

DR. GYÖRY TIBOR

a műszaki tudományok kandidátusa  
Posta Kísérleti Intézet

## A közép- és hosszúhullámú műsorszóró hálózat újjárendezésének műszaki problémái

ETO 621.396.74:621.391.8:621.391.883:621.3.029.53

A rádióműsorszórás kereken fél évszázados múltja alatt jelentős fejlődésen ment át. A világ különböző részein üzembehelyezett adók először a közép- és hosszúhullámú sávban dolgoztak. Idők folyamán a műsoradók száma és teljesítménye megnőtt és a frekvenciasáv kibővült. Ezt több tényező segítette elő: az adó- és vevőtechnika fejlődése, új modulációs és demodulációs eljárások kidolgozása, általában a technológia javítása és — nem utolsósorban — a kulturális igények megnövekedése.

Jelenleg két fő műsorszóró rendszert használnak: az AM (kétoldalsávú amplitúdómodulált) és az FM (frekvenciamodulált) rendszert; az elsőt hosszú-, közép- és rövidhullámon, a másodikat ultrarövidhullámon. Közöttük — a rendszerbeli különbségen kívül — a legnagyobb különbség az ellátott terület nagyságában, a vétel minőségében és a vevőkészülékek árában jelentkezik. Az AM rendszernél egy adóval nagyobb területet lehet besugározni, a vevőkészülékek olcsóbbak, viszont a vétel minősége rosszabb, mint az FM rendszer esetén. Ha az AM adás vivőfrekvenciáját és teljesítményét megfelelően választjuk ki, alkalmassá válik nagy (közeli vagy távoli) területek, széles néprétegek országos, nemzeti fő műsorral való ellátására, vagy külföldnek szóló műsor sugárzására.

Az AM rendszer eme előnyeit felismerve a műsorszóró igazgatások az utóbbi években jelentősen növelték az adók számát és teljesítményét. Gyakran túllépi az engedélyezett teljesítményt és olyan hullámhosszon sugároznak, melyet más adók számára biztosítottak, vagy nem tartják be a csatornatávolságot. A nemzetközi egyezmények figyelmen kívül hagyása az interferencia zavarok növekedését vonja maga után. Különösen elromlottak a vételi viszonyok a hosszú- és középhullámú sávban, a sűrűn lakott európai területeken.

Míndezek a körülmények szükségessé teszik az európai—ázsiai—afrikai körzeti közép- és hosszúhullámú műsorszóró hálózat újjárendezését. E tárgyban az UIT konferenciát hív össze, melynek első ülését 1974-re irányozta elő. A konferencia előkészítésével a CCIR keretébe tartozó postai igazgatások és

kutatóintézetek intenzíven foglalkoznak és a szaklapokban sok cikk jelenik meg. Ezt a célt szolgálta az OSzSz tagországok szakértőinek 1972 márciusában Berlinben összehívott értekezlete is, melynek jegyzőkönyve tartalmazza azokat a megállapításokat, ajánlásokat és megvizsgálandó problémákat, melyek szükségesek ahhoz, hogy az OSzSz tagországok postai igazgatásai azonos álláspontot alakíthassanak ki, illetve tervüket az irányelveknek megfelelően módosítsák. Így a PKI is megváltoztatta eredeti kutatási programját [1]. Az értekezleten a téma vezetőintézetének, az RFZ-nek képviselője, dr. Täumer a tervezési paramétereikről előadást tartott [2]. Hasonló előadás hangzott el a cikk szerzője részéről 1972 novemberében a szófiai távlati tervezési konferencián [3].

### Történeti áttekintés

A közép- és hosszúhullámú műsorszóró hálózatot a növekvő műsorigényeknek megfelelően többször átrendezték [4]. Első nemzetközi szervezetként a brüsszeli Nemzetközi Rádióegyesület (UIR) foglalkozott a frekvenciaszétosztás kérdésével, ez készítette az első frekvenciarendezési tervet az 545—1500 kHz hullámtartományra 1925-ben. Mint „Genfi frekvencia-terv” 1926. november 14-én lépett érvénybe. 1929-ben ezt a tervet a prágai európai rádiókonferencián felülvizsgálták, melynek eredményeként az UIR az ún. „Brüsszeli frekvencia-tervet” dolgozta ki. Ebbe már a hosszúhullámokat is felvették. A terv 1929. június 30-án lépett érvénybe. Tartalmazta a frekvenciaterv megváltoztatása esetén követendő eljárást. Ennek értelmében speciális esetekben az érintett igazgatások állásfoglalását egyeztetni kell a „Berni hivatalok” bevonásával; nagyobb változások esetén nemzetközi értekezletet kell összehívni.

