

# TV átjátszó tervezés gyakorlati kérdései

ROMVÁRI ANTALNÉ

Posta Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság



## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk áttekintést ad a televízió átjátszó adók besugárzás tervezésének gyakorlati kérdéseiről. Ismerteti a konkrét tervezést megelőző feladatokat és bemutatja a tervezés főbb mozzanatait.

Egy-egy ország nagyteljesítményű műsorszóró ún. gerincadó hálózatának kialakítását — így hazánkét is — nemzetközi egyezmények szabályozzák. E hálózatok kialakításánál elsődleges szempont a hazai műsorokkal optimálisan besugározni az országot. 1961-ben a Stockholmi Egyezményben rögzítették Európa — köztük Magyarország — TV I—III. és IV—V. frekvenciasávú adóhálózatát. Jelenleg gerincadó hálózatunknál az 1. műsor kisugárzása elsősorban az I—III. sávban, a 2. műsoré a IV—V. frekvenciasávban történik. Egy gerincadó nemzetközi előírásoknak megfelelő módszer szerint számolt ellátottsági határvonalán belül a terepviszonyoktól függően nem azonosak a vételi viszonyok. Ez az UHR frekvenciasáv hullámterjedési sajátosságai miatt következik be. Azokon a helyeken, ahol az ellátottság kritériuma nem teljesül, kisteljesítményű TV átjátszó adók telepítésével lehet a vételt javítani.

Míg egy gerincadó egy nagy terület besugárzását oldja meg, mely területen belül a domborzati viszonyoktól függően eltérőek a vételi viszonyok, addig az átjátszó adó egy kis terület, meghatározott települések ellátását szolgálja. A TV átjátszónál a moduláció biztosításához ún. anyaadó jelre van szükség, az átjátszó egy más adó által kisugárzott jelet vesz, azt transzponálja és felerősítve egy másik csatornán sugározza ki (1. ábra). Egy TV átjátszó tervezésének fontosabb lépései a következők:

1. Összefüggő ellátatlan terület meghatározása mérési eredményekből és vételmegfigyelésekből

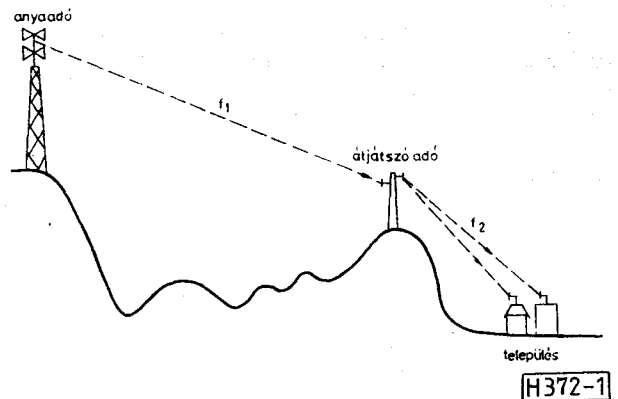
Az optimális hálózattervezéshez feltétlenül szükséges az ellátatlan terület határát ismerni. A tervezőnek meg kell vizsgálnia, hogy az adott összefüggő területen lévő települések optimálisan hány átjátszóval sugározhatók be. Ez a csatornakijelölések szempontjából is igen lényeges.

Az ellátatlanság meghatározása térerősség mérések és a TV képről alkotott szubjektív vételmegfigyelés alapján történik. A képről alkotott szub-

ROMVÁRI  
ANTALNÉ

1973-ban a Közlekedési Távközlési Műszaki Főiskola távközlési tagozatának vezetőknélküli szakán szerzett üzemmérnöki oklevelet. Első és jelenlegi munkahelye a Posta

Rádió- és Televízióműszaki Igazgatóság, ahol kezdettől fogva a frekvenciagazdálkodás területén dolgozik. Jelenleg a Frekvenciagazdálkodói Iroda Hálózattervező osztályán az URH—FM és TV műsorszóró csoport vezetője.



