



NEMZETI HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG HIVATALA

MŰSORSZÓRÓ SZOLGÁLAT MŰSZAKI IRÁNYELVEI

DIGITÁLIS RÁDIÓ (174-230 MHz)

2008. február



1 1 3 3 BUDAPEST, VISEGRÁDI U. 100. Levélcím: 1386 Pf. 997
TEL.: (06-1) 468-0500 * FAX: (06-1) 468-0626 * WWW.NHH.HU

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	4
1. A digitális földfelszíni rádió műsorszórás tervezésével kapcsolatos alapfogalmak ...	4
1.1. Frekvenciasáv	4
1.2. Ellátási terület	4
1.3. Szolgáltatási terület.....	5
1.4. Kiosztás tervezés	5
1.5. Kijelölés tervezés	5
1.6. Tesztpontok	5
1.7. Zavaró térerősség	5
1.8. Szükséges minimális térerősség/védendő minimális térerősség	5
1.9. Használható térerősség	6
1.10. Referencia térerősség	6
1.11. Minimális közepes térerősség E_{med} (dB(μV/m))	6
1.12. Koordinációs küszöbtérerősség	6
1.13. Állandóhelyű vétel	6
1.14. Hordozható vétel	6
1.15. Mobil vétel	7
1.16. Többfrekvenciás hálózat (MFN: Multi Frequency Network)	7
1.17. Egyfrekvenciás hálózat (SFN: Single Frequency Network)	7
1.18. Referencia tervezési konfiguráció (RPC)	7
1.19. Referencia hálózat (RN)	7
1.20. Helyvalószínűség (helyszázalék)	8
2. Műszaki előírások	8
2.1. T-DAB rendszerjellemzők és frekvenciablokkok	8
2.2. T-DAB vételi módok	9
2.2.1. Magassági korrekció hordozható és mobil vételnél	9
2.2.3. Antennanyereség hordozható vétel esetében	9
2.2.4. Hordozható vétel helyvalószínűsége.....	10
2.2.5. Polarizációs védelem hordozható vétel esetén	10
2.2.6. Antennanyereség mobil vétel esetén	10
2.2.7. Mobil vétel helyvalószínűsége.....	10
2.2.8. Polarizációs védelem mobil vétel esetén	10
2.3. Tervezési kritériumok	10
2.3.1. C/N értékek a tervezéshez.....	11
2.3.2. Védelmi értékek	11
2.3.2.1. T-DAB jelek közötti védelmi arányok.....	11
2.3.2.2. T-DAB és DVB-T jelek közötti védelmi arányok	11
2.3.2.2.1. DVB-T védelmi értékek T-DAB által okozott zavar esetén	11
2.3.2.2.2. T-DAB szolgálat védelme zavaró DVB-T jelek esetén	12
2.3.2.3. Védelmi értékek T-DAB és analóg televízió szolgálat között	12
2.3.2.3.1. T-DAB szolgálat védelme analóg televízió szolgálattal szemben.....	13
2.3.2.3.2. Analóg televízió védelme T-DAB szolgálattal szemben.....	14
2.3.3. Szükséges minimális jelszintek T-DAB műsorszóró rendszerek esetén	16
2.3.4. Helykorrekciós tényezők és időszázalékok.....	16
2.3.4.1. Helykorrekciós tényezők	16
2.3.5. Térerősségek változása épületen kívüli helyeken	17
2.3.6. Térerősségek változása épületen belüli helyeken	17
2.3.7. Együttes helykorrekciós tényező	17
2.3.8. Spektrummaszk	18

2.3.9. Hasznos és zavaró térerősségszintek meghatározása	20
2.3.9.1. A hasznos jel szintjének megállapítása	20
2.3.9.2. A zavaró jel szintjének a megállapítása	21
2.3.9.3. Jelösszegző eljárások	21
2.3.9.4. Hálózaton belüli interferencia (öninterferencia)	22
2.3.9.5. Használható térerősség (E_U) meghatározása	22
3. Nemzetközi koordináció műszaki feltételei	23
3.1. Koordinációs küszöbtérerősség értékek	23
3.2. Referencia tervezési konfigurációk	24
3.3. Referenciahálózatok a T-DAB rendszerhez	25
3.4. A GE06 Tervben szereplő bejegyzések implementálása a teljesen digitális jövőben	27
3.4.1. A megfelelőség vizsgálat leírása	28
3.4.1.1. A megfelelőség vizsgálati módszerének elemei	28
3.4.1.2. A digitális Terv-bejegyzésekre alkalmazható általános módszer ismertetése	28
3.4.1.3. Térerősség számítások	29
3.4.1.4. A geometriai kontúrok és a számítási pontok előállítása	29
3.4.2. A módszer alkalmazása a különféle digitális Terv-bejegyzés típusokra	29
3.4.2.1. Digitális Terv-bejegyzés, amely csak egy kiosztást tartalmaz	29
3.4.2.1.1. A digitális Terv-bejegyzésből meghatározott kijelölések elhelyezkedése	29
3.4.2.1.2. A digitális Terv-bejegyzés geometriai kontúrjai	29
3.4.2.1.3. A digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolója	30
3.4.2.1.4. Digitális Terv-bejegyzés megvalósítás interferencia térerőssége	30
3.4.2.1.5. Levágási térerősség kontúr a digitális Terv-bejegyzéshez	30
3.4.2.2. Csak egyetlen kijelölést tartalmazó digitális Terv-bejegyzés	30
3.4.2.2.1. A bejelentett kijelölés helye	31
3.4.2.2.2. A digitális Terv-bejegyzés geometriai kontúrjai	31
3.4.2.2.3. A digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolója	31
3.4.2.2.4. Digitális Terv-bejegyzés megvalósítás interferencia térerőssége	31
3.4.2.2.5. Levágási térerősség kontúr a digitális Terv-bejegyzéshez	31
3.4.2.6. Kiosztási terv-bejegyzések és kapcsolódó kijelölésekkel rendelkező kiosztási Terv-bejegyzések geometriai kontúrjának előállítása	31
3.4.2.7. A referenciahálózat elhelyezkedése és tájolása kiosztást vagy kapcsolódó kijelölésekkel rendelkező kiosztást tartalmazó digitális Terv-bejegyzések interferencia burkolójának számításához	32
3.4.2.8. A levágási térerősség kontúr elkészítése	33
3.4.2.8. A megfelelőségi vizsgálatához használt kifejezések	34
3.5. Tervbejegyzések implementálása az átmeneti időszakban	34
3.6. Új adók, adóhálózatok, frekvenciakiosztások koordinációja	34
4. T-DAB adóállomások/hálózatok	34
4.1. Digitális rádió adóhálózatok és adók típusai	35
4.1.1. Országos T-DAB műsorszóró adóhálózat	35
4.1.2. Körzeti T-DAB műsorszóró adóállomás, illetve adóhálózat	35
4.1.3. Helyi T-DAB műsorszóró adóállomás	35
4.1.4. Átjátszó adóállomás	35
4.1.5. „Kitöltő” (Gap-filler) állomások	36
4.2. Adóhálózatok fajtái	36
4.2.1. MFN hálózat	36
4.2.2. SFN hálózat	36
4.2.3. Az SFN hálózatok fajtái	36
4.2.3.1. Nagyterjedésű SFN	37
4.2.3.2. Mini SFN	37
4.2.3.3. „Sűrű” hálózat	37
4.2.3.4. Hálózatnyereség	37
4.2.3.5. Vegyes hálózat	38
5. A T-DAB adóállomásra jellemző paraméterek	38

5.1. Az adó telephelye	38
5.2. Az adóantenna magassága	38
5.3. Effektív antennamagasság	38
15 km-nél kisebb távolság esetén (h_{effd}) az adóállomástól a célterület széléig jellemzett terepszakasz (d) átlagos talajszintjét alapul véve szükséges az effektív antenna magasság értékeit meghatározni.....	39
5.4. Effektív kisugárzott teljesítmény (ERP)	39
5.5. Antennarendszer	39
5.6. Az adó frekvenciája	40
6. Térerősségek meghatározása/becslése	40
6.1. Térerősség becslés az ITU-R P. 1546-3 Ajánlás alapján	40
7. Zavartatási mechanizmusok	41
7.1. Lehetséges zavartípusok	41
7.2. Interferencia számítása egyfrekvenciás hálózatokhoz és kiosztásokhoz	41
8. Ellátottság számítása	42
8.1. Terjedési módszerek kiválasztása	42
8.2. A jelösszegző eljárás megválasztása	42
8.3. Adatbázisok létrehozása a tervezéshez	43
8.4. A digitális adók ellátott területének meghatározása	43
8.5. Frekvenciakiosztás konvertálása frekvenciakijelöléssé	43
8.5.1. A konvertálás lépései	43
8.5.1.1. A telephelyek kijelölése	44
8.5.1.2. Az adó teljesítményének meghatározása.....	44
8.5.1.3. A besugárzott terület meghatározása	44
8.6. SFN hálózat ellátottságának számítása	44
8.6.1. A hasznos jel meghatározása	44
9. T-DMB hálózatok tervezésének műszaki feltételei	45
10. Moduláció átvitel	45

BEVEZETÉS

A Nemzetközi Rádiószabályzat és a Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata (FNFT) értelmében a 174 – 230 MHz-es sávban digitális rádió és televízió műsorszóró hálózatok valósíthatók meg elsődleges szolgálatként. A digitális televízió műsorszórás bevezetésével kapcsolatos műszaki útmutatót a „Műsorszóró szolgálat műszaki Irányelvei – Digitális televízió műsorszórás” című NHHH kiadvány tartalmazza.

A 174 – 230 MHz sáv részben (TV III. sáv) az RRC06 konferencián elfogadott GE06 Megállapodás szabályozza a digitális műsorszórás bevezetését nemzetközi szinten. A GE06 Megállapodás 2015. június 17-től biztosítja a fenti sávokra elfogadott digitális tervben (GE06 Terv) lévő frekvenciapozíciók korlátozás nélküli megvalósítását. 2015. június 17-ig tart az úgynevezett átmeneti időszak, amelyben a sávban jelenleg üzemelő analóg televízió hálózatok védelmet élveznek.

A földfelszíni digitális rádió műsorszóró rendszerek leírását az ITU-R BS.1114-5. ajánlás tartalmazza. A T-DAB (földfelszíni digitális hang műsorszórás) megfelel az „A” digitális rendszernek is nevezett Eureka 147 DAB rendszernek.

Az úgynevezett rugalmas tervezési elv alapján az RRC-06 értekezleten elfogadott T-DAB frekvenciapozíciók felhasználásával más szolgálatok (pl. T-DMB, DVB-T) is bevezethetők, amennyiben teljesítik a T-DAB szolgálat zavartatási és védelmi követelményeit.

A 174-230 MHz sávban bevezetésre kerülő digitális rádió adóhálózatok tervezésének, valamint a különböző szolgálatok együttélésének részletes műszaki és nemzetközi koordinációs feltételeit az RRC-06 Körzeti Rádiótávközlési Értekezlet záródokumentuma tartalmazza.

1. A digitális földfelszíni rádió műsorszórás tervezésével kapcsolatos alapfogalmak

1.1. Frekvenciasáv

Az e dokumentumban leírt műszaki irányelvek a 174 – 230 MHz sávban (VHF sáv, III. televízió sáv) bevezetésre kerülő digitális földfelszíni rádió műsorszórásra vonatkoznak.

1.2. Ellátási terület

Egy műsorszóró állomás vagy egy egyfrekvenciás műsorszóró állomáscsoport (SFN: lásd. 1.17. pont) ellátási területe az a terület, melyen belül a hasznos térerősség eléri, vagy meghaladja az adott vételi feltételekre és az ellátott vételi helyek elvárt százalékára meghatározott használható térerősséget.

Az egyes vételi feltételekre az ellátási terület meghatározása három szinten történik:

- *1. szint: Vételi hely*
A legkisebb egység a vételi hely; optimális vételi viszonyok az antenna bármely irányban 0,5 m-ig történő mozgatásával érhetők el.
Egy vételi hely akkor tekinthető ellátottnak, ha a kívánt jel szintje elegendően nagy ahhoz, hogy az idő egy adott százalékában elnyomja a zajt és az interferenciát.
- *2. szint: Kis ellátási terület*
A második szint egy „kis terület” (jellemzően 100 m x 100 m).
Ezen a kis területen adják meg az ellátott vételi helyek százalékát.

– **3. szint: Ellátási terület**

Egy műsorszóró állomás vagy egy műsorszóró állomáscsoport ellátási területe azoknak az egyedi kis területeknek az összeadásából adódik, melyekben az ellátottság adott százaléka (pl. 70%-tól 99%-ig) biztosítva van.

1.3. Szolgáltatási terület

Az a terület, melyben az igazgatásnak joga van megkövetelni az elfogadott védelmi feltételek biztosítását.

1.4. Kiosztás tervezés

A kiosztás tervezésnél egy igazgatás egy meghatározott csatornát „kap” annak érdekében, hogy biztosítsa az ellátást a szolgáltatási területén, azaz a kiosztási területen. A tervezési szakaszban az adóberendezések telepítési helye és sugárzási paraméterei még nem ismereteseek, ezeket akkor kell meghatározni, amikor a kiosztást implementálják, azaz egy vagy több kijelöléssé alakítják át.

1.5. Kijelölés tervezés

A kijelölés tervezésnél egy adott csatornát rendelnek hozzá egy meghatározott adási jellemzőkkel (pl. kisugárzott teljesítmény, antennamagasság, stb.) rendelkező egyedi adótelephelyhez.

1.6. Tesztpontok

Tesztpont egy földrajzilag meghatározott hely, amelyre megadott számításokat végeznek.

1.7. Zavaró térerősség

A dB(μ V/m)-ben kifejezett zavaró térerősség (E_n) egy tetszőleges interferencia forrásból származó nemkívánatos jel térerősségének (a helyek 50%-án és az idő egy adott százalékában), a megfelelő védettségi szintnek, a hullámterjedési helykorrekciós tényezőnek és a vevőantenna irányítottságából/keresztpolarizációból adódó védelemnek az összege

MEGJEGYZÉS – Ahol több zavaró jel is jelen van, az eredő zavaró térerősség szintet az egyedi zavaró térerősségek összegzésével kell meghatározni. A jelösszegzéshez különböző módszert lehet alkalmazni, mint például a teljesítmény összegzés módszerét vagy más megfelelő jelösszegző eljárást.

1.8. Szükséges minimális térerősség/védendő minimális térerősség

A kívánt vételi minőség eléréséhez szükséges minimális térerősség érték megadott vételi viszonyok között, természetes és ember okozta zaj jelenlétében, de a más adóktól származó interferencia nélkül.

MEGJEGYZÉS – A „minimális használható térerősség” fogalma megegyezik a „védendő minimális térerősség” fogalmával, ami számos ITU szövegben is előfordul, de megfelel a „minimális közepes térerősség” fogalmának is, amely ebben az anyagban E_{med} -ként jelenik meg a csupán egy adó által biztosított ellátottságnál.

1.9. Használható térerősség

A kívánt vételi minőség eléréséhez szükséges minimális térerősség érték meghatározott vételi viszonyok között, természetes és ember okozta zaj , illetve más adóktól származó interferencia jelenlétében.

1. MEGJEGYZÉS – A „használható térerősség” fogalma megegyezik a számos ITU szövegben előforduló „szükséges térerősség” fogalmával.
2. MEGJEGYZÉS – A használható térerősség az egyedi zavaró térerősségekből (E_{ni}) megfelelő jelösszegző eljárással határozható meg.

1.10. Referencia térerősség

Az elfogadott térerősség érték, amely a frekvenciatervezésnél viszonyításként vagy alapul szolgálhat.

MEGJEGYZÉS – A vételi viszonyoktól és a megkövetelt minőségtől függően ugyanarra a szolgálatra több referencia térerősség érték is létezhet.

1.11. Minimális közepes térerősség E_{med} (dB(μ V/m))

A minimális használható térerősség megfelelő értéke a csupán egyetlen adóberendezéssel elérhető ellátás biztosításához a hely 50%-án és az idő 50%-ában a földfelszín fölött 10 m magasságban.