A következő frekvenciarendezési értekezlet 1933-ban Luzernben ült össze, és jegyzőkönyvét 28 európai igazgatás írta alá. Ezt követte a Montreux-i 1939-es értekezlet, a frekvenciaterv azonban a második világháború kitörése miatt nem lépett érvénybe.

Az 1947-es Atlantic City-i rádiókonferencia a középhullámú tartományt 70 kHz-cel, a hosszúhullámú

tartományt 39 kHz-cel kibővítette. Kitzúzte az irányelveket az európai regionális rádiókonferenciára, melynek helyéül Koppenhágát, időpontjául 1948. július 1-ét jelölték meg. Ezenkívül lerőgzítették, hogy 8 ország (Belgium, Franciaország, Hollandia, Nagy-Britannia, Svédország, Svájc, Szovjetunió és Jugoszlávia) képviselői közös frekvencia-tervet dolgozzanak ki. Sajnos, egyes országok tiltakozása miatt egységes frekvenciaterv nem tudott létrejönni.

Koppenhágában a szükséges alapelvek hiányában nem jöhetett létre szisztematikus hálózattervezés. A kizárólagos frekvenciák létrehozásával megkísérelték elkerülni a frekvenciatervezés nehézségeit. Az 1948-as koppenhágai terv 1950. március 15-én lépett érvénybe, és ma is ez érvényes. Jelenleg azonban a közép- és hosszúhullámú frekvenciaterv foglaltsága csak kis részben felel meg a koppenhágai tervnek.

1966 októberében Genfben tartották az afrikai rádiókonferenciát, amely frekvenciatervet készített az afrikai rádiózónában lévő adók részére. Előzetesen egy előkészítő konferencián 1964-ben Genfben dolgozták ki a technikai alapparamétereket, amelyek az afrikai középhullámú frekvenciaterv alapjául szolgáltak. Mindkét konferencián az európai zóna országainak képviselői is résztvettek. Az afrikai frekvenciaterv 1968. január 1-én lépett életbe.

Az európai közép- és hosszúhullámú adóhálózat fejlődését néhány adattal szemléltetjük [5], [6]. Míg 1925-ben Európában 45 adó volt, 50 kW összteljesítménnyel, 10 évvel később az UIR 310 adót tartott nyilván összesen 5200 kW teljesítménnyel.

A második világháború utáni fejlődést legjobban a 100 kW feletti teljesítményű közép- és hosszúhullámú műsorszóró adók számának és teljesítményének növekedésén keresztül lehet bemutatni. 1950-ben 86 nagyadó működött 10 960 kW összteljesítménnyel, ami kevesebb, mint amit a koppenhágai terv engedélyezett. Magyarazata az, hogy a második világháború pusztítását még nem tudták teljes mértékben pótolni. A nagyadók száma 1952-ben érte le a koppenhágai terv szerinti adatokat (100 db adó, 13 470 kW összteljesítmény). 1955-ben már 142 nagyadó 19 990 kW összteljesítménnyel, 1966-ban pedig 196 nagyadó 37 590 kW összteljesítménnyel üzemelt. A nagyadók számának növekedése 1966–1970 között lelassult, az összteljesítmény viszont minden eddigit felülmúló mértékben növekedett. 1970-ben 211 nagyadó működött 57 180 kW összteljesítménnyel. Ennek magyarazata az, hogy az 1966. évtől kezdve igen sok 1 MW-nál nagyobb teljesítményű adóállomást létesítettek.

A teljesítmény növelése azonban nem feltétlenül a legmegfelelőbb módszer az ellátottság fokozására. Már régóta ismeretes a nagyobb kisugárzott teljesítmények esetén fellépő ionoszférikus keresztmoduláció jelensége, a Luxemburg effektus. Az újabb eredmények a CCIR 460. sz. jelentésében [7], valamint a [8], [37] és [38] irodalmakban találhatók. Az NSZK-ban végzett mérések szerint ionoszférikus keresztmoduláció abban az esetben jön létre, ha a térorósság az ionoszférában a 27 mV/m-t meghaladja. Annak érdekében, hogy egy adóhálózaton belül a keresztmodulációs tényező megengedhető határok között legyen tartható, maximálisan 3% keresztmodulációs

fok engedhető meg, 10% idővalószínűséggel. Ez az érték megfelel a kétoldalsávú AM rendszer rádiófrekvenciás védelmi arány megengedett minimális értékének. Az ionoszférikus keresztmoduláció a jelenleg egyre inkább elterjedő 1–2 MW adóteljesítmények esetén feltétlenül fellép és káros hatása — ha az indokolatlan teljesítménynövelésnek gátat nem szabunk — egyre nagyobb mértékben jelentkezik.