1. ábra. Átjátszás elve

jektív ítéletet 1—5 osztályzattal minősítjük, ahol 5-ös a legjobb, 1-es a legrosszabb osztályzat. Ellátatlannak minősíthető az a terület, ahol a hasznos térerősség 10 m magasan mérve—tetőantennát feltételezve — a CCIR 412—2 ajánlása szerinti minimális térerősségnekél

- kisebb,
  - nagyobb ugyan, de a hasznos és zavaró jel szintje között nincs meg a szükséges védelem, a kép zavart,
  - nagyobb, és idegen adó sem zavar, de nagy visszavert jel okoz szellemképet,
- és mindhárom esetben a szubjektív ítélet 4-esnél rosszabb.

Minimális térerősségek ( $E_{min.}$ ):

frekvenciasáv:	I.	III.	IV.	V.
$E_{min.}$ , dB $\mu$ V/m:	48	55	67	72

2. Telephelykeresés az átjátszó részére

A tervezők alapos vizsgálatai és a mérőszolgálat mérései alapján egy-egy átjátszónál 4—5 telephely közül kerül kiválasztásra a legmegfelelőbb telephely. Egy jó telephely ellátottsági és beruházási szempontoknak is megfelel. Ezek a szempontok a következők:

Beérkezett: 1987. X. 11. (H)

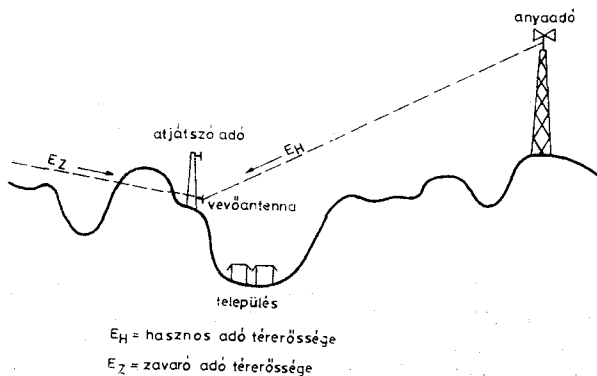
a) megfelelő szintű és minőségű anyaadó jel

Zavart anyaadó jel esetén: egyes esetekben a zavar csökkenthető zavarkiejtő antenna alkalmazásával vagy a vevőantenna kedvező elhelyezésével (2. ábra). Az ábrán látható esetben a zavaró jel szintje a tereptakarás csillapító hatása miatt csökkenthető.

b) a célterület minél nagyobb része legyen látható a telephelyről (3. ábra)

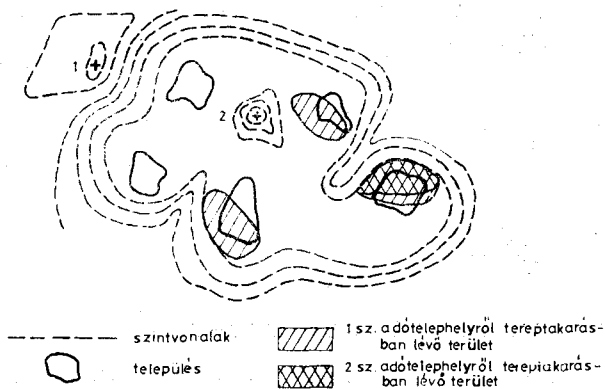
A 3. ábrán két telephelyről készített árnyéktérkép látható. A 2. sz. adótelephely besugárzás szempontjából kedvezőbb, innen csak egy település egy kis része van tereptakarásban, szemben az 1. sz. adótelephellyel, ahonnan 3 településben van árnyék.

c) nem közömbös, hogy milyen a célterület elhelyezkedése, milyen a szükséges sugárzási irány (4. ábra). Ez elsősorban a nemzetközi koordináció és a várható zavarok szempontjából lényeges. Az ábrán látható, hogy az  $A_{H1}$  telephelyről az országhatár felé sugárzunk, a terep nyitott, többletzavartatást okozhatunk a szomszéd ország adóhálózatának. Az  $A_{H2}$  telephelyről az ország belseje felé sugárzunk ugyan, de itt lényeges a várható zavarok elemzése. Pl.: a T2 településben lévő vételi pontból az  $A_{H2}$  hasznos adó és  $A_{Z2}$  zavaró adó



