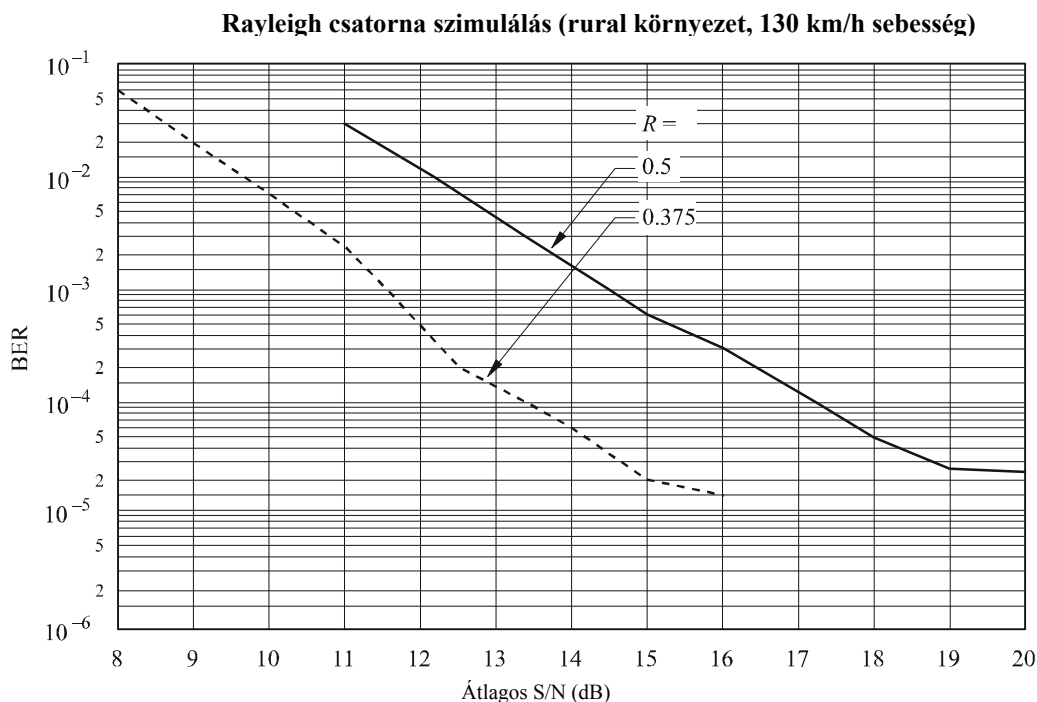
1.6. ábra Digitális A rendszer BER és S/N kapcsolata (II. módú adás – 480 MHz)

1.1.10. BER és S/N (1,5 MHz-en) Rayleigh csatornán, rural környezetben szimulálva

BER és S/N mérése az adatsatornán történt, fadinges csatorna szimulátor segítségével. A Rayleigh csatorna szimulátor megfelelt a Cost 207 dokumentáció 4. ábrájának (városon kívüli – rural - környezet, 0-5 □s), a vevő mozgási sebessége 130 km/h volt. A mérési eredményeket az 1.7. ábra és az 1.8. ábra tartalmazza.



1.7. ábra
Digitális A rendszer BER és S/N kapcsolata (I. módú adás – 226 MHz)



1.8. ábra

Digitális A rendszer BER és S/N kapcsolata (II. módú adás – 480 MHz)

1.1.11. A hang minőség és a rádiófrekvenciás S/N

Szubjektív becslések alapján került sor a hang minőség értékelésére változó S/N esetén. A különböző jel/zaj viszonyok beállítására, a rádió átviteli útba kapcsolt Gaussi fehér zaj generátor és Rayleigh fading szimulátor szolgált. A Rayleigh fading szimulátor megfelelt az 1.2.2. és az 1.2.3. pontban ismertettekkel.

A megfigyelések során az átlagos S/N érték 0,5 dB-es lépésekben volt csökkentve a következő feltételek szerint:

- *A minőségromlás kezdete*, az a pont amikor érzékelhetővé vált a hiba. Az elfogadott definíció szerint 30 másodpercen belül hallott (érezelt) 3 vagy 4 hiba jelentette ezt a pontot.
- *Kiesési pont*, az a pont amikor a hallgató nem értette a programot vagy élvezhetetlenné vált az részére. Az elfogadott definíció szerint, ezen pontban a hiba szinte folyamatos volt és 30 másodpercen belül 2 vagy 3 alkalommal elnémult a program.

Az előbbi két ponthoz tartozó S/N átlagát az 1.2. – 1.4. Táblázatok tartalmazzák. A tesztekhez különböző hang programokat használtak.

1.2. Táblázat

Digitális A rendszer hang minőség és S/N kapcsolata (Adás mód I. – Gaussi csatorna)

Jelforrás kódolás		Csatorna kódolás átlaga	Minőség romlás kezdete S/N (dB)	Kiesési pont S/N (dB)
Bit sebesség (kbit/s)	Mód			
256	Sztereó	0,6	7,6	5,5
224	Sztereó	0,6	8,3	5,9
224	Sztereó	0,5	7,0	4,8
224	Kapcsolt Sztereó (Joint stereo)	0,5	6,8	4,5
192	Kapcsolt Sztereó (Joint stereo)	0,5	7,2	4,7
64	Monofónikus	0,5	6,8	4,5

1.3. Táblázat

Digitális A rendszer hang minőség és S/N kapcsolata (Adás mód II. vagy III. – Gaussi csatorna)

Jelforrás kódolás		Csatorna kódolás átlaga	Minőség romlás kezdete S/N (dB)	Kiesési pont S/N (dB)
Bit sebesség (kbit/s)	Mód			
256	Sztereó	0,6	7,7	5,7
224	Sztereó	0,6	8,2	5,8
224	Sztereó	0,5	6,7	4,9
224	Kapcsolt Sztereó (Joint stereo)	0,5	6,6	4,6
192	Kapcsolt Sztereó (Joint stereo)	0,5	7,2	4,6
64	Monofónikus	0,5	6,9	4,5

1.4. Táblázat

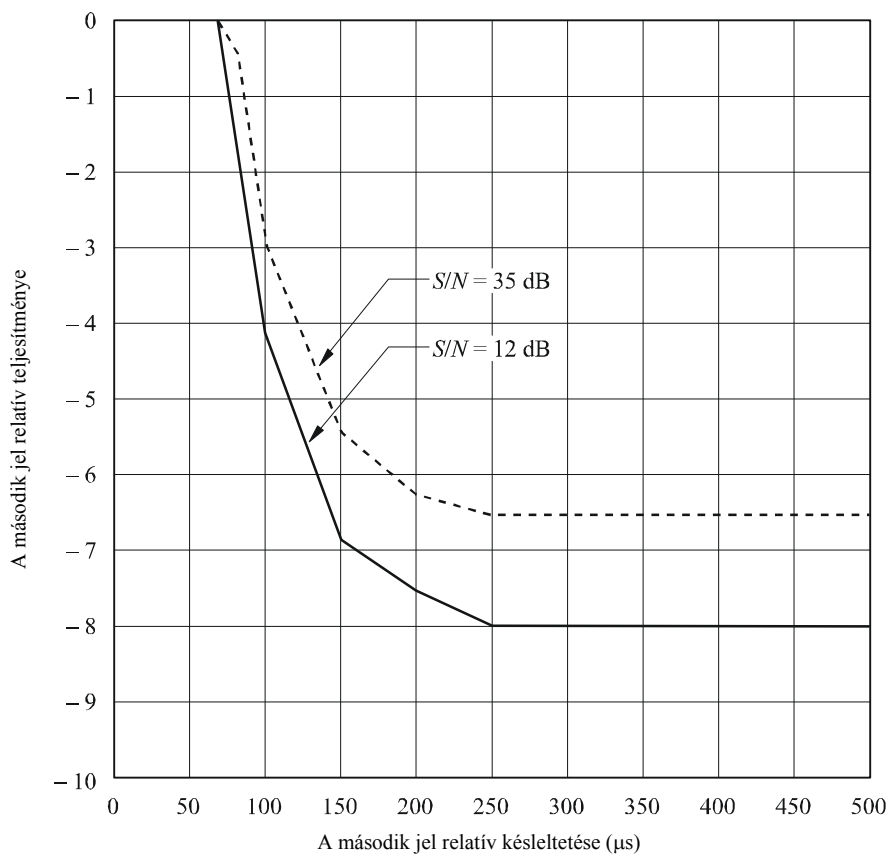
Digitális A rendszer hang minőség és S/N kapcsolata (Rayleigh csatorna – 224 kbit/s; sztereó; kódolás átlaga: 0,5)

Mód	Frekvencia (MHz)	Csatorna mód	Sebesség (km/h)	Minőség romlás kezdete S/N (dB)	Kiesési pont S/N (dB)
I	226	Város	015	16,0	09,0
II	1 500	Város	015	13,0	07,0
I	226	Rural	130	17,6	10,0
II	1 500	Rural	130	18,0	10,0

1.1.12. Üzemeltetési képességek egyfrekvenciás hálózatban

Digitális A rendszer (adásmód II.) csatorna szimulátorral volt vizsgálva. A kétjeles vizsgálathoz felhasznált generátorok közül: az egyik generátor reprezentálta a referencia jelet késleltetés nélkül állandó teljesítménnyel, a másik generátor reprezentálta a késleltetett jelet az egyfrekvenciás hálózatban. A második jelnél alkalmazott késleltetés (Doppler eltolás) megfelelt a *digitális A rendszer* képessége határának. A mérés sorozat két vételi jel/zaj viszonyra történt: S/N=12 dB és S/N= 35 dB. A második jel relatív teljesítményének mérése, 64 kbit/s adatsebesség esetén BER=1*10⁻⁴ értéknél, csatorna kódolási arány 0,5 mellett történt az adatsatornán, miközben a jel késleltetése folyamatosan növelve volt. Az eredményt az 1.9. ábra tartalmazza.

A II. adásmód vezérlő intervalluma 64 □s, az ábrán látható, hogy ezen időtartamon belül a második jel nem okozott hibát a vételben.

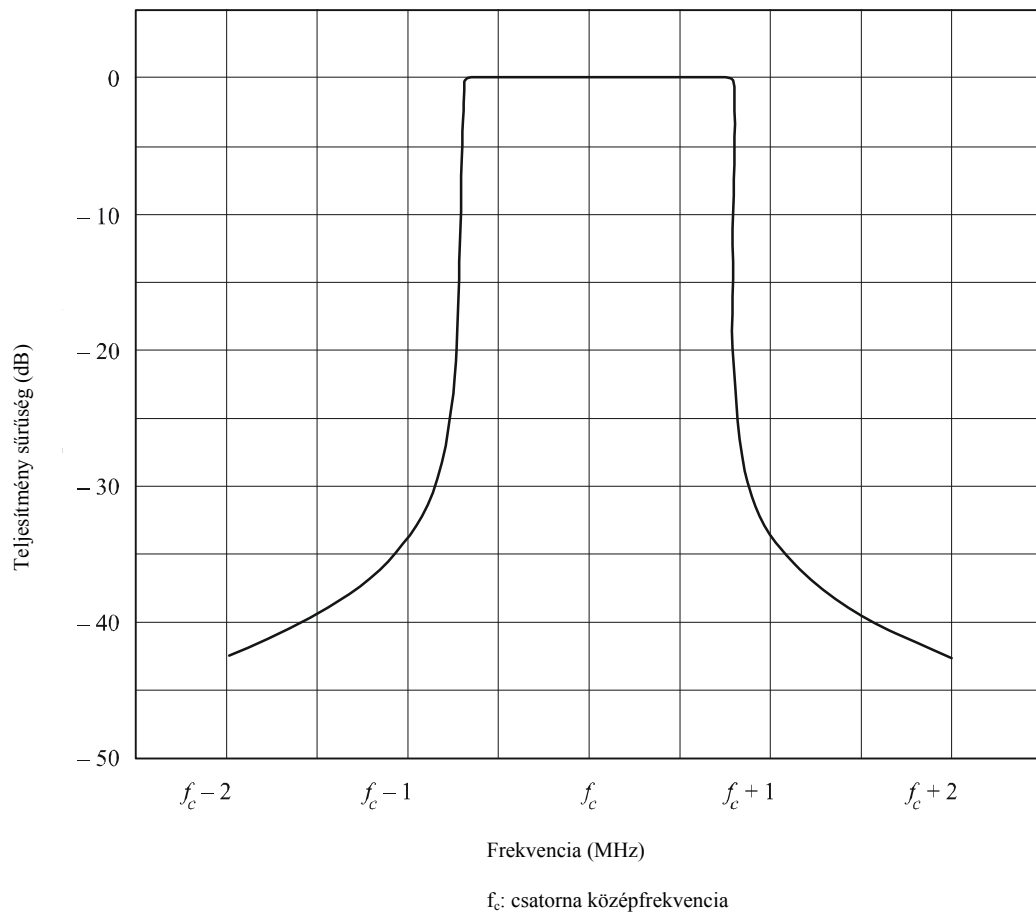


1.9. ábra

2. Rádióberendezés adó jellemzők

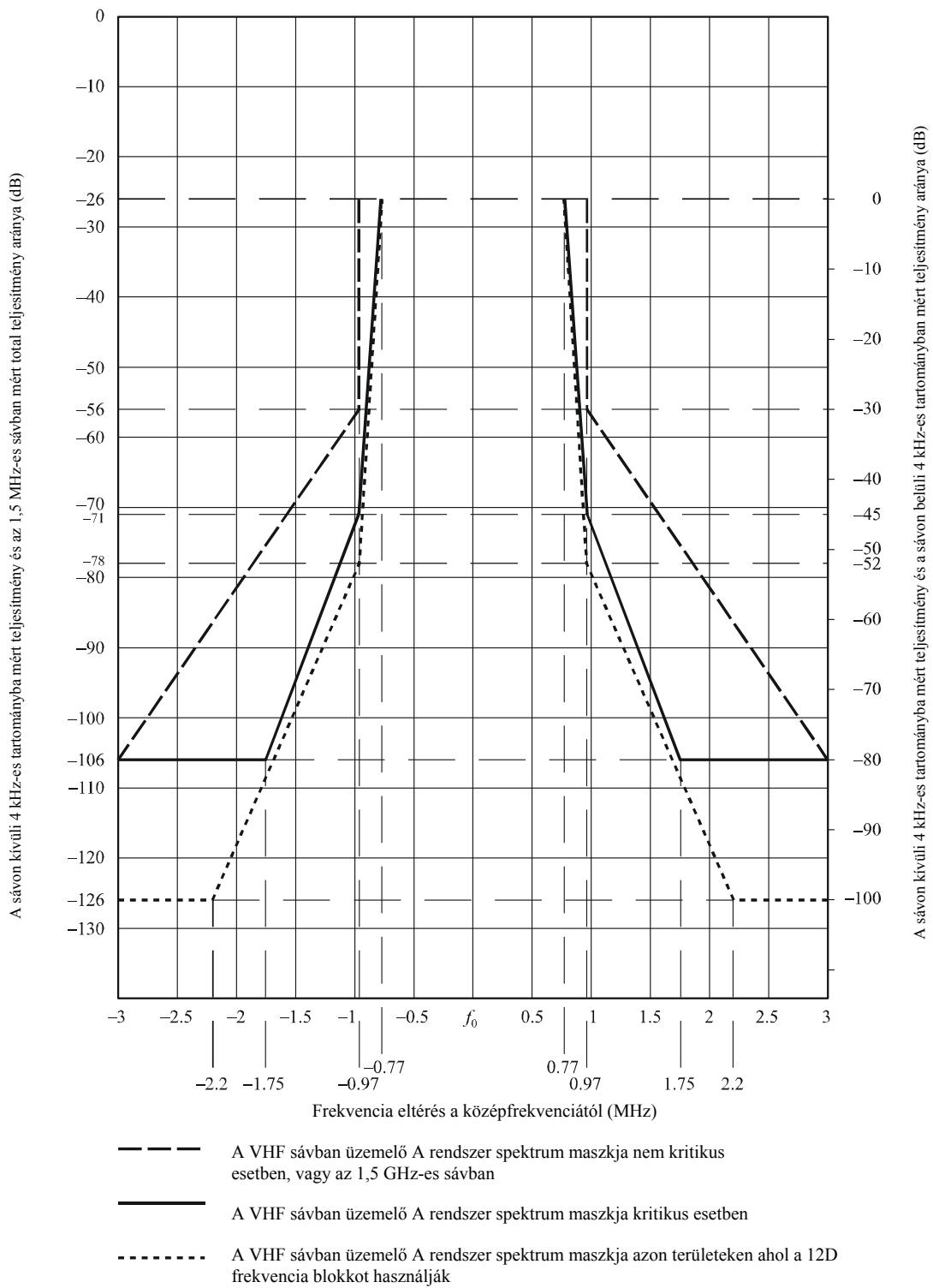
2.1.1. Teljesítmény, szomszédos csatorna - teljesítmény

A digitális A rendszer elméleti spektrum maszkját (adásmód II.) a 2.1. ábra tartalmazza.



2.1. ábra

A sávon kívül sugárzott spektrum, bármely 4 kHz-es tartományban meg kell feleljen a 2.2. ábrán definiált maszk egyikének.



2.2. ábra

Az ábrán

- *folytonos vonal* szerinti spektrum maszkot kell alkalmazni a VHF sávban üzemelő A rendszernél kritikus esetben,
- a *szaggatott vonal* szerinti spektrum maszkot kell alkalmazni a VHF sávban üzemelő A rendszernél nem kritikus esetben, vagy az 1,5 GHz-es sávban,
- *pontozott vonal* szerinti spektrum maszkot kell alkalmazni a VHF sávban üzemelő A rendszernél azon területeken ahol a 12D frekvencia blokkot használják.

A normál 1,536 MHz-en kívüli sávban, megfelelő szűrő alkalmazásával kell a jelszintet csökkenteni.

2.1. Táblázat

Digitális A rendszer adási jelszintje a sávon kívül

	Az 1,54 MHz-es csatorna középfrekvenciájához viszonyított relatív frekvencia eltérés (MHz)	Relatív szint (dB)
Spektrum maszk a VHF sávban üzemelő A rendszernél nem kritikus esetben, vagy az 1,5 GHz-es sávban	±0.97	-26
	±0.97	-56
	±3.0	-106
Spektrum maszk a VHF sávban üzemelő A rendszernél kritikus esetben	±0.77	-26
	±0.97	-71
	±1.75	-106
	±3.0	-106
Spektrum maszk a VHF sávban üzemelő A rendszernél azon területeken ahol a 12D frekvencia blokkot használják	±0.77	-26
	±0.97	-78
	±2.2	-126
	±3.0	-126

*

A 30 MHz alatti műsorszóró sávokban működő digitális hangműsorszóró rendszer, az ITU-R BS.1514-1 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

*Frekvencia sáv: 526,5–1 606,5 kHz, 3 950-4 000 kHz, 5 950-6 200 kHz,
7 100-7 300 kHz, 9 500-9 900 kHz, 11 650-12 050 kHz, 13 600-13 800 kHz,
15 100-15 600 kHz, 17 550-17 900 kHz, 21 450-21 850 kHz, 25 670-26 100 kHz
RAT szerinti rádióalkalmazás: Digitális KH, RH rádió-műsorszórás.*

A szabályozás célja

A digitális rádió műsorszórás, ezekben a frekvencia sávokban, alapvetően új és emelt szintű szolgáltatás nyújtását teszi lehetővé, cél a világméretű szabványosítás. Számos országban, a 30 MHz alatti műsorszóró sávok jelenlegi telítettsége és az ebből következő nagymértékű interferencia miatt, a sugározható programok száma korlátozott. Nem számolhatunk a sávok telítettségének és ezzel együtt az interferencia csökkenésével, mert a műsorsugárzó társaságok, a kedvező terjedési feltételek miatt (majdnem világméretű ellátás biztosítható a sávban) forszírozottan használják a frekvencia sávot.

A digitális műsorsugárzás - az átmeneti időszakban - biztosítja a folytonosságot, a szimultán (kombinált) analóg és digitális műsorsugárzást addig, amíg teljes egészében nem térnek át a digitális technikára. Az értékelési időszakban, a 6. Rádiókommunikációs Tanulmányi Bizottság a különböző javaslatok alapján azt a következtetést vonta le, hogy két rendszer javaslat lehet a világ-szabvány alapja (lásd ITU-R 217/10 Tanulmányi kérdés).

A 3–30 MHz (HF) frekvencia sávban alkalmazható rendszer karakterisztikáról a 3.1 fejezet ad áttekintést, ez megfelel az ITU-R BS.1348 Ajánlásban meghatározott szolgáltatási követelményeknek.

A 3 MHz alatti műsorszóró sávban alkalmazható rendszer karakterisztikákról a 3.1 és a 3.2 fejezet ad áttekintést, az utóbbi fejezetben leírt rendszer is megfelel az ITU-R BS.1348 Ajánlásban meghatározott szolgáltatási követelményeknek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály

A csatornaosztás az MF sávban 9 kHz, a HF sávban 10 kHz. A DRM rendszer esetén, a csatorna sávszélesség, a 9 kHz vagy a 10 kHz többszöröse is lehet.

2 Adásmód, moduláció

Csatornakódolás és moduláció: OFDM/QAM

3 Szabványosításra ajánlott rendszerek rövid ismertetése

3.1 Digitális világ rádiórendszer (Digital Radio Mondiale DRM)

- A DRM rendszert 9 kHz-es vagy 10 kHz-es csatorna sávszélességre, vagy e csatorna sávszélességek egészszámú többszörösére tervezték. A kijelölt frekvenciasáv (LF, MF vagy HF), vagy a terjedési mód (például: talajhullám, rövid távolságú térhullám vagy nagy távolságú térhullám) függvényében változhat a hangfrekvenciás jel átvitelére, a hibajavításra és korrekcióra valamint az adat átvitelre, a csatornán belül rendelkezésre álló kapacitás.
- A DRM rendszer korszerű hangfrekvenciás kódolási (advanced audio coding AAC) eljárást alkalmaz, amit kiegészít, mint fő kódolási rendszer a spektrum sávkövető (spectral band replication SBR) rendszer. Az SBR észrevehetően javítja a hangfrekvenciás minőséget azáltal, hogy az alkalmazott technika megnöveli az alapsávi frekvenciatartományt. A DRM rendszer csatornakódolásra és modulációra OFDM/QAM-t használ, ezen belül az interlívínggel és előreirányú hiba korrekcióval (FEC), a konvolúciós kódolás alapú többszintű kódolást (multi-level coding MLC) használja. A vevő, a pilot referencia jelből nyeri ki a csatorna-kiegyenlítő információt. A digitális technika alkalmazása jobb hangminőséget biztosít az ellátásra tervezett területen belül, mint a jelenlegi AM technika.
- Például egy hangfrekvenciás jel monofónikus kódolásának főbb jellemzői:

Keret hossz	40ms
AAC mintavételi arány	24 kHz
SBR mintavételi arány	48 kHz
AAC frekvencia tartomány	0 – 6,0 kHz
SBR frekvencia tartomány	6,0 – 15,2 kHz
SBR átlagos bit sebessége	2 kbit/s per csatorna

A példa szerinti kódolás esetén az alap hangfrekvenciás jel 6 kHz sávszélességű, ami az átlagos AM minőségénél jobb minőséget ad, plusz tovább javítja a minőséget az alkalmazott SBR technika, ami 15,2 kHz-re növeli ezt a sávszélességet, és ehhez kb. 22 kbit/s-re van szükség.

Speciális esetben a kódolt hangfrekvenciás jelet egy szuper keretbe lehet behelyezni, melynek hossza 400 ms.

- A DRM rendszer multiplex jele három csatornát tartalmaz:

- MSC, ami a szerviz, a hangfrekvenciás és az adat információt tartalmazza.
 - FAC, a sáv szélességről és hasonló paramétereiről, valamint például a gyors csatornakereséshez csatorna-választási információt tartalmaz.
 - SDC hordozza a vevő részére az MSC kódolásával kapcsolatos információt, hogyan lehet megtalálni az adat eredetét (forrását), továbbá a multiplex jelben a szolgáltatás jellemzőit.
- Az adó kimenő spektruma a következő képet mutatja: a 9/10kHz-es kijelölt csatornában a digitális jel teljesítménye többé-kevésbé egyenletes eloszlású, a kijelölt 9/10 kHz-es csatornán belül a teljesítmény sűrűség hirtelen 40 dB-el csökken, majd kisebb meredekséggel folytatódik ez a csökkenés a vivő frekvenciától $\approx 4,5/5$ kHz távolságban.
 - Az RF jelben a digitális fázis/amplitúdó információ, különböző mértékben sérül a rádióhullám terjedése során. A terjedés során a HF csatornát számos hatás érheti, mint például a gyors fading, a többutas interferenciából származó szelektív fading, nagy idő késleltetés a terjedési útvonalon, a Doppler hatás. A DRM rendszer hiba védelme és hiba korrekciója jelentős mértékben csökkenteti ezeket a hatásokat, aminek az eredménye, hogy a vevő pontosan tudja dekódolni a kisugárzott és vett digitális információt.

3.2 A 30 MHz alatti „sávon belüli csatornára helyezett” (in-band on-channel) digitális hang műsorsugárzás (IBOC DSB)

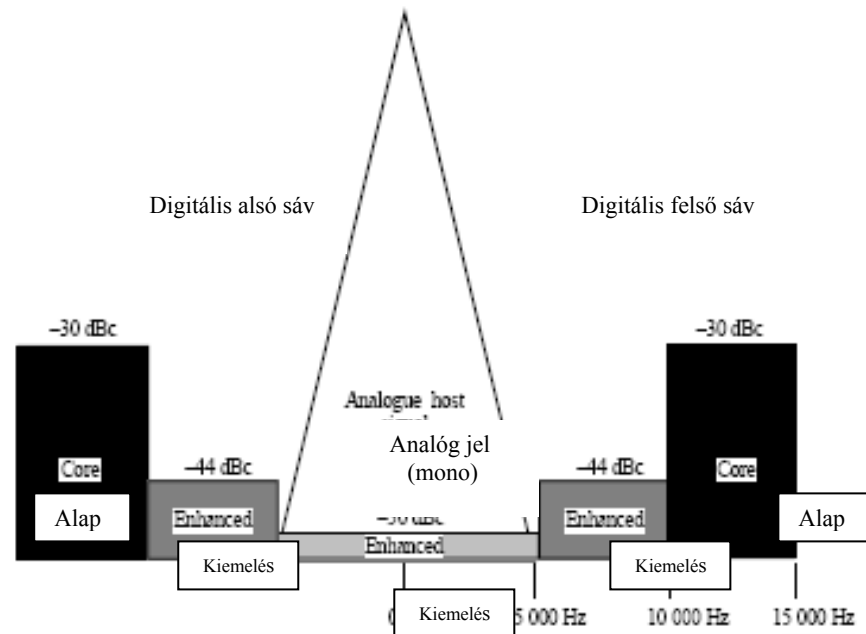
- Az IBOC DSB rendszert úgy tervezték, hogy üzemelhessen mind u.n. „hibrid” mind „tisztá digitális” üzemmódban. Az üzemeltetési mód függ az adás frekvenciájától, a spektrum jelenlegi használatától valamint a műsor-szolgáltató szándékától. A hibrid üzemmód lehetővé teszi, hogy a jelenleg analóg sugárzásra használt csatornán egyidejűleg kisugározzák ugyanazt a programot analóg és digitális formában. A tiszta digitális sugárzásra abban az esetben van lehetőség, ha a jelenlegi analóg programot leállítják, vagy ha a csatorna szabad.
- Az IBOC DSB rendszernek négy fő egysége van:
 - *codec*, ami kódolja és dekódolja a hangfrekvenciás jelet,
 - *FEC kódolás és az interlving* útján erős redundanciát és a diverzitit biztosít,
 - *modem*, modulálja és demodulálja a jelet,
 - *keverő*, ami folytonos átmenetet biztosít a digitális jeltől egyrészt a meglévő analóg jelhez hibrid üzem esetén, vagy a digitális jel back-upja tiszta digitális üzem esetén.
- A hangfrekvenciás minőség javításán túl, az IBOC DSB az *adat-szolgáltatást* is lehetővé teszi. Három fajta *adat-szolgáltatást* támogat a rendszer: fix sebességű, állítható/szabályozható sebességű és az opportunist, melynek a sebessége a hangfrekvenciás jel minőségének függvényében nő vagy csökken.

3.2.1 Hibrid MF üzemmód

A hibrid üzemmódban a digitális jel az analóg jel mellett kerül kisugárzásra az 1. ábra szerint. Az OFDM segédvivő teljesítménye, a vivőfrekvencia szintjéhez viszonyítva állandó. Az OFDM vivő, vagy más néven a digitális vivő az AM vivőtől kb. $\approx 14,7$ kHz-re található. A digitális vivőt szándékosan helyezték az analóg jel spektrumán kívül annak érdekében, hogy az interferencia az analóg jellel elkerülhető legyen. A digitális vivők párban szerepelnek, és egyforma távolságra

vannak az AM vivőtől. Minden vivő-pár komplementáris (egymást kiegészítő) pár és ezeket komplementáris vivőknek is nevezik. Az egyik digitális vivő a másik vivőhöz képest, a moduláló jel negatív konjugáltjával van modulálva.

Hibrid MF IBOC DSB jel spektrális teljesítmény sűrűsége



1. ábra

A hibrid üzemmód abban az esetben használatos az MF ellátási területeken, amikor káros zavarás nélkül a digitális program-sugárzása mellett biztosítani kell a hagyományos analóg sugárzást is. A hibrid rendszerben az *alap* információ a nagy teljesítményű vivőn, az analóg vivőtől a 10-15 kHz-es tartományban helyezkedik el, a hangfrekvenciás jel minőségét javító további információ (az ábrán „*kiemelés*” szerepel) az OFDM vivő körüli 0 - 10 kHz-es sávban található.

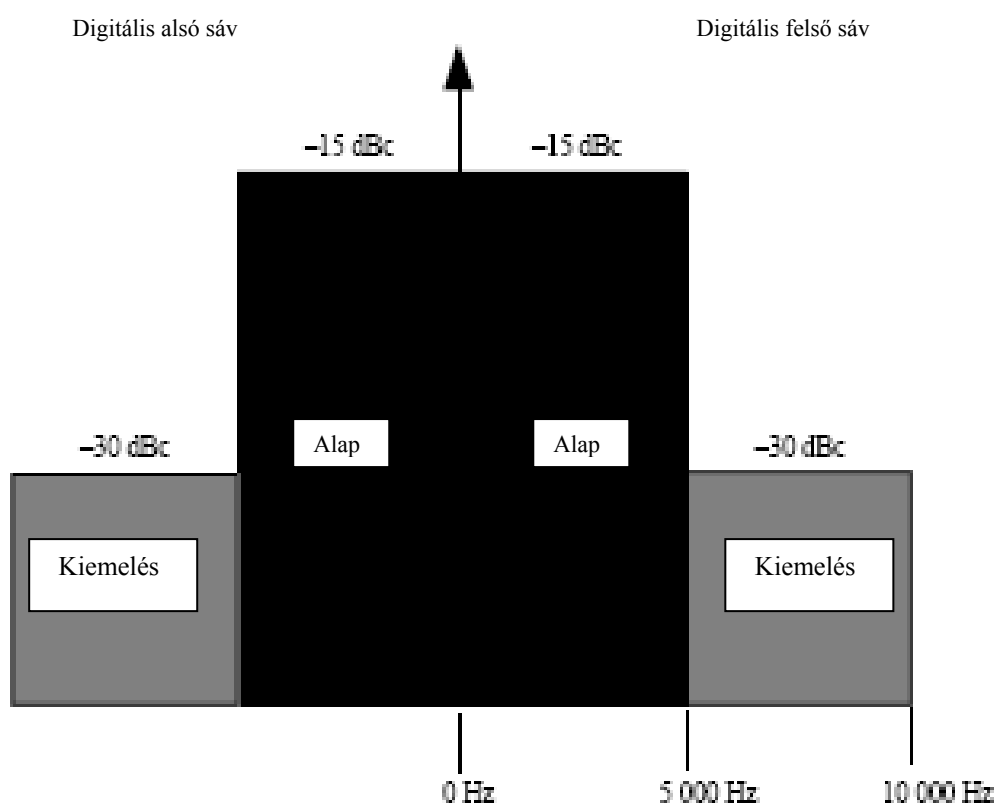
A hibrid rendszerben az „*alap*” információ átviteli sebessége kb. 20 kbit/s, míg a „további információé” (*kiemelés*) kb. 16 kbit/s.

3.2.2 Tiszta-digitális MF mód

A tiszta-digitális mód akkor alkalmazható, ha nincs szükség analóg adásra. A 2. ábra alapján belátható a különbség a tiszta-digitális és a hibrid jel között. Az ábra szerint az analóg jel törlése következtében megnövekedett a vivő teljesítménye, korábban ez az analóg jel szintje alatt volt. A járulékos teljesítménynövelésnek köszönhetően „robusztusabb” lett a tiszta-digitális rendszer hullámformája, valamint optimalizálva lett az átvitel az azonos csatornás interferenciával szemben.

A tiszta-digitális rendszer kódoló/dekódolója (codec), valamint a FEC rendszere a hibrid rendszeréhez hasonló (az *alap* átviteli sebessége kb. 20 kbit/s, míg a további információé (*kiemelés*) kb. 16 kbit/s).

Tiszta-digitális MF IBOC DSB jel spektrális teljesítmény sűrűsége



2. ábra

*

„Tervezési paraméterek” a 30 MHz alatti frekvenciákon működő digitális hang műsorszórás részére, az ITU-R BS.1615 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 526,5-1 606,5 kHz, 3 950-4 000 kHz, 5 950-6 200 kHz, 7 100-7 300 kHz, 9 500-9 900 kHz, 11 650-12 050 kHz, 13 600-13 800 kHz, 15 100-15 600 kHz, 17 550-17 900 kHz, 21 450-21 850 kHz, 25 670-26 100 kHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Digitális KH, RH rádió-műsorszórás.

A szabályozás célja

A 30 MHz alatti frekvencia sávban alkalmazható digitális rendszerek leírását az ITU-R BS.1514 Ajánlás tartalmazza. Az Ajánlás azonban nem tartalmazza az RF védelmi viszonyra vonatkozó követelményeket, valamint a minimális szükséges térerősség értéket. A jövőre vonatkozóan várható, hogy az LF, MF és HF sávú analóg műsorsugárzás hosszabb ideig megmarad, így a digitális műsorszórás tervezését megkönnyítheti a tervezési paraméterek általános összefoglalása. A szabályozásban összefoglalt minimálisan szükséges térerősség, valamint az RF védelmi viszony használata ajánlott, mint tervezési adat, a 30 MHz alatti digitális műsorszóró sávokban.

Jelen szabályozásban feltételezzük, hogy ismert az ITU-R BS.1514 Ajánlásban ismertetett két digitális műsorszóró rendszer:

Digitális Világ Rádió (Digital Radio Mondiale **DRM**)

Sávon belüli csatornára helyezett (In-Band On-Channel **IBOC**)

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények:

1 Moduláció, hozzáférés módja

1.1 DRM adási paraméterek. „Robusztus” módok (robustness modes)

A DRM négy *robosztus mód*-jának meghatározását, ortogonális frekvencia duplex (OFDM) adásmódra, a paraméterek függvényében (pl. a segédvívök száma, ezek távolsága, stb.), különböző terjedési módokra az LF, MF és HF sávokban, az 1. Táblázat tartalmazza.

1.2 A DRM adás spektrum elfoglalás típusai

Mindegyik robusztus mód esetén az elfoglalt csatorna-sávszélesség függ a frekvencia sávtól, valamint a csatorna használatának módjától. A specifikált spektrum elfoglalási típusokat a 2. Táblázat tartalmazza.

1. Táblázat

DRM robusztus módok

Robusztus mód	Tipikus terjedési feltételek	Preferált frekvencia sáv
A	Talaj hullámú csatorna, kismértékű fadinggel	LF, MF
B	Idő- és frekvencia szelektív csatorna, nagyobb szórási késleltetéssel	MF, HF
C	Mint a B, de nagyobb Doppler szórással	Csak HF
D	Mint a B, de komoly késleltetéssel és Doppler szórással	Csak HF

2. Táblázat

A DRM különböző módjainak sávszélessége (kHz)

Robusztus mód	Az elfoglalt spektrum típusa			
	0	1	2	3
A	4,208	4,708	8,542	9,542
B	4,266	4,828	8,578	9,703
C	-	-	-	9,477
D	-	-	-	9,536
Névleges sávszélesség (kHz)	4,5	5	9	10

A táblázat utolsó sorában szereplő adat a figyelembe vett névleges sávszélesség, az A-D sorokban a tényleges sávszélesség adat szerepel a különböző robusztus módokra.

1.3 DRM modulációs mód és védelmi szint

A DRM multiplex jelben a hangfrekvenciás átvitel a fő forgalmi csatornán (Main Service Channel MSC) történik. Az MSC-nél - mindegyik robusztus mód esetén – két-típusú moduláció használatos: 16-QAM vagy 64-QAM. A moduláció során, a specifikált védelmi szintek közül az egyik kerül alkalmazásra (16-QAM esetén kettő, 64-QAM esetén négy védelmi szint van).

Mindegyik védelmi szint jellemezhető egy paraméter sorozattal (16-QAM esetén kettő, 64-QAM esetén négy) a konvolúciós kódolás során, aminek következménye egy átlagos kódolási arány a modulátorban. Így a 16-QAM esetén: No.0 védelmi szinthez 0,5 kódolási arány, No.1-hez 0,62 tartozik. A 64-QAM esetén: No.0-hoz 0,5; No.1-hez 0,6; No.2-höz 0,71; No.3-hoz 0,78 kódolási arány tartozik.

2 Kisugárzott jel jellemzőinek határértéke

2.1 DSB adáshoz tartozó teljesítménycsökkentés

Azon esetekben, amikor egy meglévő környezetben, új digitálisan modulált adás jelenik meg, biztosítani kell, hogy az új digitális adás ne okozzon nagyobb interferenciát a meglévő AM adóknak, mint amit a korábbi – a digitálisan modulált adással kiváltott - AM adás okozott. Ez a követelmény, a digitálisan modulált adás teljesítményének csökkentésével érhető el. A teljesítmény csökkentés értéke egyszerűen meghatározható, amennyiben ismerjük az *AM-AM* és az *AM-digitális* adások interferenciájára vonatkozó RF védelmi viszonyt.

Az RF védelmi viszony, tulajdonképpen a szükséges teljesítmény különbség a hasznos és a zavaró jel között, amit a minőségi követelmény határoz meg (hangfrekvenciás analóg, vagy a digitális S/N). Abban az esetben, amikor a hasznos jel hangfrekvenciás minősége, az *AM-AM* és az *AM-digitális* interferencia által okozottal összehasonlítható, a két RF védelmi viszony közötti különbség adja meg a szükséges teljesítmény csökkentés mértékét.

Az ITU-R BS.560 Ajánlás tartalmazza a relatív védelmi viszonyra vonatkozó adatot arra az esetre, amikor AM adás interferál AM adással (lásd 3. Táblázatot).

3. Táblázat

Relatív védelmi viszony, AM adás interferál AM adással

Hasznos jel	Zavaró jel	Frekvencia különbség, $f_{\text{zavaró}} - f_{\text{hasznos}}$												
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20
AM	AM	-55,4	-53,3	-49,5	-35,5	-29,0	-2,5	0,0	-2,5	-29,0	-35,5	-49,5	-53,3	-55,4

A különböző DRM módok esetén szükséges teljesítménycsökkentés mértékét, a 4. Táblázat tartalmazza.

A 4. Táblázatból látható, hogy több mód esetén, bizonyos frekvencia különbségek mellett, a szükséges teljesítménycsökkentés mértéke (az AM adásnak okozott interferencia korlátozása érdekében) nagyobb, mint az azonos csatornán szükséges érték. Figyelembe kell venni, hogy a digitális adás ezeken a csatorna távolságokon belül bárhol interferenciát okozhat, ezért a legnagyobb érték az irányadó, ezt kell alkalmazni a teljesítmény csökkentés mértékének meghatározásakor.

4. Táblázat

A szükséges teljesítmény csökkentés

Felváltott adás	Új adás	Frekvencia különbség, $f_{\text{zavaró}} - f_{\text{hasznos}}$													Paraméter	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	B_{DRM} (kHz)	A_{AF} (dB)
AM	DRM AO	5	2,9	0,4	0,1	0,5	9	6,6	-28,6	-17,9	-12,8	-0,9	2,9	5	4,5	-
AM	DRM A1	4,5	2,7	1,6	3	4,5	8,6	6,1	-28,8	-17	-12,2	-1,4	2,4	4,5	5	-
AM	DRM A2	6,5	6,3	5,9	1	-0,8	5,9	6,6	5,9	-0,8	1	5,9	6,3	6,5	9	-
AM	DRM A3	8	7,8	7,4	3,1	2,5	5,6	6,1	5,6	2,5	3,1	7,4	7,8	8	10	-
AM	DRM B0	5	2,9	0,5	0	0,6	8,9	6,6	-28,4	-17,7	-12,7	-0,9	2,9	5	4,5	-
AM	DRM B1	4,4	2,8	1,9	3,5	5,2	8,5	6	-28,6	-16,7	-11,9	-1,5	2,3	4,4	5	-
AM	DRM B2	6,6	6,4	6	1,1	-0,7	5,9	6,5	5,9	-0,7	1,1	6	6,4	6,6	9	-
AM	DRM B3	8,2	8	7,6	3,5	3,1	5,5	6	5,5	3,1	3,5	7,6	8	8,2	10	-
AM	DRM C3	7,9	7,7	7,3	2,9	2,3	5,6	6,1	5,6	2,3	2,9	7,3	7,7	7,9	10	-
AM	DRM D3	8	7,8	7,3	3,1	2,5	5,6	6,1	5,6	2,5	3,1	7,3	7,8	8	10	-

3 A jel vételéhez szükséges minimális térerősség vagy bemenőjel digitális hang műsorszórás (DSB DRM) részére a 30 MHz alatti frekvencia sávban

A minimális szükséges térerősségre vonatkozó adatok a DRM rendszeren végzett méréseken alapulnak. Az adatok, S/N értékekből származtatott adatok a 3.2. pontban leírt eljárás szerint. Az S/N kiértékelésénél a különböző rendszer paraméterek, valamint a frekvencia sávok eltérő terjedési feltétele figyelembe volt véve.

3.1 A minimálisan használható térerősség számítása

Annak érdekében, hogy a DRM digitális hang műsorszórás jó minőségű legyen, $BER = 1 \times 10^{-4}$ hibaarányú átvitelt el kell érni. Ahhoz, hogy ezt a BER értéket elérjük, a vevő bemenetén egy bizonyos S/N viszonyt kell biztosítani, ami függ részben a rendszer paraméterektől, másrészt az egyes frekvenciatartományokban a hullámterjedési feltételektől.

5. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó minimálisan szükséges térerősség (dB(\square V/m)), DRM A robusztus mód, a spektrum elfoglalás típusa 0 vagy 2 (4,5 kHz vagy 9 kHz), a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében az LF sávban, talajhullám esetén.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa	
			A/ 0 (4,5 kHz)	A/2 (9 kHz)
16-QAM	0	0,5	39,3	39,1
	1	0,62	41,4	41,2
64-QAM	0	0,5	44,8	44,6
	1	0,6	46,3	45,8
	2	0,71	48,0	47,6
	3	0,78	49,7	49,2

6. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó minimálisan szükséges térerősség (dB(\square V/m)), DRM A robusztus mód, különböző spektrum elfoglalás típusra, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében az MF sávban, talajhullám esetén.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa	
			A/0 (4,5 kHz); A/1 (5 kHz)	A/2 (9 kHz); A/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0,5	33,3	33,1
	1	0,62	35,4	35,2
64-QAM	0	0,5	38,8	38,6
	1	0,6	40,3	39,8
	2	0,71	42,0	41,6
	3	0,78	43,7	43,2

7. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó minimálisan szükséges térerősség (dB(\square V/m)), DRM A robusztus mód, különböző spektrum elfoglalás típusra, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében az MF sávban, talajhullám plusz térhullám esetén.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa	
			A/0 (4,5 kHz); A/1 (5 kHz)	A/2 (9 kHz); A/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0,5	34,3	33,9
	1	0,62	37,2	37,0
64-QAM	0	0,5	39,7	39,4
	1	0,6	41,1	40,8
	2	0,71	44,2	43,7
	3	0,78	47,4	46,5

8. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó minimálisan szükséges térerősség (dB(\square V/m)) érték tartománya, DRM B robusztus mód, a spektrum elfoglalás típusa 1 vagy 3 (5 kHz vagy 10 kHz), a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében az HF sávban

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa	
			B/1 (5 kHz)	B/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0,5	19,2 – 22,8	19,1 – 22,5
	1	0,62	22,5 – 25,6	22,2 – 25,3
64-QAM	0	0,5	25,1 – 28,3	24,6 – 27,8
	1	0,6	27,7 – 30,4	27,2 – 29,9

1. Megjegyzés Az 5.–8. Táblázatban szereplő adatok, a digitális vevő tényleges (valós) zajszintjéből származtatott adatok, melyek a 9. Táblázat utolsó sorában találhatók. Azokban az esetekben, amikor a külső zajszint nagyobb, mint a digitális vevő saját zajszintje, akkor a külső zajszinttel kell számolni a táblázat hivatkozott adata helyett.

Az 5.–8. Táblázat adatait a 3.2. pontban leírtak szerint kell alkalmazni.

Az S/N alapján, a minimális szükséges térerősség számítási módszerét a 3.2 pont, a vonatkozó számítási eredményeket az 5.–8. Táblázat tartalmazza. Az LF és MF sávra vonatkozó 5.-8. Táblázat a DRM robusztus módok közül csak az *A* robusztus mód eredményeit tartalmazza. Amennyiben ezekben a frekvencia sávokban más robusztus mód használatát tervezik, a térerősség - S/N alapján - a 4. pontban leírtak szerint számítható ki.

A 8. Táblázat a HF sávban szükséges minimális használható térerősség tartományt tartalmazza, *B* robusztus módra a cél szerinti BER érték esetére. A táblázatban szereplő érték-tartományok tartalmazzák a különböző terjedési módok esetén fellépő szórás hatását is. Az LF és MF sávokban a térerősség a további robusztus módokra, az S/N alapján számítható a 4. pontban leírtak szerint. Az *A* típusú robusztus mód nem használható a HF sávban, mert az OFDM modulációhoz szükséges, pl. csatorna távolság és védősáv nem áll rendelkezésre.

A HF sávban fennálló magas zajszint miatt, nem lehet biztosítani a szükséges hibaarányt bizonyos esetekben, ezért a 8. Táblázat nem tartalmazza 64-QAM esetén a 2. és a 3. védelmi szintet, ennek alkalmazása sem ajánlott.

3.2 Becslési módszer a minimális szükséges térerősség értékére

Az ismertetésre kerülő adatok beépített antennával rendelkező, az ITU-R BS.703 Ajánlás szerinti jellemzőkkel bíró referencia vevőberendezésre vonatkoznak.

3.2.1 Vevő érzékenység

A tervezéshez szükséges adatokat a 9. Táblázat tartalmazza.

A tervezés során további tényezők is figyelembe veendők, pl. külső zaj esetén nem tekinthetünk el többek között az ipari zajtól, mint a zajszintet növelő tényezőtől, valamint a különböző impulzus zajoktól. A zajjal kapcsolatos információk, benne az impulzus jellegű zajjal kapcsolatos információk, az ITU-R P.372 Ajánlásban található meg. A villámlással kapcsolatos statisztikai adatok (amplitúdó sűrűség-függvény modellje), valamint alkalmazási példák szintén megtalálhatók az előbbi ITU-R Ajánlásban.

9. Táblázat

			Két-oldalsávós (DSB) (AM)	Digitális	
1 A szükséges vétel- minőség			Hangfrekvenciás S/N: 26 dB 30%-os modulációval (-10,5 dB) (ITU-R BS.703 Ajánlás)		BER = 1×10^{-4}
2 Az 1. pont szerinti minőséghez szükséges C/N			26 + 10,5 = 36,5 (dB)		χ
3 A vevő IF sávszélessége (kHz)			8		10 (DSB-nél 1 dB-vel nagyobb vevő tényleges (valós) zaj)
4 A vevő érzékenysége a fenti C/N esetén (dB(□V/m))	LF	66	A követelmények ITU-R BS.703 Ajánlásban	$30,5 + \chi$	(dB a vevő tényleges valós zaja)
	MF	60		$24,5 + \chi$	
	HF	40		$4,5 + \chi$	
5 A vevő tényleges (valós) zajának viszonya a térerősséghez a fenti érzékenység esetén (dB(□V/m))	LF	29,5	(Az érzékenység alatt 36,5 dB (C/N))	30,5	(A DSB-nél 1 dB-vel nagyobb)
	MF	23,5		24,5	
	HF	3,5 ⁽¹⁾		4,5	

(1) Ez az érték (3,5 dB(□V/m)) szintén szerepel az ITU-R BS.560 Ajánlásban.

2. *Megjegyzés* Digitális vevők esetén S/N helyett C/N használatos, ami az analóg DSB vevőkre is használatos.

3. *Megjegyzés* A referencia DSB vevő tényleges (valós) zaja úgy veendő figyelembe, hogy az 36,5 dB-vel van a vevő érzékenysége alatt.

4. *Megjegyzés* A referencia digitális vevő tényleges (valós) zaja kb. 1 dB-vel nagyobb, mint a DSB-é az IF sávszélesség különbség miatt. A referencia digitális vevő érzékenysége χ dB S/N-re úgy számítható, hogy χ dB-vel nagyobb mint a vevő valós zaja. A χ értéke a 9. Táblázatból nyerhető.