A közép- és hosszúhullámú műsorszóró hálózat újjárendezésénél felmerülő műszaki problémák az alábbiak szerint csoportosíthatók:

1. felületi hullámterjedés, a hasznos és a zavaró adók felületi térorósságának meghatározása,
2. ionoszférikus hullámterjedés, a hasznos és zavaró adók ionoszférikus térorósságának meghatározása,
3. légköri és ipari zajok,
4. rendszertervezési paraméterek,
5. tervezési módszer az ellátott területek meghatározására.

### Felületi hullámterjedés

A felületi hullámok térorósságának számítása a CCIR 368—1 sz. ajánlása alapján történik [9]. A közzölt görbék van der Pol és Bremmer szigorú elméleti analízisen alapulnak, homogén, izotrop síma föld felületi terjedésre érvényesek, nem veszik tekintetbe az ionoszféra hatását és a troposzférikus refrakciót. A CCIR 3/5 sz. kérdése a troposzférikus refrakció hatásának vizsgálatát javasolja [10]. A troposzférikus refrakciós index matematikai modelljét a 231—2 sz. jelentés [11], míg a troposzférikus refrakció hatásait a 235—1 sz. jelentés közli [12]. Meg kell jegyezni, hogy — bár a CCIR 368—1 sz. ajánlása még a troposzféra törésmutató lineáris csökkenését sem veszi tekintetbe — Norton 1941-ben megjelent munkájában az állandó törésmutató gradiensnek megfelelő 4/3 effektív földugárral számol [13]. Ugyanez található az FCC ajánlásában is, amely a diffrakció és a refrakció egyidejű figyelembevételével készült [14]. A CCIR és az FCC görbék között szembetűnő különbség az, hogy egy-egy CCIR görbesereg adott fajlagos talaj vezetőképességre készült, a paraméter a frekvencia; az FCC görbék adott frekvenciasávra érvényesek, a paraméter a fajlagos talaj vezetőképesség. Ezenkívül a CCIR görbék nagyobb távolságig érvényesek, mint az FCC görbék. Az FCC eljárás előnye, hogy pontosabb számítást tesz lehetővé, mint a CCIR. A tervezési metodika megkönnyítése érdekében a CCIR görbéket átszámítottuk FCC szerinti ábrázolásra. A paraméter a talaj fajlagos vezetőképessége, mely  $0,1 \text{ mS/m} = 10^{-15} \text{ cm}^{-2} \text{ s cm}$  értéktől egészen a tenger fajlagos vezetőképességének megfelelő 5000 mS/m értékig terjed [15], [16].

A hullámterjedési görbéknél feltüntetett fajlagos vezetőképesség és relatív dielektromos állandó elméleti, frekvenciafüggetlen mennyiségek és az adás frekvenciája a görbék számításának alapjául szolgáló képletéknél a komplex relatív dielektromos tényező formájában jelentkezik.

A talajállományokat azonban nemcsak a talaj jellege, hanem nedvességtartalma, hőmérséklete, a talaj geológiai struktúrája, rétegzettség, a növényzet és

a beépítettség is meghatározza a CCIR 229—1 sz. jelentés szerint [17]. Mindezek azt eredményezik, hogy az ún. effektív talajállandók eltérnek az elméleti egyenáramú értéktől.

Vizsgálatokat végeztünk arról, hogy az egyenáramúlag, különböző mélységekben mért talaj vezetőképességek alapján a behatolási mélység figyelembevételével számított átlagos talajállandók összefüggésben vannak-e a hullámterjedési mérésekből kiadódó effektív talajállandókkal. Azt tapasztaltuk, hogy az effektív fajlagos talaj vezetőképesség az átlagosnál mindig kisebb, de a két érték között kapcsolatot nem sikerült kimutatni [16].

Az effektív fajlagos talaj vezetőképesség problémájával összefügg az inhomogén talaj feletti hullámterjedés a CCIR 230—1 sz. jelentés szerint [18], továbbá az országos fajlagos talaj vezetőképesség térképek készítése. Mint ismeretes, Magyarországról eddig nem áll rendelkezésre hitelesnek tekinthető fajlagos talaj vezetőképesség térkép. E térképek készítésén a Posta most dolgozik. Az effektív talajállandókat a CCIR 229—1 sz. jelentésének [17] 4.4. pontja alatti módszerrel, a felületi hullámcsillapítás mérése révén határozzuk meg, amely megfelel az FCC és a NARBA által ajánlott módszereknek, a [14] és [17] szerint a legtöbb információt nyújtja, mivel valamennyi hullámterjedést befolyásoló tényezőt figyelembe veszi. Bizonyos esetekben azonban könnyen hamis eredményt kaphatunk. Ennek elkerülésére ellenőrző számításokat végzünk, mely adott irányban adott távolságig az átlagos effektív fajlagos talaj vezetőképesség meghatározásán alapul [16]. Ez az eljárás gyakorlati ellátottság tervezési feladatoknál is jól alkalmazható, az átlagos effektív fajlagos talaj vezetőképességhez tartozó hullámterjedési görbék közvetlen felhasználásával.