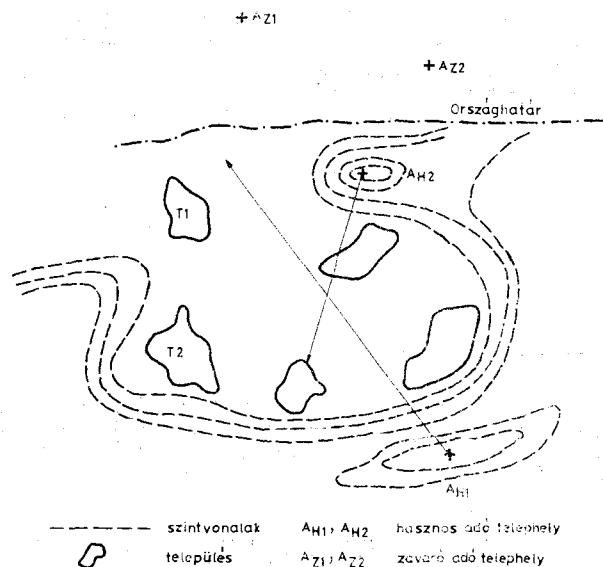
H372-2

2. ábra. Vevőantenna speciális elhelyezése átjátszónál



H372-3

3. ábra. Telephely alkalmasság vizsgálat besugárzási szempontból



H372-4

4. ábra. Telephely alkalmasság vizsgálat nemzetközi koordináció és zavartatás szempontjából

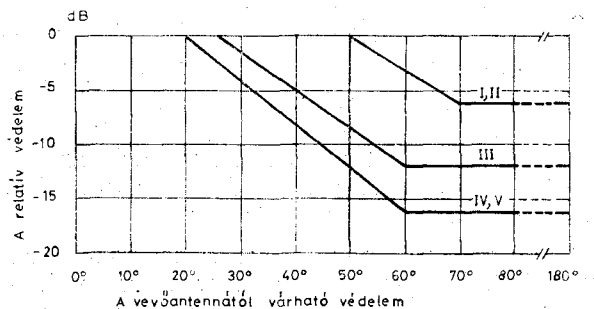
iránya között igen kicsi az eltérés, a vevőantenna mindkét adó jelét szemből veszi. Ha a hasznos és zavaró jelek között a szükséges védelem nincs meg, a vevőantenna irányítottságból eredő nyereség ez esetben nem vehető figyelembe, zavar várható. Ugyanis a zavar egy jó vevőantennával kivédhető akkor, ha a hasznos és a zavaró adó között a vételi pontokból vizsgálva legalább  $60^\circ$ -os szögeltérés van, ez esetben a szükséges védelem az I—III. sávban 12 dB-lel, a IV—V. sávban 16 dB-lel csökkenthető (5. ábra).

d) *lehetőleg ne kerüljön a telephely a legmagasabb kiemelkedésre, hogy elkerülhetők legyenek az átjátszó által okozott zavarok, így a frekvencia többször kiosztható legyen.*

e) *beruházás szempontjából gazdaságos legyen. Energia odavihető, útépités olcsó és megoldható, a terület kisajátítható legyen.*

3. Adási csatorna kijelölése, nemzetközi koordináció

Az 1961-es Stockholmi Egyezmény rögzítette, hogy minden ország az adóhálózatát az adók tel-