4 Zavarvédelmi kritériumok

4.1 A DRM vételhez szükséges S/N viszony

A 30 MHz alatti frekvenciasávban, a DRM rendszert ajánlotta digitális műsorszórásra (DSB) az ITU-R BS 1514 Ajánlás. Ahhoz, hogy megfelelően magas minőségi követelményeket kielégítsen a digitális hang műsorszórás, BER = 1×10^{-4} hibaarányt kell biztosítani. A tárgy szerinti frekvencia tartományokban, tipikus terjedési körülmények mellett, a továbbiakban ismertetésre kerülő S/N értékre van szükség ahhoz, hogy a célul kitűzött BER értéket elérjük. Az ismertetésre kerülő adatok teszt-vevőn végzett mérési eredményeken alapulnak és a mérésekhez használt DRM teszt-vevő megfelelt az ETSI TS 101 908 (VI. 1.1. 2001. szeptember)-ben publikált specifikációjának. Ezekkel az S/N értékekkel, a megfelelő minimálisan szükséges térerősség, a 3. pont szerint számítható ki.

4.1.1 Az LF/MF sávban S/N értéke

A No.1-es átviteli csatorna modell tipikusan jellemző talajhullámú terjedésre nappal az LF és MF sávokban. A 10. Táblázat tartalmazza a szükséges S/N értéket különböző robusztus módokra, a hozzá tartozó tipikus spektrum elfoglalási típusokra (a 2 módú az *A* típusra, ahol a névleges csatorna sávszélesség 9 kHz, és 3 módú a többire 10kHz csatorna sávszélesség esetén), ahhoz, hogy a $BER=1 \times 10^{-4}$ hibaaarány biztosítva legyen.

Valós sugárzási körülmények között, talajhullámú terjedés esetén, csak az *A* robusztus mód használata ajánlott az elérhető nagyobb adat sorozat miatt. A 10. Táblázatban található többi adat csak informatív, referencia adat. Az S/N értékének csökkenése az *A* módokon belül azzal magyarázható, hogy a különböző módokban átvitt adat mennyiség, valamint a pilot segédvívök aránya módról módra változó. Robusztus módban a pilot segédvívökre fordított teljesítménynöveléssel arányosan csökken az adat segédvívökre felhasználható átlagos teljesítmény.

Simulcast felhasználásra (simulcast application, amikor az analóg és a digitális adás párhuzamosan funkcionál), 9 és 10kHz-es csatorna sávszélesség esetén, csatorna elfoglalásra a DRM 0 és 1 típus alkalmas. Csak az *A* és *B* robusztus mód rendelkezik ezzel a tulajdonsággal. A No.1 csatorna modellhez tartozó S/N értékeket a 11. Táblázat tartalmazza.

10. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaaarányhoz tartozó S/N, mindegyik típusú DRM robusztus módhoz, a spektrum elfoglalás típus 2 vagy 3 (9 vagy 10 kHz), a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.1 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa			
			A/2 (9 kHz);	B/3 (10 kHz)	C/3 (10 kHz)	D/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0,5	8,6	9,3	9,6	10,2
	1	0,62	10,7	11,3	11,6	12,1
64-QAM	0	0,5	14,1	14,7	15,1	15,9
	1	0,6	15,3	15,9	16,3	17,2
	2	0,71	17,1	17,7	18,1	19,1
	3	0,78	18,7	19,3	19,7	21,4

11. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibarányhoz tartozó S/N, A és B típusú DRM robusztus módhoz, a spektrum elfoglalás típus 0 vagy 1 (4,5 vagy 5 kHz), a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.1 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa	
			A/0 (4,5 kHz);	B/1 (5 kHz)
16-QAM	0	0,5	8,8	9,5
	1	0,62	10,9	11,5
64-QAM	0	0,5	14,3	14,9
	1	0,6	15,8	16,2
	2	0,71	17,5	17,9
	3	0,78	19,2	19,5

A típusú robusztus mód esetén a spektrum elfoglalás 1 vagy 3 típusára, B típusú mód esetén a spektrum elfoglalás 0 vagy 2 típusára alkalmazhatók a 10. és 11. táblázat S/N értéket tartalmazó adatai, mert a minőségi különbség kisebb mint 0,1 dB.

12. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibarányhoz tartozó S/N, A és B típusú DRM robusztus módhoz, különböző spektrum elfoglalási típusra, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.2 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa			
			A/0 (4,5 kHz);	A/2 (9 kHz)	B/1 (5 kHz)	B/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0,5	9,8	9,4	10,3	10,2
	1	0,62	12,7	12,5	13,2	13,1
64-QAM	0	0,5	15,2	14,9	15,8	15,6
	1	0,6	16,6	16,3	17,3	16,9
	2	0,71	19,7	19,2	20,4	19,7
	3	0,78	22,9	22,0	22,8	22,3

Az MF sávra vonatkozó, No.1 csatorna modelltől a No.2 modell abban különbözik, hogy ebben az esetben figyelembe lett véve az éjszakai térhullám, ami idő késleltetéssel hozzáadódik a

talajhullámhoz. A No.2 csatorna modell esetén szükséges S/N értékeket a 12. Táblázat tartalmazza (a táblázat csak a sávban releváns A és B robusztus módra tartalmaz adatokat).

A táblázat adatait összevetve a tiszta talajhullámú terjedéssel látható a minőség romlás, aminek az oka a térhullám növekvő frekvencia érzékenysége, speciálisan az időfüggő lassú csatorna szelektivitás. A táblázat adatai alapján megfigyelhető a korreláció a csatornakódolási arány és az S/N romlása között, növelve a kódolási arányt az S/N romló tendenciát mutat. Azonban a romlásra vonatkozó korrekt értékelés esetén figyelembe kell venni, hogy a feltételezések szerint a zaj teljesítmény a korábbi értékhez hasonló, hiszen a tiszta talajhullámú terjedéshez képest a térhullám következtében a vett jel teljesítménye kb. 1 dB-vel nő meg, ezért a térhullámból származó minőség romlás kismértékű.

4.1.2 A HF sávban S/N értéke

A HF sávú robusztus módra vonatkozó S/N értékeket a 13.-16. Táblázat tartalmazza a No.3–No.6 csatorna modellekre. Az A típusú robusztus mód nem használható a HF sávban, mert az OFDM modulációhoz szükséges, pl. csatorna távolság és védősáv nem áll rendelkezésre. Ennek megfelelően a táblázatok a B módú, valamint az 1 és 3 spektrum elfoglalási típusra tartalmazznak adatokat. A HF sávban a B módon kívül a D robusztus mód is alkalmazható extrém nagy útvonal-késleltetés és Doppler szórás esetén, amit a No.6 csatorna modell tartalmaz. Ez a terjedési mód a trópusokon tipikus, közel merőleges térhullám esetén.

13. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibarányhoz tartozó S/N , B típusú DRM robusztus módhoz, a spektrum elfoglalási típusa 1, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.3 – No.6 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa			
			3	4	5	6
16-QAM	0	0,5	18,3	16,2	14,7	-
	1	0,62	21,1	19,3	18,0	-
64-QAM	0	0,5	23,8	21,5	20,6	-
	1	0,6	25,9	23,7	23,2	-
	2	0,71	29,0 ⁽¹⁾	27,0 ⁽¹⁾	29,4 ⁽¹⁾	-
	3	0,78	31,2 ⁽¹⁾	30,0 ⁽¹⁾	-	-

⁽¹⁾ Ezen védelmi szintek alkalmazása nem ajánlott kritikus időszakban és frekvencia szelektív fading esetén.

14. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó S/N, B típusú DRM robusztus módhoz, a spektrum elfoglalási típusa 3, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.3 – No.6 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa			
			3	4	5	6
16-QAM	0	0,5	18,0	16,0	14,6	-
	1	0,62	20,8	19,0	17,7	-
64-QAM	0	0,5	23,3	21,3	20,1	-
	1	0,6	25,4	23,5	22,7	-
	2	0,71	28,3 ⁽¹⁾	26,8 ⁽¹⁾	27,0 ⁽¹⁾	-
	3	0,78	30,9 ⁽¹⁾	29,7 ⁽¹⁾	-	-

⁽¹⁾ Ezen védelmi szintek alkalmazása nem ajánlott kritikus időszakban és frekvencia szelektív fading esetén.

15. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó S/N, C típusú DRM robusztus módhoz, a spektrum elfoglalási típusa 3, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.3 – No.6 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa			
			3	4	5	6
16-QAM	0	0,5	18,0	16,5	14,6	-
	1	0,62	20,9	19,1	17,6	-
64-QAM	0	0,5	23,6	21,3	20,2	-
	1	0,6	25,6	23,7	22,3	-
	2	0,71	29,0 ⁽¹⁾	26,8 ⁽¹⁾	26,4 ⁽¹⁾	-
	3	0,78	32,3 ⁽¹⁾	29,6 ⁽¹⁾	33,3 ⁽¹⁾	-

⁽¹⁾ Ezen védelmi szintek alkalmazása nem ajánlott kritikus időszakban és frekvencia szelektív fading esetén.

16. Táblázat

BER = 1×10^{-4} hibaarányhoz tartozó S/N, *D* típusú DRM robusztus módhoz, a spektrum elfoglalási típusa 3, a moduláció típusa és a védelmi szint függvényében a No.3 – No.6 csatorna modellre.

Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa			
			3	4	5	6
16-QAM	0	0,5	18,5	16,9	15,3	16,0
	1	0,62	21,2	19,9	18,3	19,2
64-QAM	0	0,5	24,2	22,2	20,8	22,1
	1	0,6	26,3	24,5	22,9	25,2
	2	0,71	29,2 ⁽¹⁾	27,6 ⁽¹⁾	27,2 ⁽¹⁾	29,3 ⁽¹⁾
	3	0,78	32,1 ⁽¹⁾	31,7 ⁽¹⁾	35,5 ⁽¹⁾	32,5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ezen védelmi szintek alkalmazása nem ajánlott kritikus időszakban és frekvencia szelektív fading esetén.

A 16-QAM és a 64-QAM moduláció nagy védelmi szinttel (*0* és *1*), és a *B* típusú robusztus mód biztosítja a legjobb átviteli minőséget, ezen esetekben van szükség a legkisebb S/N értékre ahhoz, hogy a hang átvitele kiváló minőségű legyen. Az 5. csatorna modellnél, ahol a kétutas gyors fading a domináns, a *C* és a *D* robusztus mód a kedvezőbb a szinkronizálás és a csatorna becsült működése szempontjából amennyiben a kódolás mértékét csökkentjük.

A 2. és a 3. védelmi szint a 64-QAM moduláció esetén a minőség (bit-hibaarány) csökkenését mutatja a nagyobb S/N miatt. Ezen védelmi szintek alkalmazása nem ajánlott kritikus időszakban és frekvencia szelektív fading esetén a No.3–No.6 csatorna modelleknél. A Táblázatokban szereplő, No.3–No.6 adatok „tipikus adatok” a HF sávban, de nem a legrosszabb esetekre jellemzőek. A HF és MF sávra közölt S/N értékek térhullámú terjedés esetén jól használható adatok a minőség tervezéséhez, de nem garantált adatok minden körülmény között.

4.2 RF védelmi viszony DSB (DRM) rendszer esetén a 30 MHz alatti frekvencia sávban

A DRM-ben *A-D* robusztus módok és *0-5* terjedő sáv elfoglalási típusok vannak specifikálva. Ebben a fejezetben csak az *A-D* robusztus módokkal és a *0-3* sáv elfoglalási típusokkal foglalkozunk. A 2. táblázat tartalmazza az elfoglalt sáv szélességet *A-D* robusztus módokra, különböző paraméter kombinációkra, pl. a szóban forgó segédvívök száma és a segédvívök távolsága az OFDM jelben.

4.2.1 RF védelmi viszony

A különböző spektrum elfoglalási típusok, valamint robusztus módok kombinációi eltérő RF adási sáv szélességet igényelnek, aminek az eredménye eltérő interferencia viszony, ergo a szükséges RF védelmi viszonyok változása. A különböző robusztus módok közötti védelmi viszony különbség

kismértékű, ezért a további táblázatok csak a *B* robusztus módra tartalmazzák az RF védelmi viszony értékét.

A 17. Táblázat arra az esetre vonatkozik, amikor AM adás interferál digitális adással, a 18. Táblázat digitális adás interferál AM adással esetre vonatkozik. A táblázatok adatai feltételezik, hogy az AM jel esetén nagyfokú kompressziót alkalmaznak. A 19. Táblázat arra az esetre vonatkozik, amikor a digitális jel digitális jellel interferál. A 20. Táblázat korrekciós tényezőket tartalmaz a DRM vételhez, különböző modulációs módok és védelmi szintek esetére.

A relatív RF védelmi viszonyok ($A_{RF \text{ relatív}}$) a 17.-19. Táblázatokban találhatóak. Tiszta AM esetben, a relatív védelmi viszony: a hasznos és a zavaró jel közötti Δf frekvencia különbséghez tartozó védelmi viszony, valamint az azonos frekvenciájú hasznos és zavaró jelre vonatkozó védelmi viszony különbsége (lásd ITU-R BS.560 Ajánlást), nevezetesen az azonos csatornás RF védelmi viszony megegyezik a hangfrekvenciás védelmi viszonyal. Digitális jel esetén, a frekvencia különbség meghatározásánál, a digitális jel névleges frekvenciája veendő figyelembe a vivő helyett. A 2 és 3 típusú frekvencia elfoglalási esetekben a névleges frekvencia megegyezik az OFDM csatorna közép frekvenciájával, a korábbi névleges frekvenciával. Mivel digitális esetben, az interferáló jel spektruma eltér az AM jel spektrumától, a relatív RF védelmi viszony azonos csatornás esetben nem egyenlő nullával.

A 17. Táblázat AM tervezés esetén oly módon használható, hogy a vonatkozó hangfrekvenciás (AF) védelmi viszonyhoz hozzá kell adni a táblázat értékét (a relatív védelmi viszonyt) annak érdekében, hogy megkapjuk a szükséges RF védelmi viszonyt. A vonatkozó hangfrekvenciás (AF) védelmi érték megkapható amennyiben figyelembe vesszük:

- HF sávra, a hangfrekvenciás védelmi viszony (AF) 17 dB, ezt az értéket használta a WARC HFBC-87 a tervezés során, amikor az AM interferál AM esetet vizsgálta.
- LF/MF sávban a hangfrekvenciás védelmi viszony 30 dB, ezt az értéket használta a közép- és hosszuhullámú rádióműsorszóró körzeti igazgatási értekezlet (Genf, 1975) a tervezés során, amikor az AM interferál AM esetet vizsgálta.

Hasznos DRM jel esetén, a hangfrekvenciás védelmi viszony, mint minőségi jellemző helyett az S/I használandó ahhoz, hogy megkapjuk a kérdéses BER értéket. $BER = 1 \times 10^{-4}$ küszöb érték alkalmazása javasolt a számítások során. A 18. és a 19. Táblázat védelmi viszonyai 64-QAM és 1-es védelmi szintre vonatkoznak. A táblázatoktól eltérő esetekben használni kell a 20. Táblázat korrekciós adatait, az S/I adathoz hozzá kell adni a korrekciós értéket.

17. Táblázat

Relatív védelmi viszony (dB) 30 MHz alatti műsorszóró adók között, AM interferál digitálissal

Hasznos jel	Zavaró jel	Frekvencia különbség, $f_{\text{zavaró}} - f_{\text{hasznos}}$												Paraméter		
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	B_{DRM} (kHz)	$A_{\text{AF}}^{(1),(2)}$ (dB)
AM	DRM BO ⁽³⁾	-50,4	-50,4	-49	-35,5	-28,4	6,4	6,6	-30,9	-46,7	-48,2	-50,4	-50,4	-50,4	4,5	-
AM	DRM B1 ⁽⁴⁾	-51	-50,5	-47,6	-32	-23,8	6	6	-31,1	45,7	47,4	-51	-51	-51	5	-
AM	DRM B2	-48,8	-46,9	-43,5	-34,4	-29,7	3,4	6,5	3,4	-29,7	-34,4	-43,5	-46,9	-48,8	9	-
AM	DRM B3	-47,2	-45,3	-41,9	-32	-25,9	6	6	3	-25,9	-32	-41,9	-45,3	-47,2	10	-

B_{DRM} A DRM jel névleges sávszélessége

DRM BO DRM jel, B robusztus mód, 0 spektrum elfoglalási típus

(1) Az RF védelmi viszony abban az esetben, amikor AM jel interferál a digitális jellel úgy kapható meg, hogy a megfelelő hangfrekvenciás védelmi viszonyhoz (AF) hozzáadjuk a táblázat megfelelő értékét.

(2) A táblázatban szereplő adatok nagymértékű AM kompresszióra vonatkoznak. A 18. Táblázatban - az AM jelre - hasonló modulációs mélységet (azaz nagymértékű kompressziót) tételezünk fel. Ahhoz, hogy a normál szintű kompresszióhoz tartozó védelmi viszonyt megkapjuk, a táblázat minden egyes adatához hozzá kell adni a normál és a nagymértékű kompresszió közötti különbséget.

(3) A DRM B0 középfrekvenciája, kb. 2,2 kHz-el magasabb, mint a névleges frekvencia.

(4) A DRM B1 középfrekvenciája, kb. 2,4 kHz-el magasabb, mint a névleges frekvencia.

18. Táblázat

Relatív védelmi viszony (dB) 30 MHz alatti műsorszóró adók között, digitális (64-QAM, védelmi szint No.1) interferál AM-el

Hasznos jel	Zavaró jel	Frekvencia különbség, $f_{\text{zavaró}} - f_{\text{hasznos}}$													Paraméter	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	B_{DRM} (kHz)	S/I (dB)
DRM B0 ⁽¹⁾	AM	-57,7	-55,5	-52,2	-46,1	-45	-36,2	0	-3,5	-30,9	-41,1	-46,9	-50,6	-53	4,5	4,6
DRM B1 ⁽²⁾	AM	-57,4	-55,2	-51,9	-45,9	-44,7	-36	0	-0,2	-22	-37,6	-46	-49,6	-52	5	4,6
DRM B2	AM	-54,6	-52,4	-48,8	-42,8	-33,7	-6,4	0	-6,4	-33,7	-42,8	-48,8	-52,4	-54,6	9	7,3
DRM B3	AM	-53,9	-51,5	-48	-39,9	-25	-3,1	0	-3,1	-25	-39,9	-48	-51,5	-53,9	10	7,3

S/I jel – interferencia arány, 1×10^{-4} BER-re

⁽¹⁾ A DRM B0 középfrekvenciája, kb. 2,2 kHz-el magasabb, mint a névleges frekvencia.

⁽²⁾ A DRM B1 középfrekvenciája, kb. 2,4 kHz-el magasabb, mint a névleges frekvencia.

19. Táblázat

Relatív védelmi viszony (dB) 30 MHz alatti műsorszóró adók között, digitális (64-QAM, védelmi szint No.1) interferál digitálissal

Hasznos jel	Zavaró jel	Frekvencia különbség, $f_{\text{zavaró}} - f_{\text{hasznos}}$												Paraméter		
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	B_{DRM} (kHz)	S/I (dB)
DRM B0	DRM B0	-60	-59,9	-60	-55,2	-53,2	-40,8	0	-40,8	-53,2	-55,2	-60	-59,9	-60	4,5	16,2
DRM B0	DRM B1	-60,1	-60	-59,5	-52,5	-50,4	-37,4	0	-40	-51,6	-53,6	-59,8	-60	-60,1	5	15,7
DRM B0	DRM B2	-57,4	-55,7	-52,9	-46,7	-45,1	-36,6	0	-0,8	-35,6	-38,4	-47,7	-51,5	-53,6	9	13,2
DRM B0	DRM B3	-55,2	-53,6	-50,7	-44,5	-42,9	-33,1	0	-0,1	-13,6	-36,2	-45,5	-49,3	-51,4	10	12,6
DRM B1	DRM B0	-59,4	-59,5	-59,5	-55	-53	-40,8	0	-37,9	-51,7	-53,9	-59,4	-59,5	-59,4	4,5	16,2
DRM B1	DRM B1	-60	-60	-59,5	-52,8	-50,8	-37,8	0	-37,8	-50,8	-52,8	-59,5	-60	-60	5	16,2
DRM B1	DRM B2	-57,1	-55,4	-52,6	-46,4	-44,9	-36,4	0	-0,1	-13,7	-36,8	-46,6	-50,5	-52,7	9	13,2
DRM B1	DRM B3	-55,5	-53,8	-51	-44,8	-43,3	-33,5	0	-0,1	-8,1	-35,2	-45	-48,9	-51,1	10	13,2
DRM B2	DRM B0	-57	-56,8	-54,8	-43,4	-39,1	-0,7	0	-40,6	-52,2	-53,9	-57	-57	-57	4,5	15,9
DRM B2	DRM B1	-56,9	-56,1	-52,7	-40,2	-14,1	-0,1	0	-39,7	-50,8	-52,5	-56,9	-57	-57	5	15,4
DRM B2	DRM B2	-55,1	-53,1	-49,5	-40,7	-38,1	-3,7	0	-3,7	-38,1	-40,7	-49,5	-53,1	-55,1	9	15,9
DRM B2	DRM B3	-52,9	-51	-47,4	-38,6	-16,6	-3,2	0	-3,2	-16,6	-38,6	-47,4	-51	-52,9	10	15,4
DRM B3	DRM B0	-56,4	-56,2	-53,8	-41,1	-14,1	-0,1	0	-3,7	-50,9	-52,8	-56,4	-56,4	-56,4	4,5	15,9
DRM B3	DRM B1	-56,8	-55,7	-52,1	-38,2	-8,2	-0,1	0	-37,6	-50,1	-51,9	-56,7	-57	-57	5	15,9
DRM B3	DRM B2	-54,3	-52,3	-48,6	-39,3	-16,7	-3,1	0	-3,1	-16,7	-39,3	-48,6	-52,3	-54,3	9	15,9
DRM B3	DRM B3	-52,7	-50,7	-47	-37,7	-11,1	-3,1	0	-3,1	-11,1	-37,7	-47	-50,7	-52,7	10	15,9

20. Táblázat

S/I korrekciós adatok a 18. és a 19. Táblázathoz, a táblázatokban szereplőktől eltérő moduláció típus és védelmi szint kombinációkra

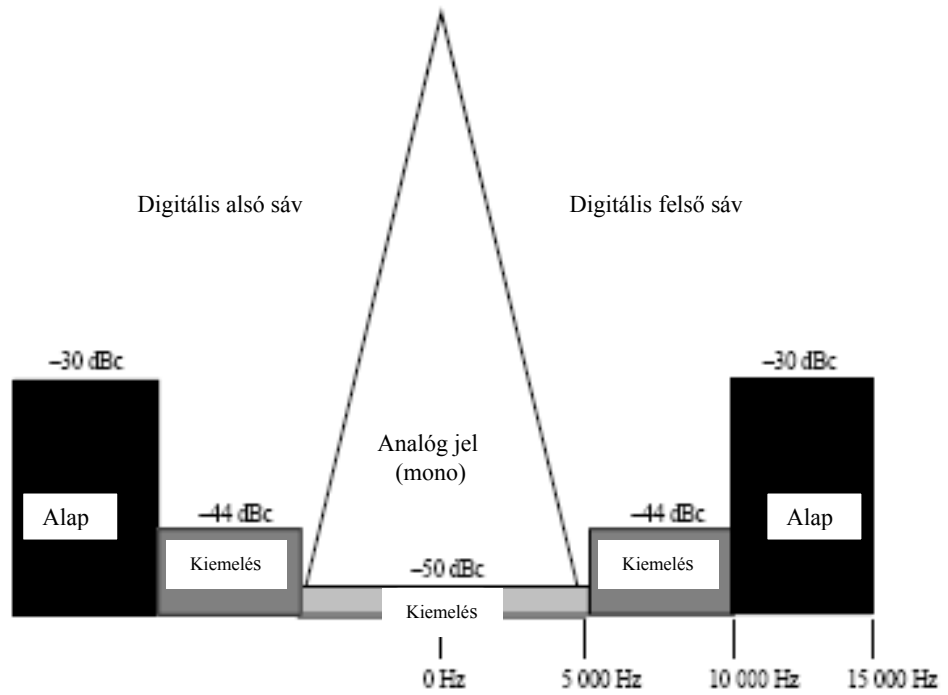
Moduláció típusa	Védelmi szint No.	Átlagos kódolási arány	Korrekciós érték (dB)	
			DRM robusztus mód / spektrum elfoglalás típusa	
			B/0 (4,5 kHz); B/1 (5 kHz)	B/2 (9 kHz); B3 (10 kHz)
16-QAM	0	0,5	-6,7	-6,6
	1	0,62	-4,7	-4,6
64-QAM	0	0,5	-1,3	-1,2
	1	0,6	0,0	0,0
	2	0,71	1,7	1,8
	3	0,78	3,3	3,4

4.3 Mért RF védelmi viszony DSB (IBOC) rendszer esetén az MF sávban

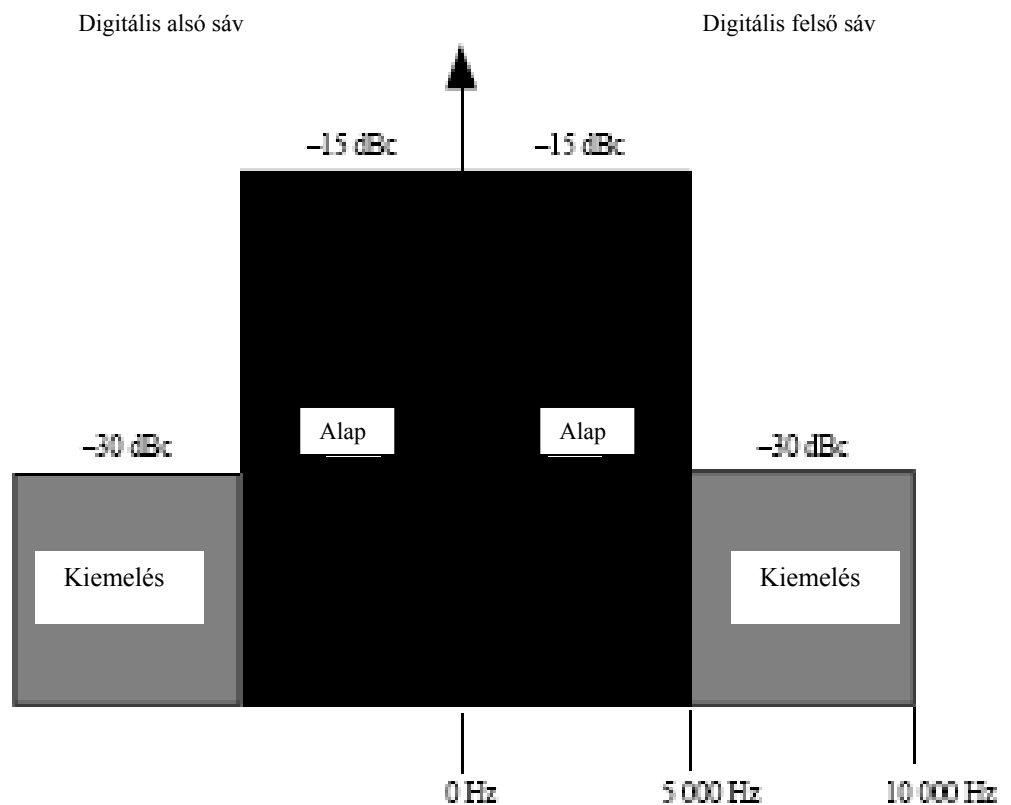
Az IBOC rendszeren belül két típus létezik: hibrid és a tiszta digitális. A rendszereket úgy tervezték, hogy üzemelhessenek a meglévő analóg spektrumban, és üzemképesek legyenek a jelenlegi interferencia körülmények között. Az IBOC DSB rendszer minőségét elsődlegesen a meglévő analóg adóktól származó interferencia, valamint a szomszédos csatornák adóinak teljesítmény korlátozása határozza meg.

A hibrid üzemmód IBOC adás esetén azt jelenti, hogy egyidejűleg kerül kisugárzásra az analóg DSB és a digitális jel (lásd a 1. ábrát). Az ábrán láthatók a kis teljesítményű digitális komponensek is. Az alap információ a DSB középfrekvencia körül a 10-15 kHz-es tartományban helyezkedik el, a hangfrekvenciás jel minőségét javító további információ (az ábrán „kiemelés” szerepel) - ami hozzáadódik a hangfrekvenciás jelhez amikor azt az S/N értéke lehetővé teszi – a vivő körüli 0-10kHz-es sávban helyezkedik el.

A teljesen digitális adás azt jelenti, hogy csak digitális komponense van a jelnek a 2. ábra szerint.



1. ábra Hibrid MF IBOC DSB jel spektrális teljesítmény sűrűsége



2. ábra Teljesen-digitális MF IBOC DSB jel spektrális teljesítmény sűrűsége

4.3.1 RF védelmi viszony

A 21.–23. Táblázatok, laboratóriumi körülmények között, második generációs IBOC referenciavevőkön végzett mérések eredményét tartalmazzák. Az interferencia hibrid adástól

származott, az analóg komponens impulzus-zajjal volt modulálva, a modulációs mélység +125-99% között volt.

A *venni kívánt/venni nem kívánt* jel aránya meghatározza az „*alapot*” és javítja a hangfrekvenciás minőséget. A *venni kívánt/venni nem kívánt* jel arány hangfrekvenciás minőség javító hatása az a pont, amikor eldönthető, hogy az „*alapot*” hangfrekvenciás jel hibrid, vagy tiszta digitális módon történjen, de ez az a pont, ahol a tiszta digitális mód megbukhat (elvetendő).

Megjegyezzük, hogy ebben a pontban szereplő adatok 10 kHz csatornaosztásra vonatkoznak, ettől eltérő csatornaosztásra vonatkozó adatok még a laboratóriumokban váratnak magukra.

21. Táblázat

RF védelmi viszony, hibrid mód digitális összetevője interferál hibrid móddal

Hibrid interferencia	Alap hangfrekvencia (dB)	Javított hangfrekvencia (dB)
Azonos csatorna	9,2	11,0
Első szomszédos csatorna	-14,5	6,8
Második szomszédos csatorna ⁽¹⁾	-62,5	-44,0

⁽¹⁾ Abban az esetben, amikor a második szomszédos csatorna okozza elsődlegesen a minőség romlást az „*alapot*”-ban.

22. Táblázat

RF védelmi viszony, hibrid mód digitális összetevője interferál mindegyik típusú digitális móddal

Hibrid interferencia	Alap hangfrekvencia (dB)	Javított hangfrekvencia (dB)
Azonos csatorna	1,75	1,5
Első szomszédos csatorna	-14,25	7,0
Második szomszédos csatorna ⁽¹⁾	-62,5	-44,5

⁽¹⁾ Abban az esetben, amikor a második szomszédos csatorna okozza elsődlegesen a minőség romlást az „*alapot*”-ban.

23. Táblázat

RF védelmi viszony, mindegyik típusú mód digitális mód interferál mindegyik típusú digitális móddal

Hibrid interferencia	Alap hangfrekvencia (dB)	Javított hangfrekvencia (dB)
Azonos csatorna	12	12
Első szomszédos csatorna ⁽¹⁾	-23/-29	-23/-29
Második szomszédos csatorna ⁽²⁾	-	-

⁽¹⁾ A rendszert problémás beállítani abban az esetben, amikor az első szomszédos csatorna interferenciája nagyobb mint -23 dB. Azonban, ha ez sikerül, akkor az interferencia szintje -29 dB-ig nőhet.

⁽²⁾ Abban az esetben, amikor a második szomszédos csatorna okozza elsődlegesen a minőség romlást az „alap”-ban.

*

Minimális védendő térerősségek, (amelyek részére a megfelelő védelmet biztosítani szükséges) az analóg földfelszíni televízió szolgáltatás tervezéséhez, az

ITU-R BT.417-5 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 48,5–56,5 MHz, 58–66 MHz, 174–223 MHz, 223–230 MHz, 478–608 MHz, 608–614 MHz, 614–645 MHz, 645–654 MHz, 654–678 MHz, 678–734 MHz, 734–758 MHz, 758–790 MHz, 814–822 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Analóg földfelszíni tv-műsorszórás.

A szabályozás célja

A VHF és UHF televízió műsorszóró sávokban a minimális térerősségek meghatározása, amelyek részére a megfelelő védelmet szükséges biztosítani az analóg földfelszíni televízió ellátottság tervezése során.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények:

1 A jel vételéhez szükséges minimális térerősség vagy bemenőjel

- Az I, III, IV vagy V sávú televízió műsorszórás (szolgáltatás) tervezése során, az interferencia ellen védendő közepes térerősség nem lehet kisebb az 1. Táblázat értékeinél.

1. Táblázat
Minimálisan szükséges térerősség

Sáv	I	III	IV	V
dB(\square V/m)	+48	+55	+65 ⁽¹⁾	+70 ⁽¹⁾

(1) A táblázatban megadott értékeket a IV és V sávban 2 dB-vel meg kell növelni K rendszer esetén.

A táblázatban megadott térerősség értékek a föld felett 10m magasságban értendők.

- A térerősség az idő 90 % - 99 % -ban védendő.

1. Megjegyzés Az 1. pontban megadott értékek a kielégítő minőségű kép vételéhez szükséges minimális térerősségek a vevőantennánál, feltételezve, hogy azok mentesek más televízió adások interferáló jelétől és az ipari zajtól. Amennyiben figyelembe vesszük a vevő zajt, a kozmikus zajt, antenna nyereséget és a tápvonal veszteséget akkor a minimális térerősség, amit a vevőantennánál biztosítani kell a kielégítő minőségű képhez a következő: I sávban +47 dB(\square V/m), III sávban +53 dB(\square V/m), IV sávban +62** dB(\square V/m) (a IV sáv első közép frekvenciájára vonatkozó érték, 474 MHz körül), V sávban +67** dB(\square V/m) (ez az érték a 842 MHz körüli csatorna közép frekvenciájára vonatkozik). A IV és V sáv többi csatornája esetén, 8*** MHz-es rasztert használva, a minimális térerősséget a következő kifejezéssel határozhatjuk meg:

$$E_{\min} (\text{dB}(\square\text{V/m})) = 62 + 20 \lg (f / 474)$$

ahol f a csatorna közép frekvencia MHz-ben. Ezek az értékek alkalmasak a vevő zajjal-határolt érzékenységének meghatározására, mint ahogy ezt az ITU-R BT.804-es Ajánlás tartalmazza.

2. Megjegyzés Televízió műsorszórás tervezéséhez további információt tartalmaz a 2. pont (Kiegészítő információk).

3. Megjegyzés A gyakorlati tervezés során, a védendő térerősség az 1. pontban megadott értéknél nagyobb lehet, figyelembe véve más televízióadásoktól származó interferenciát. Határövezetben az érintet Igazgatások közötti megállapodás szerinti érték az irányadó.

4. Megjegyzés A VHF/UHF sávú műsorszórásról szóló Európai Értekezlet Stockholm 1961, valamint a VHF/UHF sávú műsorszórásról szóló Afrikai Értekezlet Genf 1963, az I, III, IV és V műsorszóró sávokról, a következő frekvencia tartományokat használta:

I sáv	41 – 68 MHz
III sáv	162 – 230 MHz
IV sáv	470 – 582 MHz
V sáv	582 – 960 MHz

A Nemzetközi Rádiószabályzat szerint a műsorszórási szolgálat az I sávban 47 MHz-nél, a III sávban 174 MHz-nél kezdődik.

** Ezeket az értékeket 2 dB-vel meg kell emelni K rendszer esetén.

*** Más rendszer esetére vonatkozó képlet, tanulmányozás alatt van.

2 Kiegészítő információk

Ritkán lakott, vidéki környezetben a televízió szolgáltatás ellátási határa

A televízió szolgáltatás interferencia ellen védett közepes térerősségét ritkán lakott régiókban, ahol jobb vételi körülmények vannak és jobb antenna alkalmazható, a 2. Táblázat tartalmazza.

2. Táblázat

Sáv	I	III	IV	V
dB(\square V/m)	+46	+49	+58	+64

A táblázatban megadott térerősség értékek a föld felett 10 m magasságban értendők.

A zaj kivételével interferencia mentes esetben, a kielégítő minőségű képhez tartozó térerősségek: I sávban +40 dB(\square V/m), III sávban +43 dB(\square V/m), IV sávban +52 dB(\square V/m), V sávban +58 dB(\square V/m). Általános tapasztalat, hogy a közönség kezdi elhagyni a televízió vevők telepítését azon területeken, ahol a térerősség sokkal kisebb az előbbi értékeknél.

Megjegyezhető, hogy a IV és V sávban a vidéki területekre vonatkozó térerősség értéket kezdik használni városi környezetben is, mert ezekben a sávokban az ipari zaj nem általános probléma.

*

Televízió-műsorszórás vételénél alkalmazott antennák irányítottsági és polarizációs diszkriminációja, az ITU-R BT.419-3 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 48,5–56,5 MHz; 58–66 MHz; 174–230 MHz; 470–862 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Földfelszíni analóg televízió-műsorszórás (48,5–56,5 MHz; 58–66 MHz; 174–230 MHz; 478–862 MHz sávokban). Földfelszíni digitális műsorszórás (174–230 MHz; 470–862 MHz sávokban).

A szabályozás célja

Az I, III, IV and V sávú, televízió-műsorszórás vételénél alkalmazott antennák irányítottsági követelményének meghatározása.

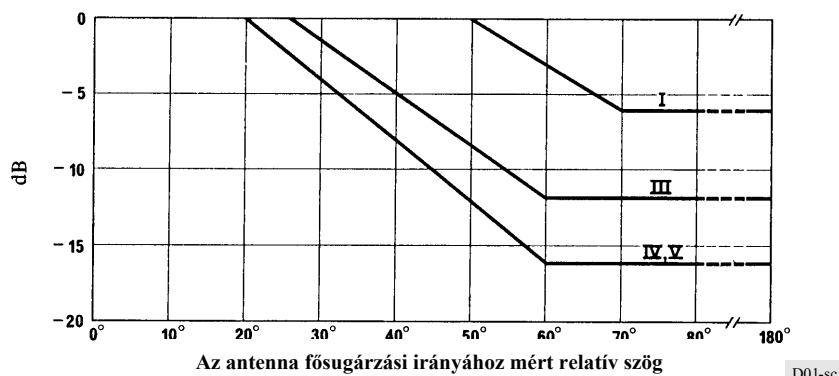
A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

1 Rádió antenna jellemzők, irányítottság

A földfelszíni televízió-műsorszórás tervezésénél - az I, III, IV és V sávokban - az 1. ábra szerinti vevőantenna irányítottsági karakterisztikák alkalmazhatók.

A műsorszórásnál alkalmazott irányított vevőantennákkal elérhető diszkrimináció

(A görbéken jelölve vannak a műsorszóró sávok)



1. ábra

Megjegyzések

- 1 Az 1. ábra szerinti diszkrimináció alapvetően beépített területekre vonatkozik. Nyílt terepen nagyobb értékekkel kell számolni.
- 2 Az 1. ábra szerinti görbék vertikális vagy horizontális polarizációjú jelre vonatkoznak abban az esetben, ha a venni kívánt és a venni nem kívánt jel polarizációja megegyezik.
- 3 Ortogonális polarizáció esetén az eredő diszkriminációt az irányítottság és a polarizációs szög eltérés határozza meg, azonban ez nem számítható a kétféle diszkriminációs érték összeadásával. Gyakorlati szempontból megfelelő 16 dB alkalmazása az összevont diszkriminációra, az azimuth irány minden szögére az I. – V. földfelszíni televíziós sávokban. Feltételezhető, hogy a diszkrimináció értéke meghaladja az előző értéket a területek több mint 50 %-ban.
- 4 Az ITU-R BT.417 Ajánlás 4. Megjegyzése határozza meg az I; III; IV és V sávokat.
- 5 Tervezési szempontból feltételezhető, hogy a közösségi vagy kábel elosztó hálózatok antenna rendszerének irányítottsága minimálisan az 1. ábra görbéinek megfelel.

2 A VHF és az UHF sávú televízió-műsorsugárzás tervezésénél az ortogonális polarizáció használatának az előnye.

2.1 Az I és III sávok (VHF sáv)

A VHF sáv frekvencia tartománya 30 MHz és 300 MHz közé esik. Ortogonális polarizáció mellett - egyedi vétel esetén - 18 dB közepes diszkrimináció a területek több mint 90 %-ban használható, a területek 10 %-ban pedig a diszkrimináció 10 dB és 25 dB közé esik.

A vétel környezetétől függően, a diszkrimináció értéke nyílt terepen nagyobb lehet, ellenben beépített területeken - ahol akadályok lehetnek - kisebb értékű. A közepes 18 dB-es érték sűrűn beépített területeken az épületek tetősíntjén értendő, míg az utca szinten 13 dB-el vagy még kisebb értékkel lehet számolni.

A VHF sávban, troposzférikus terjedés mellett, 200 km-nél nagyobb távolságok esetén nincs jelentősége a hullám polarizációjának.

Kiemelendő, hogy az előzőekben említett diszkrimináció elérése érdekében, mind az adó- mind a vevőantenna telepítésénél körültekintően kell eljárni. Egyes tanulmányok szerint a horizontális polarizációval kisugárzott jel teljesítményének 7 %-a vertikális polarizációjú volt. Ebből következik, hogy azonos csatornán a legjobb diszkrimináció abban az esetben érhető el, ha az antenna rendszer a lehető legnagyobb teljesítményt a tervezett polarizációval sugározza ki.

2.2 IV és V sávok (UHF sáv)

Az Egyesült Királyságban tanulmányozták a 9. sávban (UHF) a polarizációs diszkriminációt városi és vidéki területeken. Az eredmények szerint, ortogonális polarizáció mellett 18 dB közepes diszkrimináció a területek több mint 90 %-ban volt, a területek 10 %-ban pedig a diszkrimináció 10 dB és 25 dB közé esett. (A fősugárzási irányhoz viszonyított relatív szög függvényében a diszkrimináció értéke kismértékben változott)

A VHF sávban szükségszerű, hogy adó és a vevő ne sugározzon, illetve ne vegyen nem-kívánt polarizációjú jelet. A gyakorlat igazolja, hogy az UHF sávban a horizontális polarizáció alkalmazása kedvezőbb, mert nagyobb vevőantenna irányítottság érhető el, ily módon csökkenthető városi környezetben a reflektált hullám hatása. Ebből kiindulva, az Európai Műsorszóró Egyesület (European Broadcasting Union **EBU**) ebben a sávban a frekvencia kijelöléseknél horizontális polarizációt vesz figyelembe kivéve azokat az eseteket, amikor a kívánt védelem elérése érdekében ortogonális polarizációra van szükség.

3 Televízió-műsorsugárzásnál alkalmazott polarizáció

3.1 Lineáris polarizáció

Televízió-műsorsugárzás esetén széles körű a lineáris polarizáció alkalmazása. Általában horizontális polarizáció a tervezett, azonban a tervezési körülmények alapján megengedett a vertikális polarizáció alkalmazása is.

A VHF sávban, városi és hegyvidéki területeken, horizontális polarizáció mellett jobb képminőség érhető el, mint vertikális polarizáció esetén.

3.2 Cirkuláris vagy elliptikus polarizáció

A televízió-műsorsugárzás tervezéséhez kevés információval rendelkezünk a cirkuláris vagy elliptikus polarizáció alkalmazását tekintve. Néhány Igazgatás ezek ellenére alternatívan megengedi a cirkuláris vagy az elliptikus polarizáció alkalmazását, az általánosan elterjedt horizontális vagy vertikális polarizáció mellett. Előnyt jelenthet cirkulárisan polarizált televízió adás vétele hordozható vevő vagy szobaantenna alkalmazása esetén, mert a vétel ebben az esetben kevésbé kritikus az antenna beállítására, mint lineáris polarizációjú adás esetén.

Emlékeztetünk arra, hogy hordozható vevő vagy szobaantenna alkalmazása esetén cirkuláris vagy elliptikus polarizációjú antennákkal gyengébb minőségű a vétel a többutas terjedés és a kisebb bemenő jel következtében. Adott adási teljesítmény mellett, a cirkulárisan polarizált jel térerőssége

3 dB-vel kisebb horizontális vagy vertikális síkban, mint ha az adásnál lineáris polarizációt alkalmaztunk volna.

Cirkuláris polarizációjú adás esetén elméletileg kiszűrhető az elsőrendű reflexzió hatása. Ez a lehetőség csak abban az esetben érvényesül, ha a vevőantenna is cirkulárisan polarizált, azonban egyedi televízió vétel esetén ez ma nem gyakorlat.

*

Hagyományos analóg televízió rendszerek, az ITU-R BT.470-7 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 48,5–56,5 MHz; 58–66 MHz; 174–230 MHz; 478–862 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Földfelszíni analóg televízió-műsorszórás.

A szabályozás célja

Az analóg színes televízió műsorszórásra egyes országok, a megfelelő minőséget nyújtó NTSC, PAL vagy SECAM rendszert vezették be. Az egységesítés hiánya megnehezítené a műsorok nemzetközi cseréjét, ezért ajánlott

- hogy analóg színes televízió rendszer alkalmazásához az Igazgatások az ITU-R BT.1701 Ajánlás szerinti rádió frekvenciás specifikációk közül válasszák ki a rendszert,
- valamint az összetett videó jelre vonatkozóan az ITU-R BT.1700 Ajánlás karakterisztikái közül válasszanak.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

A Magyar Köztársaságban használt analóg televízió rendszerek, az ITU-R BT.2043 Jelentésnek megfelelően.

Frekvencia sáv	
I/III VHF műsorszórás (8. sáv)	IV/V UHF műsorszórás (9. sáv)
D/PAL, B1/PAL ⁽¹⁾	G/PAL ^{*(2)}

* Tervezett

(1) VHF csatornák sorszáma R1-től R12-ig.

- (2) Dánia, Spanyolország, Finnország, Izland, Újzélund, Lengyelország, az Egyesült Királyság, Svédország és Magyarország elfogadta, hogy további digitális vivőt használ a sztereofónikus vagy a több hangcsatornás sugárzásra.

1. PAL jel alakja és specifikációja

Az ITU-R BT.1700 Ajánlás alapján ismertetjük a Magyar Köztársaságban alkalmazott analóg színes összetett televízió jel jellemzőit.

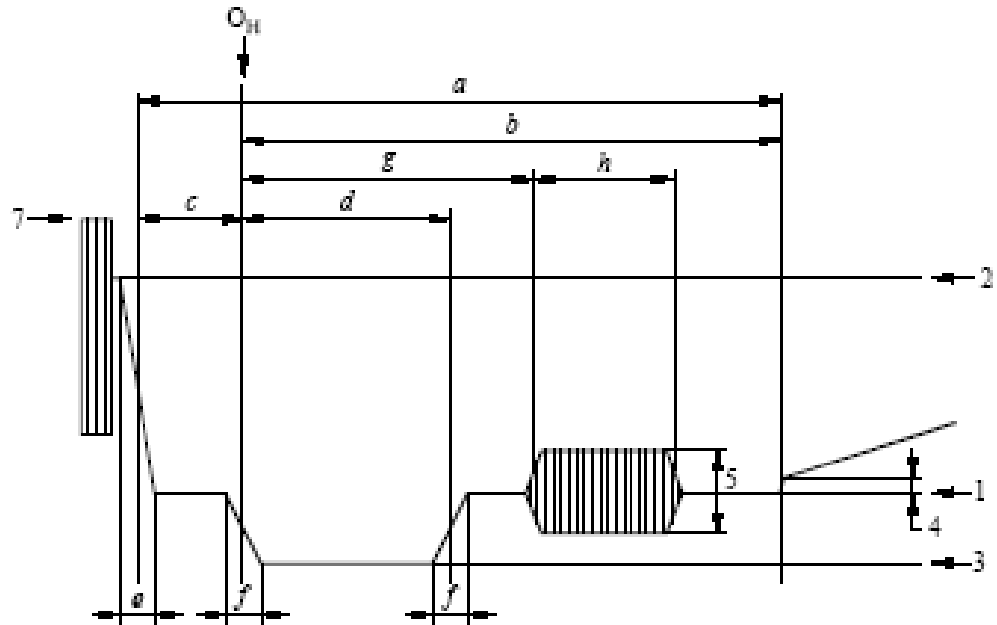
Az 1.1. Táblázat tartalmazza a 625 soros PAL rendszer jelszintjét, az időzítését, a szín jel karakterisztikáját és az alapsávi jellemzőit. Az adatok a stúdió jelre jellemzőek, amely jelet különböző adási (sugárzási) szabványok szerint dolgoz fel a televízió-műsorszórás.