1. MEGJEGYZÉS – Az E_{med} értéke a vétel helyén mérhető azon minimális térerősségtől (E_{min}) függ, ami ahhoz szükséges, hogy a hely egy adott százalékán és az idő adott százalékában biztosítható legyen az ahhoz szükséges minimális jelszint, hogy a vevő sikeresen dekódolhassa a jelet.
2. MEGJEGYZÉS – Az E_{med} a minimális térerősség (E_{min}) plusz – szükség szerint – megfelelő korrekciós tényezők.
3. MEGJEGYZÉS – Szélessávú jelek esetében, ahol a spektrális teljesítménysűrűség többnyire nem állandó a lefoglalt sáv szélessége belül, a „térerősség” kifejezés helyett gyakran az „egyenértékű (ekvivalens) térerősség” kifejezés használatos. Az egyenértékű térerősség egy modulálatlan RF vivő olyan térerősséggel kisugárzott térereje, mint amekkora a szélessávú jel teljes kisugárzott teljesítménye.

1.12. Koordinációs küszöbtérerősség

Térerősség szint, melynek túllépése esetén az adó vagy hálózat üzembe helyezése előtt nemzetközi egyeztetésre van szükség (küszöbtérerősségnek is nevezik).

1.13. Állandóhelyű vétel

Állandóhelyű vétel az a vétel, amikor a tetőszinten rögzített irányított vevőantenna kerül alkalmazásra. A feltételezés szerint az antenna használatakor optimális közeli feltételek valósulnak meg (viszonylag kis tömeg a tetőn). Rögzített helyű antennával történő vétel esetén a térerősség számításakor a földfelszín fölötti 10 m magasság úgy tekintendő, hogy az jól reprezentálja a műsorszóró szolgálatot. Más szolgálatok esetében ettől eltérő magasságok használhatók.

1.14. Hordozható vétel

A hordozható vétel meghatározása a következő:

- A osztály (kültéri), ami olyan vételt jelent, ahol hordozható vevőberendezést használnak vele együtt mozgó csatlakoztatott vagy beépített antennával az épületen kívüli környezetben a földfelszín fölött legalább 1,5 m magasságban.
- B osztály (beltéri), ami olyan vételt jelent, ahol hordozható vevőberendezést használnak vele együtt mozgó csatlakoztatott vagy beépített antennával az épületen belüli környezetben a földfelszín fölött legalább 1,5 m magasságban a következő paraméterekkel rendelkező helyiségekben:
 - a) a földszinten;
 - b) ablakkal az egyik külső épületfalon.

A magasabb emeletszinteken a hordozható beltéri vétel B osztályúnak minősül megfelelő jelszintkorrekciók mellett, habár az épületen belüli földszinti vétel valószínűleg a legelterjedtebb esetnek tekinthető.

Az A és a B osztály esetében is azt feltételezzük, hogy

- optimális vételi viszonyok érhetők el az antenna 0,5 m-ig bármely irányban való mozgásával;
- a hordozható vevőt vétel közben nem mozgatják és a vevő közelében lévő nagy tárgyakat szintén nem mozgatják;
- a szélsőséges esetektől eltekintünk, mint például vétel teljesen leárnyékolott helyiségekben.

1.15. Mobil vétel

Mobil vétel az a vétel, amikor a vevő a földfelszín fölött legalább 1,5 m-re az antennával együtt mozog. Ez lehet például egy gépkocsi vevőberendezése vagy egy kézi vevőkészülék.

A helyi vételi hatásokat illetően a meghatározó tényező minden bizonnyal a Rayleigh-csatornában jelentkező féding. A féding küszöbértékek ezeket a hatásokat többnyire eltörlik. A féding küszöbértékeket a frekvencia és a sebesség befolyásolja.

1. MEGJEGYZÉS – A T-DAB esetében a beltéri hordozható valamint a mobil vételre vonatkozóan állnak rendelkezésre tervezési paraméterek.

1.16. Többfrekvenciás hálózat (MFN: Multi Frequency Network)

Több, különböző rádiófrekvenciás csatornán működő adóállomások hálózata.

1.17. Egyfrekvenciás hálózat (SFN: Single Frequency Network)

Ugyanazon a rádiófrekvenciás csatornán azonos jeleket sugárzó szinkronizált adóállomások hálózata.

1.18. Referencia tervezési konfiguráció (RPC)

Kritériumok és paraméterek reprezentatív kombinációja, frekvencia-tervezési célokra.

1.19. Referencia hálózat (RN)

Általános jellegű hálózati struktúra, amely a frekvenciatervezés idején ismeretlen valós hálózatot reprezentál, a kompatibilitás elemzése céljából. A referenciahálózat elsődlegesen

arra szolgál, hogy meghatározzák vele tipikus digitális műsorszóró hálózatok megvalósítási lehetőségét és az általuk okozott interferenciát.

1.20. Helyvalószínűség (helyszázalék)

Tekintettel arra, hogy a digitális műsorszóró szolgálatnál a szükséges jel-zaj viszony csökkenése hirtelen vételkieséshez vezethet, a megkövetelt helyvalószínűség (L) az analóg televíziónál alkalmazott 50%-nál nagyobb. Ezért az ITU-R P.1546-3 Ajánlás görbéiből származtatott térerősség értékeket korrigálni kell az adott vételi módnak megfelelő helyvalószínűség korrekciós tényezővel.

2. Műszaki előírások

2.1. T-DAB rendszerjellemzők és frekvenciablokkok

A T-DAB rendszerre vonatkozó részletes műszaki információkat. az ITU-R BS.1114-5 és az ITU-R BS.1660-2 ajánlások tartalmazzák.

A GE06 Megállapodás alapján Magyarországon a 174-230 MHz (III.sáv) MHz frekvenciasávban létesíthetők új digitális rádió-műsorszóró adóállomások. A III. sávú T-DAB vonatkozásában a tervezési terület összes országa az 1. sz. táblázat szerinti frekvenciablokkokat használja.

T-DAB frekvencia- blokk	Kijelölt frekvencia (MHz)	Frekvenciablokk sáv szélessége (MHz)	Alsó védősáv (kHz)	Felső védősáv (kHz)	Frekvencia tar- tomány* (MHz)
5A	174,928	174,160-175,696	–	176	174,0-181,0
5B	176,640	175,872-177,408	176	176	
5C	178,352	177,584-179,120	176	176	
5D	180,064	179,296-180,832	176	336	
6A	181,936	181,168-182,704	336	176	181,0-188,0
6B	183,648	182,880-184,416	176	176	
6C	185,360	184,592-186,128	176	176	
6D	187,072	186,304-187,840	176	320	
7A	188,928	188,160-189,696	320	176	188,0-195,0
7B	190,640	189,872-191,408	176	176	
7C	192,352	191,584-193,120	176	176	
7D	194,064	193,296-194,832	176	336	
8A	195,936	195,168-196,704	336	176	195,0-202,0
8B	197,648	196,880-198,416	176	176	
8C	199,360	198,592-200,128	176	176	
8D	201,072	200,304-201,840	176	320	
9A	202,928	202,160-203,696	320	176	202,0-209,0
9B	204,640	203,872-205,408	176	176	
9C	206,352	205,584-207,120	176	176	
9D	208,064	207,296-208,832	176	336	
10A	209,936	209,168-210,704	336	176	209,0-216,0
10B	211,648	210,880-212,416	176	176	
10C	213,360	212,592-214,128	176	176	
10D	215,072	214,304-215,840	176	320	

T-DAB frekvencia-blokk	Kijelölt frekvencia (MHz)	Frekvenciablokk sáv szélessége (MHz)	Alsó védősáv (kHz)	Felső védősáv (kHz)	Frekvencia tartomány* (MHz)
11A	216,928	216,160-217,696	320	176	216,0-223,0
11B	218,640	217,872-219,408	176	176	
11C	220,352	219,584-221,120	176	176	
11D	222,064	221,296-222,832	176	336	
12A	223,936	223,168-224,704	336	176	223,0-230,0
12B	225,648	224,880-226,416	176	176	
12C	227,360	226,592-228,128	176	176	
12D	229,072	228,304-229,840	176	–	

* A megadott frekvenciatartományok megfelelnek a PAL B rendszer 7 MHz szélességű csatornáinak. Más jelentőségük nincs.

1. táblázat: T-DAB frekvenciablokkok a III. sávban

2.2. T-DAB vételi módok

A T-DAB rendszert beltéri hordozható és mobil vételre tervezték.

2.2.1. Magassági korrekció hordozható és mobil vételnél

Hordozható (beltéri és kültéri) vétel esetében 1,5 m-es földfelszín feletti vevőantenna-magasságot feltételezünk. Mobil vételnél is ugyanezt a vevőantenna-magasságot használjuk. Mivel az ITU térerősségbecslési modell 10 m-es vevőantenna-magasságra vonatkozik, a legkisebb közepes térerősségszintek kiszámítása során egy, az 1,5 m-es antennamagassághoz tartozó magasságvesztési korrekciós tényezőt is alkalmazni kell a 2. sz. táblázatnak megfelelően.

Frekvencia (MHz)	200
Magassági korrekció (dB)	12

2. táblázat: Magassági korrekció a III. sávban

Ez az érték külvárosi környezeti ellátottságra vonatkozik.

2.2.2. Épület-belépési csillapítás

A 3. sz. táblázat a III. sávra vonatkozó épületen belüli csillapítás középértéket és megfelelő szórásértéket tartalmazza.

	Épület-belépési csillapítás	Szórás
III. sáv	9 dB	3 dB

3. táblázat: Épület-belépési csillapítás a III. sávban

2.2.3. Antennanyereség hordozható vétel esetében

Hordozható vételhez körsugárzó antennát kell használni. A (félhullámú dipólantennához viszonyított) antennanyereség értéket a 4. sz. táblázat tartalmazza.

Sáv	Nyereség (dBd)
III. sáv (VHF)	-2

4. táblázat: Antennanyereség (dBd) hordozható vétel esetében

2.2.4. Hordozható vétel helyvalószínűsége

Hordozható vétel esetében 95%-os helyvalószínűséggel számolunk.

2.2.5. Polarizációs védelem hordozható vétel esetén

A hordozható vétel frekvenciatervezése során nem kell figyelembe venni a keresztpolarizációs védelmet.

2.2.6. Antennanyereség mobil vétel esetén

Mozgó vétel esetében az 5. sz. táblázatban megadott antennanyereség-értékeket kell használni.

Sáv	Nyereség (dBd)
III. sáv (VHF)	-2

5. táblázat: Antennanyereség (db) mobil vétel esetében

2.2.7. Mobil vétel helyvalószínűsége

T-DAB-rendszerű mobil vétel tervezésénél 99%-os helyvalószínűséget kell figyelembe venni.

2.2.8. Polarizációs védelem mobil vétel esetén

Mobil vétel esetében a keresztpolarizációs védelmet nem kell figyelembe venni.

2.3. Tervezési kritériumok

A tervezést a szolgáltatási igényeknek megfelelő tervezési elemek megválasztásával kezdjük. Egy tervezési konfiguráció megadja a digitális műsorszóró szolgálat megvalósításánál figyelembe veendő lényeges műszaki szempontokat (pl. vételi mód), melyek a tervezés alapvető kiindulási paraméterei. A választott elemek alapján határozhatók meg a tervezés további műszaki paraméterei, melyeket mind a besugárzás tervezéshez, mind a digitális tervek módosításánál alkalmazott nemzetközi eljárásokban figyelembe kell venni.

Az adóállomás/SFN hálózat tervezéséhez meg kell határozni a választott tervezési konfigurációnak megfelelő

- minimális közepes térerősségek és
- zavaró térerősségek

értékeit, melyekhez ismerni kell a

- C/N értékeket;
- védelmi arányokat;
- épület belépési csillapítást épületen belüli vétel esetén;
- helykorrekciós tényezőket és szükséges időszázalékokat;
- spektrummaszkot.

A hasznos és zavaró térerősségértékek ismeretében meghatározható a tervezett adóátlomás/hálózat ellátottsági/szolgáltatási területe.

2.3.1. C/N értékek a tervezéshez

A T-DAB rendszerre az ITU-R BS.1660-2 ajánlásból levezetett 15 dB-es C/N értéket alkalmazták a GE06 frekvenciaterv összeállításánál. A T-DAB referencia tervezési konfigurációk meghatározása a hordozható beltéri és mobil vételi üzemmódokra történt (RPC4 és RPC5), mindkét T-DAB vételi üzemmód esetében 15 dB-es C/N értéket kell figyelembe venni a nemzetközi koordinációs vizsgálatoknál (lásd 6. sz. táblázat is).

2.3.2. Védelmi értékek

A T-DAB szolgálatnál alkalmazott védelmi értékeket az RRC-06 Záródokumentum 3.3. melléklete tartalmazza.

2.3.2.1. T-DAB jelek közötti védelmi arányok

T-DAB rendszerek között 15 dB értékű védelmi arányt kell alkalmazni.

2.3.2.2. T-DAB és DVB-T jelek közötti védelmi arányok

A T-DAB és a DVB-T rendszer közötti részleges átfedés (8 MHz) esetén a teljes átfedésre vonatkozó védelmi arányt kell használni. A DVB-T - mint védendő szolgálat, illetve mint zavaró szolgálat - más műsorszóró szolgálatokkal szembeni védelmi értékei az ITU-R BT.1368-6 Ajánlásra épülnek.

2.3.2.2.1. DVB-T védelmi értékek T-DAB által okozott zavar esetén

A T-DAB jel által zavart DVB-T jelre alkalmazandó azonos csatornás védelmi arányok értékeit különböző DVB-T változatoknál állandó helyű vétel (FX), hordozható, kültéri hordozható (PO), beltéri (PI) és mobil vétel (MO) esetén a 6. sz. táblázat tartalmazza.

DVB-T rendszerváltozat	FX	PO	PI	MO
QPSK 1/2	11.00	13.20	13.20	16.20
QPSK 2/3	13.10	15.40	15.40	18.40
QPSK 3/4	15.20	17.60	17.60	20.60
QPSK 5/6	15.50	18.00	18.00	21.00

QPSK 7/8	16.50	19.10	19.10	22.10
16-QAM 1/2	16.00	18.20	18.20	21.20
16-QAM 2/3	19.10	21.40	21.40	24.40
16-QAM 3/4	21.20	23.60	23.60	26.60
16-QAM 5/6	21.90	24.40	24.40	27.40
16-QAM 7/8	22.50	25.10	25.10	28.10
64-QAM 1/2	21.00	23.20	23.20	26.20
64-QAM 2/3	25.10	27.40	27.40	30.40
64-QAM 3/4	27.20	29.60	29.60	32.60
64-QAM 5/6	28.30	30.80	30.80	33.80
64-QAM 7/8	32.40	35.00	35.00	38.00

6. táblázat: DVB-T jel védelmi arány értékei zavaró T-DAB jellel szemben

2.3.2.2.2. T-DAB szolgálat védelme zavaró DVB-T jelek esetén

A 7 illetve 8 MHz-es DVB-T jelek által zavart T-DAB jelre alkalmazandó védelmi arányok értékeit a 7. illetve 8. sz. táblázatok tartalmazzák.

$\Delta f^{(1)}$ (MHz)	-4.5	-3.7	-3.5	-2.5	0	2.5	3.5	3.7	4.5
PR (dB) mobil és hordozható vétel	-42	7	8	9	9	9	8	7	-42
PR (dB) Gauss-csatorna	-49	0	1	2	2	2	1	0	-49

(1) Δf : A DVB-T jel sávközépi frekvenciája mínusz a T-DAB jel sávközépi frekvenciája.

7. táblázat: Védelmi arányok DVB-T 7 MHz-es rendszer által zavart T-DAB jelek esetén

$\Delta f^{(1)}$ (MHz)	-5	-4.2	-4	-3	0	3	4	4.2	5
PR (dB) mobil és hordozható vétel	-43	6	7	8	8	8	7	6	-43
PR (dB) Gauss-csatorna	-50	-1	0	1	1	1	0	-1	-50

(1) Δf : A DVB-T jel sávközépi frekvenciája mínusz a T-DAB jel sávközépi frekvenciája.

8. táblázat: Védelmi arányok DVB-T 8 MHz-es rendszer által zavart T-DAB jelek esetén

2.3.2.3. Védelmi értékek T-DAB és analóg televízió szolgálat között

Az analóg digitális átmeneti időszakban az analóg adóállomások is üzemelnek, ezért biztosítani kell a két szolgálat közötti védelmet .

2.3.2.3.1. T-DAB szolgálat védelme analóg televízió szolgálattal szemben

Analóg televízió által zavart T-DAB jelek esetében használatos védelmi értékek az ITU-R BS.1660. ajánlásán alapulnak. A megfelelő védelmi értékeket különböző analóg TV rendszerek esetén a 9 – 12. sz. táblázatok tartalmazzák.