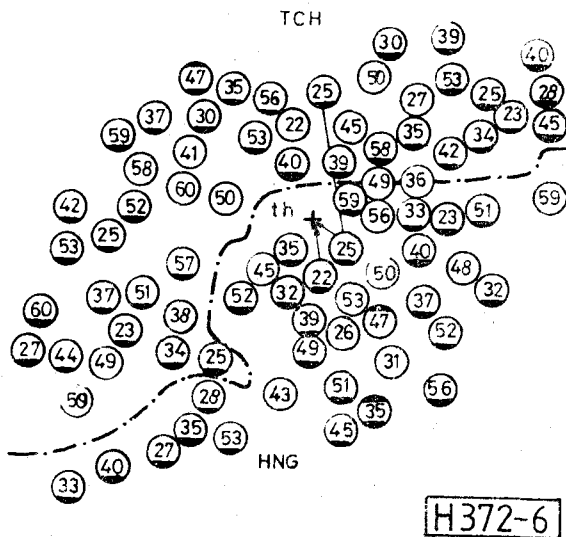


H372-5

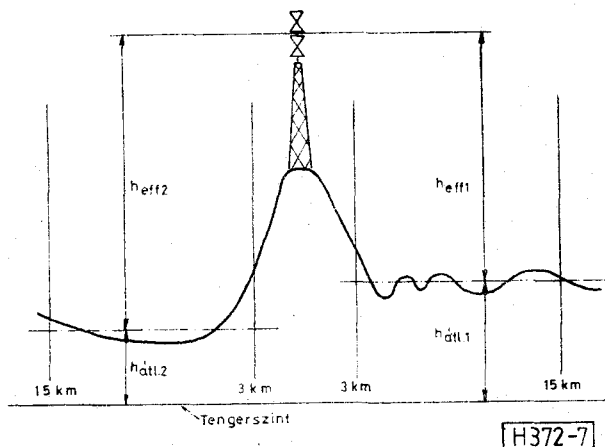
5. ábra. A vevőantennától várható védelem

jesítményétől és effektív antennamagasságától ( $h_{eff}$ ) függően, egy adott távolságon belül — az egységes és zavarmentes hálózatok kialakítása érdekében — a szomszédos országokkal koordinálni köteles, vagyis meg kell szerezni az érdekelt országok hozzájárulását az adók üzembehelyezéséhez. A nemzetközi koordinációnál elsősorban a tervezett és üzemelő hálózatot kell védeni, de a IV—V. sávban az ún. csatorna pozíció térkép használata ad bizonyos előnyöket és korlátokat is.

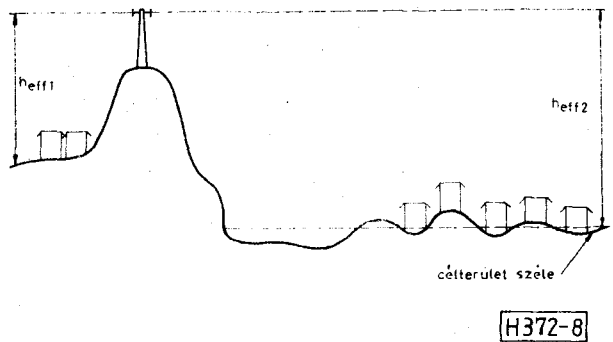
Az országhatártól kb. 50 km-es területsávon belül az átjátszó adók csatornakijelölésénél a tervezett és üzemelő adók zavaró hatásán kívül a pozícióterképre (6. ábra) is tekintettel kell lenni, amelyet 1967-ben a környező országokkal kötött egyezmény rögzített. A pozícióterkép az átjátszó adók számára három teljesítmény kategóriában jelöl ki csatornákat, melyek kijelölése a domborzati viszonyok figyelembevételével készült, 150 m-es effektív antennamagasság, horizontális polarizáció feltételezéssel és azzal, hogy a csatornák a gerincadókhoz képest 2/3 sorfrekvenciányi offsettel rendelkeznek. A nemzetközi koordináció során meg kell adni az átjátszó telephelyének és annak a csatorna pozíciónak a földrajzi koordiná-



6. ábra. IV—V sávú csatorna pozíció térkép részlete



7. ábra. Effektív antennamagasság a CCIR-ajánlás szerint



8. ábra. Effektív antennamagasság az OIRT ajánlása szerint

táit, melyet a telephelyen fel kívánunk használni. Az ábrán az a gyakori eset látható, amikor a határszélen telepítendő átjátszók esetében pozíció csak úgy használható fel, hogy az közelebb kerül a szomszédos ország azonos csatorna pozíciójához, mely már jogalapot ad a csatorna elutasítására. Ez a csatornakijelölést nehezíti.