1.1. Táblázat

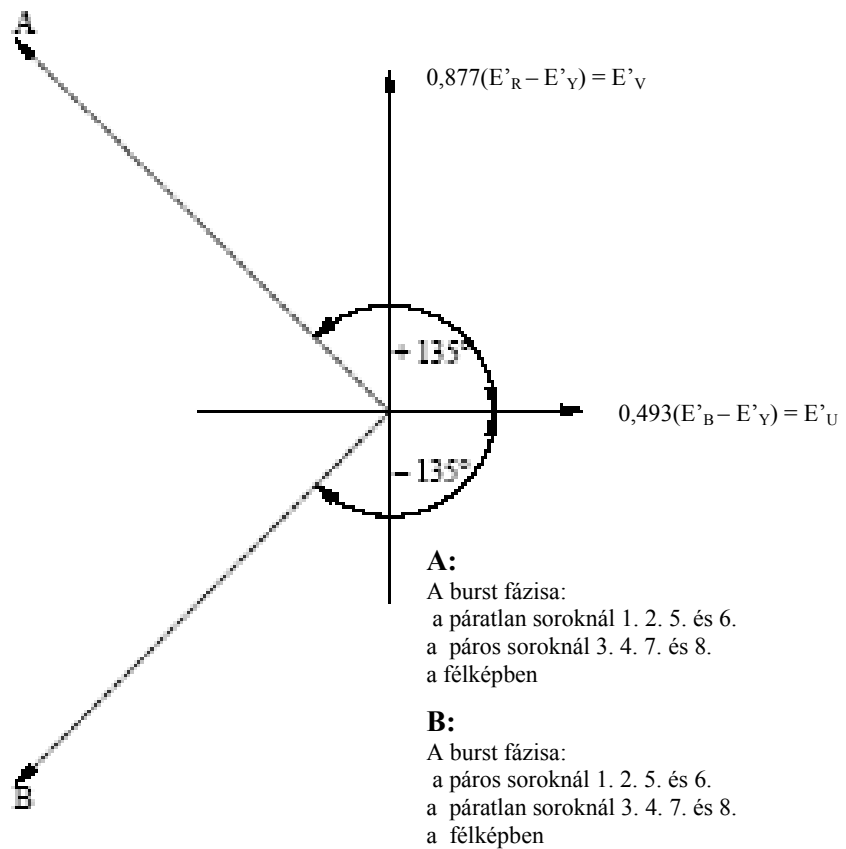
A videó és a szinkronizáló jelek alap jellemzői

Sorszám	Jellemzők	625 PAL		
1	Képenkénti sorok száma	625		
1a	Aktív sorok száma	576		
2	Sor frekvencia f_H (színes)	15 625 Hz \square 0.00002%		
3	Félképváltás frekvencia (félkép/s)	$2f_H/625$		
4	Névleges videó sávszélesség	Stúdió alkalmazás esetén nem állandó.		
5	Szín-segédvív frekvenciája f_{sc}	4 433 618,75 \square 1 Hz		
6	A szín-segédvív (f_{sc}) és a sorfrekvencia (f_H) közötti kapcsolat	$f_{sc} = \left(\frac{1135}{4} + \frac{1}{625} \right) f_H$		
7	A szín-segédvív modulációjának típusa	Elyomott vivőjű amplitúdó moduláció, a kvadraturában modulált két segédvívnek Suppressed-carrier amplitude-modulation of two sub-carriers in quadrature		
8	Világosság jel	$E'_Y = 0.299 E'_R + 0.587 E'_G + 0.114 E'_B$ Az E'_R , E'_G és E'_B elsődleges jelek gamma előkorrekciójuk		
8a	A képernyő feltételezett gammája	2,2		
9	A színkülönbségi jelek	$E'_U = 0.493 (E'_B - E'_Y)$ $E'_V = 0.877 (E'_R - E'_Y)$		
10a	A vevő elsődleges színeinek feltételezett szín koordinátái (CIE 1931) ⁽¹⁾		x	y
		piros	0,64	0,33
		zöld	0,29	0,60
		kék	0,15	0,06

Sorszám	Jellemzők	625 PAL																																				
10b	Egyenlő elsődleges jelek esetén ($E'_R = E'_G = E'_B$) a színjelek koordinátái (a fehér referencia)	$x \square 0,3127$ $y \square 0,3290$ (D65 világosság)																																				
10c	Színkülönbségi jelek csillapítása	$E'_U < 3 \text{ dB}$ 1,3 MHz-nél $E'_V > 20 \text{ dB}$ 4 MHz-nél																																				
10d	Az összetett színjel	$E_M = E'_Y + E'_U \sin(2\pi f_{sc} t) + E'_V \cos(2\pi f_{sc} t)$ ahol E'_Y lásd a 8. sort E'_U és E'_V lásd a 9. sort f_{sc} lásd az 5. sort Az E'_Y jel komponensei hasonlóak mint a segédvívó burstje (lásd a 10f sort)																																				
10e	A szín segédvívó amplitúdója	$G = \sqrt{E'^2_U + E'^2_V}$																																				
10f	A szín segédvívó burst fázisa (lásd az 1.2. ábrát)	E'_U tengelyéhez viszonyítva 135° a következő polaritással <table border="1"> <thead> <tr> <th>Félkép sorszáma</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Burst kioltási sorozat (lásd a 6. ábrát)</td> <td>i</td> <td>ii</td> <td>iii</td> <td>iv</td> <td>i</td> <td>ii</td> <td>iii</td> <td>iv</td> </tr> <tr> <td>Páros</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>Páratlan</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Félkép sorszáma	1	2	3	4	5	6	7	8	Burst kioltási sorozat (lásd a 6. ábrát)	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	Páros	-	-	+	+	-	-	+	+	Páratlan	+	+	-	-	+	+	-	-
Félkép sorszáma	1	2	3	4	5	6	7	8																														
Burst kioltási sorozat (lásd a 6. ábrát)	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv																														
Páros	-	-	+	+	-	-	+	+																														
Páratlan	+	+	-	-	+	+	-	-																														
10g	A szín segédvívó szinkronizációja	A szín segédvívóval a sor kioltás vállán																																				
10h	A szín segédvívó kapcsolásának a szinkronizálása a sorkioltás alatt	A segédvívó burstjének az E'_V szín komponensével																																				
11	Sorszinkronizálás	Lásd az 1.2. Táblázatot																																				
12	Képszinkronizálás	Lásd az 1. 3. Táblázatot																																				



1.1. ábra Részletes sorszinkronizáló jel



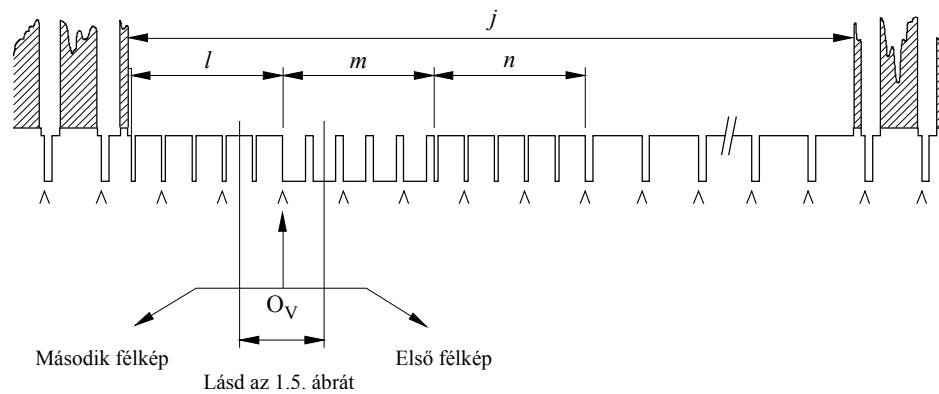
1.2. ábra. A szín segédvívó szinkronizáló burst szín-tengelyei és fázisa

1.2. Táblázat

A részletes sorszinkronizáló jel (lásd az 1.1. ábrát)

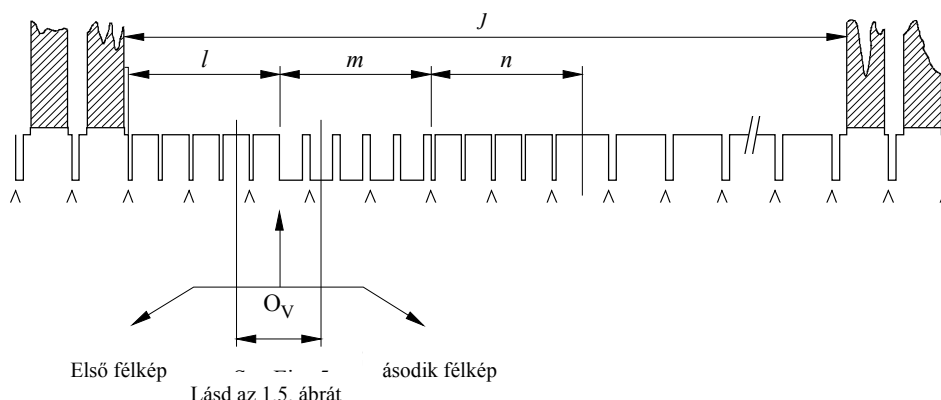
Szimbólum	Jellemzők	625 PAL
H	Névleges soridő	$1/f_H$ Névleges érték: 64 \square s
a	Soronként a kioltási-szint időtartama	$12^{+0,0}_{-0,3}$ (\square s)
b	Az idő-adat (O_H) és a sorkioltó impulzus hátsó éle közötti távolság	10,5 (\square s)
c	Az idő-adat (O_H) és a kioltó váll kezdete közötti különbség	$12^{+0,32}_{-0,0}$ (\square s)
d	Szinkronizáló impulzus időtartama	$4,7 \pm 0,2$ (\square s)
e	Impulzus lefutási időtartama (10% - 90%) a sorkioltó impulzus élére	300 ± 100 (ns)
f	Impulzus lefutási időtartama (10% - 90%) a sorszinkronizáló impulzus élére	200 ± 100 (ns)
g	Az idő-adat (O_H) és a segédvív kezdete közötti különbség	$5,6 \pm 0,1$ (\square s)
h	A segédvív burst időtartama	$2,25 \pm 0,23$ (\square s) vagy 10 ± 1 ciklus
1	A referencia kioltási-szint	0 mV
2	Fehér szint	700 mV
3	Szinkronizáló szint	-300 mV
4	Kioltási és a fekete szint különbsége	0 mV
5	Burst amplitúdója csúcstól – csúcsig	300 ± 30 mV
7	Összetett jel csúcstól - csúcsig	1330 mV

Minden első félképnél a 625 soros PAL jel (lásd az 1. 4. ábra 5. megjegyzését)



1.3. ábra.

Minden második félképnél a 625 soros PAL jel (lásd az 5. megjegyzést)

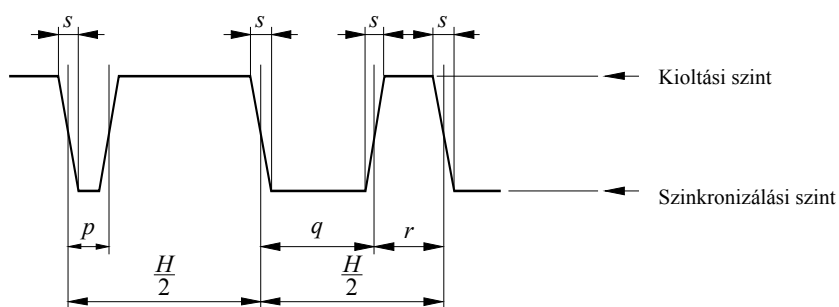


Megjegyzések

- 1 $\Delta\Delta\Delta$ jelöli a sorszinkron jel kezdetét a félképen belül.
- 2 Minden első félkép kezdeténél, a félkép szinkronizáló impulzus kezdete (O_V), megegyezik a sorszinkronizáló jel kezdetével, amennyiben l páratlan számú többszöröse a fél soridőnek.
- 3 Minden második félkép előtt, a félkép szinkronizáló impulzus kezdete (O_V), a két sorszinkronizáló jel között helyezkedik el, amennyiben l páratlan számú többszöröse a fél soridőnek.
- 4 A domináns félkép definíció szerint a videó jelnek az a félképe, amikor a videó jelben a kép tartalom változik. A kép információ változás az első félképben kell jelentkezzen.
- 5 A 1.3.-1.5. ábrák a tradicionális analóg monokrom jel időzítését tartalmazzák, amit az összetett színes jel szintén tartalmaz. A 1.6. ábra a függőleges (képváltás) kioltási jel sorozatot tartalmazza.

1.4. ábra.

Részletes kép kiegyenlítő és szinkronizáló impulzus



(Minden szakaszt az impulzus a fel vagy lefutó éle amplitúdójának felénél kell érteni)

1.5. ábra

1.3. Táblázat

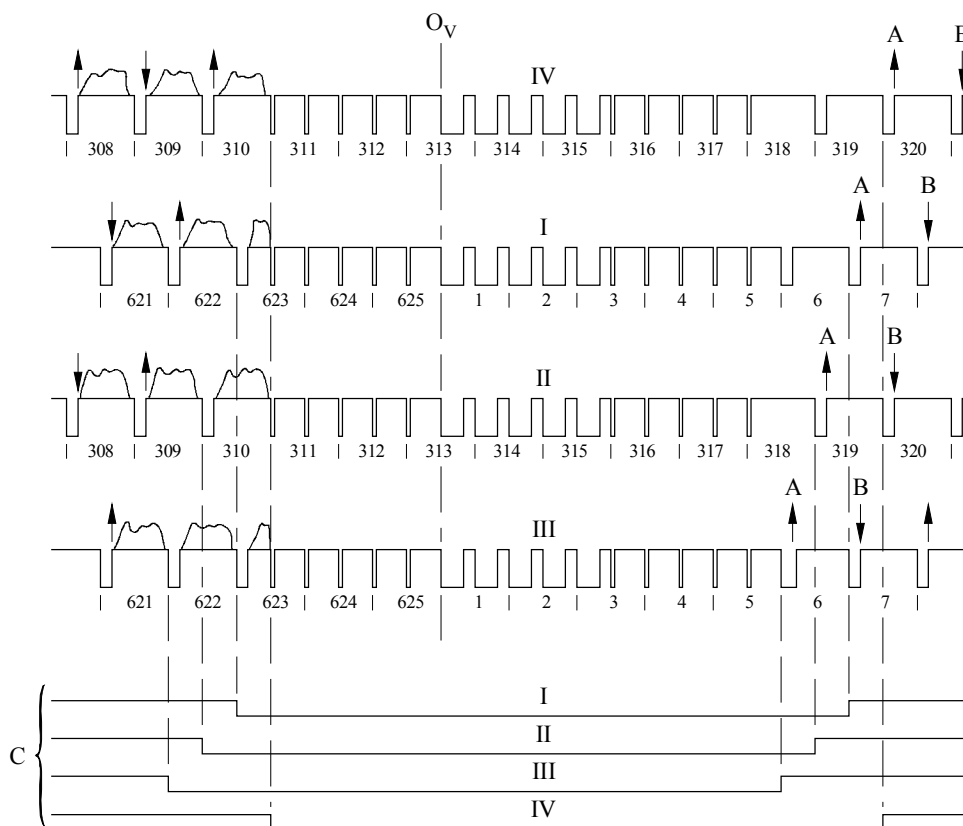
A részletes félkép szinkronizáló jel (lásd 1.3.-1.5. ábrákat)

Szimbólum	Jellemzők	625 PAL
v	Félkép idő	$625/2f_H$ Névélegesen 20 (ms)
j	Félkép kioltási időtartam (lásd az 1.1. Táblázat H és a)	$25H + a$
$J^{(1)}$	A félkép kioltó impulzus élének lefutási időtartama (10% - 90%)	$140 \square 20$ ns
$K^{(1)}$	Félkép kioltási szint kezdete és az első kiegyenlítő impulzus közötti időtartam	3 ± 2 (\square s)
l	Az első kiegyenlítő impulzus sorozat időtartama	$2,5H$
m	A szinkronizáló impulzus sorozat időtartama	$2,5H$
n	A második kiegyenlítő impulzus sorozat időtartama	$2,5H$
p	A kiegyenlítő impulzus időtartama	$2,35 \pm 0,1$ (\square s)
q	A félkép szinkronizáló impulzus időtartama	$27,3 \square 0,1$ (\square s)
r	Félkép szinkronizáló impulzusok közötti időtartam	$4,7 \pm 0,1$ (\square s)
s	A szinkronizáló és a kiegyenlítő impulzusok lefutási időtartama (10% - 90%)	$200 \square 100$ ns

Megjegyzés

- ⁽¹⁾ A rajzokon nincs jelölve

Burst kioltási sorozat



- O_V Félkép szinkronizáló pont
I, II, III, IV 1. és 5. ; 2. és 6. ; 3. és 7. ; 4. és 8. félkép (lásd 1. Táblázat 10f pont)
A A burst fázisa, névleges érték $+135^\circ$
B A burst fázisa, névleges érték -135°
C A burst kioltási tartomány
 625 PAL A félkép kioltás 9 sorának intervalluma
 I 623-006 sorokig bezárólag
 II 310-318 sorokig bezárólag
 III 622-005 sorokig bezárólag
 IV 311-319 sorokig bezárólag

1.6. ábra

2. A hagyományos analóg televíziós rendszerek sugárzási (adási) jellemzői

Ebben a fejezetben az ITU-R BT.1701 Ajánlás alapján ismertetjük a hagyományos analóg televízió rendszerek rádiófrekvenciás sugárzási jellemzőit, amelyek közül ajánlott az Igazgatásoknak kiválasztani a színes televízió sugárzáshoz a rendszert.

A Magyar Köztársaságban alkalmazott, fekete-fehér és a színes analóg televíziós rendszerek kisugárzott jelének részletes leírását és jellemzőit a 2.1. Táblázat tartalmazza.

2.1. Táblázat

A kisugárzott jel jellemzői (fekete-fehér és színes)

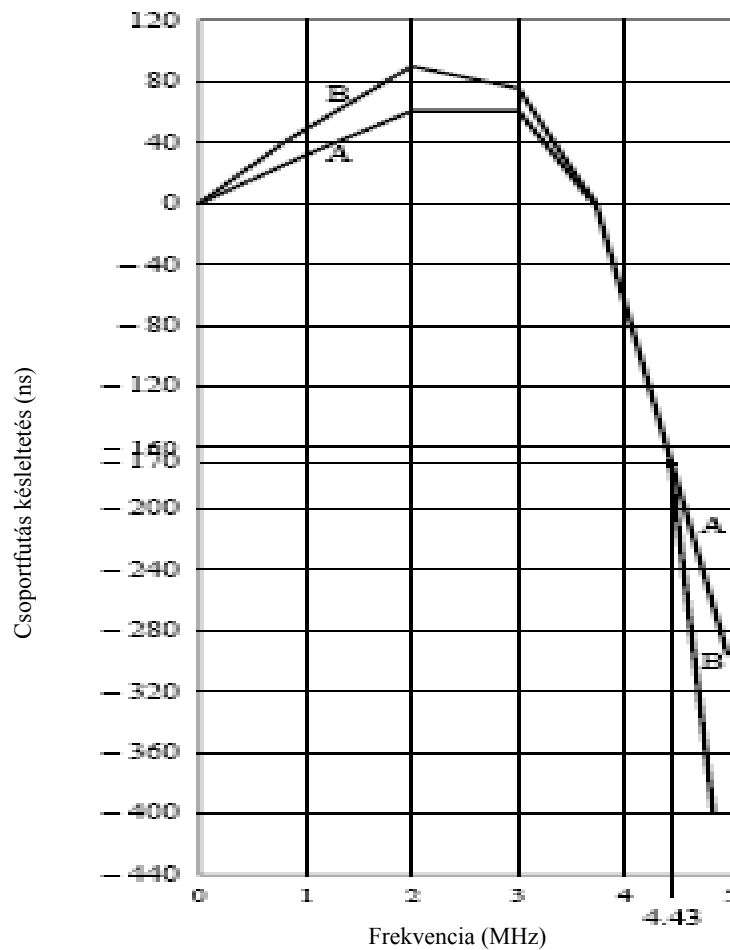
Sorszám	Jellemzők	B, B1, G	D, D1, K
	Csatornaosztás (lásd a 2.2. ábrát)		
1	Névleges rádiófrekvenciás csatorna sávszélesség (MHz)	B: 7 B1, G: 8	8
2	A hangvivő távolsága a képvivőtől (MHz)	+5,5 ±0,001	+6,5 ±0,001
3	A csatorna kezdő pontjának távolsága a képvivőtől (MHz)	-1,25	-1,25
4	A fő oldalsáv névleges sávszélessége (MHz)	5	D, K: 6 D1: 5
5	A csonka oldalsáv névleges sávszélessége (MHz)	0,75	0,75
6	A csonka oldalsáv minimális elnyomása (dB adott MHz-nél) ⁽¹⁾	20(-1,25) 20(-3,00) 30(-4,43)	20(-1,25) 30(-4,43 ±0,1) ⁽²⁾
7	A kép moduláció típusa és polaritása	C3F neg.	C3F neg.
8	A kisugárzott jel szintje (A csúcs vivő %-ban)		
	Szinkronizációs szint	100	100
	Kioltási szint	75 ±2,5	75 ±2,5
	A kioltási szint és a fekete szint közötti különbség	0-tól 2-ig (névleges)	0-tól 4,5-ig
	Csúcs fehér szint	10-től 15-ig	10-től 15-ig ⁽³⁾
9	A hang moduláció típusa	F3E	F3E
10	Frekvencia löket (kHz)	±50	±50
11	A moduláló jel előkiemelése (□s)	50	50
12	A kép és a hang (elsődleges) effektív kisugárzott teljesítményének az aránya ⁽⁴⁾	20/1-től 10/1-ig	10/1-től 5/1-ig
13	Elő-korrekción a vevő csoportfutási karakterisztikájára, a közepes videó frekvencián (ns) (lásd a 2.1. ábrát is)		
14	Elő-korrekción a vevő csoportfutási karakterisztikájára, a színsegédvivő frekvencián (ns) (lásd a 2.1. ábrát is)	-170 (névleges)	

Megjegyzések

- (1) Számos kisteljesítményű adó csonka-oldalsáv szűrő nélkül üzemel.
(2) Több korábbi OIRT tag-ország további specifikációt is alkalmaz:
• Nem kisebb mint 40 dB -4,286 MHz ±0,5 MHz - nél

- 0 dB -0,75 MHz-től +6,0 MHz-ig
 - Nem kisebb mint 20 dB $\pm 6,375$ MHz-nél és a nagyobb frekvenciákon
 - Referencia szint: 0 dB 1,5 MHz-nél
- (3) A későbbiekben lesz specifikálva egy új paraméter: „fehér szint a segédvivővel”
- (4) Az alábbi értékeket kell figyelembe venni:
- A kép jellel modulált vivő burkolója csúcsának RMS értéke
 - Az amplitúdóban modulálatlan vivő és a frekvenciamodulált hang RMS értéke

Elő-korrekción a vevő csoportfutási karakterisztikájához (B/PAL és G/PAL)

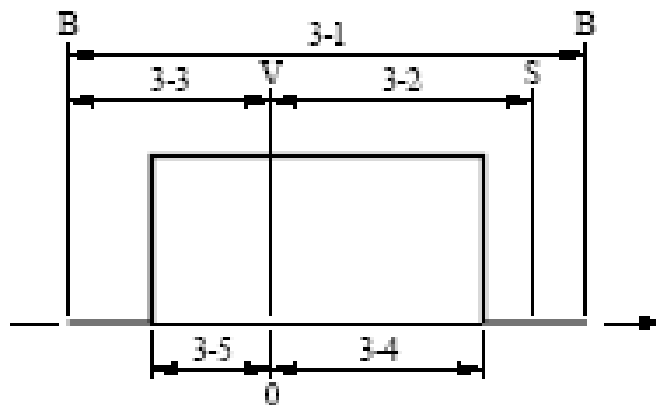


2.1. ábra.

A 2.1 ábrán a névleges értékek és tűrések (ns)

Frekvencia (MHz)	A görbe	B görbe
0,25		+5 ± 0
1,00	-30 ± 50	+53 ± 40
2,00	+60 ± 50	+90 ± 40
3,00	+60 ± 50	+75 ± 40
3,75	0 ± 50	0 ± 40
4,43	-170 ± 35	-170 ± 40
4,80	-260 ± 75	-400 ± 90

A 2.1. Táblázat 1.-5. pontjainak értelmezése



- B Csatorna határ
- V Képvivő
- S Hangvivő

2.2. ábra.

*

**Rádiófrekvenciás védelmi arányok a
csonka oldalsávós amplitúdómodulált – a
nem kívánt analóg képjelekkel, valamint
az azokhoz tartozó hangjelekkel
interferáló – földfelszíni televízió
rendszerek részére, az
ITU-R BT.655-6 Ajánlás
alapján**

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 48,5–56,5 MHz, 58–66 MHz, 174–223 MHz, 223–230 MHz, 478–608 MHz, 608–614 MHz, 614–645 MHz, 645–654 MHz, 654–678 MHz, 678–734 MHz, 734–758 MHz, 758–790 MHz, 814–822 MHz
RAT szerinti rádióalkalmazás: Analóg földfelszíni tv-műsorszórás.

A szabályozás célja

Megfelelő védelmi viszony biztosítása a földfelszíni analóg televízió műsorszórás tervezése során. Az ITU-R BT.1368 Ajánlás tartalmazza a követelményeket a digitális földfelszíni műsorszórásra vonatkozóan.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, zavarvédelmi kritériumok

1 Rádiófrekvenciás védelmi viszony a földfelszíni televíziós rendszerek részére

Az 1. pont a védelmi viszonytal kapcsolatos általános információkat tartalmaz, a 2. pont a televízió műsorszórás 625 soros kép rendszerre vonatkozó, a 3. pont a hang vivőjére vonatkozó védelmi viszony adatokat tartalmazza. A 6. pontban az offset frekvenciákról található információ.

1.1 Bevezetés

Az RF védelmi viszony: a minimálisan szükséges hasznos és a zavaró jel viszonya (általában decibelben kifejezett viszony) amely ahhoz szükséges, hogy specifikált feltételek mellett, specifikált vételi minőséget biztosítson a vevőberendezés kimenetén.

A képjelre vonatkozó védelmi viszony mérésnél, amennyiben analóg televízió műsorsugárzás jele a hasznos jel, a szubjektív értékelést részesítik előnyben. Az ITU-R BT.1368 Ajánlás szerint, ebben az esetben az interferáló jel szinuszos.

1.1.1 A védelmi viszony értéke egy interferáló forrásra vonatkozik. Egyéb kikötés hiányában troposzférikus (*T*) terjedésre vonatkozik a védelmi viszony, közel ahhoz a körülményhez, amikor az interferencia okozta minőség romlás már bántóan érzékelhető (látható). A troposzférikus interferencia abban az esetben nevezhető „elviselhetőnek”, ha az, az idő kis százalékában van jelen. Pontosán definiált érték hiányában, általában az idő 1%-10% százaléka közötti értéket vehetünk figyelembe. Folyamatos (*C*), fading mentes zavaró adó esetén nagyobb védelmi viszonnal kell számolni, mint troposzférikus esetben (lásd 2. és 3. pontot). Amennyiben a folyamatos interferenciára vonatkozó adat ismeretlen, elfogadható eredményt kapunk, ha a troposzférikus interferenciát megnöveljük 10 dB-vel. Kifejezetten nagy hasznos jel esetén a védelmi viszonyra nagyobb értéket lehet előírni, a vevő nonlinearitása miatt.

1.1.2 A 625 soros rendszerben a referencia minőségi szintek azok, amelyek megfelelnek azonos csatornán 30 dB, valamint frekvencia offsettel (kb. a sorsfrekvencia 2/3 része) a képvivőben 40 dB védelmi viszonnak. A frekvencia offset pontos értéke 10,416 kHz. A közölt értékek folytonos, valamint troposzférikus interferencia esetén alkalmazhatók, és a minőségi skálán megfelelnek a 3. szintnek (alig észrevehető), illetve 4. szintnek (észrevehető, de nem bántó).

1.1.3 Megjegyzendő, hogy a képjellel amplitúdóban modulált jel RMS értéke megfelel a burkoló görbe csúcs értékének, a hang moduláló jel esetén (akár amplitúdó, akár frekvencia modulációról van szó) az RMS értéke a modulálatlan vivő.

Tervezési célból feltételezhető, hogy a színcsatorna teljesítménye nem haladja meg, a képvivő csúcs burkoló teljesítménye alatti 16 dB-es szintet.

1.1.4 A védelmi viszonyra nincs hatással, ha a zavaró jel félkép kioltási tartománya alatt, a zavaró televíziós jel digitális adatot tartalmaz. Azonban, ha a teljes félkép tartományban a zavaró adás digitális adatot tartalmaz, a precíziós offset előnyeit nem lehet kihasználni.

1.1.5 A hasznos és a zavaró képvivő frekvencia viszonya az alábbi lehet

- **Ellenőrizetlen esetben** a hasznos és a zavaró vivők közötti névleges frekvencia különbség nincs kontrollálva.
- **Nem-precíziós offset esetén** a hasznos és a zavaró adó frekvencia különbsége a sorsfrekvenciához kapcsolható, a frekvencia tűrés értéke: \square 500 Hz. Ebben az esetben a televízió vevő sor szinkronizálása elegendően érzéketlen kell legyen a periodikus interferenciára, amennyiben a vivő offset nyújtotta előnyöket ki akarjuk használni.
- **Precíziós offset esetén** (lásd az 5. pontot, 625 soros rendszerre) a hasznos és a zavaró jel névleges vivőfrekvenciája a sor- és a félkép frekvenciához igazodik, a névleges

vivőfrekvencia tűrés $\square 1$ Hz, a sorfrekvencia pontossága jobb mint 1×10^{-6} . Amennyiben a precíziós offset előnyeit a hasznos jel teljes kép tartományban ki akarjuk használni (nagyobb mint 2 MHz), a hasznos jel sorfrekvencia pontossága legalább 1×10^{-7} legyen.

1.1.6 Laboratóriumi és terep mérések igazolják, hogy szinkronizált vivőjű televízió hálózatok esetén ugyanolyan mértékű azonos csatornás interferencia csökkenés érhető el, mint a precíziós offsettel, amennyiben azonos programot sugároznak. A hasznos és a zavaró jel 28 dB és 38 dB aránya, a minőségi skálán 3,5 és 4,5 értéknek felel meg.

Megfigyelések szerint, a kép minősége abban az esetben nem csökken, amikor a képvivők frekvencia különbsége 0,2 Hz-nél kisebb és/vagy a fáziskülönbség változás kisebb mint 20° .

2 625 soros televíziós rendszer védelmi viszonya

2.1 Védelmi viszony azonos csatornás interferenciára

Ebben a fejezetben azzal a védelmi esettel foglalkozunk, amikor a két televízió jel interferenciája a modulált képvivők között lép fel. További védelemre lehet szükség, ha a hasznos adó hangvivője is érintett, vagy a zavaró adás jele beleesik a hasznos adó csatornájába (pl. a *G* szabványú zavaró adó hangvivője a *K* rendszer képcsatornájába esik). Ebben a pontban tárgyalt védelmi viszonyokra a következő korrekciókat kell alkalmazni:

- A hasznos adó negatív modulációt alkalmaz, a zavaró adó pozitív modulációt (L/SECAM), a védelmet 2 dB-vel meg kell növelni.
- A hasznos adó pozitív modulációt alkalmaz, a zavaró adó negatív modulációt, a védelmet 2 dB-vel le kell csökkenteni.

2.1.1 A vivőfrekvenciák közötti különbség kisebb mint 1 000 Hz, ellenőrizetlen rendszer, azonos vagy eltérő sor-szabvány

A védelmi viszony: 45 dB troposzférikus interferenciára

2.1.2 A vivőfrekvencia különbség a sorfrekvencia tizenkettő részének többszöröse, de nem haladja meg a $\square 36/12 f_{\text{sor}}$ (kb. $\square 50$ kHz) értéket

Nagyobb vivőfrekvencia különbség esetén ezt a típusú védelmet nem szükséges alkalmazni.

1. Táblázat
625 soros rendszer védelmi viszonya*

Offset (a sorsfrekvencia 1/12-ed részének többszöröse) ⁽¹⁾		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nem precíziós offset Adó frekvencia tűrése □500Hz	Troposzférikus interferencia	45	44	40	34	30	28	27	28	30	34	40	44	45
	Folyamatos interferencia	52	51	48	44	40	36	33	36	40	44	48	51	52
	Érzékelhetőség határa(2)	61	60	57	54	50	45	42	45	50	54	57	60	61
Precíziós offset Adó frekvencia tűrése □1Hz	Troposzférikus interferencia	32	34	30	26	22	22	24	22	22	26	30	34	38
	Folyamatos interferencia	36	38	34	30	27	27	30	27	27	30	34	38	42
	Érzékelhetőség határa(2)	42	44	40	36	36	39	42	39	36	36	40	44	48

* Az 1. Táblázat értékei használhatók PAL-plusz jel esetén is (mind a hasznos mind a zavaró adóra)

⁽¹⁾ Az első oszlop csak 0/12 esetén használható. Az összes többi 1/12 és 12/12 közötti oszlop használható 36/12 értékig a 12/12 vagy kétszeresének hozzáadásával vagy kivonásával

⁽²⁾ Érzékelhetőség határa

2.2 Szomszéd csatornás interferencia védelem

A megadott védelmi viszony értékek troposzférikus interferencia esetén alkalmazhatók. Folyamatos interferencia esetén az értékeket 10 dB-vel meg kell növelni.

A szomszéd csatornás védelmi viszonyt nem lehet közvetlen módon megadni az egymást átfedő csatornák védelmi viszonyából (lásd a 2.2.4. pontot), mert egyes rendszerekben az értéket befolyásolhatja a vevő mérése is.

2.2.1 Védelmi viszony az alsó szomszédos csatornával szemben

A legkellemetlenebb interferenciát a képben, a hasonló szabványú, alsó szomszédos csatorna hang modulációja okozza. Azonban 2-3 dB-es védelem érhető el, amennyiben a hasznos képvivő és a zavaró hangvivő frekvencia különbsége, a sorsfrekvencia felének páratlan számú többszöröse. Abban az esetben, amikor nincs moduláló hang, a védelmi viszony 10 dB is lehet.

- **VHF sávban** az alábbi adatok arra az esetre vonatkoznak, amikor a hasznos adó kép vivőfrekvenciája és a zavaró adó hang vivőfrekvenciájának különbsége 1,5 MHz-en belül van, továbbá a hasznos adó képteljesítménye és a zavaró adó hangteljesítményének viszonya 10 dB.

További korrekciót kell alkalmazni abban az esetben, ha a kép és a hang teljesítmény aránya az előbbi értéktől eltér.

Védelmi viszony: frekvenciamodulált hang vivő esetén -9 dB
 amplitúdó modulált hang vivő esetén -8 dB

- **UHF sávban** a védelmi viszonyra (bármelyik szabvány esetén) a 2. Táblázat adatai vonatkoznak, ha a zavaró adás az alsó szomszédos csatornából (bármelyik szabványú adótól) származik, és a kép – hangadó teljesítmény aránya 10 dB.

További korrekciót kell alkalmazni abban az esetben, ha a kép és a hang teljesítmény aránya az előbbi értéktől eltér.

2.2.2 Védelmi viszony a felső szomszédos csatornával szemben a VHF és UHF sávban

Védelmi viszony: D és K rendszer esetén -6 dB
 a többi rendszer esetén -12 dB

2.3 Tükörcsatornás interferencia elleni védelem

A védelmi viszony függ a vevő középfrekvenciájától (IF), a tükörcsatorna elnyomásától, továbbá hogy a zavaró adó a képcsatorna mely sávjába esik. A tükörcsatornás védelem értékét megkapjuk, ha az egymást átfedő csatornák védelmi értékéből levonjuk a tükörcsatorna elnyomási tényezőt. A 3. Táblázat tartalmazza a tükörcsatorna elnyomás értékeket.

2. Táblázat

625 soros rendszer védelmi viszonya az UHF sávban, az alsó szomszédos csatornás inerferencia ellen

Zavaró adó Hasznos adó	Védelmi viszony (dB)					
	G ⁽¹⁾	H ⁽¹⁾	I ⁽¹⁾	D, D1, K	K1	L
G	-9	-9	-9	-9	-9	-5
H	-9	-9	-9	+13	+13	+17
I	-9	-9	-9	+13	+13	+17
D, D1, K	-9	-9	-9	-9	-9	-5
K1	-9	-9	-9	-9	-9	+17
L	-9	-9	-9	-12	-12	-8

(1) A táblázatban a G, H és I oszlopok értékei alkalmazhatók a zavaró PAL-plusz adóra is

3. Táblázat

Tükörcsatorna elnyomás

Tükörcsatorna elnyomás (dB)	VHF	UHF
D és K/SECAM rendszer	45	30
D/PAL rendszer	45	40
I rendszer		50
Az összes többi rendszer		40

Az UHF sávú tükörcsatornás védelmi viszonyt a 4. és az 5. Táblázat tartalmazza. A hasznos képcsatornát befolyásolhatja a zavaró képvivő, a zavaró hangvivő, vagy mindkettő.

A 4. és 5. Táblázat tükörcsatornás védelemi viszonya troposzférikus és folyamatos interferencia esetén is alkalmazható, megkötés, hogy a hasznos és a zavaró adó kép–hang teljesítmény viszonya 10 dB legyen, eltérő teljesítmény viszony esetén korrekciót kell használni.

4. Táblázat

Védelmi viszony, 625 soros rendszerben a tükörcsatornás (troposzférikus) interferenciával szemben (UHF sáv)

Zavaró adó		Védelmi viszony (dB)					Kép- csatorna	Megjegyzés		
		G,H ⁽¹⁾	I ⁽¹⁾	D (PAL)	D, D1, K (SECAM)	K1		L	Hasznos	Zavaró
D1, G (IF _v =38,9 MHz)		-1	-4		-12	-12	-8	n+9	Kép	Hang
H (IF _v =38,9 MHz)		-1	-4		-9	-9	-5	n+9		
I (IF _v =39,5 MHz)		-13	-10	-10	-10	-10	-6	n+9		
D (PAL) (IF _v =38,0 MHz)		-8	-25	-20	-20	-20	-16	n+8	Kép G, H: Hang	Hang
		3	3	3	3	3	5	n+9	Kép	Hang
D, K (IF _v =38,0 MHz) (SECAM)		2	-15	-12	-12	-12	-8	n+8	Kép G, H: Hang	Hang
		13	13	13	13	13	15	n+9	Kép	Kép
K1	IF _v =40,2 MHz	7	7		7	7	9	n+10	Kép	Kép
		-13	-9		-5	-5	-1	n+9	Kép	Hang
	(IF _v =39,9 MHz)	4	4		4	4	6	n+10	Kép	Kép
		-8	-5		-2	-2	2	n+9	Kép	Hang
	(IF _v =32,7 MHz)	-1	0		-2	-2	2	n-9	Kép	Hang
L (IF _v =32,7 MHz)		-27	-27		-27	-27	-27	n-9	Hang	Kép
		-33	-33		-33	-33	-33	n-9	Hang	Kép
		-3	-2		-4	-4	0	n-9	Kép	Hang
		<-20	<-20		<-20	<-20	<-20	n-8	Kép	Kép

(1) A táblázatban a G, H és I oszlopok értékei alkalmazhatók a zavaró PAL-plusz adóra is

2.4 Védelem egymást átfedő csatornáktól származó interferenciával szemben

A védelmi viszonyra vonatkozó, és ebben a pontban közölt táblázatok és adatok abban az esetben alkalmazhatók, amikor a CW jel a hasznos adó képcsatornájába esik, a hasznos jel modulációjának típusa negatív.

Amennyiben a hasznos adó a kép jelre pozitív modulációt használ, és/vagy az interferáló zavaró adó szabványa a hasznos adó szabványától eltérő típusú, akkor a 6. Táblázat korrekcióit kell alkalmazni.

Védelmi viszonyra, troposzférikus, folyamatos és az érzékelhetőség határán lévő interferencia esetén az 1.–3. ábrák, valamint 7.–9. Táblázatok használandók.

5. Táblázat

Védelmi viszony, 625 soros rendszerben a tükörcsatornás (folyamatos) interferenciával szemben (UHF sáv)

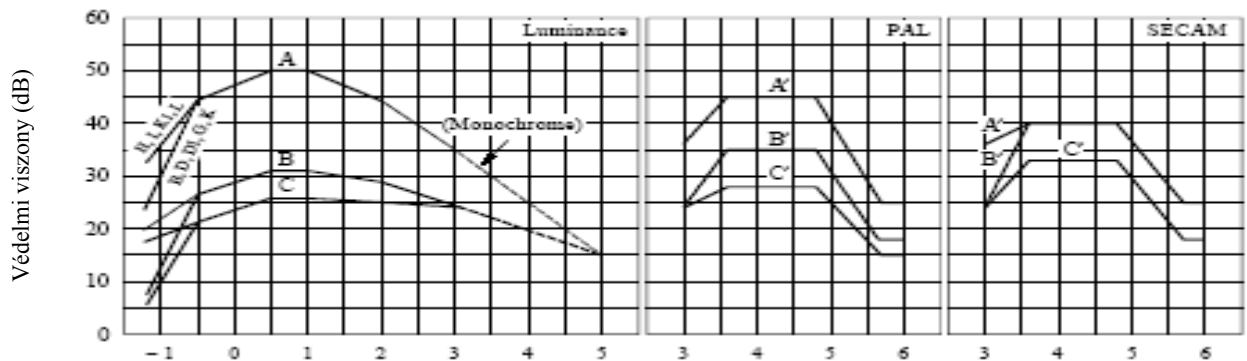
Zavaró adó Hasznos adó		Védelmi viszony (dB)					Kép- csatorna	Megjegyzés		
		G,H ⁽¹⁾	I ⁽¹⁾	D (PAL)	D, D1, K (SECAM)	K1		L	Hasznos	Zavaró
D1, G (IFv=38,9 MHz)		6	2		-5	-5	-1	n+9	Kép	Hang
H (IFv=38,9 MHz)		6	2		-1	-1	3	n+9		
I (IFv=39,5 MHz)		-4	-2		-2	-2	+2	n+9		
D (PAL) (IFv=38,0 MHz)		-1	-15	-10	-10	-10	-6	n+8	Kép G, H: Hang	Hang
		11	11	11	11	11	13	n+9	Kép	Hang
D, K (IFv=38,0 MHz) (SECAM)		9	-10	-7	-7	-7	-3	n+8	Kép G, H: Hang	Hang
		21	21	21	21	21	23	n+9	Kép	Kép
K1	IFv=40,2 MHz	15	15		15	15	17	n+10	Kép	Kép
		-5	0		4	4	8	n+9	Kép	Hang
	(IFv=39,9 MHz)	10	10		10	10	12	n+10	Kép	Kép
		2	5		7	7	11	n+9	Kép	Hang
	(IFv=32,7 MHz)	8	8		5	5	9	n-9	Kép	Hang
L (IFv=32,7 MHz)		-26	-26		-26	-26	-26	n-9	Hang	Kép
		-28	-28		-28	-28	-28	n-9	Hang	Kép
		6	6		3	3	7	n-9	Kép	Hang
		<-20	<-20		<-20	<-20	<-20	n-8	Kép	Kép

(1) A táblázatban a G, H és I oszlopok értékei alkalmazhatók a zavaró PAL-plusz adóra is

6. Táblázat

Korrektációs adatok különböző hasznos és zavaró adókra

Zavaró adó Hasznos adó		Korrektációs tényező (dB)				
		CW	Negatív modulált képjel	Pozitív modulált képjel	FM hang	AM hang
Negatív modulált képjel		0	-2	0	0	+4
Pozitív modulált képjel		-2	-4	-2	-2	+2



$\Delta f = f_U - f_W$ frekvencia különbség a zavaró f_U vivőfrekvencia és a hasznos f_W vivőfrekvencia között

1. ábra Troposzférikus interferencia, 625 soros rendszer

7. Táblázat

Troposzférikus interferencia, 625 soros rendszer

Offset (a sorfrekvencia 1/12-nek többszöröse)	Görbe	Δf (MHz)												
		Világosság tartomány							PAL		SECAM			
		-1,25 ⁽¹⁾	-1,25 ⁽²⁾	-0,5	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	3,6-4,8	5,7-6,0 ⁽³⁾	3,6-4,8 ⁽⁴⁾	5,7-6,0 ⁽³⁾	
0	NO	A, B'	32	23	44	47	50	50	44	36	35	18	40	25
	PO	C'	23	11	32	34	40	40	37	31	28	15	33	18
1	NO		31	20	43	46	49	49	42	34	39	20	40	25
	PO		23	11	33	36	39	39	36	31	31	16	33	18
2	NO		28	17	39	42	45	45	39	32	42	22	40	25
	PO		21	9	29	32	35	35	33	29	34	17	33	18
3	NO	A'	25	13	34	36	39	39	35	29	45	25	40	25
	PO	B'	19	7	25	28	31	31	29	26	35	18	33	18
4	NO		22	10	30	32	35	35	32	27	42	22	40	25
	PO	C	17	5	22	24	26	26	25	24	34	17	33	18
5	NO		20	8	28	30	32	32	30	25	39	20	40	25
	PO	C	17	5	22	24	26	26	25	24	31	16	33	18
6	NO	B, B'	19	7	27	29	31	31	29	24	35	18	40	25
	PO	C'	17	5	24	26	28	28	26	24	28	15	33	18
7	NO	B'	20	8	28	30	32	32	30	25	35	18	40	25
	PO	C, C'	17	5	22	24	26	26	25	24	28	15	33	18
8	NO		22	10	30	32	35	35	32	27	39	20	40	25
	PO	C	17	5	22	24	26	26	25	24	31	16	33	18
9	NO		25	13	34	36	39	39	35	29	42	22	40	25
	PO		19	7	25	28	31	31	29	26	34	17	33	18
10	NO		28	17	39	42	45	45	39	32	39	20	40	25
	PO		21	9	29	32	35	35	33	29	31	16	33	18
11	NO	B'	31	20	43	46	49	49	42	34	35	18	40	25
	PO	C'	23	11	33	36	39	39	36	31	28	15	33	18
12	NO	A, B'	32	23	44	47	50	50	44	36	35	18	40	25
	PO	C'	23	11	32	34	40	40	37	31	28	15	33	18

Védelmi viszony (dB)

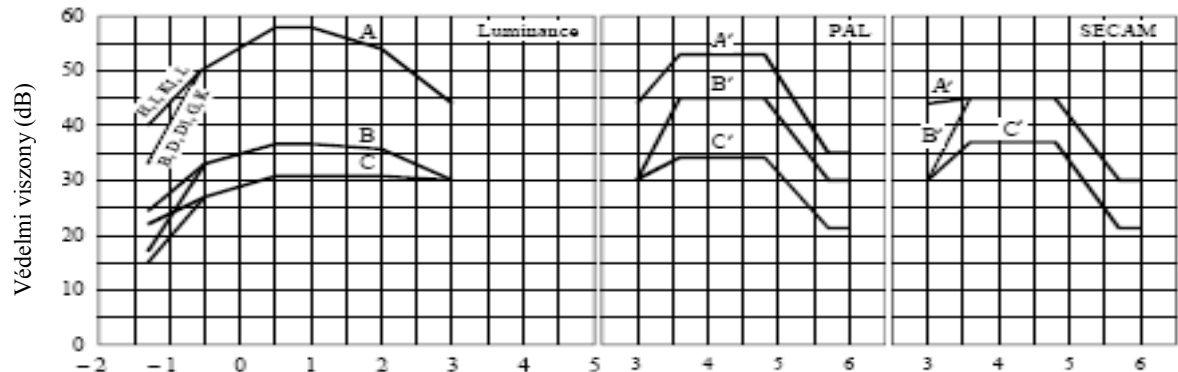
(1) H, I, K, L televízió rendszer
NO: Nem-precíziós Offset

(3) B, D1, G televízió rendszer: 5,3-6,0 MHz

(2) B, D, D1, G, K televízió rendszer
Precíziós Offset

(4) D/SECAM: plusz 5 dB

PO:



$\Delta f = f_U - f_W$ frekvencia különbség a zavaró f_U vivőfrekvencia és a hasznos f_W vivőfrekvencia között

2. ábra Folyamatos interferencia, 625 soros rendszer

8. Táblázat

Folyamatos interferencia, 625 soros rendszer

Offset (a sorfrekvencia 1/12-nek többszöröse)	Görbe	Δf (MHz)												
		Világosság tartomány								PAL		SECAM		
		-1,25 ⁽¹⁾	-1,25 ⁽²⁾	-0,5	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	3,6-4,8	5,7-6,0 ⁽³⁾	3,6-4,8 ⁽⁴⁾	5,7-6,0 ⁽³⁾	
0	NO	A, B'	40	32	50	54	58	58	54	44	45	30	45	30
	PO	C'	30	22	37	38	44	44	42	36	34	21	37	21
1	NO		38	30	49	53	57	57	53	43	48	32	45	30
	PO		29	22	38	40	42	42	41	36	36	22	37	21
2	NO		34	27	46	50	55	55	51	41	51	33	45	30
	PO		27	20	34	36	38	38	37	34	39	24	37	21
3	NO	A'	30	23	42	46	50	50	46	38	53	35	45	30
	PO		24	17	30	32	34	34	33	31	40	26	37	21
4	NO		28	21	38	42	45	45	42	35	51	33	45	30
	PO	C	22	15	27	29	31	31	31	30	39	24	37	21
5	NO		26	19	35	38	41	41	38	32	48	32	45	30
	PO	C	22	15	27	29	31	31	31	30	36	22	37	21
6	NO	B, B'	24	17	33	35	37	37	36	30	45	30	45	30
	PO	C'	23	16	29	32	33	33	32	30	34	21	37	21
7	NO	B'	26	19	35	38	41	41	38	32	45	30	45	30
	PO	C, C'	22	15	27	29	31	31	31	30	34	21	37	21
8	NO		28	21	38	42	45	45	42	35	48	32	45	30
	PO	C	22	15	27	29	31	31	31	30	36	22	37	21
9	NO		30	23	42	46	50	50	46	38	51	33	45	30
	PO		24	17	30	32	34	34	33	31	39	24	37	21
10	NO		34	27	46	50	55	55	51	41	48	32	45	30
	PO		27	20	34	36	38	38	37	34	36	22	37	21
11	NO	B'	38	30	49	53	57	57	53	43	45	30	45	30
	PO	C'	29	22	38	40	42	42	41	36	34	21	37	21
12	NO	A, B'	40	32	50	54	58	58	54	44	45	30	45	30
	PO	C'	30	22	37	38	44	44	42	36	34	21	37	21

Védelmi viszony (dB)

(1) H, I, K1, L televízió rendszer

NO: Nem-precíziós Offset

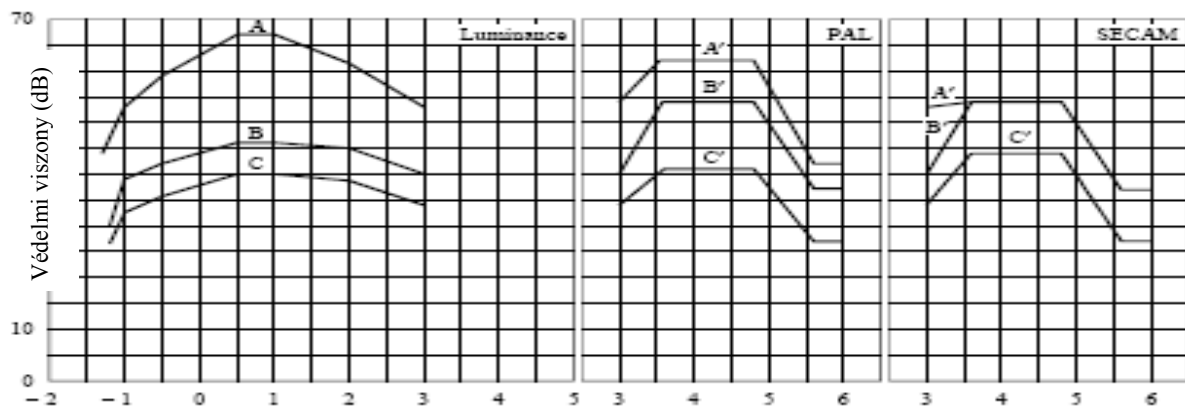
(2) B, D, D1, G, K televízió rendszer

Precíziós Offset

(3) B, D1, G televízió rendszer: 5,3-6,0 MHz

(4) D/SECAM és K/SECAM: plusz 8 dB

PO:



$\Delta f = f_U - f_W$ frekvencia különbség a zavaró f_U vivőfrekvencia és a hasznos f_W vivőfrekvencia között

3. ábra Érzékelhető interferencia, 625 soros rendszer (csak tájékoztató adat)

9. Táblázat

Érzékelhető interferencia, 625 soros rendszer (csak tájékoztató adat)

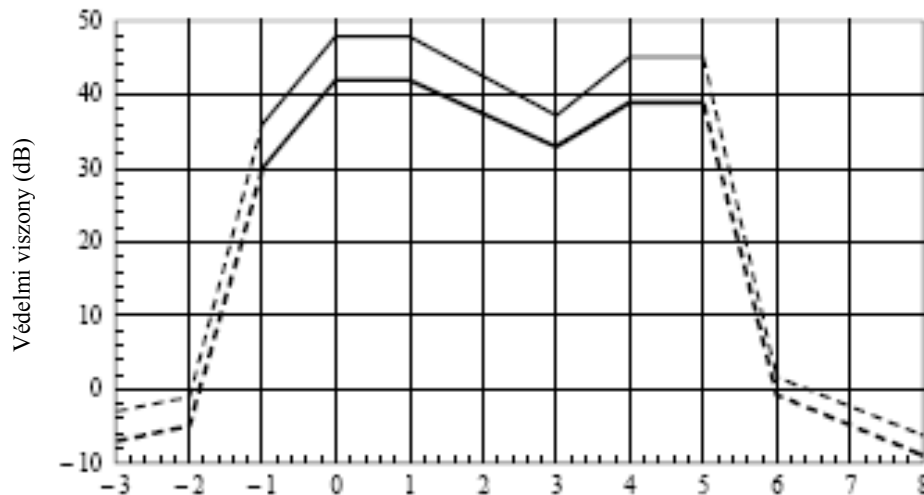
Δf (MHz)		-1,25	-1,0	-0,5	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	3,6	4,8	5,7
A	PAL	44	53	59	63	67	67	62	53	62	62	42
	SECAM									54	54	37
B	PAL	30	39	42	44	46	46	45	40	54	54	37
	SECAM											
C	PAL	26	33	36	38	40	40	39	34	41	41	27
	SECAM									44	44	
Érzékelhetőség határa (dB)												

Amikor a zavaró adó televízió jel, két számítást kell elvégezni a védelmi viszonyra: egyet a zavaró adó képvivőjére és egy másikat a zavaró televízió adó hangvivőjére. Zavaró, frekvenciamodulált hangvivőre a védelmi viszonyt nem-precíziós offset és precíziós offset esetén ne alkalmazzuk.