### Ionoszférikus hullámterjedés

Az ionoszféra a legkiismerhetlenebb hullámterjedési közeg, ezért a vele kapcsolatos elméletek nem olyan megbízhatók, mint a felületi hullámterjedés elméletei. Ionoszférikus terjedés esetén a besugárzási és interferencia számításoknál nagyobb bizonytalanság van, mint felületi hullámterjedés esetén.

Az ionoszférikus terjedés a hosszú- és középhullámú rádiózásnál egyszerre káros és hasznos jelenség [19]. Káros, mert az esti órákban a közelfading jelenséggel és az azonos, illetve szomszédos csatornájú idegen adók interferencia zavarásával szűkíti az egyes adók nappali vétel területét. Hasznos azért, mert megfelelően védett rádiócsatorna esetén az esti órákban a nagyteljesítményű adók 1000—1500 km távolságig terjedő vételét teszi lehetővé.

Magyarország területi kiterjedése nem alkalmas arra, hogy ionoszférikus hullámterjedési méréseket végezzünk, ezért csak a nemzetközi eredmények tanulmányozására és felhasználására tudunk szorítkozni. Jelenleg európai vonatkozásban a CCIR 435—1 sz. ajánlása [20] és a 264—2 sz. jelentése [21] a térhullámú térerősség kiszámításának egyetlen alapja. A 431 sz. jelentés [22] és a 12—2 sz. határozat [23] szükségesnek tartják a térhullámú terjedési görbék kiegészíteni 300 km alatti és 3500 km feletti útszakaszokra.

Az irodalomból és a CCIR dokumentumokból ismeretes, hogy a szocialista országok közül a Szovjetunióban, az NDK-ban és Csehszlovákiában végeztek ilyen vizsgálatokat. Mivel a középhullámú tartományban az ellátottságot elsősorban az ionoszférikus térerősség befolyásolja, a fedettség számításának alapjául szolgáló, a 264—2 sz. jelentésben lévő görbékét a szocialista országok mérésein alapuló görbékkel egészítettük ki [24].

Rá kell mutatni arra, hogy az ionoszférikus hullámterjedési képletek, illetve görbék a 264—2 sz. jelentésben olyan referencia antennára érvényesek, amely tökéletesen vezető földön áll és 300 mV/m térerősséget létesít 1 km távolságban, a horizont felett minden irányban. A valóságban az antennák adott sugárzási karakterisztikával rendelkeznek, mely az antenna geometriai méretein kívül a talaj elektromos jellemzőitől is függ. A sugárzó tér felületi és térhullámra történő felhasításának klasszikussá vált megfogalmazását Norton adta meg [15]. A számításokat a föld felett tetszés szerinti magasságban lévő elemi dipolra végezte el. Kiszámította azt is, hogy a hullámhosszal összemérhető magasságú, földön álló antennák esetén a hatásos magasság és a talaj okozta felületi hullám csillapítási tényező elválaszthatatlanul össze vannak egymással kapcsolva, és a gyakorlatban csak igen nehezen kezelhető képleteket kapunk. Hasonló módon, hullámterjedési számítással ki lehetne mutatni a talajjellemzőknek a hullámhosszal összemérhető magasságú, földön álló antennák térhullámú sugárzására gyakorolt befolyását. A CCIR 401—1 sz. jelentése [25] az antenna elmélet alapján tükörkép képzéssel számítja a véges vezetőképességű talajon álló antennák sugárzási karakterisztikáját, így vízszintes irányban véges fajlagos vezetőképességű talaj esetén 0 térerősség adódik, holott Norton van der Pol és Bremmer munkái alapján már 1937-ben kimutatta [15], hogy véges vezetőképességű talajon álló rövid Hertz sugárzó vízszintes irányban is létesít felületi térerősséget. Természetesen ugyanez a jelenség a valóságban hosszú antennáknál is fennáll.

A 264—2 sz. jelentés a korrekciós tényezőket végtelen jó fajlagos vezetőképességű talajon álló antennákra adja meg, az antennák hullámhosszban mért magasságától függően. Ez az ideális eset a valóságban sohasem áll fenn. Knight számításai szerint [26] az általában szokásos antifading antennák talppontjától mérve 40—50 hullámhossz távolságig kellene legalább tengervíz vezetőképességű antennaföldet készíteni ahhoz, hogy az elméleti, végtelen jó fajlagos vezetőképességű talajon álló antenna sugárzási karakterisztikájával számolhassunk.