Az adási csatornák kijelölésénél nem cél a már vehető külföldi műsorok vételének megszüntetése, illetve zavarása, azonban néhány helyen már olyan szűkös a csatornaválasztási lehetőség, hogy ez elkerülhetetlen. Elsősorban olyan helyeken, ahol a vett külföldi adó télerőssége igen kicsi, amely már nem okoz zavart a hasznos jelben.

Meg kell jegyezni, hogy több helyen az országban — főleg a határszéleken — zavarmentes adási csatorna már nem jelölhető ki, így az ellátottság biztosításához nagyobb hasznos télerősség szintre van szükség. Ez nagyobb effektív kisugárzott teljesítményt (ERP) jelent, és így a nemzetközi koordináció sikere is bizonytalanabb. Az sem közbűs, hogy a zavartartatás szint növekszik, az azonos csatorna ismételt kiosztása területileg távolabb történhet.

*Kizárt csatornák az átjátszóknál:*

- anyaadó és szomszédos csatornái,
- egy telephelyen üzemelő adók között legalább 3 csatorna távolság legyen,
- az V. sáv egy része jelenleg még nem használható műsorszórára.

#### 4. Besugározható terület meghatározása

A telephelyekről a célterület településeinek irányában elegendően sűrűn terepmetszeteket, majd ezek felhasználásával árnyéktérképet készítünk, meghatározzuk a telephelyről a tereptakarásban lévő területeket.

#### 5. Az átjátszó sugárzási paramétereinek meghatározása

a) *effektív (hatásos) antennamagasság ( $h_{eff}$ ).*

A Posta Kísérleti Intézet által kifejlesztett digitális térmodell terepadatbázis felhasználásával a Posta számítógépén lehetőségünk van terepmetszetek készítésére. E terepmetszetekből határozzuk meg a  $h_{eff}$ -et a zavartartatás számításához a CCIR (7. ábra), a besugárzás számításához az OIRT ajánlása szerint (8. ábra).

## b) antennapolarizáció

Általában a hullámterjedési szempontból kedvezőbb horizontális polarizációt használjuk. Ott, ahol a zavartatás csökkenthető keresztpolarizációval, ennek megfelelő polarizáció használatának előnyét az adott terepviszonyok között elemezzük és kedvező esetben alkalmazzuk a vertikális polarizációt is.

## c) Adóantenna sugárzási karakterisztikája

A célterület elhelyezkedéséből, alakjából meghatározzuk a sugárzási irányokat. Az eredő antennakarakterisztika számítását horizontális és vertikális síkban és annak kirajzolását számítógéppel végezzük. Így lehetőség van sok variáció vizsgálatára és a legkedvezőbb karakterisztika kiválasztására. Megvizsgáljuk, hogy szükséges-e az antennapanelek bizonyos szögben való döntése, annak érdekében, hogy az energia nagy része a célterületre jusson.

## d) Antennarendszer nyereségének meghatározása

### e) Effektív kisugárzott teljesítmény ( $ERP_{max}$ )

Az adási csatornán várható zavarok elemzése szükséges az  $ERP_{max}$  meghatározása előtt. Amennyiben zavar nem várható, a célterület legtávolabbi részén, a  $h_{effmin}$  figyelembevételével legalább az előírt szükséges minimális télerősséget kell biztosítani az idő és helyek 50%-ában. A beépítettségtől függően (fák, épületek) megfelelő csillapítás-tartalékkal számolunk. Zavar esetén a célterület szélén a hasznos télerősség szintjét meg kell emelni annyira, hogy a hasznos és a zavaró jel között a szükséges védelem biztosítható legyen.

### f) Realizálható teljesítmény

A szükséges  $ERP_{max}$ -ból — figyelembevétel az antennarendszer nyereségét, a kábel, egyéb szűrő, elosztó csillapításokat és az ipar által gyártott adók teljesítmény lépcsőit — határozzuk meg a szükséges névleges adóteljesítményt.