PAL I (III. sáv)											
Δf (MHz)	-8,0	-7,5	-7,0	-6,5	-6,0	-5,5	-5,0	-4,5	-4,0	-3,5	-3,0
Védelmi arány (dB)	-42,0	-23,5	-10,0	-3,0	-2,0	-3,0	-24,0	-21,0	-23,0	-31,0	-31,5
Δf (MHz)	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	0,0	0,6	0,7
Védelmi arány (dB)	-30,0	-28,5	-25,0	-19,5	-17,5	-11,0	-7,0	-1,5	-1,5	-4,0	-5,5
Δf (MHz)	0,8	0,9	1,0	2,0	3,0						
Védelmi arány (dB)	-13,5	-17,0	-20,0	-33,0	-47,5						

Δf : Az analóg rendszerhez tartozó videojel vivőfrekvenciájának és a T-DAB sávközépi frekvenciájának különbsége.

9.táblázat: PAL I szabványú (III. sáv) analóg televíziórendszer által zavart T-DAB jelek védelmi arányai

PAL B (III. sáv)											
Δf (MHz)	-7,0	-6,5	-6,0	-5,5	-5,0	-4,5	-4,0	-3,5	-3,0	-2,5	-2,0
Védelmi arány (dB)	-47,0	-18,0	-5,0	-3,0	-5,0	-20,0	-22,0	-31,5	-31,5	-29,0	-26,5
Δf (MHz)	-1,5	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	0,0	0,6	0,7	0,8	0,9
Védelmi arány (dB)	-23,0	-18,5	-16,0	-9,0	-5,0	-3,0	-0,5	-3,0	-4,0	-12,0	-16,0
Δf (MHz)	1,0	2,0									
Védelmi arány (dB)	-19,5	-45,3									

Δf : Az analóg rendszerhez tartozó videojel vivőfrekvenciájának és a T-DAB sávközépi frekvenciájának különbsége.

10.táblázat: PAL B szabványú (III. sáv) analóg televíziórendszer által zavart T-DAB jelek védelmi arányai

PAL D (III. sáv)											
Δf (MHz)	-8,0	-7,5	-7,0	-6,5	-6,0	-5,5	-5,0	-4,5	-4,0	-3,5	-3,0
Védelmi arány (dB)	-47,0	-42,5	-3,0	-2,5	-3,0	-37,5	-21,5	-20,0	-22,0	-31,5	-31,5

Δf (MHz)	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	0,0	0,6	0,7
Védelmi arány (dB)	-29,0	-26,5	-23,0	-18,5	-16,0	-9,0	-5,0	-3,0	-0,5	-3,0	-4,0
Δf (MHz)	0,8	0,9	1,0	2,0							
Védelmi arány (dB)	-12,0	-16,0	-19,0	-45,3							

Δf : Az analóg rendszerhez tartozó videojel vivőfrekvenciájának és a T-DAB sávközépi frekvenciájának különbsége.

11.táblázat: PAL D szabványú (III. sáv) analóg televíziórendszer által zavart T-DAB jelek védelmi arányai

PAL G (III. sáv)											
Δf (MHz)	-7,0	-6,5	-6,0	-5,5	-5,0	-4,5	-4,0	-3,5	-3,0	-2,5	-2,0
Védelmi arány (dB)	-47,0	-18,0	-5,0	-3,0	-5,0	-20,0	-22,0	-31,5	-31,5	-29,0	-26,5
Δf (MHz)	-1,5	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	0,0	0,6	0,7	0,8	0,9
Védelmi arány (dB)	-23,0	-18,5	-16,0	-9,0	-5,0	-3,0	-0,5	-3,0	-4,0	-12,0	-16,0
Δf (MHz)	1,0	2,0									
Védelmi arány (dB)	-19,5	-45,3									

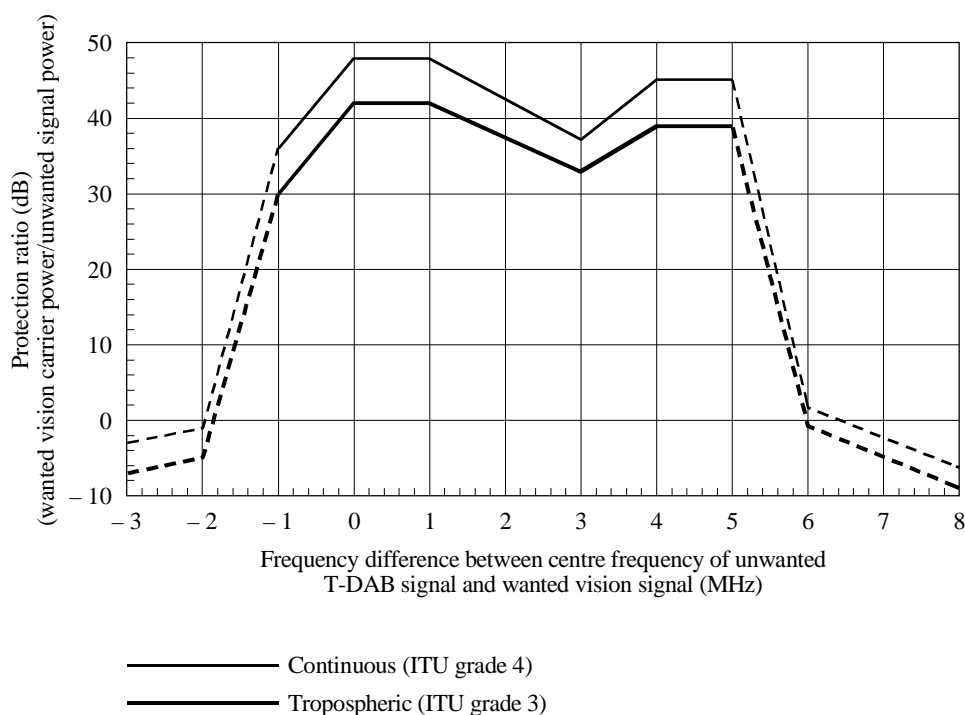
Δf : Az analóg rendszerhez tartozó videojel vivőfrekvenciájának és a T-DAB sávközépi frekvenciájának különbsége.

12. táblázat: PAL G szabványú (III. sáv) analóg televíziórendszer által zavart T-DAB jelek védelmi arányai

2.3.2.3.2. Analóg televízió védelme T-DAB szolgálattal szemben

T-DAB által zavart analóg televíziójel esetében az ITU-R BT.655-7 ajánlásban szereplő védelmi arányokat kell alkalmazni.

Az 1. ábra és 13. táblázat a negatívan modulált képivőkre vonatkoztatott védelmi értékeket adja meg, 1,5 MHz sávszélességű T-DAB zavaró jel esetén (lásd ITU-R BS.1114 Ajánlás). Pozitív modulált képjelekre 2 dB csökkentést kell alkalmazni a -1 - 5 MHz tartományban.



1. ábra: T-DAB által zavart analóg televízió védelmi értékei

Védelmi arány (dB)	Zavaró jel és hasznos jel vivője közötti frekvenciakülönbség (MHz)													
	Luminancia tartomány							Krominancia 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 védelmi értékek tanulmányozás alatt.

(1) csak B/PAL, D1/PAL.

(2) csak B/PAL, D1/PAL.

(3) csak B/PAL, I/PAL.

(4) csak B/PAL, I/PAL, D/PAL, D1/PAL.

(5) B/PAL, I/PAL, D/PAL, D1/PAL.

13. táblázat: T-DAB zavaró jel és analóg képívő közötti védelmi értékek

A 14. sz. táblázat a T-DAB által zavart hasznos hangjelre vonatkozó védelmi arány értékeket tartalmazza különböző frekvenciatávolságokban.

Hasznos hangjel		Frekvenciatávolság a zavaró T-DAB jel és a hasznos hangjel között (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

14. táblázat: T-DAB által zavart hasznos hangjel védelmi arány értékei

2.3.3. Szükséges minimális jelszintek T-DAB műsorszóró rendszerek esetén

Az egyes vételi üzemmódokban a hasznos jelnek a vételi helyek előírt százalékán való vételéhez szükséges térerősségszintek legjobban az alábbi referencia-vevőantennamagasság, vételi helyek százalékos aránya és időszázalék alkalmazásával hasonlíthatók össze:

- Vevőantenna-magasság: 10 m a földfelszín felett
- Vételi helyek százalékos aránya: 50%
- Időszázalék: 50%.

Az ezeknek a feltételeknek megfelelő térerősségszinteket „minimális közepes térerősségek”-nek nevezzük, amit E_{med} -del jelölünk. Ezek a térerősségértékek megfelelnek azoknak a „legkisebb használható térerősség” néven is ismert legalacsonyabb jelszinteknek, amelyek (más adóberendezésektől származó interferencia hiányában) a természetes és mesterséges eredetű zajok leküzdéséhez szükségesek. Ezeket az értékeket T-DAB esetén a 20. sz. táblázat tartalmazza (25. oldal).

2.3.4. Helykorrekciós tényezők és időszázalékok

2.3.4.1. Helykorrekciós tényezők

Egy kisebb, pl. 100x100 m-es területen belül a térerősség véletlenszerű, lognormal eloszlást mutat, ami a terepegyenetlenségből adódik. Digitális jelekre végzett mérések szerint a szórás kültéri vételnél 5.5 dB, épületen belül 7.8 dB, melyet a vételi pont körüli környezeti jellemzők befolyásolnak. Digitális jelek vételénél a minőség romlása, illetve a vétel megszűnése hirtelen következik be. Ennek kiküszöbölése az analóg műsorszórásban alkalmazottnál nagyobb helyszázalék érték (L) alkalmazásával lehetséges. A műsorszórásban használt ITU térerősség görbék L=50%-ra tartalmaznak értékeket. Ezért a GE06 Megállapodás záródokumentuma 2. mellékletének 2. fejezetében megadott táblázatok és görbék értékeinek korrekciójára van szükség a helykorrekciós tényezővel (C_1). A dB-ben megadott C_1 korrekció a szabványos szórás (σ) és a helyszázaléktól függő eloszlási tényező (μ) szorzatából adódik.

$$C_1 = \sigma \cdot \mu$$

Amennyiben a hasznos jel több adótól származó jel eredője (SFN hálózat), a szórás változóvá válik az egyéni jelek függvényében. Ebből adódóan a C_1 sem állandó érték.

2.3.4.2. Időszázalékok

Digitális rendszerekkel kapcsolatos kompatibilitási számításokban a hasznos jel meghatározásához az idő 50%-ára, zavaró jel esetén az idő 1%-ára megadott terjedési görbét kell alkalmazni a GE06 Záródokumentum 2. mellékletének 2. fejezete alapján.

2.3.5. Térerősségek változása épületen kívüli helyeken

Az ITU-R P.1546-3 Ajánlás 5,5 dB-es szórását ír elő szélessávú jelekre. Ezt az értéket kell használni az épületeken kívüli térerősségek meghatározásához a helykorrekciós tényezők keresztül.

Épületen kívüli környezetben a helykorrekciós tényezők tipikus értékeit a 15. sz. táblázat tartalmazza.

Ellátottsági cél (helyvalószínűség) (%)	Eloszlási tényező	Helykorrekciós tényező (C_1) (VHF és UHF) (dB)
99	2,32	13
95	1,64	9

15. táblázat: Helykorrekciós tényezők értékei épületen kívül

2.3.6. Térerősségek változása épületen belüli helyeken

Épületen belüli helyeken a térerősség változását az épületen kívüli változás és az épület csillapítása okozta változás idézi elő. A VHF sávban, ahol a jel épületen kívüli szórása 5,5 dB, az épület csillapításból adódó érték 3 dB, az együttes szórásérték 6,3 dB-t tesz ki. Épületen belüli környezetben a helykorrekciós tényezők tipikus értékeit a 16. sz. táblázat tartalmazza.

Ellátottsági cél (helyvalószínűség) (%)	Eloszlási tényező	Helykorrekciós tényező (VHF) (dB) ($\sigma=6,3$ dB)
95	1,64	10

16. táblázat: Helykorrekciós tényezők értékei épületen belül

2.3.7. Együttes helykorrekciós tényező

Az együttes helykorrekciós tényezőt a hely 50%-ára vonatkozó hasznos és zavaró térerősségeknek a kívánt szolgáltatás biztosításához szükséges helyszázaléknak megfelelő értékévé történő átalakításához használjuk.

Az együttes helykorrekciós tényezőt a következő összefüggéssel kell kiszámítani:

$$CF = \mu \sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_n^2} \quad (\text{dB})$$

ahol:

σ_w : a hely változásának szórása a hasznos jel esetén (dB)

σ_n : a hely változásának szórása zavarójel esetén (dB)

μ : eloszlási tényező 1,64 a helyek 95%-ában és 2,33 a helyek 99%-ában, ami a következőképpen számítható:

$$\mu = Q_i(1 - x/100)$$

ahol:

Q_i : a GE06 Megállapodás 2. Melléklet 2. Fejezet 2.1 Mellékletének 2.1.12 pontjában megadott szorzótényező

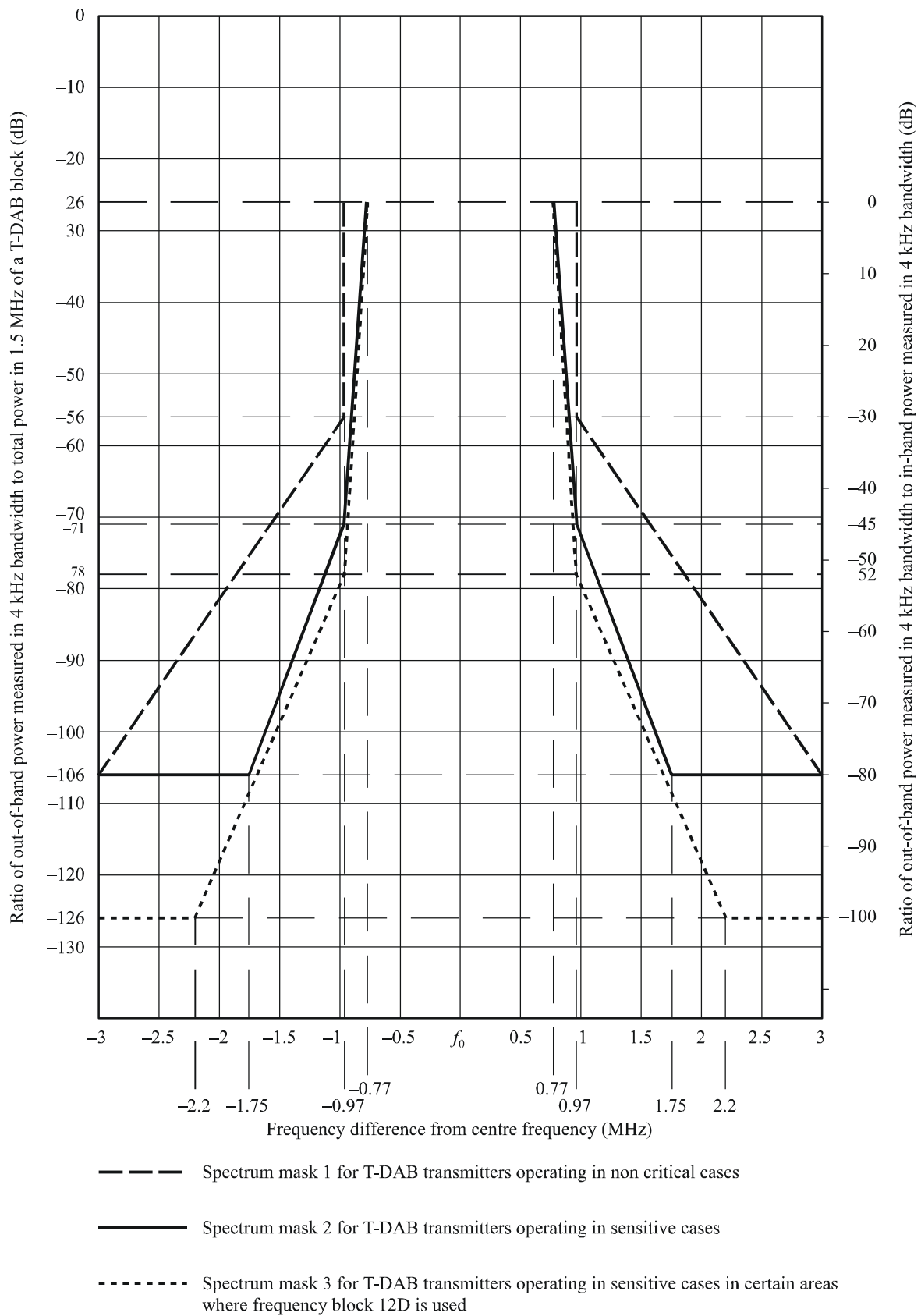
x : a helyek százaléka, melyben védelemre van szükség.