Mindezek a megjegyzések alátámasztják azt a véleményt, hogy azok a hibák, amelyeket az effektív kisugárzott teljesítmény és a vertikális sugárzási karakterisztika hiányos értékelése révén elkövetnek, sokszorosan nagyobbak, mint azok, amelyek a pontatlan terjedési görbék révén jöhetnek létre [2].

### Légekori és ipari zajok

A légekori és ipari zajok azok a külső zajok, melyek a hosszú- és középhullámú rádiózás vételminőségét mindig károsan befolyásolták. A vevőkészülékek bel-

só zajszintje — kivéve az olcsó tranzisztoros vevőket — alatta van a légköri és ipari zajok szintjének.

A rádióműsorszórás fél évszázados történelme során Európában lényegesen megváltozott a légköri és az ipari zajok vételrontó szerepe [19]. A 20-as évektől a 30-as évek közepéig — főleg a közép- és dél-európai országokban — a légköri zajok voltak a vétellehetőség korlátozói. A városiasodás és az elektromos berendezések, eszközök nagymértékű elterjedése miatt egyre nőtt az ipari zajszint, másrészt a rádióhallgatók mind nagyobb része hallgat rádiót ipari zavaros környezetben. Az ipari zajok — az interferenciával együtt — okozzák ma a legkellemetlenebb zavarokat.

De nemcsak az ipari zavarok megnövekedése okozta a légköri zajok vételrontó hatásának háttérbe szorítását, hanem az adók teljesítmény-növekedése is, ami a hasznos télerősség általános növekedését eredményezvén — kivéve a helyi zivatarok rövid tartamú idejét — védelmet nyújt a légköri zavarokkal szemben. A nagy teljesítményű adók révén vált lehetségessé, hogy az Egyenlítőhöz közeli, nagy légköri zajú afrikai, ázsiai és délamerikai területeken a rövidhullámú trópusi adók szerepét az utóbbi időben mindinkább a nagy teljesítményű középhullámú adók veszik át.

A középhullámú adók teljesítmény növelésének tendenciája Európában is jelentkezik, így a jelenlegi helyzetben Európában már nem érdemes a légköri zavarokat figyelembe venni. Kivételt csak Európa ritkán lakott, északi és keleti területei képeznek, ahol a kielégítő vételt kisebb védett télerősség mellett is biztosítani kell.

A problémák nemzetközi szintű tárgyalásánál tehát a légköri zajok hatását nem lehet figyelmen kívül hagyni.

Sajnos, hazai mérési eredményeink a légköri és ipari zavar szintekről nincsenek, azért kénytelenek vagyunk külföldi irodalmi adatokra támaszkodni.

A légköri zajokról és azok méréséről a CCIR 322 sz. [27] és 254—2 sz. jelentése [28] részletes adatokat tartalmaz. Az ipari zajok kérdésével viszont a CCIR igen keveset foglalkozik. A 322 sz. jelentés tartalmaz ugyan ipari zavarokra jellemző értékeket, ezek viszont a műsorszórásban legkevésbé lényeges, kis zajú (lakatlan) vételi helyekre vonatkoznak. A 258—1 sz. jelentés az ipari zajok mérésével foglalkozik [29]. A 21 A — 1/6 sz., az ipari zajok mérésével foglalkozó tanulmányi feladat [30] ismerteti azokat a mennyiségeket, amelyeket az ipari zajok értékelésénél meg kell mérni. Erre a tanulmányi feladatra nyújtotta be az USA a 6/43 sz. dokumentumot [31], amely háromféle településre megadja az ipari zajok mért átlagos zajtényezőit a 0,1—300 MHz frekvenciatartományban.

Az ellátottság tervezésénél jól felhasználhatók a szovjet igazgatás által készített „a hangfrekvenciás rádióvétel részére szükséges minimális télerősség a kilométeres és hektométeres hullámsávban” c. tanulmányban található atmoszférikus és ipari zaj adatok, továbbá a Reference Data for Radio Engineers c. kiadvány és az FCC előírásai. A légköri és ipari zajokról és azok zavarásáról a PKI-ben összefoglaló tanulmányok készültek [32].

## Rendszertervezési paraméterek

A középhullámú műsorszórásnál szóba jövő rendszereket a CCIR 458 sz. jelentése ismerteti [33].