## 6. Zavartatás számítás

A zavartatás számítását el kell végezni az adási és az anyaadó csatornán is. Egy csatorna vizsgálatkor átlagosan kb. 50 zavaró adó hatásával kell számolni. A helyesen kiválasztott vizsgálati pontokban az adóktól egyenként el kell végezni a zavartatás számítását. A mérési helyek 50%-ában fellépő télerősség ingadozás eloszlása jó közelítéssel logaritmikus-normális. Nem várható zavar, ha a vevőantenna irányítottágából eredő vagy a keresztpolarizációs nyereséggel növelt hasznos télerősség és a zavaró télerősség különbsége legalább a szükséges védelemmel egyenlő, az egyenletet 0-ra rendezve megkapjuk az 50% hely valószínűséghez tartozó dB-ben kifejezett szórás értékét ( $r_{(L)}$ ). Ha az 50%-nál kisebb helyvalószínűséghez tartozó szórás értéke pozitív, ez esetben zavar várható.

$$r_{(L)} = A + E_{Z(50;T)} - E_{H(50; 50)} - G \text{ (dB)}$$

ahol:

$A$  = szükséges védelem,

$E_Z$  = zavaró adó télerőssége a helyek 50, idő 1 vagy 10%-ában,

$E_H$  = hasznos adó télerőssége a helyek 50, idő 50%-ában,

$G$  = vevőantenna irányítottágából eredő vagy polarizációs nyereség.

Keresztpolarizáció esetén polarizációs nyereséget is figyelembe lehet venni a CCIR ajánlás szerint, ha a vevőantenna irányítottágából eredő nyereség nem vehető figyelembe. Keresztpolarizációs nyereség az I—III. sávban 10 dB, a IV—V. sávban 8 dB. A rendkívül hosszadalmas zavartartátság számítására vitelt a PRMIG FGI Hálózat-tervező Osztálya megoldotta. Kialakítottuk a hazai és külföldi TV adók rövidített adatfile-ját, amely mintegy 2500 adó adatait tartalmazza. Külföldi adók esetében az adó nevét, földrajzi koordinátáit, csatornáját, offsetet,  $ERP_{max}$ -ot,  $h_{effmax}$ -ot, a sugárzási irányt és polarizációt, a hazai adók (üzemelő és tervezett) esetében az  $ERP$ -t és a  $h_{eff}$ -et az adótelephelytől 30°-onkénti irányban is tartalmazza. A hasznos adótól bármilyen kiválasztott irányban és pontban lehet számolni. Első lépésben a minimális télerősség határára számoljuk ki a várható zavarokat. Az azonos és a szomszéd, illetve az I—III sávban átlapoló csatornájú adókat a számítógép keresi ki az adatbázisból, amelyekre a számításokat elvégzi. A télerősség megállapításánál figyelembe vesszük, hogy troposzférikus vagy állandó, folyamatos zavarról van-e szó, és a CCIR 306—4. sz. ajánlásának megfelelően számolunk. Vizsgálatokat végzünk az átjátszó adó által okozott és a célterületen várható zavarok elemzésére. A zavartatás számítás eredménye alapján választjuk ki a legkedvezőbb offsetet. Az adási csatornán és annak zavaró csatornán méréseket végeztünk a célterület településein. Üzemelő adók esetében a várható zavarok értékelésénél a számított és mért eredményeket összevetjük. Tervezett adók esetében, ahol a számítás szerint zavar várható, megvizsgáljuk az átjátszó és a zavaró adó közötti terepviszonyokat és tereptakarás esetén Bullington-módszerrel csillapítást számolunk.

## 7. A tervezett sugárzási paraméterekkel az ellátott terület meghatározása

Meghatározzuk azokat a helyeket, ahol az idő és helyek 50%-ában a minimális télerősség biztosított. Megkeressük azt a határvonalat, mely az ellátási övezet szélének tekinthető. Az ellátott terület határát árnyéktérképre rajzoljuk. Így jól látható, hogy az ellátott területen belül hol vannak olyan helyek, melyek nem látszanak az átjátszótól, és ahol a vétel várhatólag nem lesz megfelelő. Árnyék esetén a terepakadály okozta csillapítást Bullington-módszerrel kiszámoljuk és meghatározzuk a várható télerősséget.

## 8. A tervezett és bejelentett adatok összehasonlítása

Végezetül a tervezett és nemzetközileg korábban egyeztetett adatokat összevetjük, ha szükséges ismételt koordinációt végzünk.