2.3.8. Spektrummaszk

Bármely 4 kHz-es sávban a sávon kívül sugárzott jelspektrumot a 2. ábrán és a hozzá kapcsolódó 17. sz. táblázatban megadott maszkok valamelyikével kell korlátozni.

A szaggatott vonal a nem kritikus esetekben működő T-DAB adók spektrummaszkját jelöli (1-es spektrummaszk). A folytonos vonal az érzékeny esetekben működő T-DAB adók spektrummaszkját jelöli (2-es spektrummaszk), a pontvonal pedig az érzékeny esetekben működő T-DAB adók spektrummaszkját adja olyan területeken, ahol a 12D frekvenciablokkot használják (3-as spektrummaszk)¹.

¹ Ez a maszk használható más olyan frekvenciablokkok esetén, ahol kétoldalú/többoldalú egyezményekben ezt elfogadják.



RRC06-A2-C3-2

2. ábra: Sávon kívüli spektrummaszk T-DAB adási jel esetén

	Frekvencia az 1,54 MHz-es csatorna középpontjára vonatkoztatva (MHz)	Relatív szint (dB)
Nem kritikus esetekben működő T-DAB adók spektrummaszkja	± 0.97	-26
	± 0.97	-56
	± 3.0	-106
Érzékeny esetekben működő T-DAB adók spektrummaszkja	± 0.77	-26
	± 0.97	-71
	± 1.75	-106
	± 3.0	-106
Érzékeny esetekben működő T-DAB adók spektrummaszkja olyan területeken, ahol a 12D frekvenciablokkot használják	± 0.77	-26
	± 0.97	-78
	± 2.2	-126
	± 3.0	-126

17. táblázat: Sávon kívüli spektrumtáblázat T-DAB adási jel esetén

2.3.9. Hasznos és zavaró térerősségszintek meghatározása

2.3.9.1. A hasznos jel szintjének megállapítása

Egyedi jel térerősségének helystatisztikája két paraméterrel adható meg, a térerősség várható értékével és a szórással. Magasabb ellátottsági százalék meghatározásához az ITU-1546-3 görbékből leolvasott értékeket a helyszázalék korrekciós tényezővel (C_1) módosítani kell. Amennyiben megfelelő adatok rendelkezésre állnak, a leolvasott értékeket korrigálni lehet a terep tisztasági szögből adódó értékkel is, amely a kisugárzási irányban lévő terepet jellemzi.

Minimális egyenértékű (E_{min}) térerősség

A szükséges minimális térerősség a hasznos jel térerősségének a minimális értéke a vételi helyen dB(μ V/m)-ben kifejezve, mely lehetővé teszi a kívánatos vételi minőség elérését zavarmentes környezetben, előírt ellátottsági helyszázalékra.

Minimális közepes egyenértékű térerősség (E_{med})

E_{med} [dB(μ V/m)] számításokkal kiadódó érték, melyet az

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_1 + L_h \quad \text{mobil vétel}$$

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_1 + L_h + L_b \quad \text{hordozható beltéri vétel}$$

összefüggésekből határozhatunk meg a különböző vételi körülményekre, ahol

P_{mmn} : ember által keltett zajból adódó védelem [dB]

L_h : 10 m-től eltérő vevőantenna magasság miatti korrekció [dB] (hordozható és mobil)

L_b : beltéri antenna alkalmazása esetén az épületbehatolás miatti veszteség [dB]

E_{med} az az érték, ami az 50%-os helyvalószínűségű, és az 50%-os idővalószínűségű ITU-R P.1546-3 Ajánlás görbéivel határoznak meg.

Összetett jelek

SFN hálózat működése esetén egy vételi pontban több hasznos jel vételére van lehetőség. Az eredő hasznos jelszintet az egyedi jelek összegzésével lehet meghatározni. Tekintettel arra, hogy a jel erőssége statisztikus módszerekkel írható le, a hasznos jelek összegzése is csak statisztikus módszerekkel lehetséges. Jelek összegzésére többféle módszer is ismert.

Az átlagérték és a standard eloszlás nagyon erősen függ a jelkonfigurációtól. Következésképpen a minimális térerősség sem fix érték, hanem függ a jelek számától, erősségétől és az egyedi jel szórásától. Az összetett jel átlagértéke nagyobb, mint az egyedi jelek átlagának számtani közepe, valamint az összetett jel standard eloszlása kisebb, mint az egyedi jeleké. Mindkét hatás hálózatnyereséget eredményez a hasznos jel esetében, így a jelösszegzés hatása SFN esetén jelentős hatással van a digitális szolgálat ellátottságára.

2.3.9.2. A zavaró jel szintjének a megállapítása

Tervezéskor szükség van az egyedi zavaró jelek szintjének a megállapítására is. Ekkor azt vizsgáljuk, hogy a hasznos adó besugárzási területén belül más adók mekkora zavaró jelszintet hoznak létre. A zavaró jelszint meghatározásához az ITU-R 1546-3 Ajánlás 1%-os időgörbéit kell használni. A számításokat az adatszolgáltatás szerint az ellátottsági határ pontjaira/kiosztási körzetet határoló tesztpontokra, illetve egyéb referencia pontokra kell végezni, ahol a védelmet biztosítani kell. Figyelembe lehet venni a tereptisztasági szöveget is a zavaró jelszintek meghatározásánál. Kisteljesítményű adók esetén sokszor elegendő egyetlen pontban, az adó telephelyén meghatározni a zavartatást.

Egyedi jel zavaró térerőssége (E_{ni}) a nem kívánatos jel (zavaró adó) térerősségének (E_i), a megfelelő védettségi szintnek, a hullámterjedési helykorrekciós tényezőnek (CF) és a vevőantenna irányítottságából/keresztpolarizációból adódó védelemnek (csak fix vétel esetén, ez a T-DAB-nál általában nem alkalmazható) az összege, mely az

$$E_{ni} = E_i + A_i + CF + A_R$$

összefüggéssel határozható meg. Mobil és hordozható vétel esetén keresztpolarizációs védelem nem alkalmazható.

A számításokban a zavaró jelek együttes hatásával kell számolnunk. A zavaró jelek statisztikus összegzése ugyanolyan módszerekkel történik, mint a hasznos jel összegzése.

2.3.9.3. Jelösszegző eljárások

Az alapvető kérdés az, hogyan összegezzük a hasznos (SFN esetén) és a zavaró jeleket, és hogyan vegyük figyelembe a zajt. Erre többféle módszer is létezik, melyek a teljesítményösszegzési módszert kivéve azt feltételezik, hogy a térerősség lognormal eloszlású a hely függvényében. A GE06 Megállapodás a hasznos, illetve a zavaró jelek összegzésére a következő módszereket írja elő.

A **k-LNM** eljárás több lognormal eloszlású változó eredő szórásának a statisztikus meghatározására szolgáló több lépcsős becslési eljárás. A módszer képes kezelni különböző eloszlású térerősségeket is. A zajt zavaró jelként veszi figyelembe 0 dB szórással. Hasznos jelek összegzésére SFN hálózatoknál jól alkalmazható eljárás.

A teljesítmény összegzési eljárással (Power sum method) az egyes jelteljesítményeknek a nem statisztikus összegzése történik. Az együttes zavaró jel az egyedi zavaró térerősségek (E_{ni}) átlagos értékének és a minimális térerősség értékének (a zaj reprezentálása) az összegzéséből adódik. SFN esetén az egyedi hasznos jelek teljesítményeit összegzik. A módszer a hálózatnyereséget nem tudja figyelembe venni.

Meghatározása a

$$E_u = 10 * \lg(10^{E_{med}/10} + \sum_{i=1}^k 10^{E_{ni}/10})$$

összefüggéssel történik.

2.3.9.4. Hálózaton belüli interferencia (öninterferencia)

Az SFN hálózatoknál a vevő bemenetén több jel is vehető, melyek a hálózat többi adójától különböző késleltetési idővel érkeznek. Azok a jelek, amelyek a védelmi intervallumon (T_g) belül érkeznek a vevő bemenetére hozzájárulnak a hasznos jel kialakításához, azok viszont, amelyek a T_g után érkeznek, a vételre zavaró hatást gyakorolnak. Ezt öninterferenciának nevezük, mivel a saját hálózatban üzemelő adó okozza. A tervezésnél problémát jelent a védelmi intervallum (T_g) után érkező jelek kezelése, mely jelentős hatással van az ellátottságra. Szimulációs és laboratóriumi eredmények alapján egy lehetséges módszer a következő.

Ha a késleltetett jel a védelmi időintervallumon belül van a jel teljesítményét a hasznos jelhez adják. Ha késleltetett jel T_g -én kívül, de T_F -en belül van ($T_F \leq 4/3 T_g$), a jel hasznos és zavaró komponensre van felbontva. Ha a késleltetett jel T_F -en kívül van, tisztán zavaró jelként van figyelembe véve. A T_g és T_F között érkező jelek felbontása hasznos (C) és zavaró (I) komponensre az alábbi formulákkal írható le.

$$C = \sum_i w_i C_i$$

$$I = \sum_i (1 - w_i) C_i$$

$$w_i = \left(\frac{T_u - \tau + T_g}{T_u} \right)^2$$

ahol:

C_i : az i -dik echó teljesítménye

T_u : a szimbólum hossza

τ : az echó késleltetési ideje a védelmi intervallum kezdetéhez képest

A zavaró komponenst az idő 1%-val, míg a hasznos részt 50%-kal kell figyelembe venni a hasznos és zavaró jelek összegzésénél. A hasznos és a zavaró jelek általában statisztikusan egymástól függetlenek. Ha a hasznos és a zavaró jel ugyanattól az adótól származik, azaz öninterferencia lép fel, akkor már nem függetlenek egymástól.

2.3.9.5. Használható térerősség (E_u) meghatározása

A használható térerősség a kívánt vételi minőség eléréséhez szükséges minimális térerősség érték meghatározott vételi viszonyok között, természetes és ember okozta zaj, illetve más adóktól származó interferencia jelenlétében.

A használható térerősség meghatározása Power sum jelösszegző eljárás esetén az

$$E_u = 10 * \lg(10^{E_{med}/10} + \sum_{i=1}^k 10^{E_{ni}/10})$$

összefüggéssel történik, ahol: E_{ni} az i = edik zavaró jel térerőssége.

3. Nemzetközi koordináció műszaki feltételei

A nemzetközi koordináció műszaki feltételeit a GE06 Megállapodás rögzíti. A digitális rádiózásra kijelölt sávokban a T-DAB mellett több különböző - műsorszóró és egyéb rendszerek – is üzemelhetnek, ezért különböző koordinációs küszöb térerősségértékeket kell számításba venni.

3.1. Koordinációs küszöbtérerősség értékek

A 18. sz. táblázat azokat a javasolt, koordinációs küszöb térerősség értékeket tartalmazza, amelyek túllépésekor az érintett igazgatásokkal le kell folytatni a nemzetközi koordinációt a GE06 tervben lévő adóállomások módosításakor, ha a megfeleléségi vizsgálat eredménye ezt szükségessé teszi, vagy új tervbejegyzések esetén.

A GE06Tervet módosító műsorszóró rendszer	Küszöbtérerősség (dB(µV/m))
	III. sáv(174-230 MHz)
DVB-T	17
T-DAB	12
Analóg TV	10

18. táblázat: A műsorszóró szolgálatnak a GE06 Terv módosításával szembeni védelméhez szükséges, koordinációs küszöbtérerősség értékek

Tekintettel arra, hogy számos műsorszóró rendszer együttélését kell biztosítani, különböző küszöb térerősség értékeket kell számításba venni. Az érintett igazgatások megállapítása céljából ezért a legkritikusabbnak tekintett, reprezentatív T-DAB, DVB-T és analóg TV rendszerekre, valamint az azokhoz kapcsolódó megfelelő vételi üzemmódokra határozták meg a küszöb térerősség értékeket:

- T-DAB: mozgóvétel, a vételi helyek 99%-ában (I. üzemmód, lásd az ITU-R BS.1114-5 ajánlást),
- DVB-T: 64-QAM moduláció, 3/4-es kódarány, helyhez kötött, háztetőmagasságban történő vétel, a vételi helyek 95%-ában,
- analóg TV: SECAM/L, helyhez kötött, háztetőmagasságban történő vétel, a vételi helyek 50%-ában.

A koordinációs küszöb $F_{trigger}$ térerősség kiszámítása: a következőképpen történik:

$$F_{trigger} = F_{med} + f_{corr} - PR - CF$$

ahol

F_{med} : a megfelelő (zavarást elszennvedő) műsorterjesztő rendszer legkisebb közepes térerőssége,

f_{corr} : frekvenciakorrekció, az alább leírtaknak megfelelően,

PR : a Megállapodás 2. mellékletének 3. fejezetében megadott megfelelő védelmi arány,

CF : a Megállapodás 2. mellékletének 3. fejezetében ismertetett megfelelő egyesített helykorrekciós tényező.

Amennyiben a védelmi arányok különbséget tesznek a troposzférikus és az állandó interferencia között, a troposzférikus esetet kell figyelembe venni. A legrosszabb vételi eset figyelembevételének érdekében a helyhez kötött, háztetőmagasságban történő vételnél figyelmen kívül hagyjuk a vevőantenna szelektivitását.

A 19. sz. táblázat a fent ismertetett reprezentatív műsorszóró rendszerek 200 MHz-es frekvenciára vonatkozó küszöb térerősségértékeit adja meg.

	Védendő műsorszóró rendszer		
	DVB-T	T-DAB	Analóg TV
Legkisebb közepes térerősség	$F_{med} = 51 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$F_{med} = 60 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$F_{med} = 55 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$
Zavaró rendszer			
DVB-T	$PR = 21 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 17 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$PR = 9 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 33 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$PR = 35 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 20 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$
T-DAB	$PR = 26 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 12 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$PR = 15 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 27 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$PR = 42 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 13 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$
Analóg TV	$PR = 9 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 29 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$PR = 2 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 40 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$	$PR = 45 \text{ dB}$ $F_{trigger} = 10 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$

⁽¹⁾ A küszöb térerősség értékek a védendő rendszer sáv szélességére vonatkoznak.

19. táblázat: Reprezentatív műsorszóró rendszerek koordinációs küszöb térerősségértékei⁽¹⁾ 200 MHz-en

A 200 MHz-es (III. sáv) frekvenciáktól eltérő frekvenciákra vonatkozóan a következő interpolációs szabályt alkalmazzák:

- helyhez kötött vétel esetében a $f_{corr} = 20 \log_{10}(f/f_r)$, ahol f a tényleges frekvencia, f_r pedig a megfelelő fenti sáv referenciakérfrekvenciája,
- hordozható és mozgó vétel esetében a $f_{corr} = 30 \log_{10}(f/f_r)$, ahol f a tényleges frekvencia, f_r pedig a megfelelő fenti sáv referenciakérfrekvenciája.

A 19. sz. táblázatban található koordinációs küszöbértékek ($F_{trigger}$) a legkritikusabb esetekre vonatkoznak és csak nemzetközi koordináció szükségességének eldöntésénél van jelentőségük. A legkritikusabb térerősségértékek félkövér szedéssel vannak feltüntetve.

3.2. Referencia tervezési konfigurációk

A GE06 terv összeállításakor a számításokat megkönnyítő tipikus tervezési konfigurációkat alkalmaztak. Az úgynevezett T-DAB referencia tervezési konfigurációk (**RPC-k**) **csak annyiban jelentenek kötöttséget, hogy a valódi hálózat megvalósításakor csak a tervben szereplő RPC-nek megfelelő védelem igényelhető az adott kiosztási körzet határán.**

Az RPC-k meghatározásához a tervezési konfigurációk vételi módok és frekvenciasáv szerint csoportosíthatók.

A T-DAB esetében a szakirodalom csak a mobil és beltéri hordozható vételre tartalmaz referencia értékeket. Ennek megfelelően két tervezési referenciakonfigurációt definiáltak: az RPC 4-et a mozgó vételhez, és az RPC 5-öt a hordozható beltéri vételhez.

A 20. sz. táblázat összefoglalja azokat a referencia tervezési konfigurációkat és jellemző paramétereket, melyeket a T-DAB esetén használni kell 200 MHz (VHF) referencia frekvencián.