Az 1.–3. ábrák görbéi a kapcsolódó táblázatokból származnak. A görbék, a védelmi viszony teljes skáláját felölelik a legrosszabb esettől (A és A' görbék a nem-ellenőrzött esetre) a legjobb nem-precíziós offset (B és B' görbék) vagy a precíziós offset-ig (C és C' görbék). Az A , B és C görbék a világosság-frekvencia tartományra, az A' , B' és C' görbék PAL és SECAM rendszer esetén a szín-frekvencia tartományra vonatkoznak. Ha a frekvencia különbség kisebb mint $-1,25$ MHz, vagy nagyobb mint $6,0$ MHz akkor a védelmi viszonyt, a csatorna határától, lineáris extrapolációval határozhatjuk meg.

2.4.1 Védelmi viszony kép-jelre, interferáló földfelszíni digitális hang műsorszórás (T-DAB) esetén

Negatív modulált képjelre vonatkozó védelmi viszonyt a 4. ábra és a 10. Táblázat tartalmazza, ha az interferáló T-DAB adó 1,5 MHz szélességű COFDM (lásd ITU-R BS.1114 Ajánlást). Pozitív képmoduláció esetén, a -1 MHz-től az 5 MHz-ig terjedő tartományban, a védelmi viszonyt 2 dB-vel csökkenteni kell.



A zavaró T-DAB adó középfrekvenciája és a hasznos kép-jel frekvenciájának a különbsége (dB)

Folyamatos zavar (ITU fokozat: 4)

Troposzférikus zavar (~~ITU fokozat~~: 3)

4. ábra Védelmi viszony kép-jelre, ha az interferáló adó T-DAB

10. Táblázat

Kép-jel interferál T-DAB-al*

Védelmi viszony (dB)	A zavaró és a hasznos adó közötti frekvencia különbség (MHz)													
	Világosság tartomány							Szín tartomány						
	-3,0	-2,5	-2,0 ⁽¹⁾	-1,0	0,0	1,0	3,0	4,0	5,0	6,0 ⁽²⁾	6,5 ⁽³⁾	7,0 ⁽⁴⁾	7,5 ⁽⁵⁾	8,0
Troposzférikus interferencia (T)	-7	-6	-5	30	42	42	33	39	39	-1	-3	-5	-7	-9
Folytonos interferencia (C)	-3	-2	-1	36	48	48	37	45	45	2	0	-2	-4	-6

* D/SECAM rendszer védelmi viszony értéke tanulmányozás alatt van

(1) Csak a B/PAL és D1/PAL

(2) Csak a B/PAL és D1/PAL

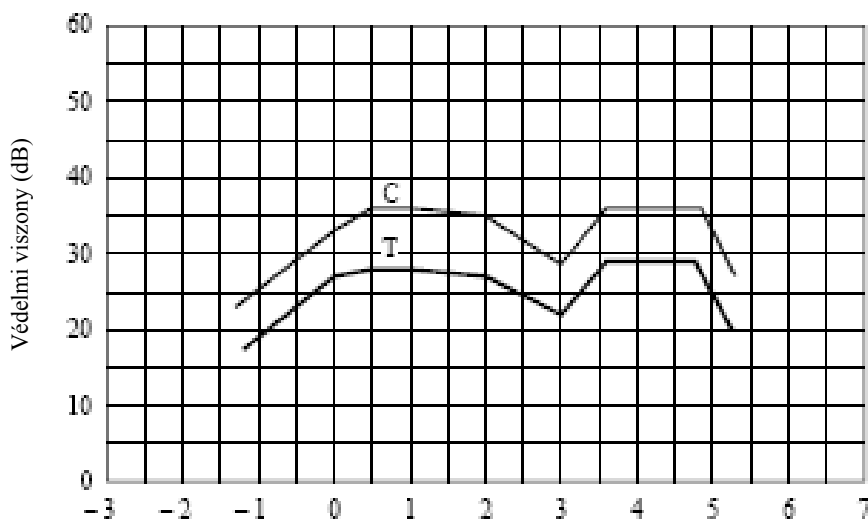
(3) Csak a B/PAL és I/PAL

(4) Csak a B/PAL, I/PAL, D/PAL és D1/PAL

(5) B/PAL, I/PAL, D/PAL és D1/PAL

2.5 Adat jel hatása/befolyása a televízió jelre

A félkép kioltási időtartama alatt, digitális jel (pl. teletex) a védelmi viszonyt nem befolyásolja. Azonban, sem *nem-precíziós offset*, sem *precíziós offset* esetén nem lehet biztosítani a szükséges védelmet, ha a zavaró jel a félkép teljes időtartama alatt fennáll. Ebben az esetben alkalmazandó minimális védelmi viszony karakterisztikát az 5. ábra tartalmazza, a 2.4. pontban leírt offset és offset nélküli esetekre. Az 5. ábra görbéi alkalmazhatók a teljes félkép tartományra, amikor is az impulzus amplitúdója a fehér és a kioltási szint közötti különbség 66 %-a. A védelmi értéket lineárisan növelni kell abban az esetben, ha a modulációs index nagyobb.



$\Delta f = f_U - f_W$ frekvencia különbség a zavaró f_U vivőfrekvencia és a hasznos f_W vivőfrekvencia között

5. ábra Védelmi viszony a teljes félkép alatt interferáló adat-jel esetén, 625 soros B/PAL és G/PAL rendszer

11. Táblázat

Védelmi viszony a teljes félkép alatt interferáló adat-jel esetén, 625 soros B/PAL és G/PAL rendszer

Δf (MHz)	-1,25	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	3,6	4,8	5,25
T (troposzférikus)	17	27	28	28	27	22	29	29	20
C (folyamatos)	23	33	36	36	35	29	36	36	27
Védelmi viszony (dB)									

3 RF védelmi viszony a televízió hang jelére

Az RF védelmi viszony értékét hasznos FM, AM és NICAM televízió hangvivőre, ha a zavaró interferáló adó CW, FM, AM, NICAM és T-DAB jel, a 12.–14. Táblázatok tartalmazzák.

Ebben a pontban minden RF védelmi viszony a hasznos televízió adó hangvivőjére vonatkozik. A referencia szint, a modulálatlan hangvivő RMS értéke.

A hang minősége az ITU minőségi skálán troposzférikus interferencia esetén 3-as, folyamatos interferencia esetén 4-es fokozatnak felel meg.

FM hang jelre a referencia S/N:

- 40 dB (kb. 3-as fokozat) troposzférikus interferencia esetén
- 48 dB (kb. 4-es fokozat) folyamatos interferencia esetén.

A referencia S/N érték, az S/N súlyozott csúcstól – csúcsig mért értéke, az ITU-R BS.412 és BS.468 Ajánlás szerinti.

A referencia FM hang jel szintje megfelel a maximálisan \square 50 kHz-es frekvencia löketnek.

NICAM digitális hang jel referencia BER értéke:

- $BER = 1 \times 10^{-4}$ (kb. 3-as fokozat) troposzférikus interferencia esetén
- $BER = 1 \times 10^{-5}$ (kb. 4-as fokozat) folyamatos interferencia esetén.

Két hangvivős adás esetén, külön-külön kell figyelembe venni a hangvivőket. Nagyobb védelmet igényelhet, ha a modulált jel multiplex.

Azonos csatornás zavar esetén, a hasznos jelre közvetlen hatással van a zavaró hangjel. Továbbá, a zavaró képvivő a hasznos képvivő fázismodulációját okozza, és ez a vevőnél alkalmazott inter-carrir demoduláció esetén a hang torzításához vezethet. Látható, hogy a hang minősége abban az esetben javítható, ha növeljük az offset-et (lásd az 1. megjegyzést a 12. Táblázathoz). A súlyozott S/N értéke kb. 8 dB-vel növelhető, ha 20/12-es offset-et alkalmazunk 8/12 helyett.

Különböző frekvencia távolságokra vonatkozó védelmi viszony görbéket tartalmaz a 13. Táblázat azokban az esetekben, amikor a hasznos jel interferál zavaró CW vagy FM hang jellel. Ilyen esetben a negatív modulált kép jelből 2 dB-t le kell vonni, zavaró AM modulált jel esetén 4 dB-t hozzá kell adni.

12. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony, ha a hasznos hangjel interferál analóg vagy digitális hang jellel és a frekvencia különbség 0 Hz

A hasznos jelre vonatkozó védelmi viszony (dB)		Zavaró jel			
A hasznos hangjel		FM/CW	AM	NICAM	T-DAB
FM	T	32	36	17	12
	C	39	43	27	20
AM	T	49	53	37	33
	C	56	60	44	40
NICAM B/G rendszer	T	10	12	12	11
	C	11	13	13	12
NICAM I rendszer	T				
	C				

1. Megjegyzés Néhány esetben precíziós offset mellett a hang védelmi viszony követelmény nagyobb lehet, mint a képre vonatkozó védelmi viszony. Ilyen esetekben a frekvencia offset növelésével csökkenthető a hangra vonatkozó védelmi viszony követelmény, a videó jelre vonatkozó védelmi viszony változatlan marad.

13. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony, ha a hasznos hangjel interferál CW vagy FM hang jellel

A hasznos jelre vonatkozó védelmi viszony (dB)		A zavaró és a hasznos jel közötti frekvencia különbség (kHz)			
		0	15	50	250
FM	T	32	30	22	-6
	C	39	35	24	-6
AM	T	49	40	10	-7
	C	56	50	15	12
NICAM	T	10	10	10	5
	C	11	11	11	6

1. Megjegyzés Kívánatos, hogy 10 kHz és 25 kHz esetén is meghatározzuk a védelmi viszonyt, tekintettel a 8/12 és a 20/12 offsetre.

14. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony, ha a hasznos hangjel interferál T-DAB jellel

Hasznos hang jel		A zavaró T-DAB és a hasznos hangvivő közötti különbség (MHz)		
		0	0,75	1,0
FM	T	12	12	-8
	C	20	20	0
AM	T	33	33	13
	C	40	40	20
NICAM	T	11	11	-9
	C	12	12	-8

4 Troposzférikus és folytonos interferencia

A védelmi viszony tervezése során eldöntendő kérdés, hogy adott körülmények között az interferencia troposzférikus vagy folytonos. A döntés érdekében a zavaró térerősséget a mindkét esetre ki kell számolni.

A zavaró térerősség folyamatos interferencia esetén

$$E_C = E(50,50) + P + A_C$$

A zavaró térerősség troposzférikus interferencia esetén

$$E_T = E(50,t) + P + A_T$$

ahol

$E(50,t)$	Az interferáló adó zavaró térerőssége (dB(mV/m)), 1 kW ERP-re normalizálva, az idő 1 %-ban
P	A zavaró adó ERP-je (dB (1 kW))
A	A védelmi viszony (dB)
C és T	A folyamatos és a troposzférikus interferencia indexe

Az interferencia abban az esetben tekintendő folyamatosnak, ha $E_C > E_T$. Más-szóval, A_C -t abban az esetben kell használni, ha

$$E(50,50) + A_C > E(50,t) + A_T$$

feltétel teljesül.

5 Különböző offset feltételek

A szükséges védelmi viszony alapvetően a hasznos és a zavaró adó vivőfrekvenciájának viszonyától és tűrésük mértékétől függ. A legnagyobb védelmi viszonyra abban az esetben van szükség, ha az egyik vagy mindkét vivőfrekvencia ellenőrizetlen.

Kisebb interferencia és ezzel együtt kisebb védelmi viszonyra van szükség nem-precíziós offset esetén. Nem-precíziós offset esetén a videó jel spektrum struktúrájából következően lehetőség van a vivő eltolására a sorfrekvencia félével vagy harmadával, valamint ezek egészszámú többszörösével. Hosszúidejű stabilitás (interferencia stabilitás), abban az esetben várható, ha a hasznos és a zavaró adó frekvencia különbsége $\square 500$ Hz-en belül van.

A félkép videó spektruma további lehetőséget rejt magában a precíziós offset alkalmazásával. A legkisebb védelmi viszonyra precíziós offset esetén van szükség, amennyiben a hasznos és a zavaró jel frekvencia tűrése $\square 1$ Hz-en belül van.

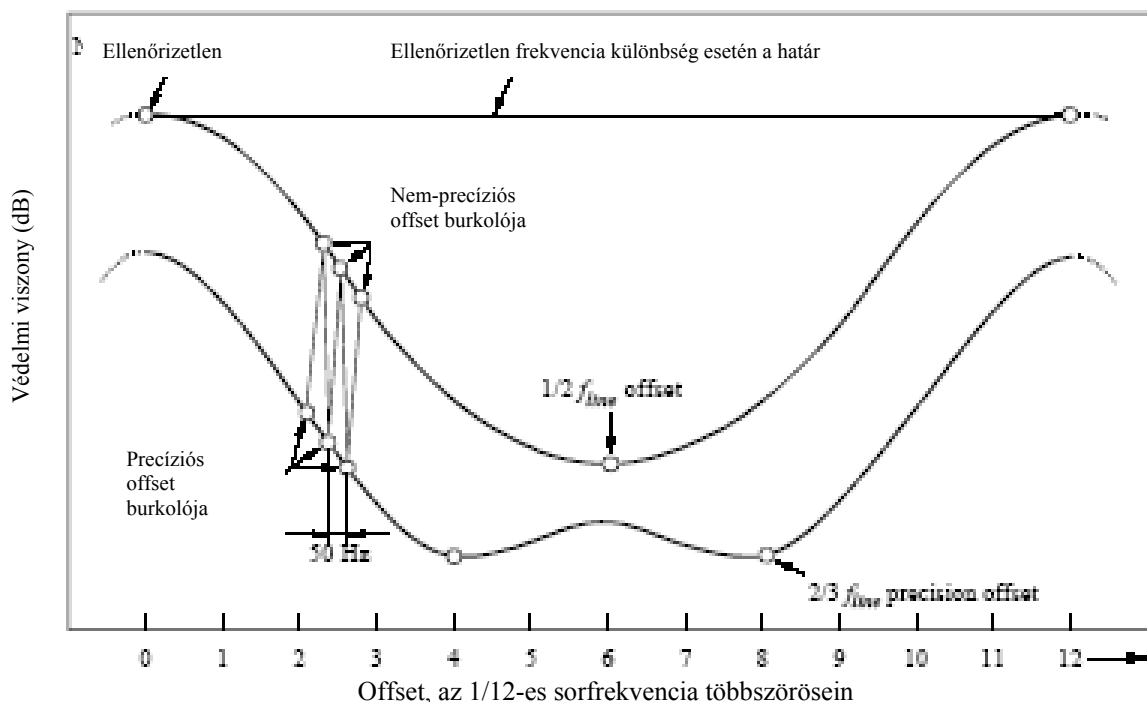
A védelmi viszony görbe alakulását $0/12f_{sor}$ és $12/12 f_{sor}$ közötti offset esetén a 6. ábra tartalmazza. A védelmi görbe ciklikus, a szaggatott vonal jelzi (alul és felül) a ciklus folytatását. Hasonló görbével jellemezhető a világosság, a $\square 3$ MHz-es tartományban.

Az ábra tartalmazza a precíziós és a nem-precíziós offsetre vonatkozó védelmi görbét. Precízebben, a két görbe a védelmi viszony változások burkolója, a védelmi viszony pedig a két görbe közötti tartományban változik.

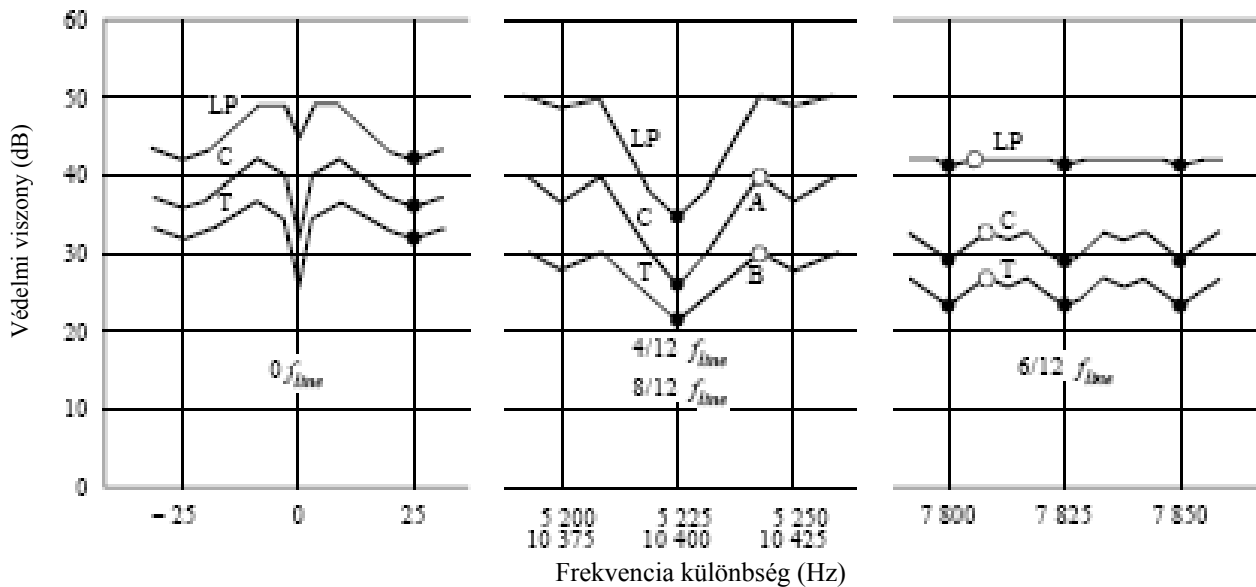
A védelmi viszony alakulása a 625 soros rendszerben, a $0/12$, $4/12$ és a $6/12f_{sor}$ környezetében.

A leglényegesebb offset pozíciókra vonatkozó ($0/12$, $4/12$ és a $6/12f_{sor}$) védelmi viszony görbéket a 7. ábra tartalmazza. Mindegyik ábra tartalmazza a troposzférikus, a folytonos és az észrevehetőség határára vonatkozó interferencia görbét.

A fehér és a fekete pontok a nem-precíziós és a precíziós offsetet jelzik. A referencia, minőségromlási pontokat szintén tartalmazza 7. ábra.



6. ábra Áttekintő védelmi viszony görbék különböző offset pozíciókra



Görbék jelölése: T Troposzférikus interferencia
 C Folytonos interferencia
 LP Észrevehetőség határa

A: Folytonos interferencia referencia pont
 B: Troposzférikus interferencia referencia pont

○ Nem-precíziós offset
 ● Precíziós offset

7. ábra Pontos védelmi viszony görbék különböző offset pozíciókra

6 A precíziós offset frekvenciái

A precíziós offset lehetséges frekvenciáit, a sorfrekvencia $1/12$ részének többszörös frekvenciái környezetében, a 15. Táblázat tartalmazza. A világosság jel frekvencia tartománya 25 Hz-re végződik a $6/12 f_{sor}$ frekvenciáig, itt lehet 100 Hz is, míg a továbbiakban 100 Hz-re végződnek. A $6/12 f_{sor}$ esetén azért van két lehetőség (7 800 vagy 7 825 Hz), mert ennél a pontnál a spektrumvonalak szimmetrikusak és az amplitúdójuk azonos. A táblázatban az offset frekvencia a sorfrekvencia tizenketted részével van kifejezve.

További frekvenciakijelölési lehetőség az offset pozíció környezetében az 50 Hz egészszámú többszöröse és a 15 625 Hz egészszámú többszörösének különbsége. A precíziós offset mindig a hasznos és a zavaró jel frekvenciájának valós különbségére és nem az adó névleges vivő frekvenciájára vonatkozik.

Amennyiben a hasznos és a zavaró vivő frekvencia különbsége meghaladja a 15. Táblázatban közölt normalizált tartományt, akkor azt ki kell vonni a 15 625 egészszámú többszöröséből.

15. Táblázat

Offset (A sorfrekvencia 1/12 részének a többszöröse)	Precíziós offset frekvencia (Hz)		
	Világosság tartomány	Színtartomány	
		PAL	SECAM
0	25	5	0
1	1 325	1 305	1 302
2	2 625	2 605	2 604
3	3 925	3 905	3 906
4	5 225	5 205	5 208
5	6 525	6 505	6 510
6	7 800 vagy 7 825	7 810	7 812
7	9 100	9 115	9 115
8	10 400	10 420	10 417
9	11 700	11 720	11 719
10	13 000	13 020	13 021
11	14 300	14 320	14 323
12	15 600	15 630	15 625

*

VHF/UHF-sávokban üzemelő digitális földfelszíni televízió szolgálatok tervezési kritériumai, az ITU-R BT.1368-6 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 174–230 MHz; 470–862 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Földfelszíni analóg televízió-műsorszórás (174–230 MHz; 478–862 MHz sávokban). Földfelszíni digitális műsorszórás (174–230 MHz; 470–862 MHz sávokban).

A szabályozás célja

A védelmi viszony, a minimális térerősség valamint további tervezési követelmények meghatározása a földfelszíni televízió szolgálatok frekvencia tervezéséhez, a Magyar Köztársaságban bevezetésre kerülő földfelszíni digitális videó műsorszórás (Digital Video Broadcasting-Terrestrial **DVB-T**) vonatkozásában.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, zavarvédelmi kritériumok

1. Frekvenciagazdálkodási követelmények

Fogalom meghatározások

Rádiófrekvenciás védelmi viszony: a vevő bemenetén a venni kívánt és a venni nem kívánt jel decibelben kifejezett viszonyának minimális értéke.

Digitális jel referencia szintje: a csatorna sávszélességében kisugárzott jel teljesítményének négyzetes középértéke (RMS). A venni kívánt jel védelmi viszonyát -60 dBm vevő bemenő teljesítmény mellett kell mérni.

Analóg kép-modulált jel referencia szintje: a modulált képvivő burkoló csúcsának négyzetes középértéke (RMS). A venni kívánt jel védelmi viszonyát -39 dBm [70 dB(\square V) 75 Ω -on] vevő bemenő teljesítmény mellett kell mérni.

A jel vételéhez szükséges minimális térerősség vagy bemenőjel

A minimális térerősség és a minimális közepes térerősség az alábbiak szerint számítható.

$$\begin{aligned}
 P_n &= F + 10 \log (k T_0 B) \\
 P_{s \min} &= C/N + P_n \\
 A_a &= G + 10 \log (1.64 \lambda^2 / 4 \pi) \\
 \varphi_{\min} &= P_{s \min} - A_a + L_f \\
 E_{\min} &= \varphi_{\min} + 120 + 10 \log (120 \pi) \\
 &= \varphi_{\min} + 145.8 \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_l && \text{épület tető szinten állandóhelyű} \\
 &&& \text{vétel esetén} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_l + L_h && \text{hordozható kültéri és mozgó vétel} \\
 &&& \text{esetén} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_l + L_h + L_b && \text{hordozható beltéri és kézben} \\
 &&& \text{hordozható mozgó vétel esetén} \\
 \\
 C_l &= \mu \cdot \sigma_t \\
 \sigma_t &= \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}
 \end{aligned}$$

ahol

P_n	vevő bemenő zaj teljesítménye (dBW)
F	vevő zaj száma (dB)
k	Boltzmann állandó $k = 1.38 \times 10^{-23}$ (J/K)
T_0	abszolút hőmérséklet ($T_0 = 290$ (K))
B	vevő zaj sáv szélessége ($B = 7.61 \times 10^6$ (Hz))
$P_{s \min}$	vevő minimális bemenő teljesítménye (dBW)
C/N	a vevő bemenetén szükséges rádiófrekvenciás S/N (dB)
A_a	effektív antenna felület (dBm ²)
G	antenna nyereség a félhullámú dipólhoz viszonyítva (dBd)
λ	hullámhossz (m)
φ_{\min}	minimális teljesítmény sűrűség (PFD) a vétel helyén (dB(W/m ²))
L_f	tápvonal veszteség (dB)
E_{\min}	ekvivalens minimális térerősség a vétel helyén (dB(μV/m))
E_{med}	minimális ekvivalens közepes térerősség (tervezési szint) (dB(μV/m))
P_{mmn}	ipari zajra tartalék (dB)
L_h	magasság veszteség (a föld felszín felett 1,5 m) (dB)
L_b	épület vagy gépjármű csillapítás (dB)
C_l	hely korrekciós faktor (dB)
σ_t	az összes standard szórás (dB)

- σ_m makró környezet standard szórása [$\sigma_m = 5.5$ (dB)]
- σ_b épület standard szórása (dB)
- μ eloszlási tényező: 0,52 □ 70%-ra; 1,28 □ 90%-ra; 1,64 □ 95%-ra és 2,33 □ 99%-ra.

A minimális térerősségek DVB-T rendszerű földfelszíni digitális televízió állandóhelyű vételére esetén

Az 1.2. pontban ismertetett eljárással számított minimális térerősség értékeket az 1.2.1. Táblázat tartalmazza 8 MHz-es DVB-T rendszer esetén.

1.2.1. Táblázat

Frekvencia (MHz)	200			550			700		
Különböző védőtartományú rendszerek ¼-hez képest System variant guard interval 1/4	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3	QPSK 2/3	16-QAM 2/3	64-QAM 2/3
Vevő zaj szám F (dB)	5	5	5	7	7	7	7	7	7
Vételi vivő/zaj arány ⁽¹⁾ (C/N) (dB)	8	14	20	8	14	20	8	14	20
Tápvonal veszteség A_f (dB)	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Antenna nyereség G (dB)	5	5	5	10	10	10	12	12	12
Minimális térerősség állandóhelyű vételre E_{min} (dB(μ V/m)) ⁽²⁾	27	33	39	33	39	45	35	41	47

⁽¹⁾ Rice csatornára

⁽²⁾ 1.2 pont szerint számított értékek

A minimális közepes térerősség mozgó DVB-T vételére esetén

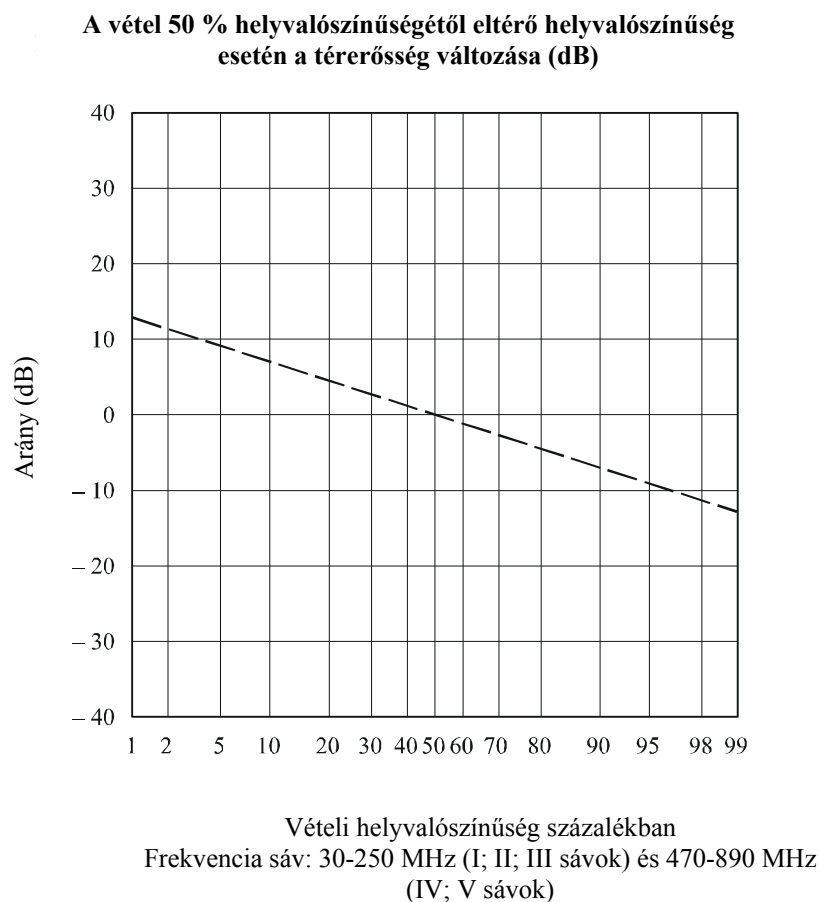
A minimális közepes térerősség az 1.2 pontban ismertetett eljárás szerint számítható. Mozgó vétel esetén a számításokat 99%-os hely valószínűségekre kell elvégezni. A számításokhoz szükséges bemenő adatokat az 1.2.3 pont tartalmazza.

További tervezési tényezők

A térerősség hely szerinti eloszlása

Várható, hogy a digitális televízió térerősségének hely szerinti eloszlása nem egyezik meg az analóg televízió jel eloszlásával, ezért az analóg rendszerre jellemző eredmények nem alkalmazhatók a digitális rendszerre. A digitális és az analóg esetre az ITU-R P. 1546 Ajánlás tartalmazza a normál (standard) eloszlást különböző frekvenciasávok esetén.

A digitális VHF és az UHF sávú terjedési vizsgálatok eredményét az 1.2.1. ábra tartalmazza 5,5 dB standard szórás esetén. Az eredmény felhasználható 50 %-tól eltérő hely valószínűségű terjedési előrejelzésre (lásd ITU-R P. 1546 Ajánlást is).



1.2.1. ábra

Vétel hordozható berendezéssel épületen belül és gépjárműben

Magasság korrekció (L_H)

Az ITU-R P.1546 Ajánlás tartalmazza - a vétel környezetére jellemző terep viszonyok figyelembevételével - adott vevőantenna föld feletti magasság esetén a térerősség görbéket. A minimális vevőantenna magasság 10 méter, de városi környezetben a referencia antenna magasság

20 méter, nagyvárosi környezetben 30 méter, külvárosi területen 10 méter, tenger feletti terjedés esetén 10 méter. A referencia magasságtól eltérő vételi antenna magasság esetén korrekciót kell alkalmazni az Ajánlásban leírt eljárás szerint.

Épület csillapítás (L_b)

Az épület csillapítás alapvetően az épület anyagától, valamint a rádiófrekvenciás jel belépési szögétől függ. További figyelembeveendő körülmény, hogy a vétel a helyiség utca felőli oldalánál, vagy attól távolabb van. Az épület csillapítás definíció szerint: adott magasságban az épületen belüli térerősség és ugyanazon magasságban az épületen kívüli térerősség dB-ben kifejezett különbsége. Egzakt matematikai módszer az épület csillapítás meghatározására nem áll rendelkezésre, az ITU-R P.679 Ajánlás tartalmaz tipikus épületekre statisztikai adatokat az 500 MHz-5 GHz frekvencia tartományban. Épületen belüli vétel esetén, az UHF sávban három minőségi osztályra, a csillapításra és a normál szórásra vonatkozó statisztikai adatokat az 1.2.2. Táblázat tartalmazza.

1.2.2. Táblázat

Épületen belüli vétel esetén elérhető minőség	Közepes épület csillapítás (dB)	Normál szórás (dB)
Kiváló	7	5
Közepes	11	6
Gyenge	15	7

Néhány példa az épületekre és az épületen belül elérhető vétel minőségére.

Kiváló

- Külvárosi, családi házas környezet, nem színezett (fényvédő anyag nélküli) üveggel.
- Városi környezetben, a szoba az épület külső falánál.

Közepes

- Városi környezetben, a szoba az épület külső falánál, színezett üveggel.
- Városi környezetben, a szoba az épületen belül helyezkedik el.

Gyenge

- Irodaház belső helysége.

Gépjármű csillapítás (L_v)

Gépjárművön belüli vétel esetén figyelembe veendő a jármű fémházának a csillapítása, az UHF sávban tipikus értéke 6 dB (cellás rádióhálózat tervezés tapasztalati adata).

Zavarvédelmi kritériumok

Általános követelmények

Venni kívánt földfelszíni digitális televízió rendszer

A földfelszíni digitális televízió rendszerek védelmi viszonyának meghatározásánál, a folyamatos és a troposzférikus interferenciát is figyelembe kell venni (1.1.3.7. pontot). A védelmi viszony, a venni kívánt földfelszíni digitális televízió rendszer sáv-közép frekvenciájára vonatkozik, és azokban az esetekben alkalmazható amikor a venni kívánt és a venni nem kívánt jel nincs szinkronizálva, illetve nem azonos programot tartalmaznak.

DVB-T rendszer esetén a védelmi viszonyt a belső és a külső kódolás között, a Reed Solomon dekódolás előtt kell mérni $BER = 2 \cdot 10^{-4}$ esetén, ami megfelel az MPEG-2 demultiplexer bemenetén $BER < 1 \cdot 10^{-11}$ hibarányoknak. A mérések számának csökkentése érdekében javasolt, hogy az 1.3.1. Táblázatban közölt módokra történjenek a mérések.

1.3.1. Táblázat

Javaslat a DVB-T módok esetén, a preferált védelmi viszony mérésekre

Moduláció	Kódolási arány	$C/N^{(1)}$ (dB)	Bit sebesség ⁽²⁾ (Mbit/s)
QPSK	2/3	6.9	≈ 7
16-QAM	2/3	13.1	≈ 13
64-QAM	2/3	18.7	≈ 20

(1) Az érték Gaussi csatornára vonatkozik (a tipikus alkalmazás túrését is tartalmazza) $BER < 1 \cdot 10^{-11}$ hibarány esetén.

(2) A védőtartomány 1/4.

Venni kívánt földfelszíni analóg televízió rendszerek

Analóg földfelszíni televízió rendszerben, a kép-jelre vonatkozó védelmi viszony mérésénél preferált eljárás a szubjektív összehasonlítás, szinuszos interferáló jel mellett.

A védelmi viszonyt általában egy zavaró jelre vonatkozóan értelmezzük. Ettől eltérő feltétel is kiköthető, amikor a védelmi viszonyt troposzférikus interferenciára vonatkoztatjuk és ami közelítőleg megfelel a kissé zavaró feltételnek. Az interferencia elfogadható mértékű, amennyiben csak az idő kis százalékában van jelen, értéke nincs precízen definiálva, általában elfogadható, ha rövid ideig az idő 1%-10%-ban van jelen. Nagyobb védelmi viszonyra van szükség, ha a zavaró jel gyakorlatilag fading mentes, ebben az esetben folyamatos interferenciát kell feltételezni.

Amennyiben a venni kívánt jel analóg televízió jel, akkor a védelmi viszonyt minimum a kép és a hang jelre kell megvizsgálni és a kettő közül a szigorúbb követelménnyel kell számolni a védelmi viszonyt. Tervezésnél figyelembe veendő, hogy ha a venni kívánt jel nagy szintű, akkor nagyobb védelmi viszonyal kell számolni a vevő nemlineáris karakterisztikája miatt. A referencia

minőségromlás szintje, 625 soros rendszerben azonos csatornán 30 dB-40 dB védelemnek felel meg, ha az offset 2/3 sorkfrekvencia. Mind troposzférikus, mind folyamatos interferencia esetén, a minőségi skálán a 3-as érték megfelel a kissé zavaró, a 4-es érték az észrevehető de nem zavaró feltételnek.

DVB-T digitális televízió rendszerek tervezési követelménye a VHF/UHF sávban

A venni kívánt DVB-T földfelszíni digitális televízió jel védelmi viszonyait, különböző interferencia körülményekre, az 1.3.2. – 1.3.18. Táblázatok tartalmazzák

DVB-T földfelszíni digitális televízió jel védelme interferáló földfelszíni digitális DVB-T jellel szemben

1.3.2. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB), DVB-T jel interferál DVB-T jellel

Moduláció	Kódolási arány	Gaussi csatorna	Rice csatorna	Rayleigh csatorna
QPSK	1/2	5	6	8
QPSK	2/3	7	8	11
16-QAM	1/2	10	11	13
16-QAM	2/3	13	14	16
16-QAM	3/4	14	15	18
64-QAM	1/2	16	17	19
64-QAM	2/3	19	20	23
64-QAM	3/4	20	21	25

A táblázat három típusú - Gaussi, Rice, Rayleigh - csatornára tartalmazza a védelmi viszonyt. Állandóhelyű és hordozható berendezés vételi körülményeit a Rice és a Rayleigh csatorna reprezentálja. Hasonló védelmi viszonyal kell számolni 6 MHz, 7 MHz és 8 MHz csatorna sáv szélességű DVB-T rendszer esetén, értéke a táblázatban közölt adatok körül változik kis mértékben.

Egymást átfedő csatornákra vonatkozóan nem áll rendelkezésre mérési eredmény. Amennyiben a venni kívánt és a venni nem kívánt csatorna frekvencia különbsége kisebb mint 1 MHz, akkor a védelmi viszony (Protection Ratio **PR**) a következő kifejezés szerint határozható meg:

$$PR \approx CCI \cdot 10 \lg(BO/BW)$$

ahol

CCI azonos csatornás védelmi viszony

BO a DVB-T csatornák átfedésének sáv szélessége (MHz)

BW a venni kívánt jel sáv szélessége (MHz)

PR \approx -30 dB amennyiben a fenti kifejezéssel számított $PR < -30$ dB.

1.3.3. Táblázat

Védelmi viszony (dB), ha DVB-T jel interferál alsó (N-1) és felső (N+1) szomszéd csatornás DVB-T jellel

Csatorna	$N - 1$	$N + 1$
Védelmi viszony (dB)	-30	-30

A táblázat adatait kell alkalmazni mind folyamatos, mind troposzférikus interferencia esetén. Az értékek arra az esetre vonatkoznak, amikor mind a venni kívánt mind a venni nem kíván jel csatorna sávszélessége megegyezik. Ettől az esettől eltérő csatorna sávszélességekre vonatkozó követelményeket még tanulmányozni kell.

DVB-T földfelszíni digitális televízió interferál analóg földfelszíni televízióval

Védelmi viszony (dB) azonos csatornás interferencia esetén

1.3.4. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony 7 MHz és 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, ha az interferáló analóg televízió jele nem-ellenőrzött (frekvencia offset nem meghatározott)

Moduláció	Kódolási arány	Gaussi csatorna	Rice csatorna	Rayleigh csatorna
QPSK	1/2	-12		-12
QPSK	2/3	-8		-8
QPSK	3/4	-4		
QPSK	5/6	3		
QPSK	7/8	9		
16-QAM	1/2	-8		-8
16-QAM	2/3	-3		3
16-QAM	3/4	0		5
16-QAM	5/6	9		
16-QAM	7/8	16		
64-QAM	1/2	-3		3
64-QAM	2/3	3		6
64-QAM	3/4	9		15
64-QAM	5/6	15		
64-QAM	7/8	20		

Megjegyzés

A PAL/SECAM rendszerre vonatkozó adat, a következő hangvivő módokra vonatkozik:

- Monofonikus FM egy hangvivővel, a hangvivő szintje -10 dB-vel van a képvivő szintje alatt.
- Kettős FM és FM+NICAM két hangvivővel, a hangvivők szintje -13 dB valamint -20 dB a képvivő alatt.
- AM+NICAM két hangvivővel -10 dB és -27 dB

Mérési eredmények szerint az értékek mind 2k mind 8k módra alkalmazhatók.

A mérési eredmények ciklikus változást mutatnak, amikor a DVB-T és a venni nem kívánt analóg jel frekvencia különbsége megegyezik a kódolt ortogonális frekvencia osztásos multiplex (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex **COFDM**) jel vivőinek különbségével. A közölt adatok konzervatívak, de reprezentálják a jelenlegi vevők frekvencia offset viselkedését. Amennyiben precíziós offsetet alkalmazunk a COFDM jel és az interferáló analóg TV jel között, akkor az a védelmi viszonyt max. 3 dB-vel megnövelheti. A megkövetelt frekvencia stabilitás az analóg rendszerek precíziós offsetjénél alkalmazott ± 1 Hz.

Hiányoznak a 6 MHz-es DVB-T rendszerre vonatkozó adatok, mert nem áll rendelkezésre megfelelő számú mérési eredmény.

Védelmi viszony interferáló alsó szomszédos (N-1) csatornára

1.3.5. Táblázat

Alsó szomszéd csatornás (N-1) védelmi viszony (dB) 7 MHz és 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló analóg televízió jel hangot is tartalmaz (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni kívánt jel		Venni nem kívánt jel					
Moduláció	Kódolási arány	PAL B	PAL G, B1	PAL I	PAL D, K	SECAM L	SECAM D, K
QPSK	1/2		-44				
QPSK	2/3	-44	-44				
16-QAM	1/2		-43	-43			
16-QAM	2/3	-42	-42				
16-QAM	3/4		-38				
64-QAM	1/2		-40	-38			
64-QAM	2/3	-35	-35	-34		-35	-37
64-QAM	3/4		-32				

A táblázat adatai állandóhelyű és hordozható vétel esetén alkalmazhatók.

Védelmi viszony (dB) interferáló felső szomszédos (N+1) csatornára

1.3.6. Táblázat

Felső szomszéd csatornás (N+1) védelmi viszony (dB) 7 MHz és 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló jel analóg televízió (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni kívánt jel		Venni nem kívánt jel
Moduláció	Kódolási arány	PAL/SECAM
QPSK	2/3	-47
16-QAM	2/3	-43
64-QAM	2/3	-38

Védelmi viszony (dB) interferáló egymást átfedő csatornára

1.3.7. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló átfedő hangot tartalmazó PAL B jel (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: PAL B analóg TV rendszer	Venni kívánt jel: DVB-T, 8 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3												
Δf (MHz)	-9,75	-9,25	-8,75	-8,25	-6,75	-3,95	-3,75	-2,75	-0,75	2,25	3,25	4,75	5,25
Védelmi viszony	-37	-14	-8	-4	-2	1	3	3	3	2	-1	-29	-36

A Δf frekvencia különbség: az analóg televízió képvivő frekvenciája mínusz a DVB-T jel középfrekvenciája.

1.3.8. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 7 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló átfedő hangot tartalmazó 7 MHz sávszélességű analóg TV jel (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: 7 MHz analóg TV rendszer	Venni kívánt jel: DVB-T, 7 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3													
Δf (MHz)	-9,25	-8,75	-8,25	-7,75	-6,25	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	1,75	2,75	4,25	4,75
Védelmi viszony	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

A Δf frekvencia különbség: az analóg televízió képvivő frekvenciája mínusz a DVB-T jel középfrekvenciája.

1.3.9. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 7 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló átfedő hangot tartalmazó 8 MHz sávszélességű analóg TV jel (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: 8 MHz analóg TV rendszer	Venni kívánt jel: DVB-T, 7 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3													
Δf (MHz)	-10,25	-9,75	-9,25	-8,75	-7,25	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	1,75	2,75	4,25	4,75
Védelmi viszony	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

A Δf frekvencia különbség: az analóg televízió képvivő frekvenciája mínusz a DVB-T jel középfrekvenciája.

1.3.10. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló átfedő hangot tartalmazó 8 MHz sávszélességű analóg TV jel (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: 8 MHz analóg TV rendszer	Venni kívánt jel: DVB-T, 8 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3													
Δf (MHz)	-10,75	-10,25	-9,75	-9,25	-7,75	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	2,25	3,25	4,75	5,25
Védelmi viszony	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

A Δf frekvencia különbség: az analóg televízió képvivő frekvenciája mínusz a DVB-T jel középfrekvenciája.

Földfelszíni digitális DVB-T televízió jel védelme folyamatos vivő (CW) vagy FM jellel szemben

1.3.11. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB) 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló jel folyamatos vivő vagy FM vivő (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: folyamatos vivő vagy FM vivő	Venni kívánt jel: DVB-T, 8 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3						
Δf (MHz)	-12	-4,5	-3,9	0	3,9	4,5	12
Védelmi viszony	-38	-33	-3	-3	-3	-33	-38

1.3.12. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB) 7 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló jel folyamatos vivő vagy FM vivő (nem-ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: folyamatos vivő vagy FM vivő	Venni kívánt jel: DVB-T, 7 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3						
Δf (MHz)	-10,5	-4,0	-3,4	0	3,4	4,0	10,5
Védelmi viszony	-38	-33	-3	-3	-3	-33	-38

A táblázat védelmi viszonyai keskenysávú interferáló jel esetén alkalmazhatók, pl. analóg hangfrekvenciás, vagy egyéb nem műsorszóró szolgálat esetén.

1.3.13. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB) 7 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló jel folyamatos vivő (ellenőrzött frekvencia offset)

Venni nem kívánt jel: folyamatos vivő	Venni kívánt jel: DVB-T, 7 MHz, 64-QAM, kódolási arány 2/3						
Δf (MHz)	-8	-4	-3	0	3	4	8
Védelmi viszony	-48	-41	-8	-9	-6	-39	-48

A táblázat védelmi viszonyai keskenysávú interferáló jel esetén alkalmazhatók, pl. analóg hangfrekvenciás, vagy egyéb nem műsorszóró szolgálat esetén. Megjegyzendő, hogy a védelmi viszony pontos értéke az OFDM jel és az interferáló folyamatos vivő közötti frekvencia különbség függvényében ciklikus változást mutat. A táblázat adatai az optimális offset esetére vonatkoznak.

Földfelszíni digitális DVB-T televízió jel védelme T-DAB jellel szemben

1.3.14. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB) 7 MHz és 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló jel T-DAB

Venni kívánt jel: DVB-T		Védelmi viszony
Moduláció	Kódolási arány	
QPSK	1/2	10
QPSK	2/3	12
QPSK	3/4	14
16-QAM	1/2	15
16-QAM	2/3	18
16-QAM	3/4	20
64-QAM	1/2	20
64-QAM	2/3	24
64-QAM	3/4	26
64-QAM	7/8	31

A táblázatban közölt DVB-T jelre vonatkozó védelmi viszonyok, a T-DAB-tól származó legrosszabb interferencia esetre vonatkoznak

1.3.15. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB) 7 MHz és 8 MHz sávszélességű DVB-T jelre, az interferáló T-DAB jel az alsó (N-1) vagy a felső (N+1) szomszédos csatornán

Csatorna	$N - 1$	$N + 1$
Védelmi viszony	-30	-30

A DVB-T jel védelme, a műsorsugárzástól eltérő szélessávú jellel szemben

Védelmi viszony DVB-T jelre, az interferáló állandóhelyű szolgálattal szemben

1.3.16. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 8 MHz sávszélességű - 64 QAM és 2/3 kódolási arányú - DVB-T jelre, az interferáló állandóhelyű szolgálattal szemben

Δf (MHz)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
Védelmi viszony (dB)	-45	-27	1	4	1	-27	-45

Δf a középfrekvenciák különbsége.

Az interferáló jel további jellemzői:

- Moduláció: 2-FSK
- Sávszélesség: 750 kHz (3 dB)

Védelmi viszony DVB-T jelre, az interferáló CDMA jellel szemben

A táblázatok adatai arra az esetre vonatkoznak, amikor a CDMA rendszer egy csatornája interferál a DVB-T-vel.