Az adás rendszerét illetően az 1972. március havi OSzSz értekezlet egyértelműen állást foglalt a kétoldalsávú amplitúdó moduláció mellett, ezért nem foglalkozunk a sávszűkítés, a CSSB és SSB üzemmódok adta lehetőségekkel. Feladatunk az, hogy a jóminőségű AM adás előfeltételeit adó- és vevőoldalon megteremtjük, figyelembe véve a CCIR ajánlásokat, tanúmányi feladatokat, kérdéseket és benyújtott dokumentumokat. A PKI-ben az OSzSz irányelvei alapján készült tanulmány [34] részletes irodalmi adatokat tartalmaz.

A rádióhallgatókat kielégítő minőségű vételhez szükséges jel/zaj viszony objektív és szubjektív tényezőktől függ. Objektív tényezők: a műsorfajta, az adás sáv szélessége, az adó modulációs karakterisztikája, az adó átlagos modulációja, az adó modulációjának minősége, a vevőkészülék szelektivitása és minősége, a zaj, illetve zavar jellege. Szubjektív tényezők: a rádióhallgatók műsorfajta iránti igénye, akusztikai igénye, vételi körülményei (szabadban, lakásban, csendben, zajban stb.), hallgatási módszer (koncentrált hallgatás, háttér-zene stb.), végül az a körülmény, hogy hazai vagy külföldi vételről van szó [19].

A fenti tényezők szerepe és súlya az elmúlt fél évszázad során változott, amit részben az AM műsorszórásnak a fejlődése, a gépzene korszerűsödése és — nem utolsósorban — az URH műsorszórás és a TV elterjedése okozott. Ennek a változásnak a következményeit a CCIR még nem vonta le. A CCIR 448 sz. [35] és 449—1 sz. ajánlása [36] ma már olyan szigorú védettségi követelményeket jelent, amelyekkel az európai zónában ma üzemben lévő adókat nem lehet egy frekvenciasávon belül elhelyezni.

A rendszertervezési paraméterek a következők szerint csoportosíthatók: adóberendezések paraméterei, adóantennák paraméterei, vevőparaméterek, a jó és a kielégítő vételhez szükséges minimális télerősség, rádiófrekvenciás védelmi arányok idegen adók okozta, atmoszférikus és ipari zavarokkal szemben.

Mindezek a problémák szorosan kapcsolódnak az előzőekben említett hullámterjedési és zavartatási problémákhoz.

Az adókkal, adóantennákkal és vevőkészülékekkel szemben támaszott követelményeket illetően a CCIR 10. tanulmányi csoportjához az igazgatások több dokumentumot nyújtottak be. Itt meg kell említeni az új antennatípusokat, a teljes hullámú és meredeken sugárzó antennákat, vagy a szovjet ARRT antennákat. Részletes adatok [38]-ban találhatóak. Meg kell azonban jegyezni, hogy a magyarországi viszonyok közepette jelenleg a hagyományos antennákat részesítjük előnyben.

A rendszertervezési paraméterek közül a védelmi arányok problémája a legkevésbé tisztázott, mivel nagymértékben függ a nemzeti vevőkészülék-ipar által nyújtott lehetőségektől [39]. Valószínűleg ez az oka annak, hogy a CCIR 302 sz. jelentése [40] igen sok, egymástól nagyon eltérő adatsereget közöl állás-

foglalás nélkül. Sokkal egyértelműbb az FCC állásfoglalása, melynek felülvizsgálata folyamatban van. A minimális térerősség és a megkívánt rádiófrekvenciás védelmi arány igen vitatott problémák, melyekről napjainkban sok szakcikk és CCIR dokumentum jelenik meg. Valószínű az, hogy az új frekvenciarendezésnél az igazgatások bizonyos fokig szabad kezet kapnak saját területükön belül az ellátás minőségének meghatározására. Általános, nemzetközileg kötelező meghatározásokra csak országhatár közelében, vagy azon túli térerősségek esetén lenne szükség.

A magyarországi vevőkészülék helyzetnek megfelelően a Magyar Postaigazgatás szükségesnek tartja részben irodalom feldolgozás [41], részben objektív mérések és szubjektív vizsgálatok alapján megállapítani a megkívánt rádiófrekvenciás védelmi arányt. A méréseket a CCIR 399—1 sz. jelentése [42] alapján végeztük. Vevőkészülék gyanánt egy R 5932 típusú asztali sztereo rádiót és egy Sirius táskarádiót használtunk. A vizsgálatokat teljes magas és mélyhang kiemeléssel, ezután magas kiemelés nélkül végeztük. A rádiófrekvenciás védelmi arányt azonos csatornájú zavar esetén 40, 33 és 26 db-re választottuk. A moduláló jel hangfrekvenciás sáv szélessége először 10 kHz volt, majd a sáv szélességet 4,5 kHz-re csökkentettük. Az objektív méréseknél a modulációt színes zaj szolgáltatta, átlagosan 50% modulációs mélység mellett. Az objektív mérések eredményeit szubjektív megfigyelésekkel ellenőriztük. A kiértékelés most van folyamatban. Eddigi megállapításaink szerint nincs lényeges minőségi különbség a teljes és a csökkentett sáv szélességű átvitel között, viszont csökkentett hangfrekvenciás sávátvitel esetén a védelmi arányok jelentős mértékben kisebbíthetők a CCIR 448 sz. és 449—1 sz. ajánlásban található értékekhez képest, különösen akkor, ha az adók vivőfrekvenciáját és a vevőkészülékek középfrekvenciáját a csatornatávolság egész számú többszörösére választjuk. Méréseink szerint a hasznos és a zavaró adó között nagyobb (7—9 kHz) vivőfrekvencia eltéréseknél a védelmi arány görbék meredeksége kisebb, mint a 449—1 sz. ajánlásban szereplő görbe meredeksége, különösen akkor, ha a vevőkészülék magas hang kiemeléssel dolgozik.