Referencia tervezési konfiguráció	RPC4	RPC5
A vételi helyek százalékos aránya	99%	95%
Vivőfrekvencia-zaj referenciaérték (dB)	15	15
$(E_{med})_{ref}$ referenciaérték (dB(μ V/m)) $f_r = 200$ MHz mellett	60	66

$(E_{med})_{ref}$: a legkisebb közepes térerősség referenciaértéke

RPC4: a mozgóvételekre vonatkozó RPC

RPC5: a hordozható beltéri vételre vonatkozó RPC

20. táblázat: T-DAB rendszerekre vonatkozó RPC-k

Más frekvenciák alkalmazása esetén a 8. táblázatban szereplő referencia-térerősségeket módosítani kell a következő szabály szerint meghatározott korrekciós tényező hozzáadásával:

- $(E_{med})_{ref}(f) = (E_{med})_{ref}(f_r) + \text{Korr}$;
- $\text{Korr} = 30 \log_{10}(f/f_r)$, ahol f a tényleges frekvencia, f_r pedig a 8. táblázatban szereplő megfelelő sáv referenciafrekvenciája.

A kompatibilitási számításokhoz a 2.3.2. szakaszban megadott védelmi arányokat kell használni.

3.3. Referenciahálózatok a T-DAB rendszerhez

A GE06 terv összeállításakor a T-DAB hálózatokkal kapcsolatos különböző megvalósítási követelmények modellezésére két azonos geometriájú referenciahálózat (RN5 és RN6) került megtervezésre. **A tervezés során egy adott kiosztási körzethez rendelt referenciahálózat, a későbbi megvalósítás során csak a GE06 tervvel való megfelelés ellenőrzéséhez szükséges.**

A referenciahálózatok teljesítménymérlegének meghatározásához az antennamagasságok és a teljesítmények beállítása úgy történik, hogy a szolgálati terület minden egyes helyén meglegyen a kívánt ellátási valószínűség.

A hálózat teljesítménymérlegének beállítási módszere az interferencia korlátozásával valósul meg, melynek a frekvenciahatékonysága – mint ismeretes – nem túl magas. Ennek kiküszöbölése érdekében a referenciahálózatokban az adók teljesítményét 3 dB-es értékkel megnövelik.

A referenciahálózatokban az effektív antennamagasságra átlagértékként 150 m-t kell választani.

A III. sávban a T-DAB-ra két referenciahálózat került kialakításra, amelyek a teljesítményméretezésüktől eltekintve teljesen azonosak. Ezek közvetlenül kapcsolódnak a két RPC konfigurációhoz.

Az RPC4 – a mozgóvétel – esetében a referenciahálózat hét darab, egy hatszög középpontjában és csúcsaiban elhelyezkedő adóállomásból áll. A hálózat zárt típusú. Az 1 kW teljesítményű, kerületi adóberendezések vonatkozásában a központi berendezés adóteljesítménye 10 dB értékkel le van csökkentve. A kerületi adóberendezések antennáinak sugárzási mintáiban a kimenő térerősség 12 dB-lel le van csökkentve 240 fokos irányszög tartományban. Feltesszük, hogy a 0 dB-ről 12 dB-es csökkentésre történő éles átmenet a feltüntetett irányzögeknél következik be.

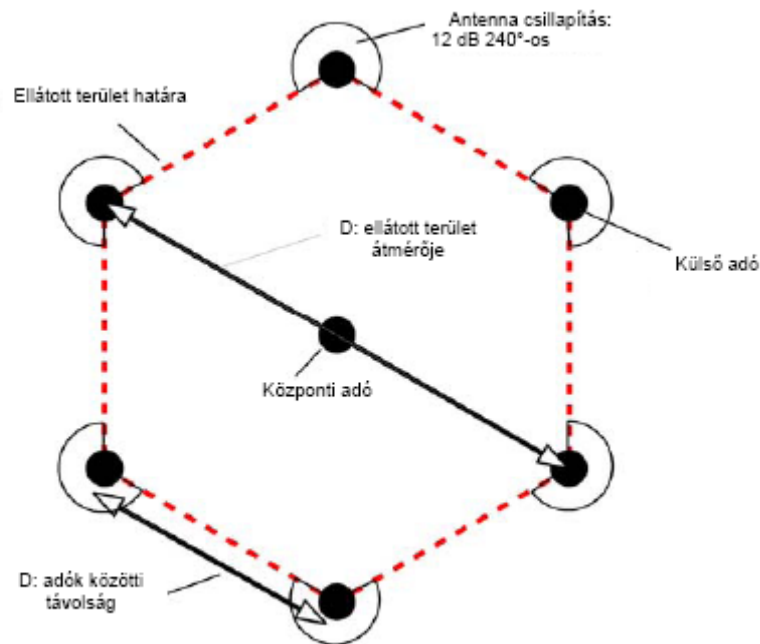
Referencia tervezési konfiguráció (RPC)	RPC 4	RPC 5
A vétel típusa	Mozgó	Hordozható, beltéri
A hálózat típusa	Zárt	Zárt
A szolgáltatási terület alakja	Hatszög	Hatszög
Az adóberendezések száma	7	7
Az adóberendezések által meghatározott rács alakja	Hatszög	Hatszög
Adóberendezések közötti távolság, d (km)	60	60
A szolgáltatási terület átmérője, D (km)	120	120
Az adóantenna hasznos magassága (m)	150	150
A kerületi adóantennák sugárzási mintái	Irányított, 12 dB csökkentés 240 fokos tartományban	Irányított, 12 dB csökkentés 240 fokos tartományban
A központi adóantenna sugárzási mintája	Körsugárzó	Körsugárzó
A kerületi adók hasznos kisugárzott teljesítménye (dBW)	30,0	39,0
A központi adó hasznos kisugárzott teljesítménye (dBW)	20,0	29,0

A megadott hasznos kisugárzott teljesítmény (e.r.p.) 200 MHz-es frekvenciára vonatkozik. Más frekvenciák alkalmazása esetén (az f MHz-ben értendő) a következő frekvenciakorrekciós tényezőt kell hozzáadni: $30 \log_{10}(f/200)$ az RPC4 és az RPC5 esetében.

21. táblázat: Az RPC4-hez tartozó RN5, és az RPC5-höz tartozó RN6 paraméterei

Az RPC5 – a hordozható beltéri vétel – esetében ugyanazokat a referenciahálózat-jellemzőket használjuk, mint az RPC 4 konfigurációnál, azzal a kivétellel, hogy az ehhez a vételi üzemmódhoz szükséges nagyobb minimális térerősség értéknek megfelelően itt 9 dB-lel nagyobb adóteljesítményekkel számolunk.

Az RPC4-re vonatkozó RN5 és az RPC5-re vonatkozó RN6 hálózatokra a 21. sz. táblázatban megadott paramétereit és teljesítményméretezését kell használni. A 3. ábra a referenciahálózatok geometriáját mutatja be.



3. ábra: T-DAB referenciahálózatok geometriája

A kompatibilitás elemzésekor szükség van a referencia tervezési konfigurációkra jellemző védelmi arányokra. Tekintettel arra, hogy az RPC-k mesterséges konfigurációkat képviselnek, a megfelelő védelmi arányokhoz nem tartoznak mérések. A nemzetközi frekvenciaterv kialakítása során mindkét RPC-re 15 db C/N értéket vettek figyelembe (lásd 20. táblázat).

A különböző RPC-eket, referencia hálózatokat és jellemző védelmi igényeket kell alapul venni a szomszédos országok közötti nemzetközi koordináció és a GE06 Tervvel való megfelelés ellenőrzése során.

3.4. A GE06 Tervben szereplő bejegyzések implementálása a teljesen digitális jövőben

Amennyiben a tervben lévő frekvenciakiosztást akarjuk valós hálózattal, adóállomásokkal megvalósítani, vagy a tervben lévő frekvenciakijelölést más földrajzi vagy sugárzási paraméterrel üzembe helyezni, előtte megfeleléségi vizsgálatot (conformity check) kell

végezni annak megállapítására, hogy kell-e a módosítás miatt újabb nemzetközi koordinációt lefolytatni. A megfelelőség vizsgálat során azt kell vizsgálni, hogy a módosítással okozunk-e zavarnövekedést más országok tervben lévő digitális adóinak, adóhálózatainak, frekvenciakiosztásainak. A megfelelőség vizsgálat részletes leírása a 3.4.1. pontban található. Amennyiben a megfelelőségi vizsgálat eredménye koordinációt tesz szükségessé, akkor a 3.1 pontban megadott küszöb térerősség értékeket kell alkalmazni az érintett országok meghatározásához.

3.4.1. A megfelelőség vizsgálat leírása

3.4.1.1. A megfelelőség vizsgálati módszerének elemei

A GE06 Terv jelenleg csak T-DAB kiosztásokat tartalmaz. A kijelölésekre vonatkozó megfelelőség vizsgálatokat kell elvégezni abban az esetben, ha a Hatóság koordinált elvi telephely pozíciókat ad át az adatszolgáltatás során.

A megfelelőség ellenőrzése során a következő vizsgálatokat kell elvégezni:

- a) annak ellenőrzése, hogy a digitális Terv-bejegyzés megvalósítására tervezett adóállomás(ok) frekvenciablokkja megegyezik-e a megfelelő Terv-bejegyzésével, és hogy a digitális Terv-bejegyzés megvalósításának földrajzi helye a megadott határértékeken belül van-e; és
- b) a digitális Terv-bejegyzésből adódó interferencia burkológörbe összehasonlítása a digitális Terv-bejegyzés implementálásából származó összegzett interferenciával. Azt a területet, melyen erre az összehasonlításra sor kerül, egy levágási térerősség kontúr határolja, melyen az összes zavaró térerősség végső összehasonlítása elvégezhető.

A *digitális Terv-bejegyzés megvalósítása* megfelel a Tervnek, ha az *a)* szerint elvégzett ellenőrzés igazolást nyert, és ha a *b)* pont szerint a digitális Terv-bejegyzés megvalósítása egyetlen lényeges számítási ponton sem lépi túl a digitális Terv-bejegyzés jellemzőiből megállapított interferencia burkológörbét.

3.4.1.2. A digitális Terv-bejegyzésekre alkalmazható általános módszer ismertetése

A levágási térerősség kontúr biztosítja annak lehetőségét, hogy a megfelelőség vizsgálatok a számítási pontok számát az effektív kisugárzott teljesítmény és a küszöb-térerősség értékeihez lehessen mérni. A levágási kritérium a 3.1 fejezetben megadott megfelelő küszöb-térerősség értéknek felel meg.

Ha a levágási térerősség kontúrok a bejelentő igazgatás területének határait bárhol túllépi, egy sor földrajzi kontúrt kell kialakítani. Ezeket a kontúrokat azért kell kialakítani, hogy meg lehessen vizsgálni, hogy a kontúrok egyes pontjain a Terv egy digitális bejegyzésének javasolt átalakításából és az adott helyzettől függően az ITU nyilvántartásában (MIFR-ben) szereplő és a Tervben a digitális bejegyzéshez tartozó kijelölésekből (beleértve a hozzákapcsolt kijelöléseket linked assignments is) származó együttes zavaró térerősség nem lépi túl a Terv digitális bejegyzésének interferencia burkolóját.

Ezeket a kontúrokat a kiosztási területet vagy a kijelölés(ek)e)t körülvevő geometriai körvonalak mentén 1°-os lépésekben számítási pontokat kell elhelyezni. Nem minden pontot kell figyelembe venni: csak azokat a számítási pontokat kell felhasználni, melyek a bejelentő igazgatás területén kívül és a kiosztás vagy kijelölés(ek) körüli levágási térerősség kontúr(ok)on belül esnek.

Egy *digitális Terv-bejegyzés megvalósítása* akkor megfelelő, ha a *digitális Terv-bejegyzés megvalósítása* által létrehozott összegzett interferencia egyetlen számítási ponton sem haladja meg a digitális Terv-bejegyzés paramétereiből megállapított interferencia burkolót.

3.4.1.3. Térerősség számítások

A térerősség számítások az ITU-R P. 1546-3 Ajánlásban található terjedési modell alapján történnek (a troposzférikus eset terjedési görbéit kell használni, azaz az idő 1%-a és a hely 50%-a). A bármely adóból kiinduló interferencia számítása 1 000 km-re korlátozódik. A számított értékeket az első tizedesjegyre kell kerekíteni.

Amennyiben több jelforrásból származó térerősségeket kell összesíteni, a teljesítmény összegzés módszerét kell alkalmazni. Egy kiosztás valamennyi adóállomásának a számítási pontokban kapott egyedi térerősségeit csökkenő sorrendben kell feldolgozni. A teljesítmény összeg számítása a következőképpen történik:

- a legnagyobb értékből kiindulva a zavaró térerősségekkel egyenértékű teljesítményértékeket egyenként össze kell adni;
- minden összeadásnál az eredményt össze kell hasonlítani az előző eredménnyel
- ha a teljesítmény értéke nagyobb 0,5 dB-nél vagy azzal egyenlő, az összeadás műveletét folytatni kell;
- ha a teljesítmény növekedése 0,5 dB-nél kisebb, abba kell hagyni az összegzést, hozzá kell adni 0,5 dB-t, és ez lesz az összegzés eredménye.

3.4.1.4. A geometriai kontúrok és a számítási pontok előállítás

A geometriai kontúrok 60, 100, 200, 300, 500, 750 és 1 000 km-re vannak az állomás(ok) helyétől vagy a digitális Terv-bejegyzés határvonalától. A geometriai kontúrok kialakítása függ a digitális Terv-bejegyzés típusától. A digitális Terv-bejegyzés minden típusához egy referenciapont tartozik. Ebből a referenciapontból a földrajzi északból kiindulva 1°-os lépésekben 360 sugarat kell húzni. A számítási pontok ott lesznek, ahol a sugár metszi a levágási térerősség kontúrt és az országhatáron kívül eső bármely geometriai kontúrt.

3.4.2. A módszer alkalmazása a különféle digitális Terv-bejegyzés típusokra

A Terv két alapvető tervezési objektumra, azaz a kijelölésekre és a kiosztásokra épül, melyek a tervben szereplő öt különböző Terv-bejegyzés típusra egyesíthetők. A digitális Terv-bejegyzés öt különböző típusának olyan tulajdonságaik vannak, melyek befolyásolják a megfelelőség vizsgálatának módszerét. A következőkben a magyarországi T-DAB Terv-bejegyzésekre jellemzően a kiosztásokra illetve a későbbiekben várhatóan bejelentésre kerülő kijelölés típusú bejegyzések ismertetésére szorítkozunk.

3.4.2.1. Digitális Terv-bejegyzés, amely csak egy kiosztást tartalmaz

Ezt a digitális Terv-bejegyzést egy kiosztási határ, egy kijelölt frekvencia, egy referenciahálózat (RN) típus és egy referencia-tervezési konfiguráció (RPC) jellemzi.

3.4.2.1.1. A digitális Terv-bejegyzésből meghatározott kijelölések elhelyezkedése

Ezeket a kijelöléseket a kiosztási területen belül vagy a kiosztási határtól legfeljebb 20 km távolságban kell elhelyezni. Ezeknek a helyeknek a bejelentő igazgatás területén belül kell lenniük.

3.4.2.1.2. A digitális Terv-bejegyzés geometriai kontúrjai

Egy kiosztási Terv-bejegyzés referenciapontja megegyezik a kiosztási sokszög(ek) súlypontjával; a geometriai kontúr kialakítását **3.4.2.6** fejezet ismerteti.

3.4.2.1.3. A digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolója

Az interferencia burkoló számításához a kiosztáshoz kapcsolódó referenciahálózat jellemzőit kell felhasználni. Az egyes kiosztási határpontokon elhelyezkedő referenciahálózat interferenciaforrásként viselkedik. A referenciahálózat elhelyezkedését a 3.3 fejezet ismerteti. Az egyes kiosztási határpontokról a vizsgált számítási pontban kapott legnagyobb térerősség érték lesz a térerősségnek az az interferencia értéke, melyet figyelembe kell venni.

3.4.2.1.4. Digitális Terv-bejegyzés megvalósítás interferencia térerőssége

a) A GE06 Terv módosításával kapcsolatos eljárások (GE06, 4. Cikkely)

Abban az esetben, amikor egy kiosztási Terv-bejegyzést kijelöléssé kell átalakítani, és ezt a kijelölést fel kell venni a Tervbe, az együttes interferenciát a fenti 3.4.1.3 pontban ismertetett módon a teljesítményösszegzés módszere segítségével kell számítani a következőkből származó interferenciák alapján:

- a kiosztás kijelöléssé konvertálása következtében a Tervben már szereplő kijelölések; és
- a kiosztás kijelöléssé konvertálása útján kapott új kijelölés(ek), melyek a 4. Cikkely szerint kerültek bejelentésre a Tervbe való felvétel érdekében.

b) A frekvencijkijelölések nemzetközi bejelentésével kapcsolatos eljárás (GE06, 5. Cikkely)

Abban az esetben, amikor egy kiosztási Terv-bejegyzést kijelöléssé kell átalakítani, és ezt a kijelölést be kell jegyezni az MIFR-be, az együttes interferenciát a fenti 3.4.1.3 pontban ismertetett módon a teljesítményösszegzés módszere segítségével kell kiszámítani a következőkből származó interferenciák alapján:

- a kiosztás kijelöléssé konvertálása következtében az MIFR-ben már rögzített kijelölések; és
- a kiosztás kijelöléssé konvertálása útján kapott új kijelölés(ek), melyek a GE06 5. Cikkely szerint kerültek átadásra az MIFR-ben való rögzítés érdekében.