1.3.17. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 8 MHz sávszélességű - 64 QAM és 2/3 kódolási arányú - DVB-T jelre, az interferáló CDMA-1X jellel szemben

Δf (MHz)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
Védelmi viszony (dB)	-38	-20	-3	10	-3	-20	-38

Δf a középfrekvenciák különbsége.

Az interferáló jel további jellemzői:

- Moduláció: QPSK
- Sávszélesség: 1,25 MHz (99 %)

1.3.18. Táblázat

Védelmi viszony (dB) 8 MHz sávszélességű - 64 QAM és 2/3 kódolási arányú - DVB-T jelre, az interferáló CDMA-3X jellel szemben

Δf (MHz)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
Védelmi viszony (dB)	-38	8	13	18	13	8	-38

Δf a középfrekvenciák különbsége.

Az interferáló jel további jellemzői:

- Moduláció: QPSK
- Sávszélesség: 4 MHz (99 %)

Venni kívánt földfelszíni analóg televízió jel védelmi viszonya, a venni nem kívánt interferáló földfelszíni digitális DVB-T jellel szemben. (A 625 soros televízió rendszer - a venni kívánt jel analóg képjel - védelme, földfelszíni DVB-T digitális televízió jellel szemben)

Az 1.3.19. – 1.3.26. Táblázatok a venni kívánt 625 soros analóg televízió jelek védelmi viszonyát tartalmazzák a DVB-T digitális televízió jellel szemben.

A fejezetben ismertetett védelmi követelmények (védelmi viszonyok) azokra az esetre vonatkoznak, amikor

- a venni kívánt analóg jel képvivőjében interferál a venni nem kívánt DVB-T digitális jel,
- a venni nem kívánt DVB-T jel spektrumon kívüli csillapítása 40 dB.

Védelem azonos csatornás interferenciával szemben

1.3.19. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg képjelre, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 8 MHz-es jellel szemben

Venni kívánt jel: analóg rendszer	Venni nem kívánt jel: DVB-T, 8 MHz	
	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
B, D, D1, G, H, K/PAL	34	40
I/PAL	37	41
B, D, K, L/SECAM	35	41

1.3.20. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg képjelre, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 7 MHz-es jellel szemben

Venni kívánt jel: analóg rendszer	Venni nem kívánt jel: DVB-T, 7 MHz	
	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
B/PAL, B/SECAM	35	41

Védelem az alsó szomszéd csatornás interferenciával szemben

1.3.21. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg képjelre, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 7 MHz-es és 8 MHz-es – alsó szomszéd csatornás - jellel szemben

Venni kívánt jel: analóg rendszer	Venni nem kívánt jel: DVB-T, 7 MHz vagy 8 MHz (alsó szomszéd csatorna)	
	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
B, D, D1, G, H, I, K/PAL	-9	-5
B, D, K, L/SECAM	-5	-1

Védelem a felső szomszéd csatornás interferenciával szemben

1.3.22. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg képjelre, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 7 MHz-es és 8 MHz-es – felső szomszéd csatornás - jellel szemben

Venni kívánt jel: analóg rendszer	Venni nem kívánt jel: DVB-T, 7 MHz vagy 8 MHz (felső szomszéd csatorna)	
	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
PAL és SECAM	-8	-5

Védelem tükörcsatornás interferenciával szemben

1.3.23. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg képjelre, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 8 MHz-es – tükörcsatornás - jellel szemben

Venni kívánt analóg rendszer	Venni nem kívánt DVB-T csatorna	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
D1, G/PAL	N 9	-19	-15
I/PAL	N 9		
L/SECAM ⁽¹⁾	N 9	-24	-22
D, K/SECAM ⁽¹⁾	N 8, N 9	-16	-11
D, K/PAL	N 8, N 9		

⁽¹⁾ Ideiglenes adat, tanulmányozás alatt van.

1.3.24. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg képjelre, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 7 MHz-es – tükörcsatornás - jellel szemben

Venni kívánt analóg rendszer	Venni nem kívánt DVB-T csatorna	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
B/PAL	N 10, N 11	-22	-18

Védelem egymást átfedő csatornák interferenciája esetén

1.3.25. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg B; D; D1; G; H; K/PAL képjelre*, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 7 MHz-es – átlapoló csatornás - jellel szemben

A venni nem kívánt DVB-T jel középfrekvenciája mínusz a venni kívánt analóg televízió jel képvivő frekvenciája (MHz)	Védelmi viszony	
	Troposzférikus interferencia	Folyamatos interferencia
-7,75	-16	-11
($N - 1$) -4,75	-9	-5
-4,25	-3	4
-3,75	13	21
-3,25	25	31
-2,75	30	37
-1,75	34	40
-0,75	35	41
(N) 2,25	35	41
4,25	35	40
5,25	31	38
6,25	28	35
7,25	26	33
8,25	6	12
($N + 1$) 9,25	-8	-5
12,25	-8	-5

* Hasonló adatok vonatkoznak a SECAM rendszerekre. Az adatok tanulmányozás alatt vannak.

1.3.26. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg B; D; D1; G; H; K/PAL képjelre*, az interferáló venni nem kívánt DVB-T 8 MHz-es – átlapoló csatornás - jellel szemben

A venni nem kívánt DVB-T jel középfrekvenciája mínusz a venni kívánt analóg televízió jel képvivő frekvenciája (MHz)	Védelmi viszony	
	Troposzférikus interferencia ⁽¹⁾	Folyamatos interferencia ⁽¹⁾
-8,25	-16	-11
(N - 1) -5,25	-9	-5
-4,75	-4	3
-4,25	12	20
-3,75	24	30
-3,25	29	36
-2,25	33	39
-1,25	34	40
(N) 2,75	34	40
4,75	34	39
5,75	30	37
6,75	27	34
7,75	25	32
8,75	5	11
(N + 1) 9,75	-8	-5
12,75	-8	-5

* Hasonló adatok vonatkoznak a SECAM rendszerekre. Az adatok tanulmányozás alatt vannak.

⁽¹⁾ A troposzférikus és a folyamatos interferenciára vonatkozó adatok az 1.3.25. Táblázat adatai alapján számított adatok.

Védelmi viszony venni kívánt analóg földfelszíni televízió hang jelre, az interferáló venni nem kívánt földfelszíni digitális DVB-T televízió jelekkel szemben

A 1.3.27. – 1.3.29 Táblázatok a venni kívánt televízió FM, AM és NICAM hang vivőjének védelmi viszonyát tartalmazzák, az interferáló venni nem kívánt földfelszíni digitális televízió jellel szemben. Mindegyik védelmi viszony a venni kívánt televízió hang vivőjére vonatkozik, a referencia szint a modulálatlan hang vivő RMS értéke.

A hang minősége troposzférikus interferencia esetén a minőségi skálán 3, folyamatos interferencia esetén 4.

A referencia S/N_S FM jelre:

- 40 dB troposzférikus esetben (közelítően 3-as érték a minőségi skálán)
- 48 dB folyamatos esetben (közelítően 4-es érték a minőségi skálán)

A referencia S/N_S érték, az S/N súlyozott csúcstól-csúcsig mért értéke az ITU-R BS.468 és az ITU-R BS.412 Ajánlások szerint.

A referencia FM hang jelszintje megfelel a ± 50 kHz maximális frekvencia löketnek.

A referencia BER digitális NICAM hang jelre:

- $BER=1 \cdot 10^{-4}$ troposzférikus esetben (közelítően 3-as érték a minőségi skálán)
- $BER=1 \cdot 10^{-5}$ folyamatos esetben (közelítően 4-es érték a minőségi skálán)

Abban az esetben, ha két hangvivő kerül kisugárzásra, akkor külön-külön kell figyelembe venni a hangvivőket. Multiplex hang moduláló jel nagyobb védelmet igényel.

1.3.27. Táblázat

Azonos csatornás védelmi viszony (dB) a venni kívánt analóg hang jelre, az interferáló földfelszíni digitális DVB-T televízió jellel szemben

A venni kívánt hang jelre vonatkozó védelmi viszony		Venni nem kívánt jel	
		DVB-T 7 MHz	DVB-T 8 MHz
Venni kívánt hang jel			
FM	Troposzférikus esetben	6	5
	Folyamatos esetben	16	15
AM	Troposzférikus esetben	21	20
	Folyamatos esetben	24	23
NICAM PAL B/G	Troposzférikus esetben	5	4
	Folyamatos esetben	6	5
NICAM System I	Troposzférikus esetben		
	Folyamatos esetben		
NICAM System L	Troposzférikus esetben	12	11
	Folyamatos esetben	13	12

1.3.28. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt FM hang jelre, az interferáló DVB-T 7 MHz-es – átlapoló csatornás - jellel szemben

		A DVB-T jel 3 dB-es pontjához tartozó frekvencia mínusz a hangvivő frekvenciája						
A DVB-T jel frekvenciája az FM vivő frekvenciához viszonyítva	A venni kívánt hang jelre vonatkozó védelmi viszony	-500 kHz	-250 kHz	-50 kHz	0.0 kHz	50 kHz	250 kHz	500 kHz
DVB-T jel FM alatt	Troposzférikus esetben	0	0	0	5	5	6	6
	Folyamatos esetben	9	9	9	14	14	15	16
DVB-T jel FM felett	Troposzférikus esetben	5	5	4	3	-9	-22	-32
	Folyamatos esetben	15	15	14	12	-6	-16	-27

Megjegyzések

- A védelmi viszony értékek arra az esetre vonatkoznak, ha a venni nem kívánt DVB-T jel spektrumon kívüli csillapítása 40 dB.
- A táblázat adatai tanulmányozás alatt vannak.

1.3.29. Táblázat

Védelmi viszony (dB) a venni kívánt AM hang jelre, az interferáló DVB-T 8 MHz-es – felső szomszéd csatornás – különböző frekvencia offsetű jellel szemben

A venni kívánt hang jelre vonatkozó védelmi viszony	A DVB-T jel középfrekvencia mínusz a hangvivő frekvenciája		
	Negatív offset-el	Offset nélkül	Pozitív offset-el
	4,250 – 0,166 MHz = 4.084 MHz	4,250 MHz	4,250 + 0,166 MHz = 4.416 MHz
Troposzférikus esetben	-1	-2	-4
Folyamatos esetben	1	0	-2

Védelmi viszony T-DAB jelre, az interferáló venni nem kívánt földfelszíni digitális televízió jellel szemben

1.3.30. Táblázat

Védelmi viszony (dB) T-DAB jelre, az interferáló DVB-T 8 MHz-es jellel szemben

64-QAM, kódolási arány 2/3									
$\Delta f^{(1)}$ (MHz)	-5	-4,2	-4	-3	0	3	4	4,2	5
Védelmi viszony	-50	-1	0	1	1	1	0	-1	-50

⁽¹⁾ Δf : a DVB-T közép frekvenciája mínusz a T-DAB jel közép frekvenciája

1.3.31. Táblázat

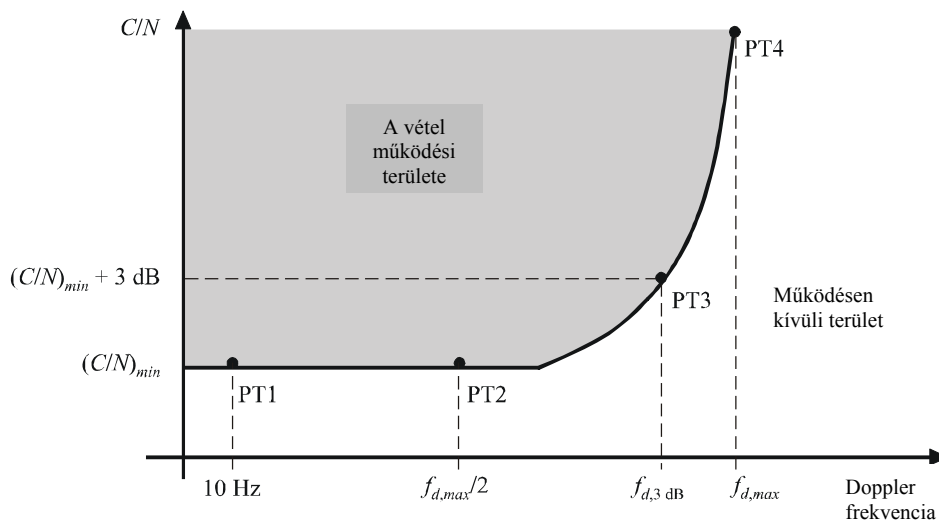
Védelmi viszony (dB) T-DAB jelre, az interferáló DVB-T 7 MHz-es jellel szemben

64-QAM, kódolási arány 2/3									
$\Delta f^{(1)}$ (MHz)	-4,5	-3,7	-3,5	-2,5	0	2,5	3,5	3,7	4,5
Védelmi viszony	-49	0	1	2	2	2	1	0	-49

⁽¹⁾ Δf : a DVB-T közép frekvenciája mínusz a T-DAB jel közép frekvenciája

Mozgó vétel esetén a szükséges átlagos C/N

Adott DVB-T vétel esetén a minőséget, az átlagos C/N értéket a Doppler frekvencia határozza meg, lásd az 1.3.1. ábrát.



1.3.1.ábra

Mozgó vétel esetén, az átlagos C/N-hez tartozó Doppler frekvencia a $(C/N)_{\min} + 3$ dB (az ábrán ez az érték megfelel a minimálisan szükséges C/N-nek), és a maximális Doppler frekvencia határ (sebesség határ) adatokat az 1.3.32. – 1.3.33. Táblázatok tartalmazzák. Az átlagos C/N érték – $(C/N)_{\min} + 3$ dB – megfelelő érték a minimálisan szükséges térerősség számításához. Az 1.3.32. Táblázat adatai diverziti nélküli vételre vonatkoznak, az 1.3.33. Táblázat tartalmaz adatokat diverziti vétel esetén. Tipikusan városi környezetben a csatorna jellemzőit az 1.3.34. Táblázat tartalmazza. Minőségi követelmény (szubjektív kiesési pont - Subjective Failure Point **SFP**), hogy a téves (hibás) másodpercek aránya (Erroneous Seconds Ratio **ESR**) $ESR=5\%$, és a csomag hiba arány (Packet Error Ratio **PER**) $PER=1*10^{-4}$.

1.3.32 Táblázat

Mozgó vétel esetén diverzití nélkül, az átlagosan szükséges C/N, sebesség határ

Védő tartomány = 1/32			2k						8k					
			Sebesség F_d -nél, 3 dB (km/h)									Sebesség F_d -nél, 3 dB (km/h)		
Moduláció	Bit arány (Mbit/s)	Kódolási arány	C/N_{min} (dB)	$F_{d,max}$ (Hz)	F_d értéke $C/N_{min}+3$ dB -nél	200 MHz	500 MHz	800 MHz	C/N_{min} (dB)	$F_{d,max}$ (Hz)	F_d értéke $C/N_{min}+3$ dB -nél	200 MHz	500 MHz	800 MHz
QPSK	6.03	1/2	13.0	318	259	1 398	559	349	13.0	76	65	349	140	87
QPSK	8.04	2/3	16.0	247	224	1 207	483	302	16.0	65	53	286	114	71
16-QAM	12.06	1/2	18.5	224	182	985	394	246	18.5	59	47	254	102	64
16-QAM	16.09	2/3	21.5	176	147	794	318	199	21.5	41	35	191	76	48
64-QAM	18.10	1/2	23.5	141	118	635	254	159	23.5	35	29	159	64	40
64-QAM	24.13	2/3	27.0	82	65	349	140	87	27.0	24	18	95	38	24

1.3.33. Táblázat

Mozgó vétel esetén diverzitível, az átlagosan szükséges C/N, sebesség határ

Védő tartomány = 1/32			2k						8k					
			Sebesség F_d -nél, 3 dB (km/h)									Sebesség F_d -nél, 3 dB (km/h)		
Moduláció	Bit arány (Mbit/s)	Kódolási arány	C/N_{min} (dB)	$F_{d,max}$ (Hz)	F_d értéke $C/N_{min}+3$ dB -nél	200 MHz	500 MHz	800 MHz	C/N_{min} (dB)	$F_{d,max}$ (Hz)	F_d értéke $C/N_{min}+3$ dB -nél	200 MHz	500 MHz	800 MHz
QPSK	6.03	1/2	7.0	560	518	2 795	1 118	699	7.0	140	129	699	280	175
QPSK	8.04	2/3	10.0	494	447	2 414	966	604	10.0	129	106	572	229	143
16-QAM	12.06	1/2	12.5	447	365	1 969	788	492	12.5	118	94	508	203	127
16-QAM	16.09	2/3	15.5	353	294	1 588	635	397	15.5	82	71	381	152	95
64-QAM	18.10	1/2	17.5	282	235	1 271	508	318	17.5	71	59	318	127	79
64-QAM	24.13	2/3	21.0	165	129	699	280	175	21.0	47	35	191	76	48

1.3.34. Táblázat

Tipikusan városi környezetben, DVB-T mozgó vétel esetén, a szükséges átlagos C/N méréséhez a csatorna jellemzők

Sorszám	Késleltetés (μs)	Teljesítmény (dB)	Doppler típusa
1	0	-3	Rayleigh
2	0.2	0	Rayleigh
3	0.5	-2	Rayleigh
4	1.6	-6	Rayleigh
5	2.3	-8	Rayleigh
6	5	-10	Rayleigh

A bit arány értéke megfelel a legrövidebb 1/32 védő tartománynak, ami a Doppler hatás szempontjából kritikus érték. Várható, hogy a védő tartomány növelésével a maximális sebesség csökken. Például 1/4-es védőtartomány esetén a maximális Doppler ($f_{d \max}$) csökken kb. 85 %-al. A vétel minősége, speciálisan mozgó vételre tervezett berendezésekkel javítható.

Troposzférikus és folytonos interferencia

A védelmi viszony tervezésekor meghatározandó, hogy a vételi körülmények alapján a figyelembeveendő interferencia troposzférikus vagy folytonos, ezért meghatározandó a zavaró térerősség mindkét esetre. Definíció szerint az a zavaró térerősség az interferáló térerősségek közül, amelyik a nagyobb és ez veendő figyelembe a védelmi viszony számításakor.

A zavaró térerősség folytonos interferencia esetén:

$$E_C \square E(50, 50). P. A_C$$

A zavaró térerősség troposzférikus interferencia esetén:

$$E_T \square E(50, t). P. A_T$$

ahol

$E(50, t)$ az interferáló adó térerőssége (dB(□V/m)), 1 kW-ra normalizálva, és az idő $t\%$ -ban meghaladott érték

P az interferáló adó ERP-je (dB(1 kW))

A védelmi viszony (dB)

C és T a folyamatos és a troposzférikus interferencia jelölése.

Folytonos interferencia veendő figyelembe a védelmi viszony számításakor, amikor a folytonos interferencia alapján számított térerősség nagyobb mint a troposzférikus interferenciára számított térerősség ($E_C \square E_T$).

A_C értéket kell használni minden olyan esetben, amikor

$$E(50, 50). A_C \square E(50, t). A_T$$

feltétel teljesül.

2. Rádióberendezés vevő jellemzők, vevő zaj szám

Gépjárműbe épített vevő zajszáma 5 dB. Kisebb zajszám érhető el, ha az antenna közvetlenül az első erősítőre van csatlakoztatva, közbenső csatlakozó nélkül.

3. Rádió vevőantenna jellemzők

Hordozható és mozgó vevőantenna nyereség

Antennák hordozható vételre

Az antenna nyereségek szórásának meghatározása érdekében, különböző típusú antennák esetén történt mérés. Tipikus antenna nyereségeket a 3.1.1. Táblázat tartalmazza.

3.1.1. Táblázat

Antenna nyereség (dBd) hordozható vételre

Frekvencia sáv	Nyereség (dBd)
VHF Band III	-2
UHF Band IV	0
UHF Band V	0

Nincs polarizációs elválasztásra (diszkriminációra) vonatkozó követelmény.

Antennák kézben hordozható vevőkészülékekhez

Kisméretű, kézben hordozható végberendezések antennái integrálva vannak a végberendezésbe, ebből következik, hogy méretük a hullámhosszhoz képest rövid. Jelenleg, antenna tervezési szempontból a legproblémásabb az UHF sáv alsó tartománya. Az UHF sáv három frekvenciájára, a 3.1.2. Táblázat tartalmaz adatokat, közbenső frekvenciákra az antenna nyereség lineáris interpolarizációval határozható meg.

3.1.2. Táblázat

Antenna nyereség (dBd) kézben hordozható vételre

Frekvencia (MHz)	Nyereség (dBd)
474	-12
698	-9
858	-7

Általában nincs polarizációs elválasztásra (diszkriminációra) vonatkozó követelmény, valamint a horizontális síkban az antenna körsugárzó karakterisztikájú.

Antenna mozgó vételre

Gépjármű esetén a gyakorlatban $\frac{1}{4} \lambda$ hosszú rúdantenna használatos (a jármű fém felülete a tükröző felület). A beeső hullám szögétől függően, az antenna nyeresége, az antenna elhelyezésétől függ. Passzív antennák várható nyereségére tartalmaz adatot a 3.1.3. Táblázat.

3.1.3. Táblázat

Antenna nyereség (dBd) mozgó vételre

Frekvencia sáv	Nyereség (dBd)
VHF Band III	-5
UHF Band IV	-2
UHF Band V	-1

Polarizációs elválasztás (diszkrimináció) elvileg 4 dB és 10 dB között változik az antenna elhelyezésétől függően.

Iránypontosság

Háztartásban alkalmazott vevőantennák irányítottságára és a polarizációs diszkriminációjára vonatkozó információkat az ITU-R BT.419 Ajánlás tartalmazza.

*

Rádiófrekvenciás csatornaelrendezések a 2 és a 4 GHz-es sávban működő rádiórelé rendszerek részére, az ITU-R F.382-7 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 3 800–4 200 MHz

RAT szerinti rádió alkalmazás: 4 GHz-es sávú pont-pont közötti, digitális és analóg rádió-összeköttetések.

A szabályozás célja

A 4 GHz-es tartományban alkalmazott átviteli kapacitásokhoz 140 Mbit/s (PDH) vagy 155 Mbit/s (SDH) a csatornaképzési szabály egységesítése oly módon, hogy egyazon nyomvonalon analóg és digitális rendszerek is üzemelhessenek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

1.1 A preferált csatorna elrendezés, 6 db előre és 6 db visszirányú csatornát tartalmaz a kiosztás szerinti sávban (lásd: 3. ábra). A névleges csatorna frekvenciák számítási módja MHz-ben:

A sáv alsó felében: $f_n \approx f_0 - 208,29 n$

A sáv felső felében: $f'_n \approx f_0 + 208,29 n$

ahol: $n \approx 1, 2, 3, 4, 5$ vagy 6
 $f_0 = 4 003,5$ MHz középfrekvencia választással

1.2 Az előre-irányú csatornákat mindig ugyanabból a fél sávból kell kiválasztani, hasonló módon a visszirányú csatornákat a másik fél sávból.

1.3 Abban az esetben, ha egy szakaszon belül, a szomszédos csatornák is felhasználásra kerülnek javasolt, hogy a szomszédos csatornák alternálón váltakozó polarizációt használjanak az

*

Rádiófrekvenciás csatornaelrendezések az alsó 6 GHz-es sávban működő nagykapacitású rádiórelé rendszerek részére, az

ITU-R F.383-7 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 5 925–6 425 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Alsó 6 GHz-es sávú pont-pont közötti digitális és analóg rádióösszeköttetések.

A szabályozás célja

Bizonyos modulációs technikák lehetővé teszik, hogy az 1 800 távbeszélő csatorna átvitelére definiált rádiófrekvenciás csatorna elrendezést, vagy PDH (140 Mbit/s) vagy SDH (155 Mbit/s) csatorna átvitelére használjuk. Ebben a digitális rádió rendszerben, gazdaságosan és megfelelő minőség mellett max. nyolc oda és nyolc vissz irányú csatornát kapcsolhatunk egyetlen antennára. További gyakori igény, hogy egyazon nyomvonalon az analóg és a digitális rendszerek egymás mellett működjenek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

1 A javasolt rádiófrekvenciás csatorna elrendezés nyolc előre és nyolc vissz irányú csatornáig, amelyek mindegyike analóg csatorna 1 800 távbeszélő csatornára berendezve, vagy digitális 140 Mbit/s vagy 155 Mbit/s SDH (lásd a 3. Megjegyzést) adatátviteli sebességű jel átvitelére alkalmas, és az alsó 6 GHz-es sávban üzemel. A csatorna elrendezés az 1. ábrán látható és az alábbiak szerint képezhető:

Legyen

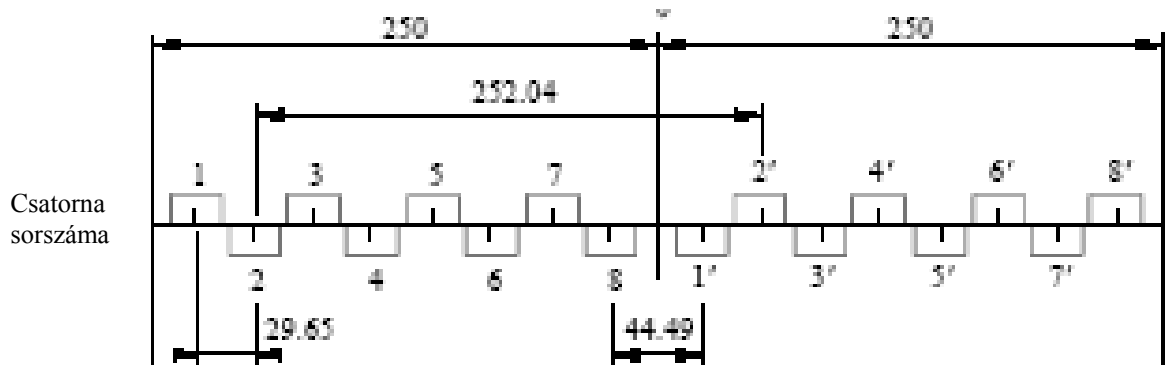
f_0 az elfoglalt frekvenciasáv közép frekvenciája (MHz),
 f_n az alsó félsávban egy rádiócsatorna közép frekvenciája (MHz)
 f'_n a felső félsávban egy rádiócsatorna közép frekvenciája (MHz)

A csatornák egyedi frekvenciáját a következőképpen határozzuk meg:

$$\begin{array}{lll} \text{a sáv alsó felében} & f_n = f_0 - 259,45 + 29,65 n & [\text{MHz}] \\ \text{a sáv felső felében} & f'_n = f_0 - 7,41 + 29,65 n & [\text{MHz}] \end{array}$$

ahol

$$\begin{array}{l} n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \text{ vagy } 8 \\ f_0 = 6\,175,0 \text{ MHz.} \end{array}$$



1. ábra

- Egy szakaszon belül, az előreirányú csatornákat a sáv egyik, a visszirányú csatornákat a sáv másik felében kell elhelyezni.
- Egy szakaszon belül az előre- és a visszirányú csatornák javasolt polarizációja az alábbi:

	Előre	Vissza
H(V)	1 3 5 7	2' 4' 6' 8'
V(H)	2 4 6 8	1' 3' 5' 7'

A következő alternatív polarizáció elrendezés is megengedett

	Előre	Vissza
H(V)	1 3 5 7	1' 3' 5' 7'
V(H)	2 4 6 8	2' 4' 6' 8'

- Közös adó – vevő antenna és kettős polarizáció használata esetén, maximum négy csatornát kapcsolva egy antennára javasolt, hogy a csatorna frekvenciákat mindkét félsávban $n = 1, 3, 5,$ és 7 vagy mindkét félsávban $n = 2, 4, 6,$ és 8 szerint válasszuk ki.

1. Megjegyzés Analóg rádió relé rendszerek 1. ábra szerinti csatornaelrendezése esetén a preferált középfrekvencia 70 MHz (lásd ITU-R F.403 Ajánlást). A 74,12965 MHz frekvencia szintén használható középfrekvenciaképpen analóg rádiórelé rendszerekben, mert ez

lehetővé teszi, hogy egy 14,82593 MHz frekvenciájú közös oszcillátorral állítsuk elő az összes csatorna frekvenciát.

2. Megjegyzés Egy antennára, a preferált polarizáció elrendezés esetén, hét előre és hét vissz irányú csatorna kapcsolható, egy irányon belül, alternáló polarizáció alkalmazása esetén nyolc előre és nyolc vissz irányú csatorna kapcsolható egy antennára.

3. Megjegyzés A bruttó adatátviteli-sebesség, beleértve a túlcsoordulást is, 5 %-al vagy nagyobb mértékben meghaladja a nettó értéket.

*

Rádiófrekvenciás csatornaelrendezések a felső 6 GHz-es sávban működő közepes és nagykapacitású analóg és digitális rádiórelé rendszerek részére, az

ITU-R F.384-7 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 6425–6700 MHz, 6700–7075 MHz, 7075–7125 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Felső 6 GHz-es sávú pont-pont közötti digitális rádióösszeköttetések.

A szabályozás célja

A digitális modulációs technika bizonyos típusai (lásd: ITU-R F.1101 Ajánlás) lehetővé teszik, hogy a 2 700 távbeszélő csatorna átvitelére definiált rádiófrekvenciás csatorna elrendezést PDH (140 Mbit/s) vagy SDH (155 Mbit/s) csatorna átvitelére használjuk. Ilyen rádió rendszerekben, gazdaságosan és megfelelő minőség mellett max. nyolc oda és nyolc visszirányú csatornát kapcsolhatunk egyetlen antennára.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

1.1 A javasolt rádiófrekvenciás csatorna elrendezés nyolc előre és nyolc visszirányú csatornáig, amelyek mindegyike 2 700 távbeszélő csatorna, vagy PDH (140 Mbit/s) vagy SDH (155 Mbit/s) (lásd a 2. Megjegyzést) adatátviteli sebességű jel átvitelére alkalmas, és a felső 6 GHz-es sávban üzemel, az alábbiak szerint képezhető:

Legyen

f_0 az elfoglalt frekvenciasáv középfrekvenciája (MHz) (a javasolt középfrekvenciától az Igazgatások megállapodás alapján eltérhetnek).

f_n az alsó sávban egy rádiócsatorna középfrekvenciája (MHz)

f'_n a felső sávban egy rádiócsatorna középfrekvenciája (MHz)

A csatorna egyedi frekvenciáját a következőképpen határozzuk meg:

$$\begin{array}{lll} \text{a sáv alsó felében} & f_n = f_0 - 350 + 40 n & [\text{MHz}] \\ \text{a sáv felső felében} & f_n = f_0 - 10 + 40 n & [\text{MHz}] \end{array}$$

$$\text{ahol} \quad n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \text{ vagy } 8$$

1.2 Egy szakaszon belül, az előreirányú csatornákat a sáv egyik, a visszirányú csatornákat a sáv másik felében kell elhelyezni.

1.3 Ugyanazon félsávban, az egymás melletti csatornákat alternáló polarizációval kell használni.

1.4 Közös adó–vevő antenna használata esetén, maximum négy csatornát kapcsolva egy antennára javasolt, hogy a csatorna frekvenciákat vagy a páros, vagy a páratlan sorszámúakból válasszuk ki, úgymint:

$$n = 1, 3, 5, \text{ és } 7 \text{ mindkét félsávban}$$

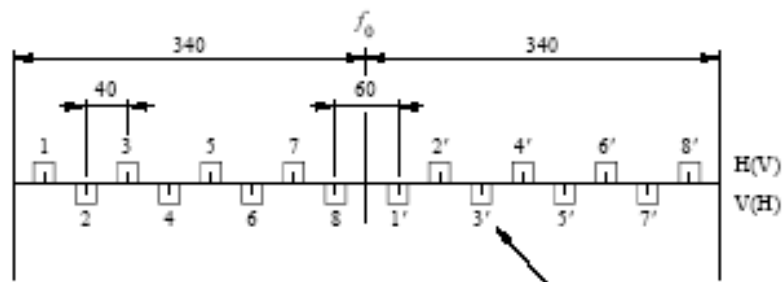
vagy

$$n = 2, 4, 6, \text{ és } 8 \text{ mindkét félsávban (lásd a 3. Megjegyzést)}$$

1.5 A javasolt rádiófrekvenciás polarizáció elrendezés egy lehetséges módját az 1. ábra tartalmazza.

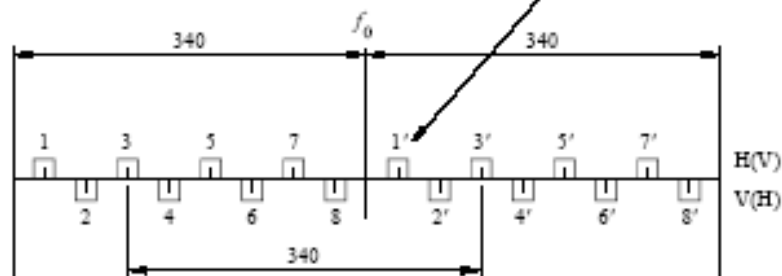
1.6 A digitális rádió relé rendszerek részére is használható csatorna elrendezés az 1a) vagy az 1b) ábrából származtatható.

1.7 A javasolt közép frekvencia $f_0 = 6\,770$ MHz.



a) Csatorna elrendezés kettős polarizációjú antennához (l: 3. megjegyzést)

Csatorna szám



b) Csatorna elrendezés egyszeres polarizációjú antennához, vagy közös Tx/Rx kettős polarizációjú antennához (l: 3. megjegyzést)

1. abra

1. Megjegyzés Amennyiben követelmény, a csatorna elrendezés lehetővé teszi, hogy minden helyi oszcillátor frekvenciáját egy közös oszcillátorból származtassuk.

2. Megjegyzés A bruttó adatátviteli-sebesség, beleértve a túlcsondulást is, 5 %-al vagy nagyobb mértékben meghaladja a nettó értéket.

3. Megjegyzés Egy antennára, az 1.a) ábrán látható csatorna elrendezés használható hét előre és hét vissz irányú csatorna esetén. Az 1.b) csatorna elrendezés, és a kedvezőbb antenna karakterisztika nagyobb elválasztást biztosít az adási és vételi csatornák között, ezért lehetőség van nyolc előre és vissz irányú csatorna használatára.

*

Rádiófrekvenciás csatornaelrendezések a 11 GHz-es sávban működő rádiórelé rendszerek részére, az ITU-R F.387-9 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 10,7–11,7 GHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: ITU-R F.387-9 Ajánlás 1. ajánlási pont 11 GHz-es sávú pont-pont közötti digitális rádióösszeköttetések.

A szabályozás célja

A 11 GHz-es frekvencia tartományban, 1 800 távbeszélő csatorna átvitelére definiált rádiófrekvenciás analóg rádió relé, vagy PDH (140 Mbit/s) vagy SDH (155 Mbit/s) csatorna átvitelére alkalmas, a felhasználási területre átlagosan jellemző csapadék függvényében. A rendelkezésre álló 1 000 MHz-es sáv szélesség lehetővé teszi, hogy gazdaságosan max. tizenkét oda és tizenkét visszirányú csatornát kapcsoljunk közös antennára.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

1 Preferált RF csatorna elrendezés 12 előre és 12 visszirányú csatorna részére, a 11 GHz-es frekvencia tartományban működő digitális rádiórelé rendszerek (PDH vagy SDH) részére (lásd 1. ábrát):

Legyen

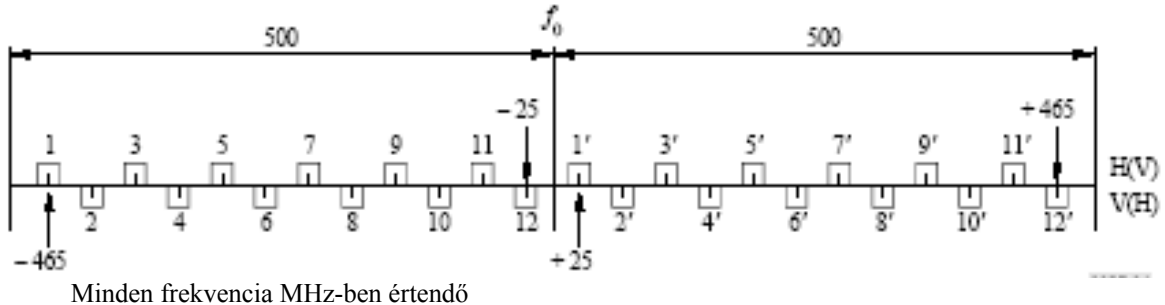
f_0 az elfoglalt frekvenciasáv közép frekvenciája (MHz),
 f_n az alsó félsávban egy rádiócsatorna közép frekvenciája (MHz)
 f'_n a felső félsávban egy rádiócsatorna közép frekvenciája (MHz)

A csatornák egyedi frekvenciáját a következőképpen határozzuk meg:

a sáv alsó felében $f_n = f_0 - 505 + 40 n$ [MHz]
a sáv felső felében $f'_n = f_0 - 15 + 40 n$ [MHz]

ahol

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, \text{ vagy } 12$$
$$f_0 = 11\,200 \text{ MHz.}$$



1. ábra

2 Egy szakaszon belül, az előreirányú csatornákat a sáv egyik, a visszirányú csatornákat a sáv másik felében kell elhelyezni.

1. Megjegyzés A bruttó adatátviteli-sebesség, beleértve a túlcsondulást is, 5 %-al vagy nagyobb mértékben meghaladja a nettó értéket.

2. Megjegyzés Az 1. és a 12' sorszámú csatorna (15 MHz-es védősávval a sávhatárok irányába) nem alkalmas frekvencia-kijelölés nagykapacitású rádiórendszerek részére 25-30 MBd adatátviteli sebesség esetén.

3. Megjegyzés A 12. és az 1.' csatorna, 50 MHz-es csatorna távolsággal (azonos szakaszon belül) általában csak külön antennára kapcsolható. Erősen csapadékos időben, a scatter szórással miatti interferencia léphet fel a 12. és az 1.' csatornák között.

*

Rádiófrekvenciás csatornaelrendezések a 15 GHz-es sávban működő vezeték nélküli állandóhelyű rendszerek részére, az ITU-R F.636-3 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 14,5–14,774 GHz, 14,923–15,194 GHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: 15 GHz-es sávú állandó telephelyű, pont-pont közötti, digitális rádióösszeköttetések.

A szabályozás célja

A 14,4-15,35 GHz-es sávban, 14 MHz-es csatornaosztással homogén frekvencia raszter készíthető. Az alap raszterből különböző sáv szélességű frekvencia raszter egyszerű módon származtatható, azonban kívánatos, hogy a különböző csatorna távolságú rendszerek együttműködjenek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

1.1 Javasolt 28 MHz-es csatornaosztás közepes kapacitású, digitális rádió-összeköttetések részére.

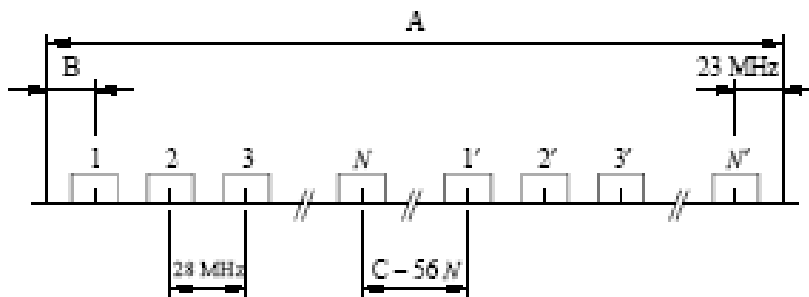
Csatornaképzési szabály:

$$\text{alsó félsáv} \quad f_n = f_r + a + 28n \quad [\text{MHz}]$$

$$\text{felső félsáv} \quad f_n' = f_r + 3\,626 - 28(N-n) \quad [\text{MHz}]$$

ahol $f_r = 11\,701$ MHz, a referencia frekvencia
 $a = 2\,786$ MHz
 $n = 1, 2, \dots, N$
 $N \leq 15$

A 15 GHz-es sávban, a 28 MHz-es csatornaosztásra és az $f_r = 11\,701$ MHz középfrekvenciára vonatkozó raszter terv az 1. ábrán látható.



A 14,5-15,35 MHz-es sávra: A=850 MHz; B=15MHz;C=868 MHz

1. ábra

1.2 Javasolt 14 MHz-es csatornaosztás közepes kapacitású, digitális rádió-összeköttetések részére.

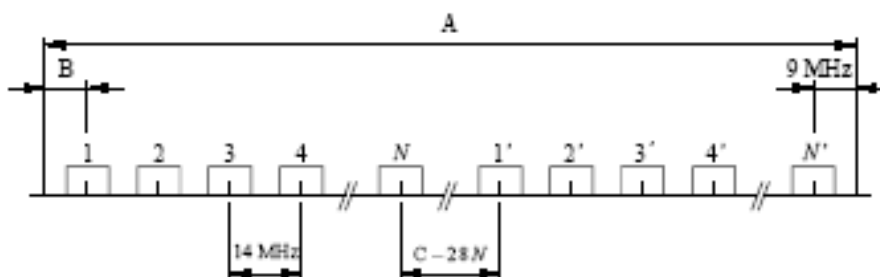
Csatornaképzési szabály:

$$\text{alsó félsáv} \quad f_n = f_r + a + 14n \quad [\text{MHz}]$$

$$\text{felső félsáv} \quad f_{n'} = f_r + 3\,640 - 14(N-n) \quad [\text{MHz}]$$

ahol $f_r = 11\,701$ MHz, a referencia frekvencia
 $a = 2\,800$ MHz
 $N \leq 30$

A 15 GHz-es sávban, a 14 MHz-es csatornaosztásra és az $f_r = 11\,701$ MHz középfrekvenciára vonatkozó raszter tervet a 2. ábra szemlélteti.



A 14,5-15,35 MHz-es sávra: A=850 MHz; B=15MHz;C=854 MHz

2. ábra

1.3 Amennyiben kisebb, 7 vagy 3,5 MHz-es kapacitású rádió csatornára van szükség, akkor

- azt az 1.2 pont csatorna elrendezésének 7 és 3,5 MHz-es, vagy 7 és 10,5 MHz-es eltolásával kaphatjuk meg, másrészt
- a 28 MHz-es csatorna elrendezéséből a következő szabály szerint képezhetjük

Csatornaosztás: 7 MHz

$$\text{alsó félsáv} \quad f_n = f_r + a + 28n + 7m \quad [\text{MHz}]$$

$$\text{felső félsáv} \quad f_n' = f_r + 3\,608,5 - 28(N-n) + 7m \quad [\text{MHz}]$$

ahol $f_r = 11\,701$ MHz, a referencia frekvencia
 $a = 2\,768,5$ MHz
 $N \leq 30$
 $n = 1, 2, \dots, 9$
 $m = 1, 2, 3, \text{ vagy } 4$

Csatornaosztás: 3,5 MHz

$$\text{alsó félsáv} \quad f_n = f_r + a + 28n + 7m \quad [\text{MHz}]$$

$$\text{felső félsáv} \quad f_n' = f_r + 3\,610,25 - 28(N-n) + 3,5m \quad [\text{MHz}]$$

ahol $f_r = 11\,701$ MHz, a referencia frekvencia
 $a = 2\,770,25$ MHz
 $N \leq 30$
 $n = 1, 2, \dots, 9$
 $m = 1, 2, 3, \dots, 8$

1.4 Az előreirányú csatornákat az egyik félsávból, a visszirányú csatornákat a másik félsávból kell kiválasztani.

1.5 Ahol lehetséges, használjunk horizontális és vertikális polarizációt mindegyik rádió-csatornán.

Abban az esetben, amikor közös adó és vevő antenna kerül felhasználásra, ne több mint a csatornák felét kapcsoljuk egy antennára oly módon, hogy a csatorna frekvenciák a páros vagy páratlan sorszámú csatornákból kerüljenek kiválasztásra.

1. Megjegyzés Annak érdekében, hogy csökkentsük az elfogadhatatlan minőség romlást a rádiórelé rendszerben, kevert csatorna elrendezés esetén körültekintően kell eljárni. Ez különösen igaz a 1.3 pontban leírt kis-kapacitású, valamint az 1.1 és az 1.2 pontban leírt közepes kapacitású rádiórelé esetén, amikor ezek térben egymáshoz közel helyezkednek el.

*

Rádiófrekvenciás csatornaelrendezések a 10 GHz-es sávban működő rádiórelé rendszerek részére, az ITU-R F.747 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 37–37,5 GHz, 37,5–37,926 GHz, 38,178–39,186 GHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: 38 GHz-es sávú állandó telephelyű, pont-pont közötti digitális rádióösszeköttetések.

A szabályozás célja

A 10,5 – 10,68 GHz-es frekvencia tartomány az állandóhelyű és a mozgószolgálat részére van kijelölve. Az Igazgatások a különböző felhasználásokhoz, különböző frekvencia terveket készítenek, a különböző felhasználások esetenként eltérő sávzélességet igényelnek. A kompatibilitás érdekében célszerű, hogy a különböző rádiófrekvenciás csatorna elrendezések, egy homogén alap raszterből származtassák a csatorna közép frekvenciákat.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények - csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

1 A 10,5 – 10,68 GHz-es tartományú frekvencia terv alapja egy homogén elrendezésű raszter-terv.

2 3,5 MHz-es csatorna távolsággal a homogén elrendezés a következőképpen határozható meg

$$f_n = f_r - 1\,200,5 + 3,5n \quad [\text{MHz}]$$

ahol a referencia frekvencia

$$f_r = 11\,701 \quad [\text{MHz}]$$

a csatorna sorszáma

$$1 \leq n \leq 50$$

(lásd 1. Megjegyzést)

3 1,25 MHz-es csatorna távolsággal a homogén elrendezés a következőképpen határozható meg

$$f_n = f_r - 1\,151 + 1,25n \quad [\text{MHz}]$$

ahol a referencia frekvencia

$$f_r = 11\,701 \quad [\text{MHz}]$$

a csatorna sorszáma

$$1 \leq n \leq 103$$

(lásd 2. Megjegyzést)

4 A csatorna távolság, a középő elválasztó sáv, az alsó és felső sávhatártól való távolság, a referencia frekvencia, valamint a további alosztályok vagy a rádiófrekvenciás csatorna kombinációk az Igazgatások egyedi szabályozásától függ, az alkalmazás és a csatorna kapacitás figyelembevételével.

1. Megjegyzés A 2. pont szerinti, homogén csatorna elrendezés

$$\text{Alsó félsáv} \quad f_n = f_r - 1\,204 + 7m \quad [\text{MHz}]$$

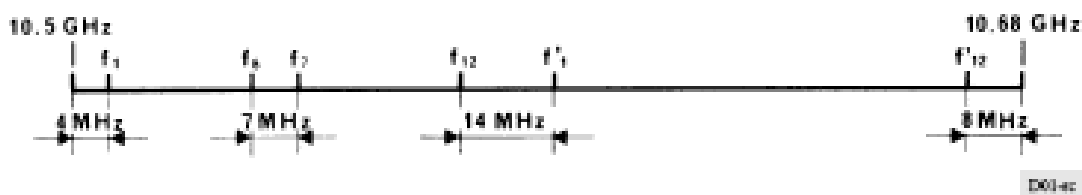
$$\text{Felső félsáv} \quad f'_n = f_r - 1\,113 + 7m \quad [\text{MHz}]$$

$m = 12$ esetén, 1-től 12 csatorna áll rendelkezésre mindkét félsávban.

a referencia frekvencia

$$f_r = 11\,701 \quad [\text{MHz}]$$

Az elrendezést az 1. ábra szemlélteti

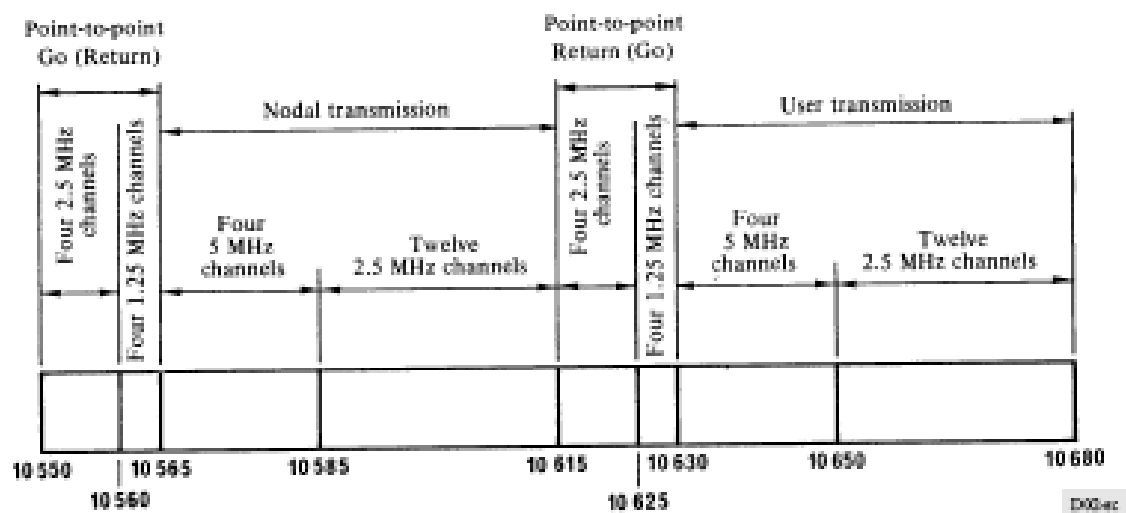


1. ábra

2. Megjegyzés A 3. pont szerinti, homogén csatorna elrendezésre (pont-pont és pont-többpont közötti összeköttetések részére, külön sávreszben) egy példát a 2. ábra tartalmaz. A különböző célú felhasználások részére két-két különböző csatorna elrendezés áll rendelkezésre:

- Pont-pont közötti összeköttetések részére 1,25 MHz és 2,5 MHz sáv szélességű csatornák.
- Digitális elektronikus üzenet szolgálat részére (digital electronic message service – DEMS) 2,5 MHz és 5,0 MHz sáv szélességű csatornák.

Elhatározástól függően minden rádiófrekvenciás csatorna tovább osztható az igényekhez igazodóan, a spektrum hatékony használata érdekében.