Az előzőek alapján nyilvánvaló, hogy foglalkozni kell a CCIR 25/10. sz. kérdésben [43] foglaltakkal. A megkívánt nagyfrekvenciás védelmi arányok megállapítása igen fontos, mivel a CCIR 413—2 sz. ajánlása [44] nem ad választ valamennyi kérdésre. A megvédendő minimális térerősségre egyáltalán nincs CCIR ajánlás. Mivel ilyen irányú hazai kísérletek végzésére a kívánt határidőig nincs lehetőség, csak az amerikai FCC, az EBU 10/49. sz. dokumentum [45] és a már említett szovjet adatokra tudunk támaszkodni.

**Tervezési módszer az ellátott területek meghatározására**

Az előzőekben ismertetett műszaki paraméterek lényegében meghatározzák az adók ellátási területeit. Tisztán technikai szempontból az — azonos vagy szomszédos frekvenciájú adókból álló — adó-

hálózatban működő adók ellátási területe sok paramétertől függ, pl. [46]:

- a hálózatban lévő adók geometriai elrendezése,
- a hálózat egyes adóira a csatorna szétosztás,
- a csatornák száma,
- a minimális térerősség,
- a nagyfrekvenciás védelmi arány,
- a hasznos és a zavaró adók teljesítményei, antennái,
- a hasznos és zavaró adók közötti távolság,
- a hullámterjedés és az őt befolyásoló paraméterek, mint
  - a frekvencia (hullámhossz),
  - földrajzi távolság az adó és vevő között,
  - a fajlagos talaj vezetőképesség és a relatív dielektromos állandó,
  - a nap és évszak.

Meg kell említeni az adó- vagy vevőoldalon az irányított antennák alkalmazását, úgyszintén a szinkronizált adóhálózatok kérdését. Sajnos, tervezés tekintetében CCIR előírások csak részben állnak rendelkezésre [47], [48], [49].

A legkedvezőbb esetekben elérhető rádióműsor ellátás megítélésénél változtatják a különböző paramétereket és bevezetik a fedettségi fok fogalmát. A fedettségi fok (fedettségi tényező) definícióját a CCIR 400—1 sz. jelentése [49] adja meg. Egy  $S$  nagyságú ellátandó területen belül több (azonos frekvenciájú) adó működik, melyek ellátási területe  $s_n$ ; a fedettség (coverage):  $c = \sum s_n / S$ .

Az ellátottságnál azonban nemcsak technikai, hanem műsorpolitikai szempontok is közrejátszanak. A rádióhallgatók ellátása egy műsorral minimálisan egy adóberendezést igényel. Gazdaságossági megfontolások, melyeknél a rendelkezésre álló frekvenciaspektrum elsősorban tekintetbe veendő, lehetővé teszik a döntést afelől, vajon a megkívánt ellátás egy meghatározott területen lakó rádióhallgatók számára kedvezőbben érhető-e el egy nagy teljesítményű adóval, vagy több kis adóval. Ezenkívül természetesen megmarad az a kérdés, hogy milyen minőségben kívánják ellátni a szóban forgó területen lakó hallgatókat. Lehetséges megoldások a következő két határ közé eshetnek [50]:

*a) a sűrűn lakott területek ellátása.*

A sűrűn lakott területek el vannak látva, míg a teljes terület más részei ellátatlanok maradnak. A frekvenciaigény és a gazdasági ráfordítás ezen ellátásnál kicsi.

*b) a teljes lakosság ellátása.*

Ez az ellátási elv — gyakran felületi ellátásnak nevezik — annál költségesebb, minél nagyobb százalékát kívánjuk a lakosságnak ellátni. Emellett lehetőség van Európában pl. az URH—FM adás és a TV adás felhasználására.