3.4.2.1.5. Levágási térerősség kontúr a digitális Terv-bejegyzéshez

A levágási térerősség kontúr kialakításánál a referenciapont megegyezik a kiosztási sokszög(ek) súlypontjával; a kontúr kialakításának módszerét a 3.4.2.8. szakasz ismerteti.

3.4.2.2. Csak egyetlen kijelölést tartalmazó digitális Terv-bejegyzés

A digitális Terv-bejegyzés csak egy kijelölést tartalmaz. Különböző műszaki jellemzők vizsgálatánál az RPC-t kell figyelembe venni.

Abban az esetben, ha a *digitális Terv-bejegyzés megvalósításának* jellemzői megegyeznek a digitális Terv-bejegyzés jellemzőivel, a kijelölést automatikusan úgy kell tekinteni, hogy az megfelel a digitális Terv-bejegyzésnek, és ezért nem kell vizsgálni megfelelőségét.

3.4.2.2.1. A bejelentett kijelölés helye

Az adóantenna helye nem lehet 20 km-nél nagyobb távolságra a megfelelő digitális Terv-bejegyzésben meghatározott földrajzi helytől. Ennek a helynek a bejelentő igazgatás területén belül kell lennie.

3.4.2.2.2. A digitális Terv-bejegyzés geometriai kontúrjai

A referenciapont az adóantennának a Tervben bejegyzett földrajzi helyén van, a geometriai kontúrok pedig az eköré a pont köré írt koncentrikus körökből tevődnek össze.

3.4.2.2.3. A digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolója

A digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolójának számításához a kijelölésnek a Tervben felsorolt jellemzőit kell felhasználni.

3.4.2.2.4. Digitális Terv-bejegyzés megvalósítás interferencia térerőssége

Az 5. Cikkely értelmében a *digitális Terv-bejegyzés alkalmazásából* származó interferencia térerősség egyenlő a bejelentett kijelölés okozta térerősséggel.

3.4.2.2.5. Levágási térerősség kontúr a digitális Terv-bejegyzéshez

A levágási térerősség kontúrjának kialakításához a referenciapont megegyezik az adóantennának a Tervben bejegyzett földrajzi helyével; a kontúr kialakításának módszerét 3.4.2.8 fejezet ismerteti.

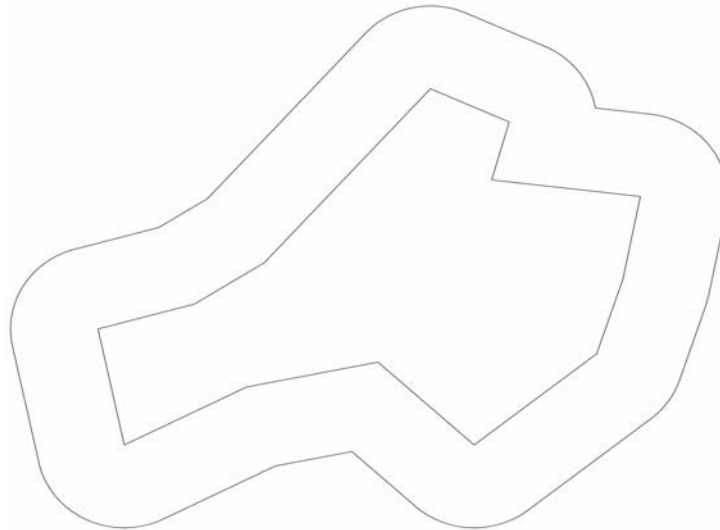
3.4.2.6. Kiosztási terv-bejegyzések és kapcsolódó kijelölésekkel rendelkező kiosztási Terv-bejegyzések geometriai kontúrjának előállítása

Egy adott zárt területhez a geometriai kontúrok előállításának módszere esetén a területet határpontokkal, azaz egy sokszöggel kell kijelölni.

A geometriai kontúr előállításának első lépéseként a határpontokat az óramutató járásával megegyező irányban körvonallá kell összeválogatni. Figyelmen kívül kell hagyni a kettős határpontokat, azaz azokat a határpontokat, melyeket zérus hosszúságú élek kötnék össze egymással. Ha két szomszédos él ugyanolyan irányú, a közös pontot figyelmen kívül kell hagyni.

A következő lépésben elő kell állítani azokat az új éleket, melyeket a 3.4.1.4 pontban megadott távolság választja el a szóban forgó sokszögtől. Ezek az új „élek” párhuzamos egyenesek és ívek, amikor konvex határpontokról van szó. Ez utóbbi esetben az eredeti határpontok az ívek középpontjaként viselkednek.

Az így kapott egyeneseket és íveket két egymás utáni egyenes vagy ív metszéspontjainak kiszámításával össze kell kötni egymással. A metszéspontok a geometriai kontúrokat kijelölő csúcspontok részei. A fennmaradó ívek mentén további pontokat kell kijelölni azért, hogy az ívet egy sokszöggel lehessen kellő pontossággal közelíteni. Az alábbi, 4. ábra az eredményt szemlélteti.



4. ábra Kiosztási terület geometriai kontúrja

Ezt az eljárást alkalmazva geometriai kontúrok rajzolhatók meg bármilyen alakú kiosztási területhez, olyanokhoz is, melyeken jelentős csipkézések vannak. A sokszög csipkézetét vagy konkáv szakaszait le kell zárni, és így a kiosztási határvonal bármely pontja és a körvonal között a távolság egyenlő lesz a 3.4.1.4 pontban előírt távolságok egyikével.

A fenti eljárással a geometriai kontúr határoló pontjai meghatározhatók.

3.4.2.7. A referenciahálózat elhelyezkedése és tájolása kiosztást vagy kapcsolódó kijelölésekkel rendelkező kiosztást tartalmazó digitális Terv-bejegyzések interferencia burkolójának számításához

A referenciahálózat kimenő interferenciájának számításához a kiosztás minden egyes vizsgálati határpontját kimenő interferencia forrásnak kell tekinteni. A számításhoz fontos ismerni azt, hogy a referenciahálózat hogyan helyezkedik el és milyen az iránya a határponthoz képest.

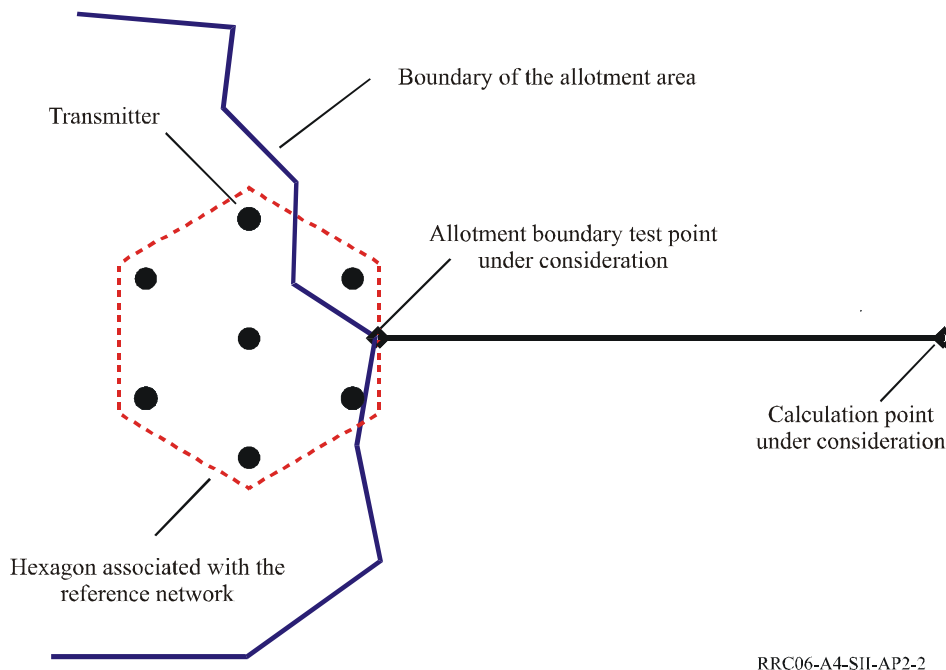
A referenciahálózatok hatszögekkel jellemezhetők. A hatszög egyik oldala (a „kezdőoldal”) merőleges a határpontot és a számítási pontot összekötő egyenesre. A kezdőoldal középpontját ezután a határpontra kell helyezni. Ebben a helyzetben a többi határpont és a hatszög középpontja messzebb helyezkedik el a számítási ponttól, mint a határpontok a kezdőoldaltól. Ez kijelöli a referenciahálózat és a referenciahálózat adóinak helyét. A térerősséget ezután kell meghatározni. Ezt követően a referenciahálózatot a kiosztás határvonala körül a következő határpontba kell mozgatni, ahol ismét meg kell határozni a térerősséget ugyanarra a számítási pontra. Ezeket a műveleteket addig kell ismételni, amíg a referenciahálózat vissza nem tér kiindulási helyére.

A számítási pontban a térerősséget a referenciahálózat minden egyes adójára külön-külön meg kell állapítani a hozzá tartozó referencia tervezési konfiguráció jellemzői alapján.

Az eredő zavaró térerősség összeget a teljesítmény összegzési módszerrel kell meghatározni.

Az 5. ábra a referenciahálózat konfiguráció helyzetét vázolja fel (7 adóberendezés).

Egy képzeletbeli hatszöget az országhatár körül mozgatva elképzelhető, hogy a referenciahálózat egy vagy több adóberendezése kívül esik annak az igazgatásnak a területén, melynek kiosztására a számítást végezték.



5. ábra: Referenciahálózat 7 adóállomással

Az 5. ábra értelmezése:

Transmitter	adóállomás
Boundary of the allotment area	a kiosztási terület határa
Allotment boundary test point under consideration	vizsgálati pont a kérdéses kiosztás határvonalán
Calculation point under consideration	a kérdéses számítási pont
Hexagon associated with the reference network	a referenciahálózathoz kapcsolódó hatszög

3.4.2.8. A levágási térerősség kontúr elkészítése

A levágási térerősség értékek a 3.1 pontban megadott minimális küszöb-térerősség értékekkel egyeznek meg.

A levágási térerősség kontúrt egy referenciapont körül 360°-os tartományban egymástól egyenlő 1°-os távolságban lévő sugarak segítségével kell meghatározni, ahol a referenciapont helyét az egyes digitális Terv-bejegyzés típusokhoz a 3.4.2 pont ismerteti.

Ezeknek a sugaraknak a mentén a 3.4.1.3. pontban ismertetett módon ki kell számítani a *digitális Terv-bejegyzés megvalósításának* együttes térerősségét (az idő 1%-ára vett értékekkel) oly módon, hogy a *digitális Terv-bejegyzés megvalósításának* legközelebbi adóberendezésétől vagy a kiosztási határvonaltól mérve 1 000 km távolságból kiindulva a referenciapont felé haladva el kell érni a levágási térerősséget. Az egyes sugarakon a levágási térerősség pontjait összekötve alakul ki a levágási térerősség kontúrja.

Egyes esetekben (pl. nagyobb teljesítményű adóberendezések, érzékeny koordinációs küszöb-térierősség) előfordulhat, hogy a levágási térierősség 1 000 km-es maximális távolságnál következik be. Ilyen esetben az 1 000 km-re lévő pont lesz ezen a sugáron a levágási térierősség kontúrjának a helye.

3.4.2.8. A megfelelőségi vizsgálathoz használt kifejezések

Számítási pont: az a pont, ahol térierősség számításokat végeznek.

Geometriai kontúr: a digitális Terv-bejegyzéstől állandó távolságra lévő vonal.

Levágási térierősség kontúr: az a vonal, ahol egy digitális Terv-bejegyzés által előidézett térierősség egyenlő a megadott értékkel.

Digitális Terv-bejegyzés: kijelölés vagy kiosztás vagy kiosztások kombinációja, amely egy adott kiosztáshoz kapcsolható vagy nem kapcsolható, és amely a *Terv* megvalósítása és módosításai tekintetében egyetlen bejegyzésként kezelhető.

Digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolója: együttes térierősség szint egy számítás pontban, a digitális *Terv*-bejegyzés jellemzői alapján számítva.

Egy kiosztásból származtatott (vagy konvertált) kijelölés: egy a digitális Tervben és/vagy az MIFR-ben rögzített kijelölés, amely nem változtatja meg a kapcsolódó digitális Terv-bejegyzés interferencia burkolóját.

Kapcsolódó kijelölés(ek): egy vagy több, egy kiosztáshoz kapcsolódó kijelölés, amely megjelenik a digitális Tervben, és amely a digitális Terv-bejegyzés általános interferencia burkolóját a referenciahálózat által előidézett interferencia fölé növelheti.

Digitális Terv-bejegyzés megvalósítása:

- a GE06 4. Cikkely értelmezésében a digitális Terv-bejegyzésnek megfelelő valamennyi kijelölést magába foglalja, melyek már szerepelnek a Tervben vagy a Tervben való szerepeltetésüket javasolták;
- a GE06 5. Cikkely értelmezésében a digitális Terv-bejegyzésnek megfelelő valamennyi kijelölést magába foglalja, melyek már szerepelnek az MIFR-ben vagy az MIFR-ben való szerepeltetésük javasolva van;

3.5. Tervbejegyzések implementálása az átmeneti időszakban

Függetlenül a megfelelőségi vizsgálat eredményétől, az átmeneti időszakban azt is meg kell vizsgálni, hogy a tervben előírták-e az analóg TV adók védelme miatt a koordináció szükségességét. Ha igen, a nemzetközi koordinációt mindenképpen le kell folytatni a tervben megjelölt országokkal.

3.6. Új adók, adóhálózatok, frekvenciakiosztások koordinációja

Új adók, adóhálózatok, frekvenciakiosztások megvalósítása esetén a 3.1 pontban ismertetett küszöb térierősségértékek meghatározásával dönthető el a koordináció szükségessége.

4. T-DAB adóállomások/hálózatok

A digitális rádió műsorszórás esetén egy adott csatornájú körzet ellátásához szükséges adóállomások száma (adósűrűség) a hálózat lényeges paramétere. Az adók közötti távolság több egyéb műszaki paramétertől függ, így pl. adóantenna magasság, teljesítmény, effektív antenna magasság, vételi mód, frekvencia. Egy SFN-en belül a szomszédos telephelyek közötti távolságot a védelmi intervallum határozza meg.

Az RRC-06 értekezleten, a kiosztási terv összeállításához alkalmazott szabályos referencia hálózati struktúrák alkalmazása megkönnyíti a kiosztási körzeteken alapuló tervezési folyamatot, azonban a T-DAB szolgálatok bevezetése során a kiosztások kijelölésé konvertálása általában nem követi az elméleti referencia hálózatok felépítési struktúráját, egy terület ellátásához elegendő lehet egy adó, de a műszaki követelményeknek megfelelő bármely adóhálózat létrehozható.

A tervezés lényeges követelményei:

- az ellátottság biztosításához szükséges minimális térerősség megléte,
- a zavarmentes vételi lehetőség,
- a már működő, illetve tervezett, nemzetközileg már koordinált adóállomásoknak okozott zavar növekedésének korlátozása.

A tervezési kiindulási feltételek (tervezési konfiguráció) között szerepel a hálózati struktúra megválasztása is, melynél a következőkben ismertetett lehetőségek közül lehet választani az egyéb igényekhez illeszkedően.

4.1. Digitális rádió adóhálózatok és adók típusai

A rádiózásról és televíziózásról szóló 1996. évi I. törvény (2.§ 10, 15. és 36. bekezdés) és a műsorterjesztés és digitális átállítás szabályairól szóló 2007. évi LXXIV. törvény (Dtv.) meghatározásai alapján, az analóg műsorszóró hálózatokhoz hasonlóan a következő digitális rádió adóhálózatokat különböztetjük meg.

4.1.1. Országos T-DAB műsorszóró adóhálózat

Az országos T-DAB műsorszóró adóhálózatok célja az ország területének besugárzása azonos műsorral. Országos az a műsorszolgáltatás, amelynek vételkörzetében az ország lakosságának legalább 50 %-a él.