2. ábra

*

**A 2900–3100 MHz, 5470–5650 MHz, 9200–
9300 MHz, 9300–9500 MHz,
9500–9800 MHz frekvenciasávok
használata a rádió navigáció szolgálat
részére, az
ITU-R M.629 Ajánlás
alapján**

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 5470–5650 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Rádiólokátorok.

A szabályozás célja

Kompatibilitás biztosítása a hajó-fedélzeti radarok és az irányjelző radarok (racons) között a rádió-navigációs szolgálaton belül, a tengeri navigációs szolgálat védelme érdekében. A Nemzetközi Rádiószabályzat tiltja, hogy hajó-fedélzeti átjászók (transponders) üzemeljenek a következő frekvencia sávokban: 2900-2930 MHz, 2950-3100 MHz, 5480-5650 MHz és 9200-9280 MHz.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Zavarvédelmi kritériumok

1.1 A hajó-fedélzeti radarokat – a tengeri mozgószolgálat keretében – amennyire lehetséges úgy kell tervezni, hogy a navigáció biztonsága érdekében azok legyenek kompatibilisek az irányjelző radarokkal.

1.2 Az igazgatások vizsgálják felül a jelenlegi tiltást, aminek következtében a hajó-fedélzeti átjászók (transponders) nem üzemelhetnek a következő frekvencia sávokban: 2900-2930 MHz, 2950-3100 MHz, 5480-5650 MHz és 9200-9280 MHz, valamint határozzák meg amennyiben lehetséges, hogy technikai vagy üzemeltetési okok miatt ezt a tiltást a továbbiakban is fenn kell-e tartani.

*

A fedélzeti távközlés céljára igénybe vett berendezések műszaki jellemzői a 450 és 470 MHz közötti sávokban, az ITU-R M.1174-1 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 456–459 MHz, 465,16–470 MHz sávban a 457,525 MHz, 457,5375 MHz, 457,550 MHz, 457,5625 MHz, 457,575 MHz, 467,525 MHz, 467,5375 MHz, 467,550 MHz, 467,5625 MHz, 467,575 MHz frekvenciák

RAT szerinti rádióalkalmazás: Belvízi mozgószolgálat hajófedélzeti távközlésre szolgáló rádiótelefon alkalmazásai.

A szabályozás célja

A tengeri mozgószolgálat keretében, az RR S5.287 rendelkezése szerint, a fedélzeti távközlés céljára igénybe vett berendezések, 25 kHz-es és 12,5 kHz-es csatornaosztásának egységesítése a frekvencia sávban. A tengeri mozgószolgálatban, a fedélzeti távközlés adó- és vevő-berendezései, a 450 MHz–470 MHz-es frekvencia sávban feleljenek meg az egységesített követelményeknek.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

1 Frekvenciagazdálkodási követelmények

1.1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály, védősáv

- Amennyiben a hajó fedélzetén ismétlő (repeater) állomást kell alkalmazni, akkor az alábbi frekvencia párok használhatók (lásd: RR S5.288)

457.525 MHz és 467.525 MHz,
457.550 MHz és 467.550 MHz,
457.575 MHz és 467.575 MHz

- Az RR S5. 287 frekvenciái (lásd a nemzeti szabályozást is)

- 25 kHz-es csatornaosztás

457.525 MHz	467.525 MHz
457.550 MHz	467.550 MHz
457.575 MHz	467.575 MHz

- A 12,5 kHz-es csatornaosztásnak megfelelő frekvencián is üzemelő berendezések a következő frekvenciákat is használhatják:

457.5375 MHz	467.5375 MHz
457.5625 MHz	467.5625 MHz

- Az RR S5.287-nek megfelelő frekvenciák fedélzeti kommunikációra egyfrekvenciás szimplex és kétfrekvenciás szimplex módon használhatók.
- Duplex üzem esetén, a bázis adó-frekvenciáját az alsó sávból kell választani a kedvezőbb üzemeltetés érdekében.

1.2 Adásmód, moduláció

25 kHz-es csatornák

- Csak frekvencia moduláció használható, 6 dB/oktáv előkiemeléssel
- A hangfrekvenciás sáv határa: 3 000 Hz. (1. megjegyzés)

12,5 kHz-es csatornák

- Csak frekvencia moduláció használható, 6 dB/oktáv előkiemeléssel
- A hangfrekvenciás sáv határa: 2 600 Hz. (1. megjegyzés)

2. Rádióberendezés adó jellemzők

2.1 Frekvencia eltérés, frekvencia stabilitás

25 kHz-es csatornák

Frekvencia tűrés: $5 \cdot 10^{-6}$.

12,5 kHz-es csatornák

Frekvencia tűrés: $2,5 \cdot 10^{-6}$.

2.2 Teljesítmény

Az effektív kisugárzott teljesítmény maximumát, a kielégítő működéshez szükséges mértékben korlátozni kell, de semmilyen körülmény között nem haladhatja meg a 2 W-ot. Amikor arra lehetőség van, a teljesítmény csökkentést (legalább 10 dB) egy a célnak megfelelő berendezés szabályozza.

2.3 Moduláció pontossága

25 kHz-es csatornák

A 100 % modulációhoz tartozó frekvencia löket szükség szerint

12,5 kHz-es csatornák

A 100 % modulációhoz tartozó frekvencia löket szükség szerint

megközelítheti a 5 kHz-et, de nem haladhatja meg a 5 kHz-et.

megközelítheti a 25 kHz-et, de nem haladhatja meg a 25 kHz-et.

3. Rádió antenna jellemzők

3.1 Karakterisztika

Abban az esetben, amikor a rádióberendezés fixen van telepítve a hajó fedélzetén, az antenna magassága nem haladhatja meg a híd feletti 3,5 méteres magasságot.

1. Megjegyzés A 25 kHz-es és a 12,5 kHz-es csatornák frekvencia löket karakterisztikája megfelel az ETSI ETS 300 086 szabványának.

*

A tengeri rádiónavigációs radarok műszaki jellemzői, az ITU-R M.1313-1 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sávok: 9200–9300 MHz, 9300–9500 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Hajófedélzeti radarok és fordulási sebességmérők.

A szabályozás célja

A rádiónavigáció szolgálaton belül, a tengeri radarok a 3,5 GHz és a 9 GHz-es frekvenciatartományban üzemelnek. A Nemzetközi Rádiószabályzat S4.10 meghatározása szerint, a rádiónavigáció szolgálat biztonsági szolgálat. A rádiónavigáció szolgálaton belül, funkciójukból következően, a radar állomások működéséhez szükséges sáv szélesség nagy. A radar állomások részére kijelölt frekvenciasáv megosztott más rádiószolgálatokkal, ezért a kompatibilitási követelményeket fokozottan figyelembe kell venni. Kompatibilitás vizsgálat esetén, a tengeri radarok esetén, a szabályozás szerinti műszaki jellemzőket kell figyelembe venni.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények. A tengeri rádiónavigációs radarok műszaki jellemzői, rádióberendezés adó-, vevő- és antennajellemzők

Az általános terminológia világosan megkülönbözteti a radarok három típusát:

- a radar megfelel az IMO (International Maritime Organization) követelményeinek (beleértendő a halászhajók által használtakat is),
- amelyeket belvízi (folyami) navigációra használatosak,
- és amelyeket önkéntes alapon a „szabadidős-sport” hajók használnak.

A radarok kisugárzott teljesítményét a három kategóriának megfelelően, valamint az üzemen tartott eszközök becsült számát az 1. Táblázat tartalmazza.

1. Táblázat

Radar kategória	Csúcsteljesítmény (kW)	Teljes mennyiség
IMO és halász	≤ 75	< 300 000
Folyami	< 10	< 20 000
Szabadidős-sport	< 5	> 500 000

A radarok műszaki jellemzői, amelyek a spektrum hatékony használatához szükségesek és a sáv megosztási kritériumokat is figyelembe veszik, tartalmazzák a radar antennát és az adó/vevőt. A tengeri radarok általában réssugárzó antennát használnak, a szabadidős-sport radarok általában Yagi antennát. Nem témája ennek a szabályozásnak a zavaró sugárzásra vonatkozó követelmények ismertetése.

Az IMO kategóriájú radarok műszaki jellemzőit a 2. Táblázat foglalja össze. A táblázat a műszaki jellemzők maximális és minimális értékét tartalmazza.

2. Táblázat

IMO kategóriájú tengeri rádió navigációs radar beleértve a halászhajókat is

Jellemzők	9 200 – 9 500 MHz	
	Maximum	Minimum
Antenna (adás és vétel)		
-3 dB-es sáv szélesség (fok)		
Horizontális	2,3	0,75
Vertikális	26,0	20,0
Melléknyaláb csillapítás (dB)		
□ 10o-on belül	31	23
□ 10o-on kívül	40	30
Nyereség (dB)	32	27
Forgási sebesség (rpm) (rotation rate)	60	20
Adó		
Csúcsteljesítmény (kW)	50	5
Frekvencia (MHz)	9 445 □30	9 375 □30
Impulzus időtartama(1) (□s)	1,2	0,03
Impulzus ismétlési frekvencia ⁽¹⁾ (Hz)	4 000	375
Vevő		
Középfrekvencia (IF) (MHz)	60	45
IF sáv szélesség (MHz)		
Rövid impulzus	28	6
Közepes/hosszú impulzus	6	2,5
Zajszám (dB)	8,5	3,5

⁽¹⁾ Amikor a táblázat adatait a közepes teljesítmény számításához használják, figyelembe kell venni a maximális pulzus ismétlési frekvencia és a pulzus időtartama közötti kapcsolatot.

A folyami kategóriájú radarok műszaki jellemzőit a 3. Táblázat, a szabadidős-sport radarokét a 4. Táblázat foglalja össze. Mindkét típusú radar csak a 9 200 - 9 500 MHz-es frekvenciatartományban üzemelhet.

3. Táblázat Folyami kategóriájú tengeri rádió navigációs radar

Jellemzők	Tipikus érték
Antenna (adás és vétel)	
-3 dB-es sávszélesség (fok)	
Horizontális	0,95
Vertikális	26,0
Melléknyaláb csillapítás (dB)	
□ 10o-on belül	> 25
□ 10o-on kívül	> 32
Nyereség (dB)	30
Forgási sebesség (rpm) (rotation rate)	30
Adó	
Csúcsteljesítmény (kW)	5
Frekvencia (MHz)	9 410 □ 30
Impulzus időtartama(1) (□s)	0,05; 0,18; 0,5
Impulzus ismétlési frekvencia ⁽¹⁾ (Hz)	1 000 – 3 000
Vevő	
Középfrekvencia (IF) (MHz)	50
IF sávszélesség (MHz)	15 - 25
Zajszám (dB)	6

⁽¹⁾ Amikor a táblázat adatait a közepes teljesítmény számításához használják, figyelembe kell venni a maximális pulzus ismétlési frekvencia és a pulzus időtartama közötti kapcsolatot.

4. Táblázat

Szabadidős-sport kategóriájú tengeri rádió navigációs radar

Jellemzők	9 200 – 9 500 MHz	
	Maximum	Minimum
Antenna (adás és vétel)		
-3 dB-es sáv szélesség (fok)		
Horizontális	6,2	1,8
Vertikális	30	22
Melléknyaláb csillapítás (dB)		
□ 10o-on belül	27	20
□ 10o-on kívül	30	25
Nyereség (dB)	27	21
Forgási sebesség (rpm) (rotation rate)	24	24
Adó		
Csústeljesítmény (kW)	10	1,5
Frekvencia (MHz)	9 445 □30	9 410 □30
Impulzus időtartama(1) (□s)	1,2	0,08
Impulzus ismétlési frekvencia ⁽¹⁾ (Hz)	3 600	375
Vevő		
Középfrekvencia (IF) (MHz)	60	45
IF sáv szélesség (MHz)	25	2,5
Zajszám (dB)	8	4

⁽¹⁾ Amikor a táblázat adatait a közepes teljesítmény számításához használják, figyelembe kell venni a maximális pulzus ismétlési frekvencia és a pulzus időtartama közötti kapcsolatot.

*

Dinamikus frekvenciakiválasztás a vezetéknélküli hozzáférési rendszerekben – beleértve a rádiós helyi hálózatokat is – az 5 GHz-es sávú rádiómeghatározó szolgálat védelme céljára, az ITU-R M.1652 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 5 250–5 255 MHz, 5 255–5 350 MHz, 5 470–5 650 MHz, 5 650–5 670 MHz,
5 670–5 725 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Vezetéknélküli hozzáférési rendszerek (WAS) (SRD). Az ITU-R Ajánlás 1. mellékletében megadott követelményeknek megfelelő dinamikus frekvenciakiválasztás (DFS) használata.

A szabályozás célja

Az 5 150 – 5 350 MHz és az 5 470 – 5 725 MHz frekvencia sáv harmonizációja elősegítette (a mobil szolgálat részeként) a vezetéknélküli hozzáférési rendszerek (WAS) – köztük a helyi rádiós hálózatok (RLAN) – elhelyezését ezekben a frekvenciasávokban. Ezekben a frekvencia sávokban ugyanakkor biztosítani szükséges a rádiómeghatározó rendszerek védelmét. A WAS, benne az RLAN, beltéri és kültéri üzemelésre alkalmas az ITU-R M.1450 Ajánlásnak megfelelően. A WAS működése szempontjából, a dinamikus frekvenciaválasztással kapcsolatos vizsgálati (ellenőrzési) követelményeket az ITU-R M.2034 Jelentés tartalmazza. Ezekben a frekvenciasávokban a WAS (benne az RLAN) rádióengedély nélkül használható, következésképpen körülményes a telepített berendezések elhelyezkedését, területi megoszlását és sűrűségét ellenőrizni, további problémát jelent, hogy a berendezések különböző szabványok szerinti műszaki követelményeknek felelnek meg. Annak érdekében, hogy megkönnyítsék a radarokkal megosztott 5 GHz-es sávban a WAS és RLAN telepítését, a szabályozásban leírtakat követni kell.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 A közös sávhasználat feltételeinek áttekintése

1.1 Dinamikus frekvenciakiválasztás (DFS)

A WRC-2000, 736 számú határozata felhívást tartalmaz annak tanulmányozására, hogy milyen módon lehet az 5 250-5 350 MHz és az 5 470-5 725 MHz frekvencia sávokat megosztani a mobil szolgálat keretében a WAS és a rádiómeghatározó szolgálatok között. A link-budget számítás megmutatja, hogy egy interferencia csökkentési technikára van szükség, ami lehetővé teszi a sáv megosztását a WAS és a más szolgálatok között, többek között a radarokkal. A szabályozás tartalmazza a DFS alkalmazásának interferencia csökkentő technikáját (az 5 GHz-es sávú RLAN szabvány alapján), valamint hogy tipikus telepítés mellett milyen működési viszonyokat kell figyelembe venni.

Az 5 GHz-es frekvenciatartományban üzemelő WAS és a radar akkor fog egymással interferálni, ha azonos frekvenciákon és azonos tartományban üzemelnek. A DFS-nek ennek megfelelően:

- Biztosítani kell a WAS rendelkezésére álló spektrum terhelésének (foglaltságának) pártázását, annak érdekében, hogy csökkentse a WAS által kisugárzott teljesítményt a műholdas rendszer felé.
- Más rendszerekkel az azonos csatornás üzemet (történetesen a radarral) el kell kerülje.

A DFS hatékony használatával, a WAS elkerüli az interferenciát a rádiómeghatározó szolgálattal. Az általános elvet használva a WAS, érzékeli (detektálja) az interferenciát, meghatározza a radar interferáló frekvenciáját és az interferáló frekvenciát nem fogja használni.

1.2 A DFS használata, figyelembe-véve a radarokat

A WAS rendszerekben a DFS használatának célja, hogy az 5 GHz-es tartományban megfelelő védelemben részesüljenek a radarok. Ez a cél elérhető - mármint, hogy a WAS kerülje el, vagy hagyja szabadon azt a csatornát, amelyet a radar lefoglal – a radar jelének detektálásával.

A radar jel detektálásának a technikája és ennek a WAS általi felhasználása, nem tárgya a jelen szabályozásnak. Ennek főbb okai:

- A WAS tervezése meghatározza annak kivitelezését.
- Ma nem lehet formulákba önteni a gyakorlati tapasztalatok alapján fellépő fejlesztői szándékot.
- A különböző gyártók, ugyanazt a tulajdonságú eszközt - figyelemmel a gazdaságosságra – eltérő módon valósítják meg, ezért az eszköz működésére vonatkozó kritérium fontosabb, mint a működési mechanizmus részletes szabályozása.

2 DFS szemben támasztott működési elvárások

A DFS működésével kapcsolatban elvárás, hogy állapítsa meg, detektálja és válaszoljon az interferáló jelre. Az 5 GHz-es WAS-nak a következő detektálási és válaszadási tulajdonságokat kell teljesítenie. (A megfelelést ellenőrző eljárásnak meg kell felelnie az RLAN-ra vonatkozó ipari szabványoknak.)

2.1 Detektálási követelmény

A DFS működési mechanizmusa legyen alkalmas az interferáló jel detektálására a küszöbszint felett. Az interferáló jel detektálásának minimális küszöbszintje (átlagban 1 s-on keresztül) -62 dBm ha a berendezés (a WAS vagy az RLAN) teljesítménye $EIRP < 200$ mW, és -64 dBm ha a berendezés teljesítménye $200 \text{ mW} < EIRP \leq 1 \text{ W}$.

Az így definiált vételi teljesítmény a 0 dBi nyereségű vevőantenna kimenetére van normalizálva, és követelmény a WAS teljes működési frekvencia-tartományában a detektálás.

2.2 Üzemeltetési követelmény

A WAS legyen képes a *csatorna rendelkezésre állásának* ellenőrzésére: ellenőrizze, hogy a WAS által 60 sec.-on keresztül figyelt csatornák közül melyiken nem üzemel radar.

A WAS legyen képes a *működés ellenőrzésére*: az üzemi csatorna monitorozásával ellenőrizze, hogy azonos csatornán üzemelő radar nem jelent-e meg, vagy kezdet-e működni a WAS frekvencia tartományában. Ez az üzem ellenőrzési, radar detektálási funkció, folyamatosan kontrollálja a radar jel jelenlétét a WAS normál adása esetén.

Amennyiben a WAS korábban nem üzemelt, vagy folyamatosan nem ellenőrizte a csatornát, a csatorna ellenőrzés befejezése előtt nem kezdheti meg adását.

2.3 Válaszadási követelmény

Azt a „megjelölt” csatornát, amelyiken radar-jelet talált a *csatorna rendelkezésre állása* vagy a *csatorna működése* alapján, 30 percen keresztül (igénybe nem vehető periódus) nem használhatja a WAS, a radar védelme érdekében. A radar-jel detektálásának pillanatában kezdődik a *nem használható* periódus.

Az 5 600-5 650 MHz sávban, amennyiben egy csatorna meg van „jelölve” hogy ott radar van, a „megjelölt” csatorna 10 perces folyamatos monitorozására van szükség mielőtt azt használná a WAS, de ezen felül további alkalmas eljárás is bevezethető a sáv védelme érdekében, például a csatorna használatának a kizárása.

A *csatornaváltási idő* 10 másodperc. Definíció szerint ez az az idő, hogy amikor a WAS detektálja az interferáló jelet a DFS küszöbszintje felett, és amíg a WAS abbahagyja az adását a korábban használt üzemi csatornán. Ezen idő alatt az adás (sugárzás) megfelel az u.n. normál forgalomnak, tipikusan kevesebb mint 100 msec. de maximum 200 msec. a radarjel észlelése után. Az előzőeken túl, az üzemi csatorna „elhagyásának” megkönnyítése érdekében, további megszakítást menedzselő és ellenőrző jel kerülhet kisugárzásra. A megszakítást menedzselő és az ellenőrző jel teljes időtartama kevesebb mint 20 msec.

Az 1. Táblázatban foglalja össze, a DFS-el szemben támasztott és az előzőekben leírt követelményeket.

1. Táblázat

Paraméter	Érték
DFS detektálási küszöbszint	-62 dBm, ha a berendezés max. EIRP-je < 200 mW -64 dBm, ha a berendezés max. EIRP-je 200 mW < EIRP ≤ 1W
Csatorna rendelkezésre állás ellenőrzési idő	60sec.
Nem használható periódus	30 perc
Csatornaváltási idő	≤ 10 sec.

*

A műholdas mozgószolgálat modulációs összeköttetései és a légi rádió navigáció szolgálat közötti Föld–űr irányú sávmeosztás a 15,4–15,7 GHz sávban, az

ITU-R S.1340 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 15,4–15,7 GHz, 15,7–16,6 GHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Légijárművek repülőtéri földi mozgásának irányítása (gurítóradar (ASDE)), Légijármű-fedélzeti radarérzékelő és mérő rendszer (RSMS), Változtatható telephelyű repülőtéri leszállító rendszer (ALS), Légijármű-fedélzeti légtérelenőrző radarok.

A szabályozás célja

A műholdas mozgószolgálat (MSS) keretében, a nem geostacionáris (nem-GSO) műholdas rendszerek modulációs összeköttetései (Föld – űr) biztosítása ebben a frekvencia sávban. A légi rádió navigáció szolgálatot üzemeltető Igazgatások szorgalmazzák, hogy az átlagos EIRP határértéke 42 dBW legyen annak érdekében, hogy korlátozzák a nem-GSO rendszereknek okozott interferenciát (ezen érték felülvizsgálata az ITU-R tanulmányi kérdései között szerepel (lásd: RR S5.511C)). Mivel a modulációs összeköttetések műszaki és üzemeltetési paraméterei nincsenek részletesen (megfelelően) definiálva, a modulációs összeköttetés földi állomása és a légi rádió navigáció állomás között a koordinációs és elválasztási távolság meghatározására érdekében a leírásban szereplő eljárásra van szükség, a légi rádió navigáció állomás védelme érdekében.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, a rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői

1 Frekvenciagazdálkodási követelmények

1.1 Frekvencia sáv

- A műholdas mozgószolgálat (MSS) modulációs összeköttetése a 15,43-15,63 GHz tartományra van korlátozva (lásd 1. Megjegyzést).
- Az 3. pontban leírt földi radarok (surface based radars) nem üzemelhetnek a 15,43 – 15,63 GHz sávban.

1.2 Zavarvédelmi kritériumok

1.2.1 A Föld – űr irányú modulációs összeköttetést úgy kell tervezni, hogy az a 2. pontban meghatározott interferencia körülmények között üzemeljen.

1.2.2 A légi rádió navigáció állomás és az űrbeli vevőállomás között nincs szükség koordinációra az 1.2.1 és a 2.1 pontban foglaltak betartása esetén.

1.2.3 A modulációs célú összeköttetés földi állomása adása által okozott káros zavarások elkerülése, a légi rádió navigáció állomás védelme érdekében a koordinációs távolságok:

- 515 km a repülőgép leszálló pályájától, a repülőtéri leszállító rendszertől (ALS),
- 600 km a repülőgépek által használt általános célú radaroktól (MPR),
- 270 km a leszálló repülőgépek radarérzékelő és mérő rendszerétől.

2 Rádióberendezés adó jellemzők, teljesítmény

2.1 A légi rádió navigáció állomás effektív EIRP-je (E_{eff}) nem haladhatja meg a következő értékeket.

2.2 Repülőgép leszállító rendszerek (ALS) és a 3 MHz-nél nagyobb sáv szélességű modulációs összeköttetések

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{dBW} & 0 \leq \square < 8 & \text{esetén} \\ 53 - 0,833(\square - 8) & \text{dBW} & 8 \leq \square < 14 & \text{esetén} \\ 48 & \text{dBW} & 14 \leq \square < 32 & \text{esetén} \\ 48 - 9(\square - 32) & \text{dBW} & 32 \leq \square < 34 & \text{esetén} \\ 30 & \text{dBW} & 34 \leq \square < 40 & \text{esetén} \\ 30 - 0,2(\square - 40) & \text{dBW} & 40 \leq \square \leq 90 & \text{esetén} \end{cases}$$

2.3 Általános célú repülőgép radar (MPR) és a 1 MHz-nél nagyobb sáv szélességű modulációs összeköttetések

$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{dBW} & 0 \leq \square < 20 & \text{esetén} \\ 62 - 0,56(\square - 20) & \text{dBW} & 20 \leq \square < 25 & \text{esetén} \\ 48 & \text{dBW} & 25 \leq \square < 29 & \text{esetén} \\ 71,86 - 25 \lg(\square - 20) & \text{dBW} & 29 \leq \square < 68 & \text{esetén} \\ 29,8 & \text{dBW} & 68 \leq \square \leq 90 & \text{esetén} \end{cases}$$

ahol $E_{eff} = E_p - 15 \lg(1 + 5 / PW)$ dBW

E_{eff} EIRP amely a fázis modulált jelnek ugyanolyan szintű interferenciát okoz,

mint az interferáló folytonos zaj.

E_p A légi rádió navigáció állomás csúcs impulzus EIRP-je (dBW)

PW A légi rádió navigáció állomás impulzus tartama (\square s)

ϕ Az elevációs szög a helyi horizont felett (fok)

2.4 A modulációs összeköttetés kisugárzott EIRP-je a helyi horizont irányába, nem haladhatja meg az 54 dB(W/MHz) értéket (lásd a 2. Megjegyzést).

1. Megjegyzés Az 1.1 pontban megadott frekvencia sáv némileg eltér a WRC-95 által kijelölttől. Ez a kismértékű eltérés megkönnyíti a megosztást a nem-GSO modulációs összeköttetések és a légi rádió navigáció szolgálat között. Az összhang érdekében a jövőbeni WRC-n az 1.1 pont felülvizsgálatra kerül.

2. Megjegyzés További tervezési és üzemeltetési követelmények meghatározása várható az MSS Föld-űr modulációs összeköttetések viszonylatában annak érdekében, hogy a rádió asztronómiai szolgálat küszöb szintjét (threshold level) is figyelembe vegyék, ahogy azt az ITU-R RA.769 tartalmazza.

3 Kiegészítő információk, légi rádió navigáció rendszerek a 15,4 – 15,7 GHz sávban

3.1 Földi radarok (SBR)

Az SRB alapú szárazföldi és vízi radarok, a repülőgépek és egyéb járművek helyét és mozgását ellenőrzik a repülőtereken és a repülőgép leszálló pályák környezetében.

3.1.1 Antenna karakterisztika

- Névleges 3 dB-es sáv szélesség $< 3,5^0$ vertikális, invert cosec -31^0 -ig, $0,35^0$ horizontális
- Frekvencia tartomány 15,65 – 16,7 GHz
- Tipikus nyereség 43 dBi
- Polarizáció cirkuláris
- Maximális oldalsáv 25 dB-vel a fősugárzási nyereség alatt
- Maximális hátrasugárzás 35 dB-vel a fősugárzási nyereség alatt
- Vertikális döntési tartomány $\square 1,5^0$
- Maximális horizontális letapogatási tartomány 360^0

3.1.2 Antenna elevációs karakterisztika

Mérési eredmények, az oldalsáv specifikáció és $+1,5^0$ -nál a fősugárzási nyereség értéke alapján, az antenna karakterisztikát a következőképpen definiáljuk, ahol \square az elevációs szög:

$$\left\{ \begin{array}{llll} 43 & \text{dBi} & 0 \leq \square < 4 & \text{esetén} \\ 43-5(\square-4) & \text{dBi} & 4 \leq \square < 9 & \text{esetén} \end{array} \right.$$

$G(\alpha) =$	18	dBi	$9 \leq \alpha < 16$	esetén
	$43,2-211g\alpha$	dBi	$16 \leq \alpha < 48$	esetén
	8	dBi	$48 \leq \alpha \leq 90$	esetén

3.1.3 Antenna azimut karakterisztika

Mérési eredmények és az oldalsáv specifikáció alapján, az antenna nyereség karakterisztikát a következőképpen definiáljuk, ahol α a relatív azimut szög:

$$G(\alpha) = \begin{cases} 43-110\alpha^{\alpha} & \text{dBi} & 0 \leq \alpha < 0,4767 & \text{esetén} \\ 18 & \text{dBi} & 4,4767 \leq \alpha < 0,72 & \text{esetén} \\ 17,07-6,51g\alpha & \text{dBi} & 0,72 \leq \alpha < 48 & \text{esetén} \\ 8 & \text{dBi} & 48 \leq \alpha \leq 90 & \text{esetén} \end{cases}$$

3.1.4 További jellemzők

3.1.4.1 Adás

- Csúcs EIRP 86 dBW
- Pulzus ismétlődési frekvencia 8 192 Hz
- Pulzus időtartama 0,04 μ s
- Pulzus 3,5 dB-es sávszélessége 25 MHz

3.1.4.2 Vétel

- Tipikus antenna nyereség 43 dBi
- Tipikus zaj szám 6,2-6,9 dB

3.2 Repülőgép leszállító rendszer (ALS)

Az ALS általánosan használt rendszer hajón, mint hordozható, vagy mint állandó alap rendszer, repülőgépek leszállítására. A mikrohullámú pásztázó leszállító rendszer (MSBLS) egyik formája ennek a rendszernek. Az egyedi berendezések a jellemzők számos változatával rendelkeznek.

3.2.1 Földi állomás antenna karakterisztikája

Az antenna karakterisztikák különböző alkalmazások esetén hasonlóak, beleértve az MSBLS-t is. A pásztázási tartomány az alkalmazástól függően változó. Az alábbiakban megadott pásztázási tartomány lefedi az összes alkalmazást.

Az ALS antenna tulajdonképpen egy elevációs és egy azimutális antenna együttese.

Az ALS antenna elevációs része vertikális szög adatokat sugároz a repülőgépnek.

- Névleges 3 dB-es sávszélesség 1,3⁰ vertikális
40⁰ horizontális
- Frekvencia tartomány 15,4-15,7 GHz
- Polarizáció horizontális és vertikális
- Tipikus nyereség 28 dBi

- Maximális oldalsáv 17 dB-vel mindkét síkbeli fősugárzási nyereség alatt
- Maximális vertikális pásztázási szög 0^0 -tól 30^0 -ig

Az ALS antenna azimut része horizontális adatokat sugároz a repülőgépeknek.

- Névleges 3 dB-es sávszélesség $2,0^0$ horizontális
 $6,5^0$ vertikális
- Módosított vertikális karakterisztikával elérendő a 20 dBi nyereség a horizont felett 20^0 -nál.
- Frekvencia tartomány 15,4-15,7 GHz
- Polarizáció horizontális és vertikális
- Tipikus nyereség 33 dBi
- Maximális oldalsáv 17 dB-vel mindkét síkbeli fősugárzási nyereség alatt
- Maximális vertikális pásztázási szög $\square 35^0$

3.2.2 Antenna összevont elevációs karakterisztika

Mérés alapján az antenna összevont vertikális karakterisztikáját a következőképpen definiáljuk, ahol \square az elevációs szög (fok)

$$G(\square) = \begin{cases} 33 & \text{dBi} & 0 \leq \square < 8 & \text{esetén} \\ 33-0,833(\square-8) & \text{dBi} & 8 \leq \square < 14 & \text{esetén} \\ 28 & \text{dBi} & 14 \leq \square < 32 & \text{esetén} \\ 28-9(\square-32) & \text{dBi} & 32 \leq \square < 34 & \text{esetén} \\ 10 & \text{dBi} & 34 \leq \square < 40 & \text{esetén} \\ 10-0,2(\square-40) & \text{dBi} & 40 \leq \square \leq 90 & \text{esetén} \end{cases}$$

3.2.3 Antenna azimut karakterisztika

Az elevációs antenna azimutális karakterisztikáját a következőképpen definiáljuk, ahol \square a relatív azimut szög (fok)

$$G(\square) = \begin{cases} 28-0,0062\square^2 & \text{dBi} & 0 \leq \square < 70 & \text{esetén} \\ -2,37 & \text{dBi} & 70 \leq \square \leq 180 & \text{esetén} \end{cases}$$

Az azimut antenna azimutális karakterisztikáját a következőképpen definiáljuk, ahol \square a relatív azimut szög (fok)

$$G(\square) = \begin{cases} 33-2\square^2 & \text{dBi} & 0 \leq \square < 3 & \text{esetén} \\ 15 & \text{dBi} & 3 \leq \square < 5 & \text{esetén} \\ 32,5-25\lg\square & \text{dBi} & 5 \leq \square < 48 & \text{esetén} \\ -9,53 & \text{dBi} & 48 \leq \square \leq 180 & \text{esetén} \end{cases}$$

3.2.4 Egyéb karakterisztikák

3.2.4.1 Adás

- Csúcs EIRP 71 dBW
- Pulzus ismétlődési frekvencia 3 334 Hz
- Pulzus időtartama 0,333 s
- Pulzus 3,5 dB-es sávszélessége 3 MHz

3.2.4.2 Vétel

- Tipikus antenna nyereség 8 dBi
- Tipikus zaj szám 8 dB

3.3 Repülőgép-fedélzeti többcélú radarok (MPR)

A repülőgépek MPR-je: rádió navigáció, rádiólokációs és időjárás radar.

3.3.1 Antenna karakterisztika

Az antenna kb. 0,3 méter átmérőjű parabola antenna, ami vertikálisan és horizontálisan pásztáz, figyelembe véve a repülőgép haladási irányát és magasságát.

- Névleges 3 dB-es sávszélesség 4,5°
- Frekvencia tartomány 15,4-15,7 GHz
- Polarizáció vertikális
- Tipikus nyereség 30 dBi
- Maximális horizontális pásztázási szög $\alpha \alpha 5^\circ$
- Maximális vertikális pásztázási szög $\alpha \tilde{\alpha}^0$

Az antenna karakterisztikáját a következőképpen definiáljuk, ahol α a relatív azimut szög (fok).

$$G(\alpha) = \begin{cases} 30 & \text{dBi} & 0 \leq \alpha < 20 & \text{esetén} \\ 30 - 0,56(\alpha - 20)^2 & \text{dBi} & 20 \leq \alpha < 25 & \text{esetén} \\ 16 & \text{dBi} & 25 \leq \alpha < 29 & \text{esetén} \\ 39,86 - 25 \lg(\alpha - 20) & \text{dBi} & 29 \leq \alpha < 68 & \text{esetén} \\ -217 & \text{dBi} & 68 \leq \alpha \leq 180 & \text{esetén} \end{cases}$$

3.3.2 Egyéb karakterisztikák

3.3.2.1 Adás

- Csúcs EIRP 70 dBW
- Pulzus ismétlődési frekvencia 800 Hz
- Pulzus időtartama 2 s
- Pulzus 3,5 dB-es sávszélessége 0,5 MHz

3.3.2.2 Vétel

- Tipikus antenna nyereség 30 dBi
- Tipikus zaj szám 8 dB

3.4 Radarérzékelő és mérő rendszer (RSMS)

A 15 GHz-es radar technológiát használó mérés-technikai berendezések, kisebb repülőgépek (beleértve a helikoptereket is) részére használatosak a kompakt és könnyű kivitel, valamint a jó antenna irányítottság következményeképpen. A berendezések több mint kielégítő tulajdonsággal rendelkeznek a rádió navigáció területén, amely funkciók alacsonyabb frekvencián praktikusán nem valósíthatók meg terjedési vagy egyéb okok miatt. Segíti a rendszertervezést - amennyiben a magasabb frekvencia tartományt használjuk magasság mérésre - mind a kisebb keresztcsatolás mind a háromszögeléstől mentesség (lower cross coupling and absence of triangulation effects), ami fontos a pontos mérés és kis távolság különbség esetén.

A világ több területén, széles körben használják ezeket a rendszereket, amelyek igen fontosak és egyben segítik a légi-közlekedés biztonságának növelését. A magasság és az útvonal akadálymentességének mérése, a legkritikusabb paraméterek a repülőgép leszállása – landolása – közben. Nagy pontosság és interferencia-mentes üzemeltetésre van szükség az eredményes és megnövelt biztonság érdekében.

Az RSMS elsősorban kis magasságban, 1 500 méterig használatos eszköz. Az alkalmazások többségében az antenna vertikálisan lefelé irányítva, adásra és vételre szolgál. A magassággal arányos teljesítmény csökkentés alkalmazása csökkenti a szórást és egyéb zavaró hatásokat.

3.4.1 RSMS karakterisztikák

3.4.1.1 Adó

- Frekvencia tartomány 15,63-15,65 GHz
- Csúcs EIRP 30 dBmW
- Antenna nyereség 13 dBi, hátrasugárzás <5 dBi
- PRF (Pulzus ismétlődési frekvencia) 58 kHz
- Pulzus időtartama (max.) 500 ns
- Kitöltési tényező (max.) 3 %
- Pulzus 3,5 dB-es sávszélessége 2 MHz

3.4.1.2 Vevő

- Antenna nyereség 13 dBi, hátrasugárzás <5 dBi
- Zaj szám 8 dB

*

A szélprofil radarok és az űrben telepített aktív érzékelők közötti sávmeosztás lehetősége az 1260 MHz környékén, az ITU-R SA.1282 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 1215–1240 MHz, 1240–1260 MHz, 1260–1300 MHz
RAT szerinti rádió alkalmazás: Szélprofil radarok.

A szabályozás célja

Általános cél, a szélprofil radarok és az űrben telepített aktív érzékelők kölcsönös, egymás melletti üzemelésének a biztosítása. Az alkalmazások során figyelembe kell venni az alábbi felhasználási jellemzőket:

- A szélprofil radarokat 1 000 MHz-hez közel, a 1 215–1 300 MHz tartományban telepítik az ITU-R M.1227 ajánlásnak megfelelően.
- A légi forgalom ellenőrzésére szolgáló radarok az 1 215–1 300 MHz-es rádiólokációs sáv nagyobb részét foglalják el - mint elsődleges szolgálat – amelyekből több ezer üzemel számos országban.
- A légi útvonal ellenőrző radarok (ARSR) mért izotrop kisugárzott teljesítménye nagyobb, mint a szélprofil radarok kisugárzott teljesítménye a fősugárzás irányában.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1. Zavarvédelmi kritériumok

Annak a megállapításnak a figyelembevételével

- hogy a szélprofil radarok az 1 215 MHz és az 1 300 MHz tartomány egy vagy több frekvenciáján üzemelhetnek,
- kielégítő közép-frekvencia elválasztás a szélprofil radarok és az SAR-k között biztosítja az 1 215 MHz és az 1 300 MHz sáv megfelelő megosztását,
- miközben az űrben telepített aktív érzékelők és a szélprofil radarok közötti azonos frekvenciás megosztás nem lehetséges,

ezért a frekvencia modulációs impulzus szélprofil radarok telepítését el kell kerülni az 1 215 MHz és az 1 300 MHz tartományban.

*

Nemkívánt sugárzások a mellék hullám tartományban, az ITU-R SM.329-10 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 190–223 MHz, 470–608 MHz, 608–614 MHz, 614–645 MHz, 645–654 MHz, 678–734 MHz, 734–758 MHz, 758–782 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Tv-hírányag átvitele a 190–214 MHz sávban. Rádióhírányag átvitele a 214–223 MHz sávban. Változó telephelyű rádió- és televízió-hírányag átvitel a többi frekvencia sávban.

A szabályozás célja

A mellék hullámú tartományban, a maximálisan megengedett sugárzás korlátozására (egy vagy több frekvencián) azért van szükség, mert védeni kell mindegyik rádiószolgálatot az összes mellék hullámú sugárzással szemben. Minden lehetséges intézkedést meg kell tenni annak érdekében, hogy a korlátozások betartásra kerüljenek. Sávon kívül és a mellék hullámú tartományban a nemkívánt (zavaró) sugárzás a meglévő és a jövőbeni szolgálatokra tekintettel, a lehető legkisebb szintű kell legyen, figyelembe véve a rádiószolgálat természetét és típusát, a gazdaságossági tényezőket és a technológia lehetőségeket, valamint azt a problémát, hogy elsősorban a nagyteljesítményű adók harmonikus sugárzását nehéz elnyomni. A mellék hullámú tartományban az antenna által kisugárzott jel és ennek a jelnek a térerőssége, az adótól távol különböző értékű lehet attól függően, hogy milyen az antenna karakterisztikája a mellék hullámú sugárzás frekvenciáján, különböző útvonalak esetén milyenek a terjedési feltételek. Az előzőeken túl figyelembeveendő az adóberendezéstől származó, de nem az antennán keresztül történő egyéb sugárzások is. További ITU-R Ajánlások tartalmazzák a mellék hullámú sugárzásokra vonatkozó maximálisan megengedett értéket azon esetekben, amikor szigorúbb követelményt kell kielégíteni a rádiószolgálat védelme érdekében, különböző frekvencia sávok és rádiószolgálatok esetén.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Zavarvédelmi kritériumok, sugárzási korlátozások

1.1 Ajánlott referencia sávszélességek

Rádióalkalmazások frekvenciagazdálkodási követelményei és sávhasználati feltételei
SM.337-4

Referencia sáv szélesség az a sáv szélesség, ahol a mellék hullámú tartományban a sugárzás szintje specifikálva van. A következő referencia sáv szélességek ajánlottak frekvencia sávonként:

- 9 kHz – 150 kHz tartományban 1 kHz
- 150 kHz – 30 MHz tartományban 10 kHz
- 30 MHz – 1 GHz tartományban 100 kHz
- 1 GHz felett 1 MHz

Speciális esetben, a műholdas szolgálat referencia sáv szélessége – a mellék hullámú tartományú sugárzásra vonatkozóan – 4 kHz lehet. Az állandó helyű és a mobil szolgálat esetén a *B* kategória (a kategóriák meghatározását lásd a 4. Táblázatban) korlátozása, a vivő körüli kisebb referencia sáv szélességre vonatkozik.

1.2 Az *A* kategória korlátozása

A 1. Táblázat tartalmazza a mellék hullámú tartományban megengedett sugárzás teljesítményének maximális értékét, ami megfelel az RR 3. függelékének. A terminológia szerint ez a teljesítmény magába foglalja az összes nem-kívánt komponens, amit az adó az antenna tápvonalra juttat, kivéve a műholdas szolgálatot, ahol most tekintik át a tervezési adatokat a rádió helymeghatározó szolgálat, az amatőr és a nagytávolságú űrkutatás (deep space) részére.

A telepített berendezés bármely – az antenna és tápvonal rendszeren kívüli - részéből eredő, és a mellék hullámú tartományba eső sugárzása nem lehet nagyobb, mint az antenna által az antennára maximálisan megengedett teljesítmény sugárzása mellett, a mellék hullámú tartományban kisugárzott teljesítmény.

Műszaki és üzemeltetési megfontolások alapján, a 1. Táblázatban közölt értékeknél szigorúbb követelmények is megállapíthatók, ha egy szolgálat vagy frekvenciasáv védelme ezt megköveteli. Az alkalmazott védelmi szint ebben az esetben meg kell feleljen a vonatkozó WRC-n elfogadott értéknek. Az Igazgatások ezen felül további szigorításokat is alkalmazhatnak kölcsönös megállapodás szerint.

1. Táblázat

A mellék hullámú tartományban a sugárzási korlát - *A* kategória

Szolgáltatás kategóriája az RR 1. cikkelye szerint, vagy a berendezés típusa	Az antenna tápvonalba táplált teljesítmény (W) alatti csillapítás (dB)
Kis teljesítményű rádióberendezések ⁽¹⁾	56 + 10 lg P vagy 40 dBc közül a kevésbé szigorú

⁽¹⁾ A kisteljesítményű rádióberendezések kimenő teljesítménye max. 100 mW, tulajdonképpen a kis hatótávolságú kommunikációs vagy vezérlő berendezések. (Általában egyedi engedély nélkül használható berendezések.)

P Átlag teljesítmény (W) az antenna tápvonalon, az RR 1.158 pontjának megfelelően.
dBc a modulálatlan vivő teljesítményéhez viszonyított decibelben kifejezett relatív érték. Abban az esetben, amikor nincs vivő (pl. számos digitális modulációs eljárás esetén) a referencia *dBc* szint megfelel az átlag teljesítményhez (*P*) viszonyított, decibelben kifejezett értéknek.

Táblázat

A mellék hullámú tartományban a sugárzás abszolút szintje - A kategória

Szolgáltatás kategóriája az RR 1. cikkelye szerint, vagy a berendezés típusa	A mellék hullámú tartományban a sugárzás megengedett maximális szintje a vonatkozó referencia sáv szélességben (dBm)	
Kis teljesítményű rádióberendezések ⁽¹⁾	-26 dBm 10 lg P – 10	ha $P \leq 0,025 \text{ W}$ ha $0,025 \text{ W} < P < 0,100 \text{ W}$

⁽¹⁾ A kisteljesítményű rádióberendezések kimenő teljesítménye max, 100 mW, tulajdonképpen a kis hatótávolságú kommunikációs vagy vezérlő berendezésekre vonatkozik az adat. (Általában egyedi engedély nélkül használható berendezések.)

1.3 Az B kategória korlátozása

A 3. Táblázat tartalmazza a mellék hullámú tartományban megengedett sugárzás teljesítményének maximális értékét. A terminológia szerint ez a teljesítmény magába foglalja az összes nem-kívánt komponens, amit a B kategóriájú berendezés adója az antenna tápvonalra juttat.

2. Táblázat

A mellék hullámú tartományban a sugárzási korlát - B kategória

A berendezés típusa	Korlátozás	
30 MHz alatti sávban működő kis hatótávolságú eszközök	29 – 10lg[f(kHz)/9] dB(□V/m); 10 méter távolságra 9 kHz < f < 10 MHz -1 dB(□V/m); < 30 MHz -36 dB(□V/m); -54 dB(□V/m); -30 dB(□V/m);	10 méter távolságra 10 MHz < f < 30 MHz 30 MHz ≤ f(1) < 1 GHz a következő frekvencia sávokban: 47-74 MHz; 87,5-118 MHz; 174-230 MHz; 470-862 MHz 1 GHz ≤ f < 300 GHz
30 MHz feletti sávban működő kis hatótávolságú eszközök (helyi rádiós hálózatok, CB, CT, rádió mikrofonok)	-36 dB(□V/m); -54 dB(□V/m); -30 dB(□V/m);	9 kHz ≤ f(1) < 1 GHz a következő frekvencia sávokban: 47-74 MHz; 87,5-118 MHz; 174-230 MHz; 470-862 MHz 1 GHz ≤ f < 300 GHz

⁽¹⁾ Az érték nem vonatkozik a következő sorban felsorolt frekvencia tartományokra

P Átlag teljesítmény (W) az antenna tápvonalon, az RR 1.158 pontjának megfelelően.
 f A mellék hullámú tartomány sugárzásának a frekvenciája.

2 Terminológia és definíciók

A feldolgozásban használt meghatározások és definíciók összhangban vannak az RR meghatározásaival.

2.1 Mellék hullámú sugárzás (Spurious emission) (meghatározása: RR 1. cikkely 1.145 pont)

Sugárzás egy vagy több frekvencián, amelyek a szükséges sáv szélességen kívül esnek, és amelyek szintje csökkenthető anélkül, hogy a csökkentés bármilyen hatással lenne a kisugárzott hasznos információra. A mellék hullámú sugárzás magába foglalja: a harmonikus sugárzást, a parazitasugárzást, az intermodulációs terméket és az egyéb kikevert frekvenciákon történő sugárzást kivéve a *sávon kívüli sugárzást* (meghatározását lásd a 2.2. pont alatt).

2.1.1 Harmonikus sugárzás (harmonic emission)

A középfrekvencia (centre frequency) többszörösének megfelelő frekvencián történő sugárzás.

2.1.2 Parazitasugárzás

Véletlenszerűen kikevert frekvencián történő mellék hullámú sugárzás, amely frekvencia független mind az adás vivő- vagy a jellemző frekvenciájától, mind a vivő- vagy a jellemző frekvencia előállításához használt oszcillátor frekvenciától.

2.1.3 Intermodulációs termékek

Mellék hullámú intermodulációs termék származik:

- az adás vivő-, jellemző-, vagy harmonikus frekvenciájának keverékéből, vagy a vivőfrekvencia (jellemző-frekvencia) előállításához használt oszcillátor frekvencia keverékéből,
- hasonló vagy eltérő egy vagy több adó vagy adórendszer frekvenciáinak keverékéből.

2.1.4 Kikevert frekvenciák (frequency conversation products)

Mellék hullámú sugárzás, amely nem tartalmazza: a harmonikus sugárzást egy vagy több frekvencián, az előbbiek összeg vagy különbségi frekvenciáján, valamint bármely frekvencia, amely a vivőfrekvencia (jellemző-frekvencia) előállításához használt frekvencia (oszcillátor) keveréke.

2.2 Sávon kívüli sugárzás (out-of-band emission) (meghatározása: RR 1. cikkely 1.144 pont)

Egy vagy több frekvencián, a szükséges sáv szélességen kívüli sugárzás, amely nem tartalmazza a mellék hullámú sugárzást.

2.3 Nemkívánt sugárzások (unwanted emissions) (meghatározása: RR 1. cikkely 1.146 pont)

A mellék hullámú sugárzás és a sávon kívüli sugárzás összessége.

2.4 Szükséges sáv szélesség (necessery bandwidth) (meghatározása: RR 1. cikkely 1.152 pont)

Adott adás-osztályhoz tartozó frekvenciasáv szélessége, amely annak érdekében szükséges, hogy az átvitt (kisugárzott) információ rögzített körülmények között az elvárt minőségű legyen.

Többsatornás vagy több vivős adás/átjátszás (amikor több vivő kerül kisugárzásra egyidőben a végerősítőről vagy az aktív antennáról) esetén a szükséges sáv szélesség az adó/átjátszó 3 dB-es pontjához tartozó sáv szélesség. Ez a meghatározás nem alkalmazható a mobil szolgálat bázisállomására, vagy a mobil technológiát használó FWA bázisállomására.

2.5 Az adó aktív állapota (active state of a transmitter)

Az adóállomásnak a jogosultsága szerinti sugárzása.

2.6 Az adó üzemben kívüli vagy készenléti állapota (idle or standby state of a transmitter)

Az az állapot, amikor az adóállomás rendelkezésre áll információ továbbításra, de nincs *aktív állapotban*.