4.1.2. Körzeti T-DAB műsorszóró adóállomás, illetve adóhálózat

A T-DAB műsorszóró adóállomással, illetve adóhálózattal megvalósuló körzeti (regionális) műsorszolgáltatás vételkörzete meghaladja a helyi műsorszolgáltatás vételkörzetét, de vételkörzetében az ország lakosságának kevesebb, mint a fele él. A körzeti adóhálózat célja az ország bizonyos része, megye vagy több településből álló terület ellátása azonos műsorral.

4.1.3. Helyi T-DAB műsorszóró adóállomás

A T-DAB adóállomással megvalósuló helyi műsorszolgáltatás vételkörzetében éves átlagban legfeljebb százezer lakos vagy egy városban belül legfeljebb ötszázezer lakos él.

4.1.4. Átjátszó adóállomás

Átjátszó adóhálózat az azonos műsort sugárzó T-DAB adóhálózat kiegészítésére szolgál, és a főadó (anyaadó) által besugárzott területen belül úgynevezett árnyékos helyeken a vétel javítása céljából épül. Az átjátszóadó a modulációt az anyaadótól kapja (általában gerincadótól), a vett RF jelet átkonvertálja és erősítés után más adási csatornán sugározza ki.

4.1.5. „Kitöltő” (Gap-filler) állomások

Gap-filler az azonos műsort sugárzó T-DAB adóhálózat kiegészítésére szolgál, és a főadó (anyaadó) által besugárzott területen belül úgynevezett árnyékos helyeken, (gyakran épületen belül) a vétel javítása céljából épül. A gap-filler a modulációt az anyaadótól kapja, a vett RF jelet erősítés után ugyanazon az adási csatornán (SFN) sugározza ki.

4.2. Adóhálózatok fajtái

Digitális hálózatoknál többféle hálózati struktúra konfiguráció is kialakítható. Az MFN (Multi Frequency Network) struktúrán kívül SFN (Single Frequency Network) hálózatokkal is kiépíthető a hálózat. Mindkét típusnál a gerincadókat, ahol szükséges úgynevezett átjátszóadókkal, ismétlőállomásokkal, vagy gap-filler-ekkel egészítik ki a megfelelő ellátottság biztosítása érdekében. T-DAB hálózatoknál elsősorban SFN hálózatok kiépítése javasolt..

4.2.1. MFN hálózat

Többfrekvenciás, azaz MFN hálózatokban az adók különböző frekvenciákon egymástól függetlenül sugározzák a programokat. Az egyedi adók ellátott területének nagyságát csak az adó saját teljesítménye, effektív antennamagassága, stb. határozza meg, és nem befolyásolja a hálózat többi adójának sajátossága. A T-DAB esetén ez a hálózati struktúra nem jellemző.

4.2.2. SFN hálózat

Ha egy nagy vagy közepes nagyságú területet ugyanazzal a műsossal kell ellátni, lehetőség van arra, hogy az ehhez szükséges adók mindegyike pontosan ugyanazt a frekvenciát használja. Az ilyen hálózatot SFN hálózatnak nevezzük, melyben mindegyik adó egymás hatását figyelembe véve üzemel, egy közös ellátottságot biztosítva. Ez a lehetőség az OFDM modulációs eljárásnak köszönhető, mely lehetővé teszi, hogy a különböző adóktól érkező jelek a vevőantennánál összeadódjanak, és növeljék a hasznos jel szintjét. Ehhez azonban az szükséges, hogy az SFN módban üzemelő digitális adók között magas fokú szinkronizáció legyen, ami a hálózat üzemeltetését bonyolultabbá teszi.

Az SFN hálózatok egyik nagy előnye, hogy alkalmazása nagy területek besugárzásánál jelentős spektrumhatékonyságot jelent. További előnye, hogy a kisebb teljesítmények és a hálózatnyereség miatt egyenletesebb téreloszlást biztosít a besugárzott területen belül. Hátránya, hogy SFN hálózatban nem támogatott a kisebb területek helyi műsossal történő időnkénti besugárzása az SFN hálózathoz tartozó adóval vagy adókkal.

4.2.3. Az SFN hálózatok fajtái

Nagy terület besugárzására számos elméleti SFN kialakítási lehetőség van, bár ezek között a valóságban alig ismerhető fel a különbség. Az egyik legfontosabb eltérés az adótelephelyek közötti távolságban mutatkozik. Az egyik szélsőséges eset, amikor a hálózat alapját a meglévő analóg hálózat telephelyei képezik kb. 80 km-es adótávolságokkal. A

másik szélsőséges eset a „sűrű hálózat” egy kb. 10-20 km-es adótelephely távolság kiosztással. A valóságos hálózatokban többnyire mindkét esetből található elemek. Pl. az analóg hálózatra épülő SFN hálózatban az ellátatlan területekre kitöltő vagy ismétlő állomásokat kell telepíteni, melyek többnyire kis távolságra helyezkednek el egymástól. Vagy megfordítva, egy sűrű hálózaton belül is lehetnek olyan lyukak, ahol pl. a népsűrűség alacsony ahhoz, hogy gazdaságosan működtethető legyen adóállomás. Az SFN-ből nem következik, hogy csak nagy terület besugárzásához használható. Sűrűn lakott városi környezetben is alkalmazható, pl. hordozható beltéri vételhez egyenletes, nagy jelszint biztosítása érdekében.

4.2.3.1. Nagykiterjedésű SFN

A nagykiterjedésű SFN kettőtől több tíz nagyteljesítményű adóállomásból kerül kialakításra, melyeket számos közepes vagy kisteljesítményű adó egészíthet ki. A besugárzott terület több száz km-es átmérőjű is lehet. Ez a megoldás adja a leghatékonyabb spektrum kihasználást SFN esetén. Ha elegendő frekvencia áll rendelkezésre digitális rádiózásra, akkor néhány országos hálózat mellett kisebb SFN-ek is létrehozhatók regionális műsorszórás céljára.

4.2.3.2. Mini SFN

Egy nagyteljesítményű adó, pl. egy gerincadó állomás, több kisteljesítményű adóval van SFN-be kapcsolva. Csatorna kihasználtság és egyenletes térerősség eloszlás szempontjából ez optimális, de számos technikai körülményt kell még megvizsgálni.

4.2.3.3. „Sűrű” hálózat

A sűrű hálózatnál nagyszámú kisteljesítményű adót telepítenek a besugározni kívánt területen belül, melyek együttesen egyenletes térerősség eloszlást mutatnak. Az ilyen hálózatok nagyon kis teljesítménnyel működnek, így sokkal kisebb az okozott káros zavarás a szomszédos hálózatok, vagy országok határövezetében. Ezzel nagyobb esélyt biztosítanak a sikeres koordinációnak. A zavaró jelszint tovább csökkenthető megfelelően irányított adóantennák alkalmazásával. A kis zavarás miatt a besugárzási terület is könnyen és rugalmasan növelhető újabb kis teljesítményű adókkal. További előnye, hogy az egyenletesebb téreloszlás miatt a hordozható vétel számára is különösen előnyös hálózat kialakítási lehetőség. Ugyanakkor jelentősen növekszik annak veszélye, hogy egy szomszédcsatornás adás vételében zavart okoz, a mini SFN hálózatoknál leírtakból eredően. Ezért nagyon megfontolt tervezést igényel esetről esetre vizsgálva, hogy valamely üzemelő adó vételében nem okoz-e jelentős zavart. A sűrű SFN hálózat adói képezhetnek többé-kevésbé szabályos hálót, melyben szinkronizálva üzemelnek az adók.

4.2.3.4. Hálózatnyereség

Az SFN technológia nemcsak spektrumhatékony, de teljesítményhatékony is. Egy vételi helyen a vett térerősség véletlenszerű változást mutat a terjedési útvonalon található terepakadályok miatt, melyek hatását hagyományos hálózatokban teljesítménynöveléssel lehet valamelyest kompenzálni. A térerősség változás mértéke digitális hálózatban csökkenthető több adótól érkező jelek vételével. A különböző irányokban elhelyezett adóktól érkező jelek közül, ha az egyik például terepakadályba ütközik, a másik jel még biztosíthatja az ellátottságot. Ez a tulajdonság a jelek statisztikus összegződéséből adódóan nagyobb átlagos eredő térerősséget eredményez, kisebb szórással. Az SFN hálózatokban ez a hatás „hálózatnyereségként” ismert, és a tervezés során számszerűen meghatározható minden vételi pontban. A hálózatnyereség lehetővé teszi, hogy az SFN hálózat adói alacsonyabb teljesítménnyel üzemeljenek. Ezáltal a térerősség eloszlás is egyenletesebb az MFN

hálózathoz viszonyítva. A hálózatnyereség főleg az ellátottsági határ szélén fontos, ami különösen hordozható és mobil vételnél jelentős előnyökkel jár. Például nagyobb ellátottság érhető el SFN hálózattal.

4.2.3.5. Vegyes hálózat

Vegyes hálózaton egy MFN hálózatot értünk sűrű helyi SFN adókkal kiegészítve az MFN adók körül. A sűrű helyi SFN megoldás lehetőséget biztosít arra, hogy a konvencionális MFN kiegészítője legyen olyan területeken, ahol egyébként a terepviszonyok miatt vétel nem lehetséges, vagy szolgáltatási, illetve országhatár közelében, hogy a zavaró jelszint alacsony legyen. Ezen kívül lehetővé teszi az ellátottság fokozatos fejlesztését a már meglévő infrastruktúra mellett. Különösen a hordozható beltéri vétel biztosításának igényekor válhat kedvelt megoldássá, mert anélkül, hogy új frekvencia kijelölést igényelne, a szükséges térerősség biztosítható a vételhez.

5. A T-DAB adóállomásra jellemző paraméterek

5.1. Az adó telephelye

A célterület optimális besugárzása érdekében a környezeti adottságok figyelembevételével választható ki az adó telephelye, mely földrajzi koordinátával (WGS84), illetve EOY-val jellemezhető.

5.2. Az adóantenna magassága

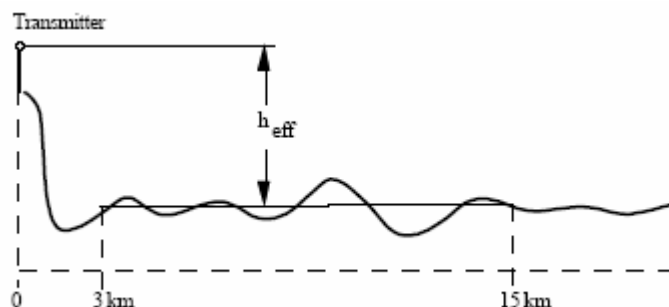
A kiválasztott telephelyen kerül telepítésre az antenna-tartószerkezet, illetve torony, amelynek fontos paramétere az adóantenna magassága, mely az antennarendszer sugárzási súlypontjának föld feletti magassága.

5.3. Effektív antennamagasság

Az effektív antennamagasság az adótól a vevő irányában egy meghatározott terepszakasz átlagos magasságszintje és az antenna sugárzási súlypontja közötti magasságkülönbséggel egyenlő.

Effektív antennamagasságot (ITU-R P. 1546-3 Ajánlás) a következőképpen kell meghatározni.

15 km-nél nagyobb távolság esetén (heff15) az effektív antennamagasság az adótól a vevő irányában a 3 – 15 km-es terepszakasz átlagos szintje és az antenna sugárzási súlypontja közötti függőleges magasságkülönbséggel van értelmezve.



6. ábra: Effektív antennamagasság meghatározása 15 km-nél nagyobb távolság esetén

15 km-nél kisebb távolság esetén (h_{effd}) az adóállomástól a célterület széléig jellemzett terepszakasz (d) átlagos talajszintjét alapul véve szükséges az effektív antenna magasság értékeit meghatározni.

Az ITU-R P.1546-3 Ajánlás 5. mellékletének 3. pontja - attól függően, hogy a terepadatok rendelkezésre állnak vagy sem,- két módszert ad meg a h_{effd} értékek meghatározására.

A terepadatok nem állnak rendelkezésre:

Amennyiben a d szakasz kisebb, mint 3 km, az effektív antennamagasság meghatározásakor elegendő a $h_{\text{effd}} = h_a$ (h_a = antenna föld feletti magassága) közelítéssel számolni.

Amennyiben a d szakasz 3 és 15 km közé esik, a $h_{\text{effd}} = h_a + (h_{\text{eff15}} - h_a) (d - 3) / 12$ képletet kell alkalmazni.

A terepadatok rendelkezésre állnak

E módszer szerint az adott irányban a h_{effd} -t az adóantenna talppontjától 0,2d és d távolság közötti átlagos terepmagasság (h_b) és antenna sugárzási súlypont magasságának a különbsége adja meg

$$h_{\text{effd}} = h_a - h_b$$

Amennyiben a d szakasz kisebb, mint 3 km, az effektív antennamagasság meghatározásakor elegendő a $h_{\text{effd}} = h_a$ (h_a = antenna föld feletti magassága) közelítéssel számolni.

5.4. Effektív kisugárzott teljesítmény (ERP)

Az effektív kisugárzott teljesítmény (ERP) alatt a hatásos kisugárzott rádió- frekvenciás teljesítményt kell érteni, mely a következő összefüggés alapján határozható meg:

$$\text{ERP} = 10 \lg P_a + G_a - \alpha_a \quad [\text{dB(kW)}]$$

ahol: P_a - adó kimenő teljesítmény [kW],

G_a - antennarendszer-nyereség félhullámú dipólra vonatkoztatva [dB],

α_a - antennakábel és egyéb csillapítások [dB].

5.5. Antennarendszer

- Antennarendszer nyeresége

Az antenna rendszer nyereségét műsorszóró adóállomások esetében a félhullámú dipólra kell vonatkoztatni.

- Antenna karakterisztika

Nem körsugárzó adóantenna (irányított antenna) alkalmazása esetén a földrajzi északi iránytól kiindulva 10°-onként kell megadni a csillapítást a fősugárzási irányban kisugárzott teljesítményhez képest.

- Antenna polarizáció

Az antenna polarizációt (horizontális (H), vertikális (V) vagy kevert, (M)) az antennából kisugárzott rádióhullám elektromos összetevőjének rezgési iránya határozza meg.

5.6. Az adó frekvenciája

Az adó frekvenciája alatt a kiválasztott frekvenciablokk sávközépi frekvenciáját kell érteni.

6. Térerősségek meghatározása/becslése

Egy T-DAB adó/adóhálózat ellátottság tervezésének az alapja a hasznos és a zavaró térerősségek meghatározása. A 2.3.9. pontban ismertetett hasznos és zavaró jelszintek meghatározására különböző módszerek ismertek. Míg a GE06 Megállapodás szerint a nemzetközi egyeztetések során az összeférhetőségi vizsgálatokban az ITU-R P.1546-3 Ajánlás alapján kell a térerősségeket meghatározni, addig az ellátottság/szolgáltatási terület meghatározásához /vizsgálatához pontosabb módszerek is alkalmazhatók.

6.1. Térerősség becslés az ITU-R P. 1546-3 Ajánlás alapján

Az ITU-R P.1546-3 Ajánlásban leírt eljárás a legáltalánosabban használt térerősség meghatározó eljárás. A térerősség görbék a VHF és UHF sávban különböző paraméterek függvényében képviselik a térerősség értékeket. A görbék 50% helyszáraléokra készültek, ami azt jelenti, hogy a helyek legalább 50%-ban a leolvasott értéknél nagyobb térerősség várható a különböző görbékhez rendelt időszáralékokban, 10 m-es vevőantenna magasság esetén. A görbék különböző effektív antenna magasságokhoz vannak megadva. Ha 50%-tól eltérő helyszáralékra kell a térerősséget becsülni, akkor korrekciótényezőt kell alkalmazni.

Az ITU-R P. 1546-3 Ajánlás egy ún, „site-general”, - azaz az adó egy adott környezetében fennálló terepviszonyokból a teljes terjedési útvonalra általánosító -térerősség becslő eljárást tartalmaz. A módszer jól alkalmazható, amikor nagyon kevés információ áll rendelkezésre a terjedési útvonal egészére. Nagyszámú útvonalat véve figyelembe, átlagban nagyon jó eredményt adhat. Tekintettel azonban arra, hogy a tényleges terepviszonyokat csak igen kis mértékben veszi figyelembe, egy konkrét terjedési útvonalra igen jelentős becslési hibát eredményezhet.