3 Alkalmazási korlátok

3.1 A mellék hullámú tartományban a sugárzás szintje kifejezhető a csúcs-burkoló teljesítménnyel, vagy az adó által az antenna tápvonalba táplált teljesítménnyel az adás frekvenciáján, a definiált sáv szélességben, az adó rádiószolgálati besorolását figyelembe véve.

3.2 Alternatív módon, a mellék hullámú tartományban a sugárzás szintje kifejezhető a térerősséggel vagy a teljesítmény sűrűséggel (PFD) a föld felszínén, a mellék hullámú tartományban kisugárzott frekvencián.

3.3 A Nemzetközi Rádiószabályzat 3. függelékének megfelelően, a mellék hullámú tartomány a sugárzás középfrekvenciájától az adáshoz szükséges sáv szélesség 250 %-ig vagy ennél nagyobb tartományra terjed ki. Ez a frekvencia elválasztás (frekvencia tartomány) függhet a moduláció típusától, digitális moduláció esetén a maximális adatátviteli sebességtől, az adó típusától valamint a frekvenciakoordinációs tényezőktől. Például szélessávú vagy impulzusmodulált rendszerek esetén a frekvencia elválasztás a $\square 250\%$ -os tényezőtől eltérhet.

Alternatív módon a szükséges sáv szélesség helyett, a $\square 250\%$ feltétel is használható a csatorna elválasztásra.

3.4 Amikor egy adórendszerben, egynél több adóberendezést kapcsolunk egy antennára, akkor a 4. pont meghatározása szerinti korlátozást kell használni, amennyiben alkalmazható, az intermodulációs termékek meghatározására.

3.5 A telepített berendezés bármely – az antenna és tápvonal rendszeren kívüli - részéből eredő, és a mellék hullámú tartományba eső sugárzása nem lehet nagyobb, mint az antenna által az antennára maximálisan megengedett teljesítmény sugárzása mellett, a mellék hullámú tartományban kisugárzott teljesítmény.

4 A mellék hullámú tartományú sugárzások határértéke

4.1 A rádiókommunikációs szolgálatok a határértéket, lehetőség szerint, mindegyik frekvenciatartományban szigorítsák.

4.2 A mellék hullámú tartomány sugárzásainak, meghatározás szerinti kategóriáit és a korlátozásokat a 4. Táblázat tartalmazza. A táblázat tartalmazza az RR 3. függelék szerinti korlátozásokat is, de például az informatikai termékekre (ITE) vonatkozó adatok sokkal szigorúbbak a táblázatban, mint az RR szabályozása.

4. Táblázat

A kategória	A határértékek csillapítási értékek, amivel a mellék hullámú tartományban megengedett sugárzás teljesítmény szintje számítható. Az A kategória határértéke az RR 3. függelék értékének felel meg. A határértékek a 1.2 pontban találhatóak.
B kategória	A B kategória korlátozása például sokkal szigorúbb a mellék hullámú tartományban megengedett sugárzást tekintve, mint az A kategória. Ezt a határértéket Európa határozta meg és alkalmazza, de további országok is alkalmazzák. A határértékek a 1.3 pontban találhatóak.
C kategória	A C kategória korlátozása például sokkal szigorúbb a mellék hullámú tartományban megengedett sugárzást tekintve, mint az A kategória. Ezt a határértéket USA és Kanada határozta meg és alkalmazza, de további országok is alkalmazzák. A C kategória nem tartalmaz kis hatótávolságú eszközt (SRD-t).
D kategória	A D kategória korlátozása például sokkal szigorúbb a mellék hullámú tartományban megengedett sugárzást tekintve, mint az A kategória. Ezt a határértéket Japán határozta meg és alkalmazza, de további országok is alkalmazzák. A D kategória nem tartalmaz kis hatótávolságú eszközt (SRD-t).
Z kategória	Ezt a korlátozást az informatikai termékekre (ITE) a CISPR határozta meg. A Z kategória nem tartalmaz kis hatótávolságú eszközt (SRD-t).

szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 1215–1240 MHz, 1240–1260 MHz, 1260–1300 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Szélprofil radarok

A szabályozás célja

A gyakorlatban, a frekvenciában és távolságban történő elhatárolás esetén az elsődlegesen figyelembeveendő tényezők a következők:

- A vevőberendezés (továbbiakban *vevő*) részére szükséges bemenő teljesítmény és ennek spektrális eloszlása.
- A vevőberendezés által vett *interferáló jel*- valamint a *zaj-teljesítmény* és ennek spektrális eloszlása.
- A terjedési csillapításhoz tartozó távolság.

Az adóberendezések (továbbiakban *adó*) általában, az adáshoz szükséges sáv szélességen kívül is sugároznak, ezért gazdaságos megoldás lehet a rádióberendezések távolságban és frekvenciában történő elhatárolása.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, védősáv

1 A rádióberendezések frekvencia-távolság elhatárolása a következő elv szerint számítható:

- Meghatározandó a vevő által vett jel bemenő teljesítménye és ennek spektrális eloszlása.
- Meghatározandó a vevő által vett *interferáló jel*- és *zaj*-teljesítménye és ennek spektrális eloszlása.
- Meghatározandó a hasznos jel, az interferencia és a vevő karakterisztika közötti kapcsolat, különböző frekvencia vagy távolság elhatárolás esetére. Ehhez a 2. pont egyenletei használhatók valamint a 3. pont szerint lehet az integrál kifejezést egyszerűsítve használni.
- Az előző adatokból meghatározandó a frekvencia vagy távolság elhatárolásra vonatkozó szolgáltatás minőség (grade of service), valamint a rendelkezésre állás. Figyelembe veendő a hasznos jel és az interferáló jel fluktuációja, valamint a hallgató vagy néző szubjektivitása (discriminating properties).
- A számításokhoz a vonatkozó ITU-R terjedési modellek használandók.

2 Alap összefüggések

Ez a pont ismerteti az alap egyenleteket, amelyekkel a hasznos télerősség, az interferencia és a vevő karakterisztikája közötti kapcsolat számítható különböző *frekvencia-távolság* elhatárolás esetén. Vizsgálandó:

- Frekvenciafüggő védelem (frequency dependent rejection *FDR*) mértéke, a védelem tulajdonképpen a vevő szelektivitás görbéje a nem-kívánt sugárzás spektrumában.
- *Frekvencia-távolság* (frequency-distance *FD*) mértéke, az a minimális frekvencia különbség, ami a zavart vevő által vett (hasznos) frekvencia és az interferáló jel között szükséges.
- Relatív rádiófrekvenciás védelmi arány *A* (lásd ITU-R BS.560 Ajánlást), a hasznos és a zavaró jel közötti Δf frekvencia különbséghez tartozó védelmi viszony (dB), valamint az azonos csatornás védelmi viszony (dB) decibelben kifejezett különbsége.

Az *FD* és az *FDR* mértékét, a vevő és az interferáló jel között, az interferencia csatolás mechanizmusa határozza meg és ez az alapja minden típusú interferencia értékelésének. Ez az elv, módszert kínál az azonos és a szomszéd csatornás elhatárolásra, segíti a megkívánt vételi minőséghez tartozó frekvencia és távolság elhatárolás követelmény kialakítását az interferáló adó és a vevő között.

Rádióalkalmazások frekvenciagazdálkodási követelményei és sávhasználati feltételei
SM.337-4

Az interferencia szintje (I) függ az interferáló jel nyeresége vagy vesztesége mértékétől az interferencia forrás és a vevő között:

$$I = P_t + G_t + G_r - L_b(d) - \text{FDR}(\Delta f) \quad [\text{dBW}] \quad (1)$$

ahol P_t az interferáló adó teljesítménye (dB)
 G_t az interferáló adó antennájának nyeresége a vevő irányában (dBi)
 G_r a vevő antenna nyeresége az interferáló adó irányába (dBi)
 $L_b(d)$ az interferáló adó és vevő közötti d távolsághoz tartozó terjedési veszteség (dB) (lásd ITU-R p.341 Ajánlást)

és

$$\text{FDR}(\Delta f) = 10 \lg \frac{\int_0^{\infty} P(f) df}{\int_0^{\infty} P(f) |H(f + \Delta f)|^2 df} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

ahol $P(f)$ az IF középfrekvencián az interferáló jel spektrális teljesítmény sűrűsége
 $H(f)$ a vevő frekvencia karakterisztikája

valamint $\Delta f = f_t - f_r$

és f_t az interferáló frekvencia
 f_r a vevő vételi frekvenciája

Az FDR meghatározható két tényező alapján is, a hangolási védelem (on-tune rejection OTR) és a sávon kívüli védelem (off-frequency rejection OFR) segítségével, (további védelmet jelent, ha az interferáló jel a vevő-vételisávján kívül esik).

$$\text{FDR}(\Delta f) = \text{OTR} + \text{OFR}(\Delta f) \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

ahol

$$\text{OTR} = 10 \lg \frac{\int_0^{\infty} P(f) df}{\int_0^{\infty} P(f) |H(f)|^2 df} \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

$$\text{OFR}(\Delta f) = 10 \lg \frac{\int_0^{\infty} P(f) |H(f)|^2 df}{\int_0^{\infty} P(f) |H(f + \Delta f)|^2 df} \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

A hangolási védelmet gyakran közelíthetjük a következő kifejezéssel:

$$\text{OTR} \approx K \lg\left(\frac{B_T}{B_R}\right) \quad B_R \leq B_R \quad (6)$$

ahol B_R a vevő 3 dB-es sávszélessége az interferáló jelre (Hz)
 B_R az interferáló adó 3 dB-es sávszélessége (Hz)
 K = 20 koherens jel esetén
= 20 impulzus jelre

3 Módszer a frekvencia és a távolság elhatárolására rádió rendszerekben.

A legtöbb rádiószolgálat esetén a *frekvencia-távolság (FD)* elválasztás a frekvenciagazdálkodás egyik legfontosabb feladata. Csatorna kiosztásos szolgálatok (channelized services) esetén ez a következő módon történik: az azonos csatornán működő adókat minimum d_0 (km) távolságra egymástól el kell választani, a szomszédos csatornán működő adókat minimum d_1 (km) távolságra egymástól el kell választani, a második szomszédos csatornán működő adókat minimum d_2 (km) távolságra egymástól el kell választani, és így tovább. Ez az *FD* szabály a régebbi technológiájú berendezésekre ma is nagyon jól ismert módszer. Az újabb technológia azonban felvet egy kérdést: milyen *FD* elválasztási szabályt kell alkalmazni, ha a régi és az új technológia azonos frekvenciasávot használ? A módszer a szükséges *FD* elválasztás meghatározására, a hasonló és az eltérő rendszerek esetén az alábbi.

3.1 Módszer

Az új módszer szerint, az *FD* elhatároláshoz, a zavart vevő bemenetén meghatározzuk az interferencia szintjét, továbbá szükség van az elfogadható interferencia kritérium definiálása is.

3.2 Az interferencia kiszámítása

Az interferencia szintje két alapvető tényezőtől függ: *spektrális-* és *térbeli tényező*.

A *spektrális tényező* függ az interferáló adó spektrum karakterisztikájától, valamint a zavart vevő frekvencia karakterisztikájától. A számításokhoz a lehető legpontosabban ismerni kell az interferáló jel teljesítményének spektrális eloszlását, az alkalmazott modulációs módot, továbbá analóg jel esetén a sávszélességet, digitális jel esetén az adatátviteli sebességet.

A zavart vevőt illetően ismerni kell a vevő ekvivalens középfrekvenciás (*IF*) karakterisztikáját. Egyéb adat hiányában a gyártó által, a vevő IF középfrekvenciájára specifikált, 6 dB és 40 dB sávszélesség adat alkalmazható.

A spektrális tényezőt jól jellemzi a csatornán kívüli védelmi tényező $OCR(\square f)$ (off-channel rejection factor) amit a következőképpen definiálunk:

$$OCR(\Delta f) = -10 \lg \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} P(f) |H(f + \Delta f)|^2 df}{\int_{-\infty}^{+\infty} P(f) df} \quad [\text{dB}] \quad (7)$$

ahol $P(f)$ az interferáló jel teljesítmény sűrűsége (W/Hz)
 $H(f)$ a zavart vevő ekvivalens IF karakterisztikája
 Δf a zavart vevő és az interferáló adó közötti frekvencia különbség

Megjegyezzük, hogy a (7) egyenlet a (2) egyenlettől csak az integrálás alsó határában tér el.

A (7) egyenlet alapján evidens, hogy $OCR(\Delta f)$ erősen függ a vevő áteresztő- és az interferáló jel spektrumának átfedésétől. Amennyiben növeljük Δf értékét az átfedés csökken, ezzel kisebb lesz az interferáló jel teljesítménye, következmény $OCR(\Delta f)$ értéke nő.

A térbeli tényezőt a számítások során, a jel távolságtól függő csillapításával vesszük figyelembe, valamelyik terjedési modell segítségével a vevő bemenetén megjelenő interferáló jel statisztikai eloszlásával számolunk. Az alkalmazandó terjedési modellt az ITU-R Ajánlásai közül válasszuk ki.

Az alkalmazandó terjedési modell függ a rendszer konfigurációjától, az üzemi frekvencia sávtól, a környezeti körülményektől és a rendszer sáv szélességétől.

3.3 Interferencia kritérium

Általában egyszerűen meghatározható, hogy egy interferáló jel zavaró vagy tolerálható/elviselhető. Ilyen kritérium például, hogy az okozott minőség csökkenés elfogadható-e a zavart vevőnél. Ez azonban abból a szempontból nem praktikus, hogy különböző rendszerek és technológiák léteznek, ezért az interferenciával szembeni viselkedésük eltérő. Sokkal általánosabb kritérium az Δ (dB) védelmi viszony bevezetése. Az interferencia elviselhető, amennyiben a következő egyenlőtlenség teljesül:

$$P_d - P_i \geq \Delta \quad (8)$$

ahol P_d a hasznos jel (dBW)
 P_i az interferáló jel (dBW)
 Δ a védelmi viszony (dB)

3.4 Alkalmazás

FD elválasztására vonatkozó módszer alkalmazását az alábbiak szerint összegezzük:

1. lépés Meghatározzuk a szükséges vételi szintet $P_d(dBW)$ a zavart vevő bemeneténél.
2. lépés Meghatározzuk az interferencia szintjét a zavart vevőnél a következő kifejezés szerint:

$$P_i = P_t + G_r - L_p - OCR(\Delta f) \quad (9)$$

ahol	P_t	az interferáló adó EIRP-je (dBW)
	G_r	a vevő antenna nyeresége az interferáló adó irányába (dBi)
	L_p	a terjedési veszteség (dB)
	$OCR(\Delta f)$	csatornán kívüli védelemi tényező Δf frekvencia különbség esetén a (7) egyenlet szerint

3. lépés P_d és P_i értékét behelyettesítve a (8) egyenletbe, Δf frekvencia és d távolság elválasztásra megkapjuk, hogy a fellépő interferencia elfogadható-e vagy nem.

*

A műsorszóró, illetve az állandóhelyű és/vagy a mozgószolgálat közötti sávmeosztás az ultrarövid-hullámú sávban, az

ITU-R SM.851-1 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 48,5–56,5 MHz, 58–66 MHz, 222–223 MHz, 223–230 MHz, 478–608 MHz, 608–790 MHz, 814–822 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: Analóg földfelszíni tv-műsorszórás.

A szabályozás célja

Az Adminisztratív Rádió Világ Igazgatási Értekezlet (Genf, 1979) (WARC-79) megnövelte azokat a frekvencia sávokat, amelyek megoszthatók a műsorszórás, az állandóhelyű szolgálat és a mozgószolgálat között. A VHF és UHF sávot számos Igazgatás felosztotta e három szolgálat között, viszont az Igazgatások között a határövezeti koordinációban felmerült a kérdés: milyen módon osszák meg az ellátási területet a határövezetben, a különböző szolgálatok mely sávreszeket használják? Megjelent az igény arra vonatkozóan, hogy legyen egy szabványosított kompatibilitás vizsgálati és ellenőrző eljárás, amely megkönnyíti a frekvencia kijelölési tervek készítését, a berendezés specifikációk pedig alkalmazhatók nemzeti viszonylatban és a többoldalú megállapodásokban is. A műsorszórás, az állandóhelyű valamint a mozgószolgálat részére körültekintően készített frekvencia kijelölési tervek növelik a spektrum használatának hatékonyságát, minimalizálják a káros interferenciát a szomszédos vagy az azonos frekvencia sávokban.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények, zavarvédelmi kritériumok

1 Frekvencia elválasztás, földrajzi elválasztás valamint idő megosztás vagy ezek kombinációja biztosítja a kompatibilitást a különböző szolgálatok között, ahol a frekvencia sáv megosztására szükség van. Ebből a szempontból: *frekvencia elválasztás* - a kiosztott sávban részsávok kialakítása a különböző szolgálatok részére, *földrajzi elválasztás* - a különböző szolgálatok közösen használják a frekvenciákat földrajzilag elkülönített területeken, *idő megosztás* - az üzemidők szétválasztása a különböző szolgálatok között.

2 Az **A) fejezet** tartalmazza a védelem számítási módszerének leírását azon esetre, amikor a televízió műsorszórás, az állandóhelyű és/vagy mozgó szolgálat a megosztott vagy szomszédos csatornán üzemel a VHF vagy UHF sávban.

3 A földi mozgószolgálat részére biztosítandó védelem, amikor az a műsorszórással közös VHF vagy UHF sávban üzemel, a **B) fejezetben** leírtak szerint határozható meg.

4 Az állandóhelyű szolgálat részére biztosítandó védelem, amikor az a műsorszórással közös VHF vagy UHF sávban üzemel, a **C) fejezetben** leírtak szerint határozható meg.

5 A védelem meghatározásához kapcsolódó rendszer paraméterek: a védendő minimálisan szükséges térerősség, védelmi viszony, antenna karakterisztika, védelmi feltételek és további ehhez kapcsolódó tényezők.

6 Az újabb technológiákhoz kapcsolódó eljárásokat (digitális TV műsorszórás, hang műsorszórás, digitális mobil és állandóhelyű szolgálat) a jövőben fogja kidolgozni az ITU-R.

A) A televízió műsorszórás védelme az állandóhelyű és a földi mozgószolgálattal szemben.

A-1 A védendő minimális térerősség

A televízió műsorszórás, védendő minimális térerősségét a föld felszíne felett 10 m magasságban, valamint a szükséges térerősséget az 1. Táblázat tartalmazza.

A-1. Táblázat

	I. sáv (41-68 MHz)	II. sáv (76-100 MHz)	III. sáv (162-230 MHz)	IV. sáv (470-582 MHz)	V. sáv (582-960 MHz)
Az ellátási terület határán védendő térerősség (dB(□V/m)) az idő 50 %-ban és a helyek 90 %-ban	46	48	49	53	58
Az ellátási terület határán szükséges térerősség (dB(□V/m)) az idő 50 %-ban és a helyek 50 %-ban, ITU-R BT.417 Ajánlás	48	52	55	65	70

A védendő térerősség a szükséges térerősségből származik figyelembe véve, hogy a helyek 90 %-ban kell a térerősséget védeni, valamint, hogy a VHF sávban relatíve magas az ipari zaj.

A-2 Védelmi viszony

A-2.1 Általános áttekintés

A különböző televíziós rendszerek védelmi viszonyát az ITU-R BT.655 Ajánlás tartalmazza. Jelen feldolgozásban szereplő értékek alapja a hivatkozott ITU Ajánlás, valamint néhány Igazgatás újabb tanulmányainak az eredménye.

A védelmi viszonyt troposzférikus (T) vagy folyamatos (C) interferencia esetére kell megvizsgálni, azonban a számítások során csak az egyik típusú interferenciát kell figyelembe venni. Troposzférikus védelemmel számolunk, amikor a zavarásból eredő minőség romlás kismértékű (3. szint/fokozat), és abban az esetben kell figyelembe venni, amikor az idő kis százalékában lép fel. Precíz meghatározás hiányában az általánosan használt érték 1 % és 10 % között van. Folyamatos, fading mentes zavaró jel esetén nagyobb védelemre van szükség. Ilyen esetben közel folyamatos interferenciának megfelelő védelmi viszonyt kell alkalmazni, a zavar észrevehető, de nem bántó mértékű (4. szint/fokozat). Amennyiben a folyamatos interferenciának megfelelő védelmi viszony ismeretlen, akkor a 10 dB-vel megnövelt troposzférikus védelmi viszonyt kell alkalmazni.

Egy televíziós csatornán belül, a hangra és a képre külön-külön kell meghatározni a védelmi viszonyt.

A védelmi viszony követelményt, elsősorban a csatornán kívüli tartományban, a vevő nemlinearitása miatt meg kell növelni a nagy szinten jelenlévő, egy vagy több zavaró bemenő jel esetén. Tanulmányok alapján a 25 dB-ig terjedő érték a mértékadó.

A-2.2 A képcsatorna védelmi viszonya

A zavaró jel a képcsatorna bármelyik tartományában felléphet, ezért az átlapolódó csatornák esetén, az 1.–2. ábrák és a 3.–4. Táblázatokban megadott értékekkel kell számolni (ITU-R BT.655).

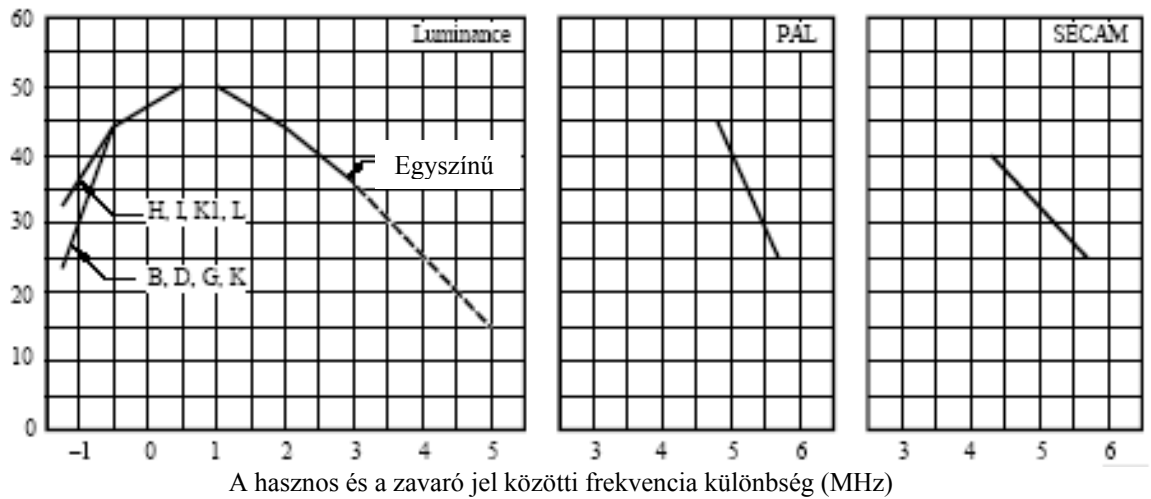
Az ábrákon és a táblázatokban megadott védelmi viszonyt kell alkalmazni a képcsatornában megjelenő a zavaró CW vagy a zavaró FM jel esetén, továbbá ha a hasznos kép jel negatív modulált.

Pozitívan modulált hasznos jel, valamint más típusú zavaró interferáló jelek esetén a 2. Táblázat korrekciói alkalmazandók.

2. Táblázat

Zavaró jel \ Hasznos jel	Korrekciós tényező (dB)		
	CW	FM	AM
Negatív kép moduláció	0	0	0
Pozitív kép moduláció	-2	-2	-2

A védelmi viszonyt 625 soros rendszer esetére az 1. és 2. ábra valamint a 3. és 4. Táblázat tartalmazza.

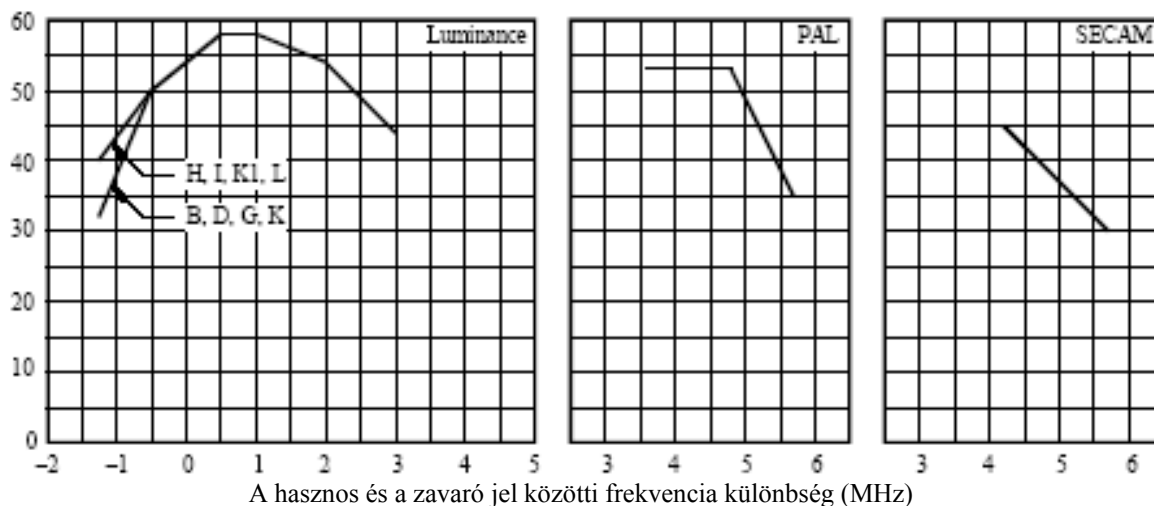


1. ábra 625 soros rendszer troposzférikus interferencia

3. Táblázat
Troposzférikus interferencia

	A hasznos és a zavaró jel közötti frekvencia különbség (MHz)											
	Fényességi tartomány								PAL		SECAM	
MHz	-1,25 ⁽¹⁾	-1,25 ⁽²⁾	-0,5	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	3,6-4,8	5,7-6,0 ⁽³⁾⁽⁴⁾	3,6-4,3 ⁽⁵⁾	5,7-6,3 ⁽³⁾⁽⁴⁾
dB	32	23	44	47	50	50	44	36	45	25	40	25

- (1) H, I, K1, L televízió rendszer
- (2) B, D, G, K televízió rendszer
- (3) B, G televízió rendszer 5,3 – 6,0 MHz tartománya
- (4) Ez az érték a csatorna végéig érvényes
- (5) D/SECAM és K/SECAM esetén plusz 5 dB



2. ábra 625 soros rendszer, folyamatos interferencia

4. Táblázat Folyamatos interferencia

	A hasznos és a zavaró jel közötti frekvencia különbség (MHz)											
	Fényességi tartomány								PAL		SECAM	
MHz	-1,25 ⁽¹⁾	-1,25 ⁽²⁾	-0,5	0,0	0,5	1,0	2,0	3,0	3,6-4,8	5,7-6,0 ⁽³⁾⁽⁴⁾	3,6-4,3 ⁽⁵⁾	5,7-6,3 ⁽³⁾⁽⁴⁾
dB	40	32	50	54	58	58	54	44	53	35	45	30

- (1) H, I, K1, L televízió rendszer
- (2) B, D, G, K televízió rendszer
- (3) B, G televízió rendszer 5,3 – 6,0 MHz tartománya
- (4) Ez az érték a csatorna végéig érvényes
- (5) D/SECAM és K/SECAM esetén plusz 8dB

A-2.3 Hangsatorna védelmi viszonya

A-2.3.1 Analóg hangrendszer (egy vagy kétvivős rendszer)

A védelmi viszony értékét analóg rendszerre az 5. Táblázat tartalmazza. Kétvivős rendszer esetén, a vivőket külön-külön kell figyelembe venni.

A hasznos FM vivő maximális löketére feltételezzük, hogy az 50 kHz, ettől eltérő löket esetén korrekciót kell alkalmazni.

5. Táblázat

Védelmi viszony a hasznos televízió analóg hangvivőjére (dB), ha a zavaró jel CW vagy FM hangvivő

A hasznos és a zavaró vivő közötti különbség (kHz)	Hasznos jel			
	Troposzférikus interferencia		Folyamatos interferencia	
	FM	AM	FM	AM
0	32	49	39	56
15	30	40	35	50
50	22	10	24	15
250	-6	7	-6	12

A-2.3.2 Digitális hangrendszer

A digitális hangrendszerekre vonatkozóan a 6. Táblázat tartalmaz adatokat.

6. Táblázat

Védelmi viszony a hasznos televízió digitális hang vivőjére (nincs frekvencia különbség)

Hasznos \ Zavaró		FM/CW ⁽¹⁾	AM ⁽¹⁾	Digitális ⁽²⁾
Digitális	T	12	11	12
	C	12	11	12

⁽¹⁾ A megadott érték 6 dB biztonsági tartalékot tartalmaz a digitális hangrendszerben az interferencia mellett bekövetkező hirtelen változásokra. Ugyanezen ok miatt nincs különbség a troposzférikus és az állandó interferenciára vonatkozó védelmi érték között.

⁽²⁾ Zavaró digitális műsorszórára vonatkozó védelmi viszony (ITU-R BT.655 Ajánlás).

A-2.4 Védelmi viszony csatornán kívüli interferenciára

A-2.4.1 Szomszédos csatorna

A védelmi viszony értékét 625 soros rendszerre, a 7. Táblázat valamint a 3. és 4. ábra tartalmazza troposzférikus és állandó interferencia esetére.

A-2.4.2 Képcsatorna

A szükséges védelemi viszony függ: a középfrekvenciától, a vevő tükörszelektivitásától valamint a képcsatornában a zavaró jel típusától. A szükséges védelmet meghatározhatjuk, ha a tükörszelektivitás értékét levonjuk az A-2.2 és az A-2.3 pontban megadott szükséges védelmi viszonyból.

Tükörszelektivitás

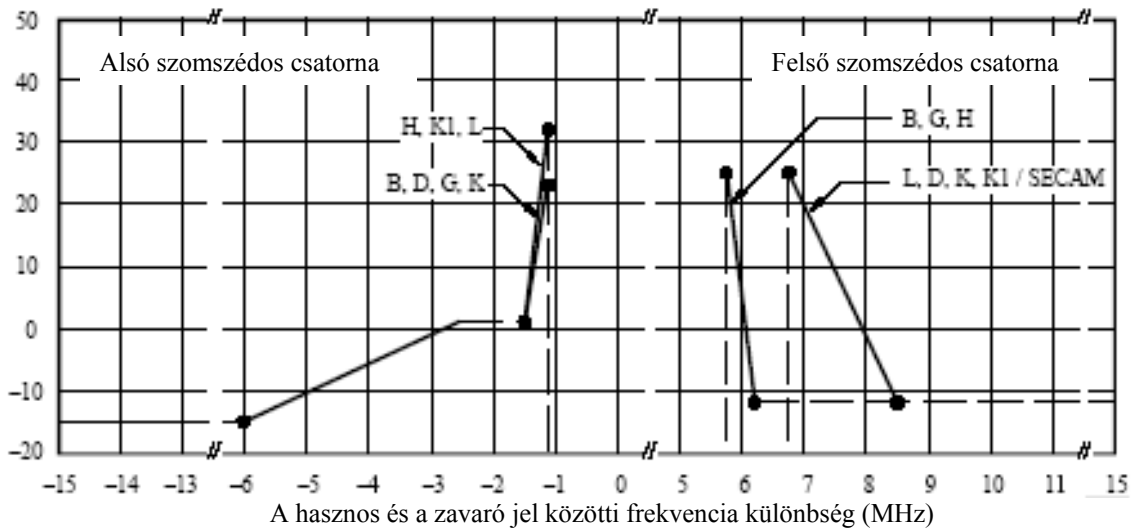
- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| • D és K/SECAM rendszer | 45 dB (VHF) és 30 dB (UHF) |
| • D/PAL rendszer | 45 dB (VHF) és 40 dB (UHF) |
| • I rendszer | 50 dB 8UHF) |
| • M rendszer (Japán) | 60 dB (VHF) és 45 dB (UHF) |
| • Minden más rendszer | 40 dB (UHF) |

A-2.4.2 További interferencia viszonyok

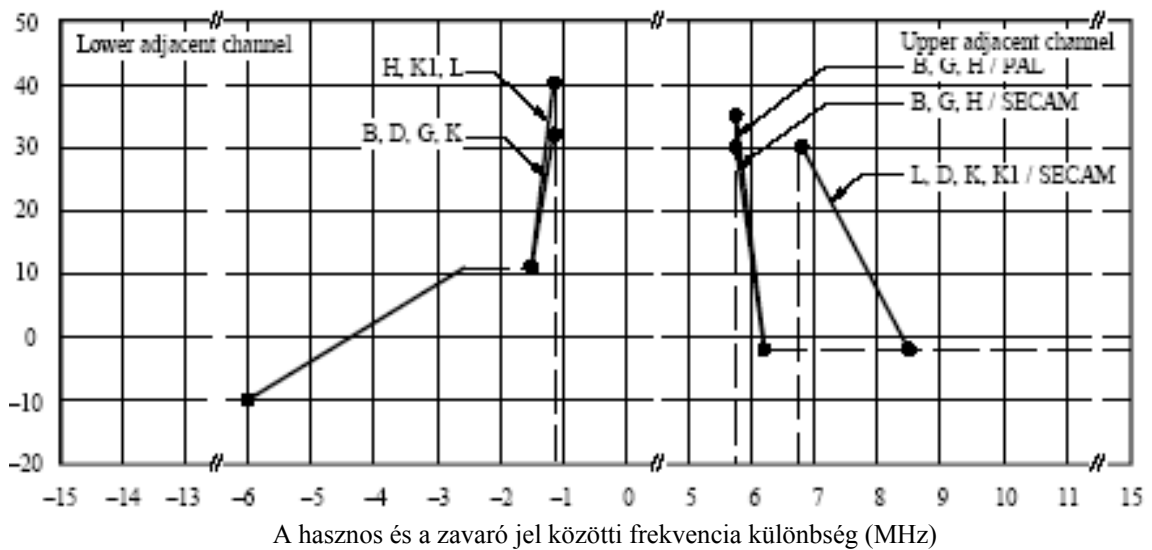
A csatornán kívüli tartományban, számos frekvencián, a TV vevőkészülék előállítási technológiájától, a helyi oszcillátortól, a középfrekvenciától (IF), stb. függően nagyobb védelmi viszonyra lehet szükség.

7. Táblázat
625 soros rendszer szomszéd csatornás védelmi viszonya

Frekvencia különbség (MHz)	Védelmi viszony (dB)		
	Folyamatos	Troposzférikus	TV rendszer
-14,0	-10	-15	B, D, G, H, K, K1, L
-6,0	-10	-15	B, D, G, H, K, K1, L
-2,5	11	1	B, D, G, H, K, K1, L
-1,5	11	1	B, D, G, H, K, K1, L
-1,25	40	32	H, K1, L
-1,25	32	23	B, D, G, K
5,75	30	25	B, G, H/SECAM
5,75	35	25	B, G, H/PAL
6,2	-2	-12	B, G, H
6,75	30	25	L, D, K, K1/SECAM
8,5	-2	-12	L, D, K, K1/SECAM
15,0	-2	-12	B, D, G, H, K1, L



3. ábra Szomszéd csatornás védelmi viszony, 625 soros rendszer, troposzférikus interferencia



4. ábra Szomszéd csatornás védelmi viszony, 625 soros rendszer, folyamatos interferencia

A-3 A televízió műsorszórás védelmi tartaléka

A védelmi tartalék (power margin PM) dB-ben a következő:

$$PM = FS - \text{az összes interferencia forrásból származó összetett (NF+AF)}$$

ahol

FS a vonatkozó térerősség (dB(\square V/m)) az A-1. pont alapján
 AF korrekciós tényező (dB), az antenna diszkrimináció és egyéb környezeti tényezők (lásd az A-4.1 pontot) hatása

NF az E_C vagy E_T zavaró térerősség közül a nagyobb (dB(□V/m))

- Folyamatos interferenciára

$$E_C = E_{(50,50)} + P + A_c$$

- Troposzférikus interferenciára

$$E_T = E_{(50,t)} + P + A_T$$

ahol

$E_{(50,t)}$ a zavaró adó 1 kW-ra normalizált térerőssége, amit az idő t %-ban túllép, meghatározását lásd az ITU-R PN.370 Ajánlásban.

A troposzférikus interferencia értékét a t idő 1 – 10 %-a között lehet figyelembe venni, minden Igazgatás maga határozza meg a t százalékot.

P a zavaró adó ERP-je (dB(kW))

A védelmi viszony (dB)

továbbá a C és T index a folyamatos illetve a troposzférikus interferenciát jelenti.

Az interferenciás zavarást abban az esetben lehet folyamatosnak tekinteni – és ennek megfelelő védelmi viszonyal számolni – ha a folyamatos interferencia zavaró térerőssége nagyobb, mint a troposzférikus interferenciából származó zavaró térerősség

$$E_C > E_T$$

Más szóval ez azt jelenti, hogy

$$E_{(50,50)} + A_C > E_{(50,t)} + A_T$$

A számított védelmi tartalék mindenhol pozitív kell legyen, ahol TV szolgáltatást kívánunk biztosítani.

Az azonos és a nem azonos telephelyről származó interferenciát a 4.2 és a 4.3 pont szerint kell figyelembe venni.

Információ található az A-4.4 pontban az állandóhelyű vagy a földi mozgószolgálat bázisállomása effektív antenna magasságának figyelembevételére, ha az 37,5 méternél kisebb, vagy 1 200 méternél nagyobb.

A-4 Figyelembeveendő további tényezők

A-4.1 Korrekciós tényezők (adjustment factor AF)

A televízió műsorszórásban, az állandóhelyű vagy a földi mozgószolgálatról származó interferencia esetek a következők.

A-4.1.1 Az állandóhelyű vagy a földi mozgószolgálat bázisállomása által, a televízió műsorszóráshoz képest ortogonálisan polarizált jel által okozott interferencia.

Ebben az esetben a korrekciós tényező megegyezik az antenna diszkriminációval, ami -16 dB a helyek 50 %-ra és -10 dB a helyek 90 %-ra.

A-4.1.2 Az állandóhelyű vagy a földi mozgószolgálat bázisállomása által, a televízió műsorszóráshoz képest megegyezően polarizált jel által okozott interferencia.

Ebben az esetben a korrekciós tényező megegyezik az antenna irányítottságából eredő diszkriminációval, az értékeket az ITU-R BT.419 Ajánlás tartalmazza. A TV II. sávban, a TV I. sávra adott értékek alkalmazandók.

A-4.1.3 A televízió műsorszórásnak, a földi mozgószolgálat által okozott interferencia, amennyiben az ellátási területtől mért távolság nagyobb 40 km-nél.

Járolékos polarizációs védelmet nem lehet figyelembe venni, mert:

- A gépkocsira telepített antenna (gk. karosszériája miatt) nem tud csak vertikálisan vagy csak horizontálisan sugározni.
- A mobil adó környezeti tárgyai a jel polarizációját bizonyos mértékben módosítják.

Nem lenne praktikus minden lehetséges földrajzi területre – a mobiltól származó - a terjedési veszteség és az antenna irányítottságából eredő diszkriminációra vonatkozó számítás elvégzése. Egyszerűbb és használhatóbb módszer, ha a bázisállomás telephelyére, a mobil állomás ERP-jével és $h_{\text{eff}}=75$ méterre végezzük el a számításokat. Megfelelő közelítést kapunk amennyiben a környezeti hatásokat, valamint a mobil állomáshoz közeli területeken a reflexiót -15 dB korrekciós tényezővel vesszük figyelembe. (lásd 1. Megjegyzést)

Több esetben, a televízió vevőantenna irányítottságából eredő korrekció is figyelembe vehető az ITU-R BT.419 Ajánlás szerint.

1. Megjegyzés Lásd: A VHF/UHF sávú televízió műsorsugárzás tervező Regionális Adminisztratív Konferencia, második szakasz, Afrikai műsorszóró terület és a Szomszédos országok (RARC AFBC(2))

A-4.1.4 Televízió műsorszórásnak, a földi mozgószolgálat által okozott interferencia, amennyiben az ellátási területtől mért távolság kisebb 40 km-nél.

Ebben az esetben a legrosszabb útvonalra vonatkozó részletes számítást kell alkalmazni. Polarizációs diszkrimináció, az A-4.1.3 pontban felsoroltak miatt, nem vehető figyelembe.

A-4.2 Azonos telephelyről származó többszörös interferencia.

Azonos telephelyről származó többszörös interferencia a teljesítmény összegzés módszerével számítható:

$$E = 10 \lg_{10} \sum_{i=1}^n 10^{E_i/10}$$

ahol

E_i (NF + AF) minden azonos telephelyű forrásra (dB(□V/m)), A-3. pont szerint
 n Az azonos telephelyen figyelembeveendő interferenciaforrások száma
 E Az effektív interferencia (dB(□V/m))

2. *Megjegyzés* E értékének egy számítási módszere az A-4.3 pontban található.

A-4.3 Nem azonos telephelyről származó többszörös interferencia.

A többszörös interferencia hatását az egyszerűsített szorzat eljárással határozhatjuk meg, a módszer a RARC AFBC (2) 1989 Záró Jegyzőkönyvében található.

A-4.4 Effektív antenna magasság

Az effektív antenna magasság meghatározását az ITU-R PN.370 ajánlás tartalmazza.

Amikor az effektív antenna magasság kisebb mint 37,5 méter, vagy nagyobb mint 1200 méter, az alkalmazandó térerősség számítási módszer a RARC AFBC (2) 1989 Záró Jegyzőkönyvében található.

A-5 Interferencia becslés

Az interferencia becslést, a televízió adó tervezett ellátási területén belül több pontra kell elvégezni. Azokat a pontokat kell kiválasztani, ahol legvalószínűbb az interferenciás zavar fellépése.

Ismétlőállomás esetén is kívánalom, hogy a televízió jel védve legyen interferencia ellen, ezért az ITU-R BT.655 Ajánlásban adott védelmi viszonyt figyelembe kell venni.

B) A földi mozgószolgálat védelme a televízió műsorszórással szemben.

B-1 A védendő minimális térerősség

B-1.1 Analóg beszéd-átviteli rendszer védelme

Analóg földi mozgószolgálat esetén, a védendő minimális közepes térerősséget 25 vagy 30 kHz-es csatornaosztásra, a 8. Táblázat tartalmazza.

8. Táblázat

Frekvencia tartomány (MHz)	A védendő minimális közepes térerősség (dB(□V/m))	
	A jel minősége: 4	Hang tisztaság: 80% ⁽¹⁾
44 – 68	19	-
87,5 – 108	20	-
174 – 254	21	-
470 – 582	24	-
582 – 960	38	36

⁽¹⁾ A hang tisztaság: 80 %-ról akkor beszélünk, ha szubjektív mérés alapján a szavak 80 %-a érthető. A földi mozgószolgalat 12,5 vagy 15 kHz-es csatorna osztására, a táblázat adatait 3 dB-vel meg kell növelni. Diverziti vétel esetén a táblázat adatait 8 dB-vel csökkenteni kell. A jel minőség 4 azt jelenti, hogy az interferencia már észrevehető. A legjobb minőség 5.

B-1.2 Digitális beszéd-átviteli rendszer védelme

Digitális földi mozgószolgalat esetén, a védendő minimális közepes térerősséget a 9. Táblázat tartalmazza.

9. Táblázat

Frekvencia tartomány (MHz)	A védendő minimális közepes térerősség (dB(□V/m))	
	50 kHz csatornaosztás, □/4 QPSK 3X 10 ⁻² BER	GMSK, BT = 0,3 200 kHz csatornaosztás
582 – 960	30 ⁽¹⁾	32

⁽¹⁾ Diverziti vétel esetén 4 dB-vel kisebb.

B-2 Védelmi viszony

B-2.1 A televízió műsorszórás csatornájába esik a mobil csatorna.

A televízió műsorszórás és a földi mozgószolgálat között, amikor a képvivő $\pm 0,5$ MHz-es tartományába esik a mobil vivő, a védelmi viszonyt a 10. Táblázat tartalmazza.

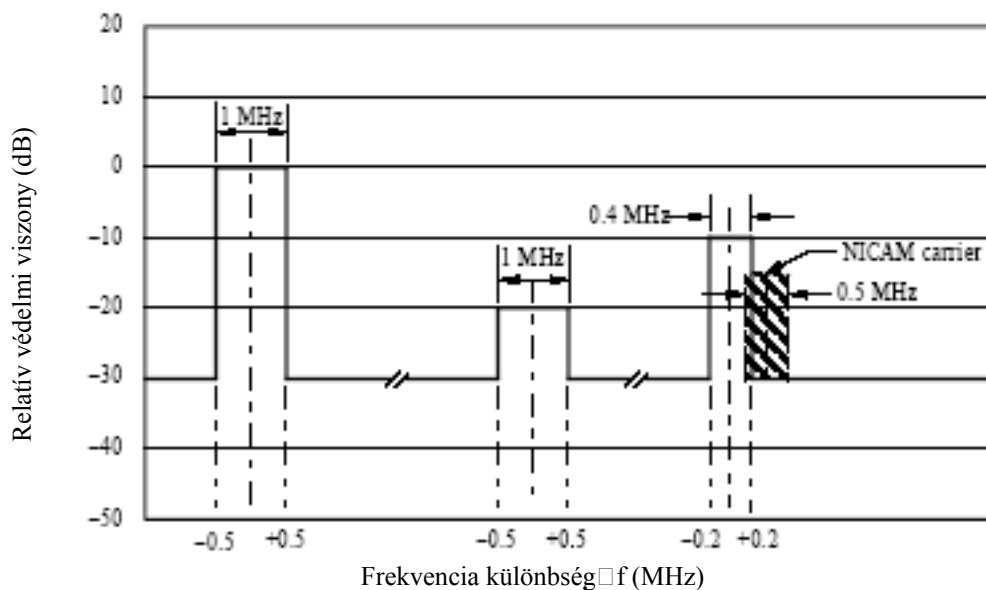
10. Táblázat

	Analog beszéd rendszer	Digitális rendszer		
		50 kHz csatornaosztás, $\pi/4$ QPSK 3×10^{-2} BER		GMSK, BT = 0,3 200 kHz csatornaosztás
		Sztatikus	Fading ⁽¹⁾	
Védelmi viszony (dB) (hasznos/zavaró)	10	11 ⁽²⁾	17 ⁽²⁾	9 ⁽²⁾

(1) A fading a hasznos jelre vonatkozik

(2) Az értékek arra az esetre vonatkoznak, amikor az interferáló jel ugyanolyan modulációt használ, mint a hasznos jel. Televízió műsorszórás esetén korrekciós tényező használata ajánlott.

A relatív védelmi viszonyt a vivőfrekvenciák és a képvivő különbségének függvényében a 5. ábra tartalmazza. Az ábrán szereplő vivőfrekvenciák távolsága a televízió rendszertől függ, az ábrán a hangvivő körüli sátozott rész NICAM rendszerre vonatkozik.



Képvivő

Szín segédvivő

Hangvivő

5. ábra

B-2.2 Intermodulációs védelem

A védelmi viszony, amikor a vevő intermodulációs frekvenciáján megjelenik a televízió kép vagy hang vivője, tipikusan -67 dB.

B-3 Védelmi tartalék

B-3.1 A védelmi tartalék becslése

A védelmi tartalék (PM) (dB)

$$PM = FS - NF - AF$$

ahol

FS minimális térerősség (dB(μ V/m)), az A-1. pont szerint

NF a zavaró térerősség, ami

$$NF = FI + PR$$

FI az interferáló műsorszóró adó vivőfrekvenciájának térerőssége az idő 10%-ban és a helyek 50 %-ban

PR a jelen B) fejezett 2. pontjában megadott védelmi viszony (dB)

AF Korrekciós tényező (dB) az antenna diszkriminációra a B-4.1 pont szerint

A védelmi tartalék mindazon helyeken pozitív kell legyen, ahol a mozgó szolgálatot biztosítani kell.

B-4 Figyelembeveendő további tényezők

B-4.1 Vevőantenna diszkrimináció

Horizontálisan polarizált műsorszóró adás esetén - az antenna polarizációból eredő diszkrimináció - bázisállomásra vonatkozó AF korrekciós tényező -18 dB.

A műsorszóró adás, vertikális vagy kevert polarizációjú sugárzása esetén, az antenna polarizáció diszkriminációra vonatkozó AF értéke 0 dB.

Mobil állomásra, $AF = 0$ polarizációs diszkriminációt lehet figyelembe venni, mert

- A gépkocsira telepített antennára (a gépkocsi karosszériája miatt) nem tételezhetjük fel, hogy csak vertikális vagy csak horizontális karakterisztikával rendelkezik.
- A mobil adó környezeti tárgyai a jel polarizációját bizonyos mértékben módosítják.

B-4.2 Antenna magasság

Az interferencia becslése esetén, a földi mozgószolgálatban, a következő antenna magasságokat lehet feltételezni:

- Bázisállomás antenna magasság = 75 m
- Mobil állomás antenna magasság = 2 m

B-5 Az interferencia becslése

Az interferencia becslést, a bázisállomás ellátási területén belül (ahol a minimális térerősséget a helyek 50%-ban és az idő 50 %-ban kell biztosítani) mindazon pontokra el kell végezni, ahol a legvalószínűbb annak fellépte.

A helyek 50%-ra és az idő 10 %-ra vonatkozó terjedési görbéket az ITU-R PN.370 Ajánlás tartalmazza.

A megfelelő korrekciós tényezők használandók a frekvenciára, távolságra, antenna magasságra és a terepre.

A korrekciós tényező pontos értéke az ITU-R PN.370 Ajánlás alapján határozható meg. Amennyiben az antenna magasság eltér 10 métertől, de 2 m és 80 m közötti, a következő képlettel vagy a 11. Táblázat alapján határozható meg a korrekciós tényező.

$$C = 20 \lg_{10} \left(\frac{h}{10} \right)$$

ahol C a korrekciós tényező.

A gyakorlatban ez a korrekciós tényező is függ a frekvenciától és a környező tereptől, de az interferencia számítása szempontjából praktikusán elfogadható.

11. Táblázat

Vevőantenna magasság h (m)	Korrekciós tényező C (dB)
2	-14
10	0
75	+17,5

C) Az állandóhelyű szolgálat védelme a műsorszórással szemben

Az állandóhelyű szolgálat védelmét a műsorszóró adókkal szemben, a megosztott vagy szomszédos csatornákon a VHF és UHF sávban az ITU-R F.758 Ajánlás alapján adjuk meg.

C-1 A védendő minimális térerősség

a) A vevő minimális bemenő szintje:

$$C_{\min} = (C / N) + N$$

ahol

C / N az előírt minőséghez, a vevő bemenetén szükséges *vivő / zaj* viszony (dB), lásd ITU-R F.758 és F.759 Ajánlásokat.

N a vevő termikus zaja ((dBW)

$$N = 10 \lg_{10} k T B + F$$

ahol

k Boltzmann állandó ($1,38 \times 10^{-23}$)

T a vevő zajhőmérséklete (290 K°)

B a vevő IF sávszélessége (dB)

F a vevő zaj száma (dB) (átlagos érték = 5 dB)

Amennyiben a vevőkészülék IF sávszélessége (B), a vevő zajszáma (F) nem áll rendelkezésre, úgy a termikus zajt az ITU-R F.758 Ajánlás alapján határozzuk meg.

b) Amennyiben a vevő IF sávszélessége nem áll rendelkezésre, úgy az alábbi közelítések használhatók:

- Egycsatornás FM rendszer esetén a vevő IF sávszélessége megközelítően

$$B = 2 (\beta + BW)$$

ahol

β a csúcs löket

B az alapsávi sávszélesség

- Frekvencia modulált, frekvencia osztásos multiplex (FDM-FM) rendszer esetén a vevő IF sávszélessége megközelítően

$$B = 2 (\beta + BW)$$

ahol

β az összetett csatorna csúcs löket

B az összetett csatorna alapsávi sávszélesség

- Digitális rendszer esetén, a vevő IF sávszélessége megközelítően

$$B = 1,2 R / \lg_2 M$$

ahol

R a bit sebesség (bit/s)

BW az állapotok száma (pl. $M=1$ PSK esetén; $M=4$ QPSK esetén; $M=16$ 16QAM esetén; stb.)

c) A vevő névleges bemenő szintje (dBW)

$$C_{nrx} = C_{min} + FM$$

ahol FM a fading tartalék.

d) A védendő minimális térerősség (FS) (dB(\square V/m))

$$FS = C_{nrx} \text{ (dBW)} - G_r \text{ (dBi)} + 20 \lg_{10} F_0 \text{ (MHz)} + 107,2$$

ahol

G_r a vevőantenna nyeresége (dBi)

F_0 a vevő üzemi frekvenciája (MHz)

C-2 Védelmi viszony

Elvileg, a vevő bemenetén az interferenciás jel, a vevő N termikus zaja alatt kell legyen legalább 6 dB-vel. Ez megegyezik az állandóhelyű rendszer védelmi viszonyával (PR), ami tulajdonképpen a *vivő / interferencia* (C_{nrx} / I) viszony:

$$PR \text{ (dB)} = C_{nrx} / I = C_{nrx} / N + 6 + RPR$$

ahol

I az interferáló jel szintje (dBW)

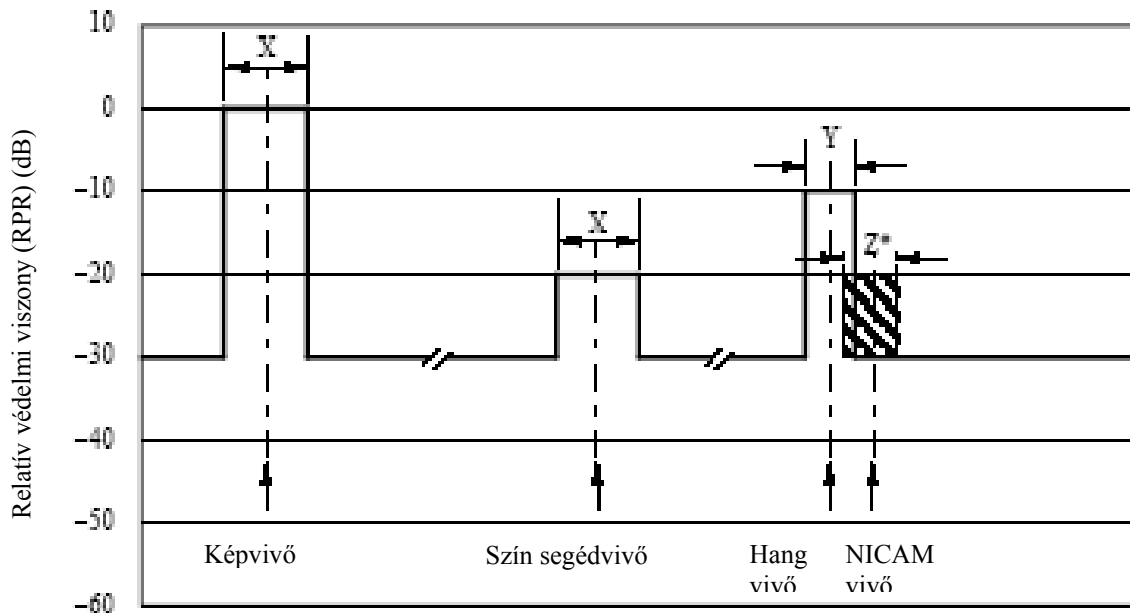
RPR a relatív védelmi viszony (a műsorszóró jel képivójére normalizált védelmi viszony)

C-2.1 A televízió műsorszóró csatorna megosztása

A televízió csatorna megosztott használata esetén, a védelmi viszony függ: egyrészt az állandóhelyű szolgálat vételi vivő-frekvenciájának és a televízió műsorszórás adó-frekvenciájának különbségétől, másrészt az állandóhelyű szolgálat vevőjének IF sáv szélességétől (B) valamint a kisugárzott televízió jel spektrumától. Abban az esetben, amikor a hasznos és a zavaró jel ugyanannak műsorszóró csatornának a sáv szélességében van, a relatív védelmi viszony (RPR) a 6. ábra alapján határozható meg.

3. Megjegyzés

$X = 1 \text{ MHz}$	ha $B < 1 \text{ MHz}$
$X = B$	ha $B > 1 \text{ MHz}$
$Y = 0,4 \text{ MHz}$	ha $B < 0,4 \text{ MHz}$
$Y = B$	ha $B > 0,4 \text{ MHz}$
$Z = 0,5 \text{ MHz}$	ha $B < 0,5 \text{ MHz}$
$Z = B$	ha $B > 0,5 \text{ MHz}$



* NICAM hang vivő

6. ábra

C-2.2 A televízió műsorszóró csatornán kívüli sávmeosztás

Abban az esetben, amikor az állandóhelyű szolgálat, a televízió műsorszóró adó csatornáján kívüli frekvencián üzemel, akkor az állandóhelyű szolgálat vevő frekvenciája (F_0), a vevő IF sáv szélessége (B) felénél nagyobb távolságra van a televízió adó kép vagy hang vivőjétől. Ebben az esetben, mérési eredmények alapján, a relatív védelmi viszony megközelítően:

$$RPR = 10 \lg_{10} (B / 30) - 70$$

ahol B a vevő IF sáv szélessége.

C-2.3 Intermodulációs védelem

A védelmi viszony, amikor a vevő intermodulációs frekvenciáján megjelenik a televízió kép vagy hang vivője, tipikusan 70 dB.

C-3 Védelmi tartalék

C-3.1 A védelmi tartalék becslése

A védelmi tartalékot az alábbiak szerint határozhatjuk meg:

$$PM \text{ (dB)} = FS - NF - AF$$

ahol

FS minimális térerősség (dB(□V/m)), az A-1 pont szerint
NF a zavaró térerősség, ami

$$NF = FI + PR$$

FI az interferáló műsorszórádo vivőfrekvenciájának térerőssége az idő 10%-ban és a helyek 50 %-ban (ITU-R PN.370)

PR a jelen melléklet 2. pontjában megadott védelmi viszony (dB)

AF korrekciós tényező (dB) az antenna és polarizáció diszkriminációra a C-4. pont szerint

C-4 További korrekciós tényezők

C-4.1 Vevő antenna diszkrimináció

A vevő antenna diszkriminációt megkapjuk, ha figyelembe vesszük a vevő antenna nyereségét a műsorszórádo felé. Lásd ITU-R F.699 ajánlást.

C-4.2 Vevő antenna keresztpolarizációs diszkrimináció

Az állandóhelyű állomás antenna diszkriminációja ortogónálisan polarizált jel esetén, a fő sugárzási irányban 15 dB-ig terjed. Nem vehető figyelembe antenna diszkrimináció, amikor a vett jel, kevert vagy nem-ortogónális polarizációjú.

*

Összeférhetőség a 87–108 MHz sávú rádió-műsorszóró szolgálat, illetve a 108–137 MHz sávú légiforgalmi szolgálatok között, az

ITU-R SM.1009-1 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 87,5–108 MHz

RAT szerinti rádióalkalmazás: URH-FM rádió-műsorszórás.

A szabályozás célja

A rádiófrekvenciás spektrum hatékonyabb használata mellett az összeférhetőség biztosítása a 87–108 MHz sávú rádió-műsorszóró szolgálat, illetve a 108–137 MHz sávú légiforgalmi szolgálatok között. A kompatibilitás vizsgálat célja a tervezett rádióműsorszóró illetve légiforgalmi frekvenciakijelölésekkel kapcsolatos összeférhetetlenségek felderítése, egyúttal az üzemelő rendszerek védelme.

A feldolgozásban szereplő légiforgalmi berendezések:

- ILS helymeghatározó Instrument Landing System localizer
- VOR VHF Omnidirectional Radio range
- COM VHF COMMunications equipment

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1 Csatornaosztás, csatornaképzési szabály

- *ILS frekvenciák*

Az ILS helymeghatározó frekvenciák a 108 – 112 MHz-es tartományban helyezkednek el. A rendelkezésre álló 40 csatorna: 108,1; 108,15; 108,30; 108,35 MHz ... 111,70; 111,75; 111,90; 111,95 MHz.

- *VOR frekvenciák*

A VOR frekvenciák, az ILS-el közös 108 – 112 MHz tartományban vannak kijelölve, éspedig: 108,05; 108,20; 108,25; 108,40; 108,45; ... 111,60; 111,65; 111,80; 111,85 MHz. A 112 –118 MHz frekvencia tartományban kijelölt VOR frekvenciák csatorna távolsága 50 kHz és a következők: 112,00; 112,05; ... 117,95 MHz.

- *COM frekvenciák*

A COM frekvenciák a 118 – 137 MHz-es frekvencia tartományban, 25kHz csatornatávolsággal vannak kijelölve a következők szerint: 118,000; 118,025; ... 136,975 MHz.

- *Műsorszóró adók frekvenciái*

Az üzemi frekvencia sáv az RR-ben található. Az 1. Körzet, valamint a 3. Körzet bizonyos területei részére kijelölt sáv: 87,5 – 108 MHz, 100 kHz-es csatorna osztással: 87,6; 87,7; ... 107,9 MHz. A 2. Körzet frekvencia sávja 88 – 108 MHz, 200 kHz csatorna sáv szélességgel: 88,1; 88,3; ... 107,9 MHz.

2 Kisugárzott jel polarizációja és jellemzőinek határértéke

2.1 A kisugárzott jel polarizációja

- Az ILS helymeghatározó rendszer horizontális polarizációt használ.
- A VOR rendszer horizontális polarizációt használ.
- A COM RF jel vertikális polarizációjú.
- A műsorszóró adók polarizációja lehet horizontális, vertikális vagy kevert.

2.2 Antenna karakterisztika

FM műsorszórás esetén, a rendelkezésre álló lehető legpontosabb horizontális és vertikális karakterisztikát kell használni a kompatibilitás vizsgálatokhoz.

2.3 Műsorszóró adó maximális effektív kisugárzott teljesítménye

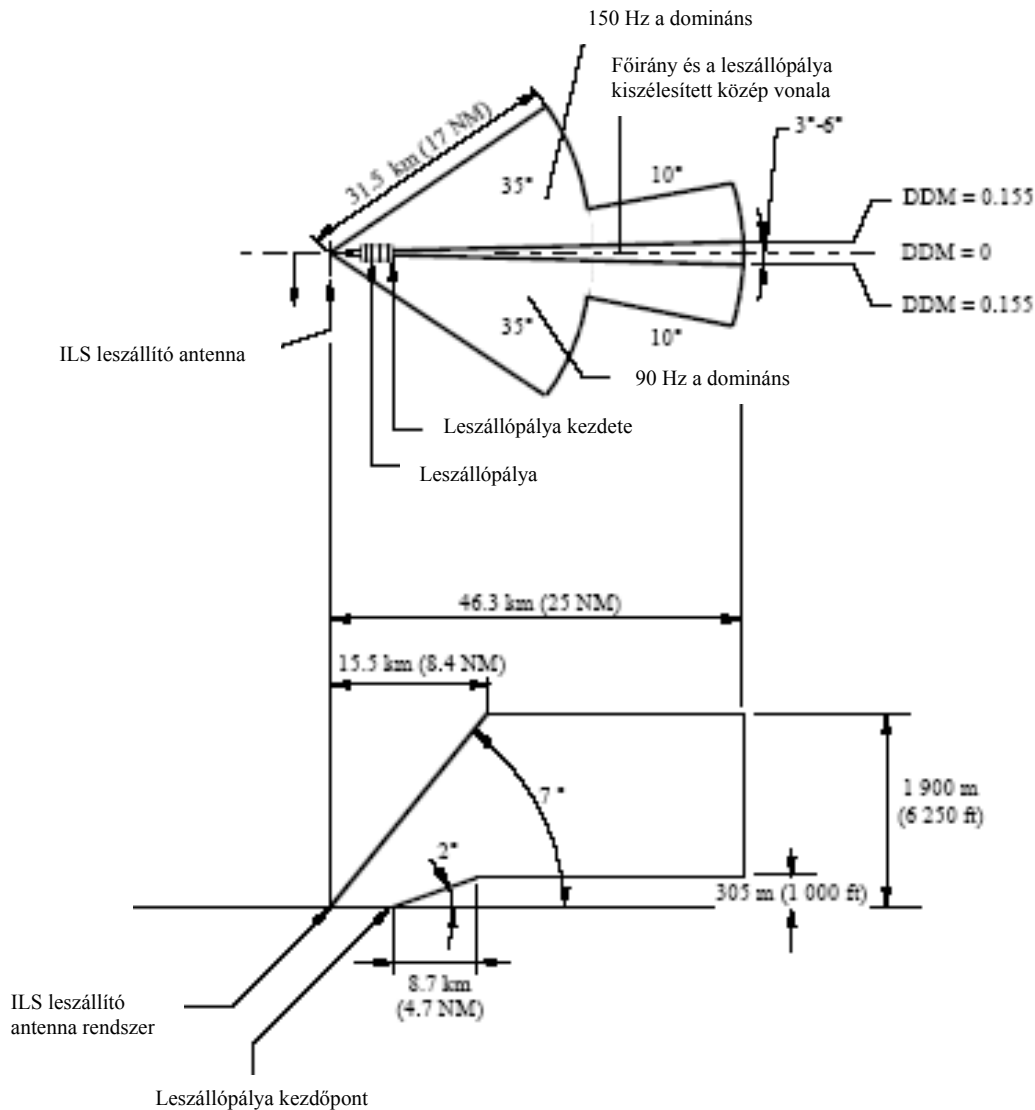
A rendelkezésre álló lehető legpontosabb ERP értéket kell használni a kompatibilitás vizsgálatokhoz.

3 A jel vételéhez szükséges minimális térerősség vagy bemenőjel

3.1 A légiforgalmi rendszer jellemzői

3.1.1 Az ILS ellátási terület kijelölése (designated operational coverage DOC)

Az ILS rendszer tipikus ellátási területét (DOC) – az a terület, amelyen belül a rendszernek kifogástalanul kell működnie – az 1. ábra illusztrálja. Megjegyezzük, hogy a DOC-nak lehet hátrasugárzásból eredő ellátási területe is.



Az ILS rendszer tipikus előre-irányú ellátási területe (DOC)

1. ábra

3.1.2 ILS Térerősség

Az ILS helymeghatározó rendszer, előreirányú védendő minimális térerőssége 32 dB(μ V/m) az-az (40 μ V/m). Amennyiben az ILS rendelkezik hátrasugárzási ellátási területtel is, abban az esetben is 32 dB(μ V/m) a védendő minimális térerősség. Bizonyos területeken (lásd ICAO 10. melléklet), ennél az értéknél nagyobb lehet a védendő minimális térerősség annak érdekében, hogy növeljük a jel-zaj viszonyt, ezzel növelve az ILS rendszer védelmét. Ebben az esetben, az ILS

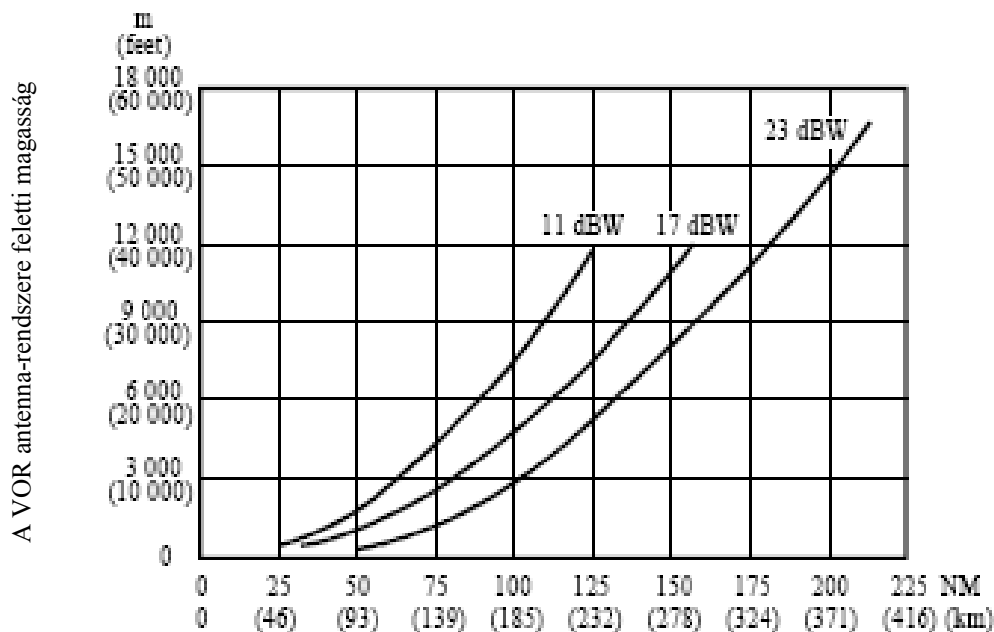
helymeghatározó előre irányú szektorában, 18,5 km-től a leszállópálya kezdőpontjáig a szükséges térerősség 39–46 dB(mV/m) a minőségi osztálytól (Facility Performance Category FPC) függően (I, II, III).

3.1.3 VOR ellátási terület kijelölése

Különböző feladatok ellátása esetén változik, a feladathoz igazodik a VOR ellátási területe. Például a leszállító VOR (terminal VOR) esetén 74 km lehet az ellátott terület sugara, míg a bevezető VOR (enroute VOR) ellátási sugara 370 km. Részletes információt nemzetenként a Légiforgalmi Információs Közlöny (Aeronautical Information Publication) tartalmaz.

3.1.4 VOR térerősség

A VOR minimális védendő térerőssége az ellátási területen belül 39 dB(μ V/m) (90 μ V/m). A VOR névleges kimenő ERP-je, ahhoz hogy a térerősségre megadott követelményt teljesítse, a 2. ábra szerint határozható meg.



A VOR antennától mért távolság

2. ábra

Megjegyzés a 2. ábrához A VOR névleges ERP-je 39 dB(μ V/m) térerősséget (-107 dB(W/m²) teljesítmény sűrűséget) biztosít, a tipikusan 4,9 méter földfeletti magasságban telepített antennával, különböző magasság és ferde-irányú távolság (slant ranges/height) esetén.

3.1.5 COM ellátási terület kijelölése

A COM ellátási területe a telepítés helyétől függően változó, 9,3 km-től 370 km-ig terjed. Részletes adatok, a területen Szolgáltató Szervtől (Provider State) szerezhetők be.

3.1.6 COM térerősség

Az ICAO 10. Melléklete nem határozza meg azt a minimális térerősséget, amit a földön telepített COM adónak az ellátási területen belül biztosítani kell, azonban az ICAO Egyezmény (Montreal, 1985.) I. fejezet 4.6.1.2. § rögzíti, hogy az esetek nagy százalékában a térerősség minimum 38 dB(\square V/m) (75 \square V/m) legyen az ellátási területen belül.

3.2 A műsorszóró adók szabadtéri térerősségének számítása

Az alábbi kifejezés szerint lehet a szabadtéri térerősséget meghatározni műsorszóró adók esetén:

$$E = 76,9 + P - 20 \lg d + H + V \quad (1)$$

ahol

E	a műsorszóró adó térerőssége dB(\square V/m)
P	maximális ERP (dBW)
$d^a)$	a valós távolság (km)
H	horizontális sugárzási karakterisztika korrekciós tényező (dB)
V	vertikális sugárzási karakterisztika korrekciós tényező (dB)

a) Angol kifejezés szerint „slant path”, jelentése a föld felett két pont közötti legrövidebb távolság, ahol az egyik pont általában a föld felszínén helyezkedik el, míg a másik a föld felszíne feletti térben. A feldolgozásban, ahol távolság szerepel, ott az ilyen módon meghatározott a távolságot kell érteni.

Amennyiben a műsorszóró adó polarizációja kevert, abban az esetben a maximális ERP legnagyobb horizontális és vertikális összetevőjével kell számolni. Amennyiben a horizontális és a vertikális komponens egyenlő, abban az esetben a horizontális polarizációjú maximális ERP-vel számolunk, és ehhez hozzáadunk 1 dB-t.

3.3 Légiforgalmi vevő bemenő teljesítménye

Feltételezve, hogy a repülőgép nem irányított antennát használ, a műsorszóró adó jele és a légiforgalmi jel által létrehozott térerősség együttesen hozza létre a vevő bemenő teljesítményét a következő kifejezések szerint:

a) A műsorszóró adó jele a 87,5 – 108,0 MHz tartományban

$$N = E - 118 - L_s - L(f) - L_a \quad (2)$$

ahol

N	a műsorszóró adó bemenő jele (dBm) a légiforgalmi vevő bemenetén
E	a műsorszóró adó térerőssége dB(\square V/m))
L_s	a jelosztó (splitter) csillapítás 3,5 dB
$L(f)$	a légiforgalmi antennarendszer frekvencia függő csillapítása a műsorszóró frekvenciákon, értéke 1,2 dB/MHz a 108 MHz alatti frekvenciákon
L_a	az antenna rendszer fix csillapítása: 9 dB

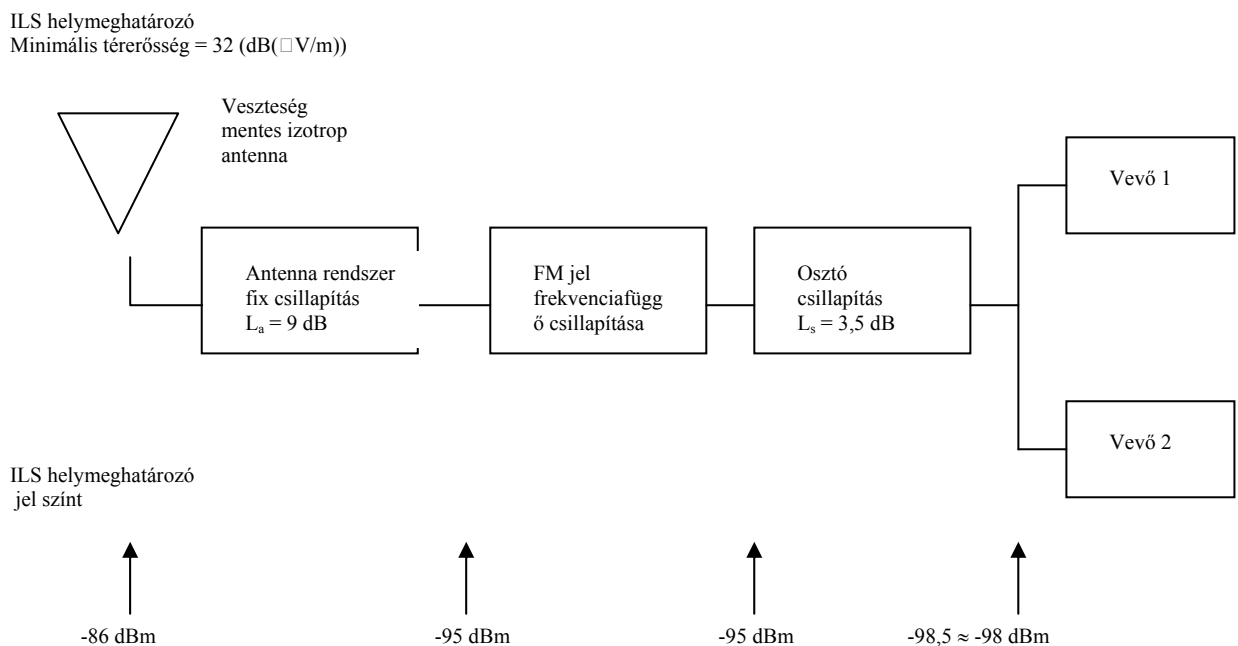
b) *AI* típusú légiforgalmi jel a 108–118 MHz tartományban

$$N_a = E_a - 118 - L_s - L_a \quad (3)$$

ahol

N_a a légiforgalmi vevő bemenő jele (dBm)
 E_a az *AI* típusú légiforgalmi jel térerőssége (dB(□V/m))

A 3. ábra illusztrálja, hogy az ILS helymeghatározó részére specifikált 32 (dB(□V/m)) térerősség, illetve az ennek megfelelő –98 dBm vevő bemenő szint milyen módon biztosítható összhangban a 3. kifejezéssel.



3. ábra

1. *Megjegyzés* A repülőgép osztója tipikusan két vevőt táplál.
2. *Megjegyzés* Az $L(f)$ frekvenciafüggő csillapítás 0 – val egyenlő a légiforgalmi frekvenciákra, ezért nem szerepel a 3. kifejezésben illetve az ábrán.

4. Zavarvédelmi kritériumok

Az ILS helymeghatározó és a VOR vevők általában csak zaj jellegű zavarást szenvednek az FM műsorszóró adók modulációjától. Azonban az ILS a 90 Hz és 150 Hz, a VOR a 30 Hz és 9 960 Hz frekvenciákat kritikus „vezérlő” frekvenciaként használja, ezért a rendszerek fokozottan érzékenyek ezeken a frekvenciákon fellépő interferenciákra.

4.1 Interferencia típusok

- „A” típusú interferencia

Egy vagy több műsorszórádó, nem kívánt sugárzása a légiforgalmi sávokban, típusai:

- *A1 típusú interferenciáról* akkor beszélünk, ha egy adó kisugároz nem-kívánt (hamis) jelet, vagy ha több adó intermodulációs frekvenciája a légiforgalom frekvenciájára esik.
- *A2 típusú interferenciáról* akkor beszélünk, ha a műsorszórádó jele tartalmaz, a légiforgalom sávjába eső, de nem elhanyagolható komponens is. Ez a típusú interferencia tipikusan abban az esetben lép fel, amikor a műsorszórádó vivőfrekvenciája 108 MHz közelébe helyezkedik el, és az ILS vagy VOR üzemi frekvenciája közel van a 108 MHz-hez.

- „B” típusú interferencia

Ezt a típusú interferenciát a légiforgalmi vevő okozza (generálja) a műsorszórádóktól származó, de a légiforgalmi sávokon kívül eső frekvenciákból.

- *B1 típusú interferenciát* a vevőberendezés bemenetének nemlinearitása okozza. Abban az esetben lép fel a *B1* típusú interferencia, ha két műsorszórádó jele, a légiforgalmi vevő bemenetén – annak nemlinearitása következtében - olyan intermodulációs frekvenciát kever ki, amelyik beleesik a légiforgalmi vevő által venni kívánt RF csatorna frekvencia sávjába. Az intermoduláció kialakulásának feltétele, hogy az egyik műsorszórádó vivőfrekvenciája olyan nagy szinten legyen jelen, hogy a vevő bemenetét a nemlineáris tartományba vezérelje. A másik jel lényegesebb kisebb is lehet, az interferenciás jel akkor is kikeveredik. A vizsgálatoknál csak a harmadrendű intermodulációs termékeket kell vizsgálni, ezek:

$$f_{\text{intermod}} = 2f_1 - f_2 \quad \text{kétjeles eset, vagy}$$

$$f_{\text{intermod}} = f_1 + f_2 - f_3 \quad \text{háromjeles eset}$$

ahol

$$f_{\text{intermod}} \quad \text{intermodulációs frekvencia (MHz)}$$
$$f_1, f_2, f_3 \quad \text{műsorszórádók frekvenciája (MHz), és } f_1 \geq f_2 > f_3$$

- *B2 típusú interferenciáról* akkor beszélünk, amikor a vevőberendezés érzékenysége lecsökken a bemenetét túlterhelő egy vagy több műsorszórádó jelétől.

4.2 Műsorszórádók mellék hullámú sugárzása

Észak-Amerikai tanulmányok alapján a mellék hullámú sugárzás elnyomására általában nem szükséges 80 dB-nél nagyobb követelményt előírni. Bizonyos speciális körülmények között (pl. azonos telephelyen működő műsorszórádóktól származó intermodulációs termékek) az 1. és a 3. Körzetre az 1. Táblázat tartalmazza a szükséges mellék hullámú sugárzás elnyomást a 108 – 137 MHz frekvencia tartományban.

1. Táblázat

Maximális ERP (dBW)	A maximális ERP-hez viszonyított elnyomás (dB)
≥ 48	85
30	76
< 30	46 + max. ERP (dBW)

4.3 Zavarvédelmi kritériumok becslése

Irányadó (szabványos) interferencia küszöb a zavaró jel azon minimális teljesítménye, ami a vételnél elfogadhatatlan minőségromlást eredményez. Az ILS helymeghatározó és a VOR vevők laboratóriumi, valamint repülőgépen végzett mérései alapján a következőket találták:

- Az interferencia küszöb az útiránytól való *eltérésjelző* (course deflection current: a pilóta részére ad kétirányú jelzést amennyiben a leszállópálya tengelyétől eltér) általában korábban jelez, mint mielőtt a *zászló* (flag: vizuális kijelző, ami azt jelzi, hogy az ILS helymeghatározó vagy a VOR vevő nem üzemel, vagy az üzeme nem megfelelő, vagy amikor a jel szintje nem elegendő, vagy a jel minősége nem elfogadható) jelezne.
- Az interferáló jel 1–3 dB-es növekedése az interferencia küszöb felett, „vaskos” eltérést okoz az *útiránytól eltérés jelzőn* vagy a *zászló-jel* megjelenését okozza.

A zavarvédelmi kritériumokat a légiforgalmi berendezésekre két dokumentum tartalmazza:

- *Montreali ILS helymeghatározó és VOR vevő* a szabályozás ezzel a kifejezéssel definiálja azokat a berendezéseket, amelyek megfelelnek az ICAO Task Group 12/1, 1992. évi Montreáli ülésén elfogadott specifikációnak.
- *ICAO 10. melléklet ILS helymeghatározó és VOR vevő*

4.3.1 Zavarvédelmi kritériumok becslése – Montreali ILS helymeghatározó és VOR vevő esetén

- *A1 típusú interferencia*

Ezen típusú interferencia esetén a 2. Táblázat adatai tartalmazzák a védelmi viszonyt. Amennyiben a frekvencia különbség nagyobb mint 200 kHz, akkor ezt a típusú interferenciát nem kell figyelembe venni.

2. Táblázat

A hasznos és a zavaró jel közötti frekvencia különbség (kHz)	Védelmi viszony (dB)
0	14
50	7
100	-4
150	-19
200	-38

- *A2 típusú interferencia*

Ezen típusú interferencia esetén a 3. Táblázat adatai tartalmazzák a védelmi viszonyt. Amennyiben a frekvencia különbség nagyobb mint 300 kHz, akkor ezt a típusú interferenciát nem kell figyelembe venni.

3. Táblázat

A hasznos és a zavaró jel közötti frekvencia különbség (kHz)	Védelmi viszony (dB)
150	-41
200	-50
250	-59
300	-68

- *B1 típusú interferencia*

a) Kompatibilitás becsléshez használatos összefüggések

A közölt egyenletek, ILS helymeghatározó és VOR vevő esetén abban az esetben használhatók a becslésre, amikor u.n. potenciális inkompatibilitás lép fel, más-szóval az

ellátási területen belül, valamely kijelölt ellenőrző (teszt) pontban nem teljesül a védelmi viszony követelmény.

aa) kétjeles eset

$$2\{N_1 - 28\lg[\max(1,0; f_A - f_1)]\} + N_2 - 28\lg[\max(1,0; f_A - f_2)] + K - L_c > 0 \quad (4)$$

ab) háromjeles eset

$$N_1 - 28\lg[\max(1,0; f_A - f_1)] + N_2 - 28\lg[\max(1,0; f_A - f_2)] + N_3 - 28\lg[\max(1,0; f_A - f_3)] + K + 6 - L_c > 0 \quad (5)$$

ahol

$N_1; N_2; N_3$ a műsorszóró adó jelszintje (dBm) $f_1; f_2; f_3$ frekvencián a légiforgalmi vevőberendezés bemenetén
 f_A a légiforgalmi frekvencia (MHz)
 $f_1; f_2; f_3$ a műsorszóró adók frekvenciái (MHz)
 K =140, ILS helymeghatározó esetén
 K =133, VOR vevő esetén
 L_c korrekciós tényező (dB) az ILS helymeghatározó vagy a VOR jel szintjére a 4.3.1 c) pont szerint

b) Frekvencia offset korrekció

A 4. Táblázatban megadott korrekciós tényezőt kell alkalmazni minden műsorszóró adó jelére mielőtt azokat a (4) és az (5) egyenletbe behelyettesítének.

$$N \text{ (korrigált)} = N - \text{Korrekció}$$

Amennyiben a frekvencia különbség nagyobb mint 200 kHz, akkor a BI típusú interferenciát nem kell figyelembe venni.

4. Táblázat

A hasznos és a zavaró jel közötti frekvencia különbség (kHz)	Korrekció (dB)
0	0
50	2
100	8
150	16
200	26

c) *A korrekciós tényező kiszámítása abban az esetben, amikor a hasznos jel szintje helyett, a B1 típusú interferenciával szembeni védettséggel számolunk.*

Két illetve háromjeles interferencia esetén a következő korrekciós tényező használható ILS helymeghatározó és VOR vevő esetén:

$$L_c = N_A - N_{ref} \quad (6)$$

ahol

L_c	a korrigált hasznos jel (dB), a (6) kifejezés szerint
N_A	a hasznos jel szintje (dBm) a légiforgalmi vevő bemenetén
N_{ref}	B1 típusú interferenciával szembeni védettséggel számolt hasznos jel szintje a légiforgalmi vevő bemenetén = -89 dBm ILS helymeghatározó esetén = -82 dBm VOR esetén

d) *Trigger és cut-off értékek*

Trigger érték Jelen dokumentum trigger értéknek tekinti a műsorszóró adó azon minimális jelszintjét, amely a légiforgalmi vevő bemenetére jutva, elegendően nagy teljesítményű ahhoz, hogy a harmadrendű intermoduláció létrejöjjön.

Cut-off érték Jelen dokumentum szerint a műsorszóró adó azon minimális teljesítménye a légiforgalmi vevő bemenetén, amely elegendő ahhoz, hogy a B1 típusú interferencia létrejöjjön.

$$\text{Trigger érték (dBm)} = \frac{L_c - K}{3} + 28 \lg[\max(1,0; f_A - f)] \quad (7)$$

$$\text{Cut-off érték (dBm)} = -66 + 20 \lg \frac{\max(0,4; 108,1 - 1)}{0,4} \quad (8)$$

ahol

L_c	a korrigált hasznos jel (dB), a (6) kifejezés szerint
K	146 ILS és 139 VOR esetén három jeles interferenciára
K	140 ILS és 133 VOR esetén két jeles interferenciára
f_A	a légiforgalmi frekvencia (MHz)
f	a műsorszóró adó frekvenciája (MHz)

- *B2 típusú interferencia*

B2 típusú interferencia becslése esetén a következő kifejezéssel határozzuk meg a műsorszóró adó maximális megengedhető jelszintjét az ILS vagy VOR vevő bemenetén, amivel elkerülhető az interferencia.

$$N_{\max} = -20 + 20 \lg \frac{\max(0,4; f_A - f)}{0,4} \quad (9)$$

ahol

N_{\max}	a műsorszóró adó maximális jelszintje (dBm) a légiforgalmi vevő bemenetén
f_A	a légiforgalmi frekvencia (MHz)
f	a műsorszóró adó frekvenciája (MHz)

Számos frekvencia kombináció esetében a (9) kifejezés sokkal szigorúbb interferenciával szembeni védettséget tételez fel, mint az ICAO 10. melléklet (1998.) szerinti (13) kifejezéssel történő számolás. A gyakorlatban, mindkét módszerrel meg kell határozni a műsorszóró adó maximális jelszintjét (N_{\max}) és a két érték közül a kisebbel kell számolni.

4.3.2 Zavarvédelmi kritériumok becslése – ICAO 10. melléklet ILS helymeghatározó és VOR vevő esetén

- *A1 típusú interferencia* becslése megegyezik a 4.3.1 pont alatt a Montreal-ra megadott módszerrel.
- *A2 típusú interferencia* becslése megegyezik a 4.3.1 pont alatt a Montreal-ra megadott módszerrel.
- *B1 típusú interferencia esetén*

a) Kompatibilitás becsléshez használatos összefüggések

A potenciális inkompatibilitás (valamely kijelölt ellenőrző (teszt) pontban nem teljesül a védelmi viszony követelmény) meghatározásához az alábbi egyenletek használhatók:

aa) kétjeles eset

$$2 \left\{ N_1 - 20 \lg \frac{\max(0,4; 108,1 - f_1)}{0,4} \right\} + N_2 - 20 \lg \frac{\max(0,4; 108,1 - f_2)}{0,4} + K - L_c + S > 0 \quad (10)$$

ahol

$N_1; N_2$	a műsorszóró adó jel szintje (dBm) $f_1; f_2$ frekvencián a légiforgalmi vevőberendezés bemenetén
$f_1; f_2$	a műsorszóró adók frekvenciái (MHz), $f_1 > f_2$
K	78, ILS helymeghatározó és VOR esetén
S	3 dB, mert az ICAO 10. melléklet nem tartalmaz az interferenciával szembeni védettségre vonatkozó számítási módszert
L_c	korrekciós tényező a hasznos jelszintre (dB) a 4.3.2 c) pont szerint

ab) háromjeles eset

$$N_1 - 20\lg \frac{\max(0,4;108,1 - f_1)}{0,4} + N_2 - 20\lg \frac{\max(0,4;108,1 - f_2)}{0,4} + \quad (11)$$

$$+ N_3 - 20\lg \frac{\max(0,4;108,1 - f_3)}{0,4} + K + 6 - L_c + S > 0$$

ahol

$N_1; N_2; N_3$	a műsorszóró adó jelszintje (dBm) $f_1; f_2; f_3$ frekvencián a légiforgalmi vevőberendezés bemenetén
$f_1; f_2; f_3$	a műsorszóró adók frekvenciái (MHz), $f_1 \geq f_2 \geq f_3$
K	78, ILS helymeghatározó és VOR esetén
S	3 dB, mert az ICAO 10. melléklet nem tartalmaz az interferenciával szembeni védettségre vonatkozó számítási módszert
L_c	korrekciós tényező a hasznos jelszintre (dB) a 4.3.2 c) pont szerint

b) Frekvencia offset korrekció

Az 5. Táblázatban megadott korrekciós tényezőt kell alkalmazni minden műsorszóró adó jelére mielőtt azokat a (10) és az (11) egyenletbe behelyettesítének.

$$N \text{ (korrigált)} = N - \text{Korrekció}$$

Amennyiben a frekvencia különbség nagyobb, mint 150 kHz, akkor a B1 típusú interferenciát nem kell figyelembe venni, a jelszint ebben az esetben olyan nagy lehet, hogy a B2 típusú interferenciával kell számolni.

5. Táblázat

A hasznos és a zavaró jel közötti frekvencia különbség (kHz)	Korrekció (dB)
0	0
50	2
100	5
150	11

c) A korrekciós tényező kiszámítása abban az esetben, amikor a hasznos jel szintjére vonatkozó, interferenciával szembeni védettséggel számolunk.

Az L_c korrekciós tényező számítási módszerét Montreali vevő esetében a 4.3.1 c) pont írja le, a jelen esetben viszont a védettséggel számolt hasznos jel szintje $N_{ref} = -86$ dBm ILS helymeghatározó és -79 dBm VOR esetében.

d) Trigger és cut-off értékek

$$\text{Trigger érték (dBm)} = \frac{L_c - K - S}{3} + 20\lg \frac{\max(0,4; 108,1 - f)}{0,4} \quad (12)$$

ahol

L_c	korrekciós tényező (dB) a 4.3.3.3 pont szerint
K	84 ILS és VOR esetén három jeles interferenciára
K	78 ILS és VOR esetén két jeles interferenciára
S	3 dB, mert az ICAO 10. melléklet (1998.) nem tartalmaz az interferenciával szembeni védettségre vonatkozó számítási módszert
f	a műsorszóró adó frekvenciája (MHz)

A *cut-off* értékre vonatkozó számítási módszer megegyezik a montreali vevőnél ismertetett (8) egyenlettel.

- *B2 típusú interferencia*

B2 típusú interferencia becslése esetén a (13) kifejezés szerint határozzuk meg a műsorszóró adó maximális megengedhető jelszintjét az ILS vagy VOR vevő bemenetén, amivel elkerülhető az interferencia.

$$N_{\max} = \min(15; -10 + 20\lg \frac{\max(0,4; 108,1 - f)}{0,4} + L_c - S) \quad (13)$$

ahol

N_{\max}	a műsorszóró adó maximális jelszintje (dBm) a légiforgalmi vevő bemenetén
S	3 dB, mert az ICAO 10. melléklet (1998.) nem tartalmaz az interferenciával szembeni védettségre vonatkozó számítási módszert
f	a műsorszóró adó frekvenciája (MHz)
L_c	korrekciós tényező (dB) a hasznos jelre $L_c = \max(0; 0,5(N_A - N_{ref}))$
N_A	a hasznos jel szintje (dBm) a légiforgalmi vevő bemenetén
N_{ref}	B2 típusú interferenciával szembeni védettséggel számolt hasznos jel szintje a légiforgalmi vevő bemenetén = -86 dBm ILS helymeghatározó esetén = -79 dBm VOR esetén

4.3.3 Interferencia becslés a COM vevőre az ICAO 10. melléklet (1998.) alapján

A1 és *B1* típusú intermoduláció nem lép fel a COM vevőknél, ha azok frekvenciája 128,5 MHz felett van. A COM vevők egyik frekvenciáján sem lép fel *A2* típusú interferencia. A repülőgépek COM antennáiról nem állt rendelkezésre elegendő adat ahhoz, hogy kidolgozható lenne a térerősség átszámítási módszer a vevő bemenő teljesítményére.

a) *Kompatibilitás becslés*

Az ICAO 10. melléklet I. rész az alábbi specifikációt tartalmazza:

- 1995. január 1. után üzembe helyezett COM vevőknek meg kell felelniük az interferenciával szembeni védettségi szabványnak.
- 1998. január 1. után üzembe helyezett vevőknek teljesíteniük kell az új interferenciával szembeni védettségi szabvány előírásait.

b) *B1 típusú interferencia*

Az ICAO 10. melléklet a következőket tartalmazza a COM vevőkre: a vevő rendszereknek biztosítaniuk kell a megfelelő minőséget, ha a VHF FM műsorszóró adóktól származó kétjeles harmadrendű intermoduláció termék szintje a vevő bemenetén -5 dBm.

c) *B2 típusú interferencia*

Az ICAO 10. melléklet a következőket tartalmazza a COM vevőkre: a vevő rendszerek érzékenysége nem csökkenhet, amennyiben a VHF FM műsorszóró adó jelszintje a vevő bemenetén -5 dBm.

*

Az adók frekvenciatűrése, az ITU-R SM.1045-1 Ajánlás alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 190–223 MHz, 478–608 MHz, 608–614 MHz, 614–645 MHz, 645–654 MHz, 678–734 MHz, 742–758 MHz, 758–782 MHz

RAT szerinti rádió alkalmazás: Tv-hírvagy átvitele a 190–214 MHz sávban. Rádióhírvagy átvitele a 214–223 MHz sávban. Változó telephelyű rádió- és televízió-hírvagy átvitel a többi frekvencia sávban.

A szabályozás célja

A szigorúbb frekvencia tűrés támogatja a rádiófrekvenciás spektrum hatékonyabb használatát, a technikai fejlődés eredményeképpen az RR 7. (S2) függelékében megadott értéknél szigorúbb frekvencia tűrés is elérhető, ezért várható az RR 7. (S2) függelékének felülvizsgálata. A különböző rádiószolgálatokkal szemben üzemeltetési, műszaki és gazdaságossági elvárás, hogy a rádiófrekvenciás spektrumot minél hatékonyabban használják, amit a hosszú-távú célnak megfelelően az adók frekvenciatűrésének szigorítása megfelelően támogat.

A rádióberendezések alapvető követelménye teljesítésének frekvenciagazdálkodási jellemzői, rádióberendezés adó jellemzők

1 Frekvencia eltérés, frekvencia stabilitás

1.1 Az 1. Táblázatban megadott frekvencia tűrés értékek alkalmazása ajánlott új állomások üzembe helyezése esetén.

1.2 Üzemeltetési vagy technikai követelmények alapján az 1. Táblázatban megadott értéknél szigorúbb frekvencia tűrés értékek is alkalmazhatók

1.3 A Rádiókommunikáció Tanulmányi Bizottságok és az adminisztrációk tanulmányozni fogják, hogy mely sávokban és mely rádiószolgálatok részére kell meghatározni hosszú távú frekvenciatűrési értéket, ami nem szerepel az 1. Táblázat 2. oszlopában.

1.4 Az RR 1. cikkely (S1) – ben foglaltak szerint a frekvencia tűrést 10^6 , vagy $\square 10^{-6}$ hányadosaként ként kell megadni.

1.5 A táblázatban szereplő teljesítmény egy oldalsávós adás esetén *csúcs burkoló teljesítmény* (pep), a többi esetben átlag teljesítmény, hacsak nincs más információ. A RR 1. cikkely (S1) definiálja az „adó teljesítmény” fogalmát.

1.6 A táblázat 1. oszlopában szereplő értéket az üzemeltetési és műszaki követelmények meghatározásánál, a 2. oszlopban szereplő értéket, mint hosszú távú tervezési értéket kell figyelembe venni.

1. Táblázat

Frekvencia sáv (A sáv alsó határa nem, a felső határa bele tartozik a sávba)	Állomás osztálya	Frekvencia túrés	
		Jelenlegi előírás (1. oszlop)	Hosszútávú terv (2. oszlop)
108 – 470 MHz	Állandóhelyű	5	
	Földi mozgó	5 (Hordozható □ 5 W, 15)	5
470 – 960 MHz	Állandóhelyű	15	5

*

A szükséges sáv szélességek meghatározása, beleértve a kiszámításukra, illetve az adások jelölésére vonatkozó példákat, az

ITU-R SM.1138 Ajánlás

alapján

A szabályozás alkalmazási területe

Frekvencia sáv: 190–223 MHz, 478–608 MHz, 608–614 MHz, 614–645 MHz, 645–654 MHz, 678–734 MHz, 742–758 MHz, 758–782 MHz

RAT szerinti rádió alkalmazás: Tv-hírányag átvitele a 190–214 MHz sávban. Rádióhírányag átvitele a 214–223 MHz sávban. Változó telephelyű rádió- és televízió-hírányag átvitel a többi frekvencia sávban.

A szabályozás célja

A rádió Világigazgatási Értekezlet (1995) által megvizsgált és elfogadott módszer alkalmazása.

A rádiórendszerek összehangolt működését biztosító frekvenciagazdálkodási követelmények

1. Adásmód, moduláció

Az RR előírás szerinti szükséges sáv szélességet, az 1. Táblázatban megadott függvényekkel (képletekkel) kell kiszámítani.

1. Táblázat

Adás leírása	Szükséges sávszélesség		Adás módja
	Képlet	Számítási példa	
Amplitúdó moduláció, televízió jel átvitel			
Televízió, kép és hang	A sávszélességre vonatkozó ITU-R dokumentum szerint, az általánosan használt televíziós rendszerekre	Sorok száma: 625 Névleges videó sávszélesség: 5 MHz A hang- és a kép-vivő közötti távolság: 5,5MHz Teljes kép sávszélesség: 6,25 MHz FM hang sávszélesség az elválasztó sávval együtt: 750 kHz RF csatorna sávszélesség: 7 MHz	6M25C3F— 750KF3EGN
Frekvencia moduláció, hang műsor átvitel			
Hang műsorszórás	$B_n=2M+2DK$ $K=1$ (tipikusan)	Mono $D= 75\ 000$ Hz $M= 15\ 000$ Sávszélesség: $180\ 000$ Hz =180 kHz	180KFEGN
		Pilot jeles rendszer $D= 75\ 000$ Hz $M= 15\ 000$ Sávszélesség: $300\ 000$ Hz =300 kHz	300KF8EHF

ahol

B_n	A szükséges sávszélesség (Hz)
D	Csúcs löket, az-az a pillanatnyi frekvencia maximális és minimális értékének a fele.
K	Numerikus átviteli tényező, ami változik az adásmódjától, valamint függ a megengedett jel torzítástól.
M	A maximális moduláló frekvencia (Hz)