Az ITU-R P. 1546-3-as modell az adó 3-15 km-es környezetében lévő terepviszonyokat veszi figyelembe, melyet az effektív antenna magasság reprezentál 10 fokként 36 irányban. Azok a terepakadályok, melyek 15 km-nél távolabb esnek a modell alkalmazásakor nincsenek hatással a számított térerősség értékekre.

A pontosabb értékek meghatározására a tereptisztasági szög (Terrain Clearance Angle-TCA) használata biztosít lehetőséget. Ilyenkor az adót a vevővel összekötő, illetve a vevőtől a 16 km-en belül elhelyezkedő legmagasabb terepakadályhoz húzott egyenes által bezárt szöget meghatározva lehet egy korrekciós tényezőt számolni. A modell alkalmazásakor lényegében az adót a vételi ponttal összekötő egyenes mentén az adótól 15 km-ig, és a vevőtől 16 km-ig terjedő szakaszon fennálló terep adataira van szükségünk.

A rádióhullámok azonban ennél nagyobb csillapítást is szenvedhetnek, ha a rádióösszeköttetés tengelyét körülvevő I. Fresnel-zóna, - melynek mérete hullámhosszfűggő - nem tiszta térrész, azaz különböző terepakadályok lógnak be az ellipszisbe.

Egy ismert helyzetű, elhanyagolható szélességű akadály minőségrontó hatása számítható, de rendszerint a rádiócsatornát nem egy, hanem több akadály terheli.

Számos modell született, mely ezt a problémát próbálja áthidalni. Közös jellemzőjük, hogy ismerni kell a terepadatokat az adó és vételi pont közötti teljes szakaszra.

7. Zavartatási mechanizmusok

A frekvenciagazdálkodásnak alapvető célja, hogy a rádiószolgáltatásokon belül és a rádiószolgáltatások között elektromágneses kompatibilitást biztosítson. Ebből a célból a T-DAB adóhálózatokat védeni kell az interferenciás zavaroktól, amelyeket a sávban és a sáv közelében működő adók okozhatnak.

Tervezési szempontból a kiosztási körzetek vagy a kijelölések egyik legfontosabb jellemzője a zavarokkal szembeni érzékenység valamint az okozott interferencia mértéke.

A T-DAB kiosztások vagy a kijelölések zavarérzékenységét a választott vételi mód határozza meg. A kijelölések által okozott interferenciát az adó sugárzási paraméterei határozzák meg, a számításokat az analóg műsorszórásnál szokásos módon, valamely hullámterjedési modell (pl. ITU-R P.1546.) segítségével végezzük el. Egy SFN esetén, amennyiben ismertek az SFN-t alkotó adók, a zavarforrást jelentő hálózatban található összes adó jelének az összegzésével állapítható meg az okozott zavar mértéke.

Kiosztási körzeteken alapuló tervezés esetén, amennyiben nem rendelünk konkrét kijelölési igényeket a kiosztási körzetekhez, a kompatibilitási számításokat a választott referencia sugárzási források (referencia hálózatok) és tervezési konfigurációk (RPC-k) segítségével lehet elvégezni.

7.1. Lehetséges zavartípusok

A III. sávban a digitális rádió szolgáltatra nézve a következő interferencia típusok lehetségesek:

- T-DAB és T-DAB közötti interferencia,
- T-DAB és DVB-T közötti interferencia,
- T-DAB és analóg TV közötti interferencia az átmeneti időszakban.

A maximális megengedett zavaró térerősség meghatározásához szükséges védelmi értékeket a 2.3.2. pontban adtuk meg. A zavaró térerősség kiszámítása a 2.3.9.2. pont szerint történik.

A nemzetközi koordináció és a kiosztások kijelöléssé konvertálásakor GE06 Tervnek való megfelelés ellenőrzése céljából a referencia tervezési konfigurációkra meghatározott védelmi értékeket kell alapul venni.

A nemzetközi koordináció során a zavaró térerősség számítása az ITU-R P. 1546-3 modell alapján történik (a troposzférikus eset terjedési görbéit kell használni, azaz az idő 1%-a és a hely 50%-a), az interferencia számítása (bármely szolgáltatra nézve) 1 000 km-re korlátozódik. A számított értékeket az első tizedesjegyre kell kerekíteni.

Amennyiben több jelforrásból származó térerősségeket kell összesíteni, a teljesítményösszeg módszerét kell alkalmazni. Egy kiosztás valamennyi adóállomásának a tesztpontokban kapott egyedi térerősségeit csökkenő sorrendben kell feldolgozni. A teljesítményösszeg számítása a 3.4.1.3 pontban leírt módon történik:

7.2. Interferencia számítása egyfrekvenciás hálózatokhoz és kiosztásokhoz

Az igazgatásoknak a következő számítási módszereket kell alkalmazniuk, hacsak az érintett igazgatások kölcsönösen nem fogadják el más megoldást a kiosztásra és kijelölésekre, az alábbi táblázat szerint.

Eset	Leírás	Számítási módszerek
1	Több digitális kijelölés, melyek együttesen egy SFN-t alkotnak, ugyanazzal az SFN azonosítóval jelölve	Minden egyes digitális kijelöléshez külön ellátási körvonalat kell kiszámítani. Nem kell létrehozni egy olyan mindenre kiterjedő körvonalat, amely magába foglalja az összes digitális kijelölést. A digitális kijelölések közti inkompatibilitásokat nem kell figyelembe venni. A más digitális követelményekkel való inkompatibilitásokat az egyes digitális kijelölések teljesítményösszegeként kell kiszámítani. Az SFN-en belül a kijelölések interferenciáit az egyedi ellátási körvonalakra kell kiszámítani.
2	Egy kiosztáshoz kapcsolódó egy vagy több digitális kijelölés. Minden digitális kijelölés ugyanazzal a kiosztás-azonosítóval és ugyanazzal az SFN-azonosítóval jelölve.	A követelményből származó interferencia a következők közül a nagyobb érték: <ul style="list-style-type: none"> – az egyes digitális kijelölésekből származó interferencia teljesítményösszege; vagy – a referenciahálózatból származó interferencia, amely a kiosztáshoz kapcsolódik (ezt utóbbit az alábbi 4. esetnek megfelelően kezeljük). A kiosztást érő interferenciát a kiosztás kiosztási területét meghatározó tesztpontokra számítjuk ki (lásd a 4. esetet is).
3	Egy kiosztáshoz kapcsolódó digitális kijelölés SFN azonosító nélkül. A kiosztáshoz nem adható hozzá további kijelölés a kiosztás módosítása nélkül.	A követelményből származó interferencia megegyezik a digitális kijelölésből származó interferenciával. A kiosztást érő interferenciát a kiosztás kiosztási területét meghatározó tesztpontokra számítjuk ki.
4	Kiosztás hozzá kapcsolódó kijelölések nélkül.	A kiosztásból származó interferencia a kiosztáshoz kapcsolódó és a kiosztási területet meghatározó tesztpontokban elhelyezkedő referenciahálózat felhasználásával számítható. A kiosztást érő interferenciát a kiosztás kiosztási területét meghatározó vizsgálati pontokra számítjuk ki.

8. Ellátottság számítása

8.1. Terjedési módszerek kiválasztása

Mind az ITU-R P.1546-3 Ajánlás, mind a digitális terepmodelleken alapuló eljárások használhatók a térerősségek meghatározásához. Annak ellenére, hogy az ITU-R 1546 ajánlás nem vesz figyelembe minden információt a terjedési útvonalra vonatkozóan, ma ez az egyetlen nemzetközileg elfogadott módszer. Országon belüli tervezésnél, vagy országok közötti kétoldalú megállapodás alapján lehetőség van digitális terepmodelleken alapuló eljárások alkalmazására is.

8.2. A jelösszegző eljárás megválasztása

A vételi pontokban szükség van zavarójelek és SFN hálózatoknál a hasznos jelek összegzésére is a zavartatás és ellátottsági számítások elvégzéséhez. A különböző jelösszegző eljárásokra példákat a 4. fejezetben találunk. A koordinációs számításokhoz

használt módszert a GE06 Megállapodás írja elő, mely szerint a hasznos jelek összegzésére a k-LNM módszert, a zavaró jelek összegzésére a Power sum teljesítmény összegzési eljárást kell alkalmazni.

Hazai tervezésnél az ellátottsági terület meghatározásához más módszer is választható.

8.3. Adatbázisok létrehozása a tervezéshez

Mivel a T-DAB szolgálat a TV műsorszóró sávban kerül megvalósításra, rendkívül körültekintő kompatibilitási számításokat igényel a tervezés során. A számításokhoz szükség van:

- az üzemelő és tervezett analóg TV állomások,
- a digitális adóállomások frekvenciakijelöléseinek (DVB-T és T-DAB) és
- a digitális frekvencia-kiosztási tervek (DVB-T és T-DAB) adataira.

8.4. A digitális adók ellátott területének meghatározása

A számításoknál figyelembe kell venni az analóg TV adók valamint a többi digitális adó zavaró hatását a potenciális digitális ellátottságon belül. A figyelembe veendő potenciális zavaróadók kiválasztására megfelelő módszert adhat a védendő minimális térerősséghez viszonyított küszöb térerősség érték, amely egy megállapodás szerinti, pl. 15 dB-lel kisebb érték lehet az E_{med} -hez képest.

A már ismertetett jelösszegző eljárások valamelyikét alkalmazva kell azokat a vételi pontokat meghatározni, ahol a hasznos jel szintje nagyobb a használható térerősség számított értékénél. Ha nincs zavaró adó, a használható térerősség az E_{med} értékkel egyenlő. Az eljárás eredményeként az összes kis területre teljesülni kell a megadott helyszázalék biztosítottságának.

Ha a kompatibilitás számításból kiadódó ERP-vel a kívánt ellátottság nem érhető el, akkor egyéb módszerekkel kell a tervezett adó ellátottságát növelni. Pl. sűrű SFN hálózattal kiegészítve az ellátottsági határ közelében.

8.5. Frekvenciakiosztás konvertálása frekvenciakijelöléssé

Frekvenciakiosztási terv alapján nem lehet digitális állomásokat üzembe helyezni, csupán arra szolgál, hogy az ezekhez kijelölt frekvenciákat védeni lehessen későbbi felhasználás érdekében. A megvalósíthatósághoz a frekvencia kiosztást frekvencia kijelölésbe kell konvertálni, mely újabb nemzetközi egyeztetést igényelhet. A konvertálás lényege, hogy az ellátottsági területen belül, a konkrét telephelyre, vagy telephelyekre megtervezzük az adóparamétereket úgy, hogy a frekvencia kijelölés által keltett zavarás ne haladja meg a frekvencia kiosztással számítottat (lásd a megfelelőségi vizsgálat leírását kiosztások esetén). Ha ez teljesül, további nemzetközi egyeztetésre nincs szükség.

8.5.1. A konvertálás lépései

A megadott terület a megengedett zavartatás figyelembe vételével többféle hálózat topológia és megfelelően választott rendszerparaméterekkel sugározható be. A tervezési feladat az, hogy a peremfeltételek figyelembe vételével megvalósíthatósági, gazdasági, stb. szempontok alapján optimális hálózat kerüljön kialakításra. Az optimális hálózat megtervezése az adók elrendezésének, számának, egymás közötti távolságának, a védelmi intervallum hosszának, a megengedett maximális ERP-nek, a szükséges kapacitás és vételi mód alapján a moduláció módjának, hibajavító kódarányának, a vivők számának, stb.

meghatározását jelenti. Az összes szempont többnyire nem, illetve csak egymás rovására, kompromisszumok árán teljesíthető.

8.5.1.1. A telephelyek kijelölése

A telephelyek kijelölése alapvetően attól függ, hogy a választott védelmi intervallum hossza mekkora. Alapvető szabály, hogy az adók közötti távolságnak akkorának kell lenni, hogy a két adó közötti jelterjedési idő egyenlő legyen a védelmi intervallum hosszával az öninterferencia elkerülése érdekében. Amennyiben a távolság akkora, hogy az öninterferencia nem kerülhető el, a késleltetési idők megfelelő beállításával lehetőség lehet arra, hogy az interferencia a célterületen kívül jöjjön létre.

8.5.1.2. Az adó teljesítményének meghatározása

SFN esetén a teljesítmény választása nem mindig a maximálisan megengedett teljesítmény meghatározását jelenti. SFN hálózatban ugyanis fellép az öninterferencia, amit az SFN hálózat adói okoznak a saját hálózaton belül. Ezért az ERP meghatározásánál figyelembe kell venni azt is, hogy ez a hatás ne érvényesüljön, vagy legalábbis minimális legyen. Az így meghatározott ERP alapján a választott jelösszegző eljárással ki kell számítani az eredő zavaró térerősséget a potenciálisan zavart analóg, digitális rádió vagy televízió szolgálatok tesztpontjaiban. Ha az eredő zavaró térerősség nagyobb, mint a frekvencia kiosztással számított, akkor az SFN adók teljesítményét addig kell csökkenteni, amíg azzal egyenlő nem lesz.

8.5.1.3. A besugárzott terület meghatározása

Az ERP-k ismeretében meg kell határozni az ellátottságot. Ha a besugárzott területen nem teljesül az előírt ellátottság, akkor a tervezett paraméterek módosítására van szükség. Előfordulhat, hogy a paraméterek módosítására nincs mód, vagy nem elegendő csak ezeknek a változtatása és az adóállomások számát kell növelni. Az új hálózatstruktúrára újból el kell végezni a teljesítmény meghatározásnál leírt vizsgálatokat. Ezeket a lépéseket addig kell ismételni, amíg az ellátottságra és zavartatásra előírt feltételek nem teljesülnek.

8.6. SFN hálózat ellátottságának számítása

A már ismertetett jelösszegző eljárások valamelyikét alkalmazva – mind a hasznos, mind a zavaró jelek figyelembe vételével — meg kell határozni azokat a vételi pontokat, ahol az eredő hasznos jel szintje nagyobb a használható térerősség számított értékénél. Az eljárás eredményeként az összes kis területre biztosítani kell a kívánt vételi módnak megfelelő helyszázeléket.

8.6.1. A hasznos jel meghatározása

A vevő bemenetén a fő jelen kívül számos visszavert jel (echó) is megjelenik különböző jelszinttel és késleltetési idővel. A többvivős adási rendszer többutas terjedési tulajdonságából adódóan, a különböző adóktól érkező jelek a vevőantennánál összeadódnak, és növelik a hasznos jel szintjét. SFN adók esetén ezen kívül az SFN többi adójától érkező mesterséges echók is fellépnek, melyek nagyobb amplitúdóval, és nagyobb késleltetéssel jelentkeznek a vevő bemenetén. A mesterséges echók késleltetési idői közötti eltérés függ az adóállomások távolságától, amit a hálózat topológia határoz meg. Az SFN technológia egyik korlátozó tényezője a hálózat öninterferenciája. Ha egy távoli adótól érkező jel többet késik, mint amennyit a védelmi intervallum lehetővé tesz, a beérkező jel

vagy annak egy része zajszerű zavarásként viselkedik, nem pedig hasznos jelként. Nem szabályos elrendezésű hálózatokban az öninterferencia csökkenthető bizonyos adóknál beiktatott idő késleltetéssel is.

9. T-DMB hálózatok tervezésének műszaki feltételei

T-DMB hálózatok tervezésénél a T-DAB-nál fentebb ismertetett módszerek alkalmazandók. Az RRC-06 értekezlet nem foglalkozott a T-DMB tervezésével, de lehetővé tette az úgynevezett maszk módszerrel az üzembe helyezését, annak ellenére, hogy tervezési paraméterek nem kerültek elfogadásra. A maszk módszer alapján a T-DAB pozíciók felhasználhatók más alternatív rendszer (pl. T-DMB) megvalósítására is, amennyiben nem igényelnek nagyobb védelmet illetve nem okoznak nagyobb zavart mint a megfelelő tervben lévő T-DAB pozíciók. T-DMB tervezéséhez például az EBU Tech. 3317 dokumentuma használható (Planning parameters for hand held reception). A T-DAB-ra tett megállapítások, fogalmak, eljárások, számítási módszerek pl. a EBU Tech 3317 dokumentumból vett értékek behelyettesítésével alkalmazhatók a T-DMB-re.

10. Moduláció átvitel

A moduláció átvitel követelménye a moduláló jel minőségének megtartása.

Modulációt a stúdió(k) és a technikai multiplex szolgáltatás telephelye között, valamint a technikai multiplex szolgáltatás telephelye és a tervezett adó(k) között kell biztosítani. A moduláció átvitel biztosítható

- kábelén
- mikrohullámú összeköttetéssel
- műholdról, illetve
- átjátszás útján