Magyarországi viszonyok mellett a *b)* alternatíva megvalósítására kell törekedni. A magyar postaigazgatás ennek megfelelően dolgozza ki frekvencia- és teljesítmény igényét.

Az előzőekben igyekeztünk rámutatni a közép- és hosszúhullámú műsorszórási hálózat újjarendezésénél felmerülő műszaki problémákra. A téma összetett

voltára tekintettel csak tájékoztató jellegű adatokat tudunk közölni. Célunk az volt, hogy a témakörök iránt érdeklődő szakemberek betekintést nyerjenek az előkészítő munkákba. A szakirodalmi anyagból csak a leglényegesebbeket emeltük ki, de már ennek mennyiségéből is látható, hogy jelenlegi kutatói és technikai létszáma mellett a téma kidolgozása a Posta Kísérleti Intézetet nehéz feladatok elé állítja. Igen jó lenne, ha az új frekvenciakiosztási konferencia eredményei igazolnák Hermann Eden (IRT) jóslatát: adásidő alatt, a frekvenciaspektrum lehető legjobb kihasználása mellett, legalább az idő 99%-ában a kívánt ellátást elérjük és egyidejűleg biztosítjuk a védettséget valamennyi zavarral szemben.

## IRODALOM

- [1] Györy T.: Hosszú- és középhullámú adóhálózat optimális tervezésével kapcsolatos elméleti és gyakorlati vizsgálatok. 1. sz. időközi PKI jelentés Budapest, 1971, március. Kézirat.
- [2] Täumer, F.: Tervezési paraméterek a hosszú- és középhullámú tartományra. Berlin, 1972. március. Kézirat.
- [3] Györy T.: A közép- és hosszúhullámú műsorszóró hálózat újjárendezésénél felmerülő műszaki problémák. Szófia, 1972. november. Kézirat.
- [4] Mohr, U.: Frequenzplanung für den Tonrundfunk im internationalen Rahmen. Nachrichtentechnische Fachberichte, Band 36, 1969. p. 65.
- [5] Gressmann, R.: Die Zukunft des Hörrundfunks. Nachrichtentechnische Fachberichte, Band 41, 1971. p. 10.
- [6] Kodolányi Gy.: A 100 kW-nál nagyobb teljesítményű közép- és hosszúhullámú műsorszóró adók teljesítményének és számának növekedése az európai műsorszóró területen; a további növekedés tendenciája. PKI tanulmány, Budapest, 1971. november. Kézirat.
- [7] CCIR Report 460. Ionospheric cross-modulation. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [8] Haberkant—Heinzelmann—Vogt: Die Messung der ionosphärischen Kreuzmodulation. Rundfunktechnische Mitteilungen, Jg. 15, Heft 2, 1971, p. 49.
- [9] CCIR Recommendation 368—1. Ground-wave propagation curves for frequencies between 10 kHz and 10 MHz. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 1.
- [10] CCIR Question 3/5. Effects of tropospheric refraction at frequencies below 10 MHz. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 1.
- [11] CCIR Report 231—2. Reference atmospheres. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 1.
- [12] CCIR Report 235—1. Effects of tropospheric refraction at frequencies below 10 MHz. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 1.
- [13] Norton, K. A.: The calculation of ground wave field intensity over a finitely conducting spherical earth. PIRE, December, 1941. p. 623.
- [14] FCC Rules and Regulations Vol. III, March, 1968. Part 73. U. S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20402.
- [15] Györy T.: Közép- és hosszúhullámok felületi terjedése. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1971. december. Kézirat.
- [16] Györy T.: Középhullámú felületi terjedési görbék. A talajállandók hatása. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. december. Kézirat.
- [17] CCIR Report 229—1. Determination of the electrical characteristics of the surface of the Earth. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 1.
- [18] CCIR Report 230—1. Propagation over inhomogeneous earth. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 1.
- [19] Kodolányi Gy.: A közép- és hosszúhullámú rádió műsorszórás hálózat-tervezési alapelveinek változása 1933—1971 között. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. március. Kézirat.
- [20] CCIR Recommendation 435—1. Sky-wave propagation curves between 300 km and 3500 km at frequencies between 150 kHz and 1600 kHz in the European Broadcasting Area. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi 1970. Vol. II, Part 2.
- [21] CCIR Report 264—2. Sky-wave propagation curves between 300 km and 3500 km at frequencies between 150 kHz and 1600 kHz in the European Broadcasting Area. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 2.
- [22] CCIR Report 431. Extension of the sky-wave propagation curves for the frequency range 150 kHz to 1600 kHz. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 2.
- [23] CCIR Resolution 12—2. Sky-wave propagation at frequencies between approximately 150 kHz and 1500 kHz. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 2.
- [24] Kalydy B.: Ionoszférikus hullámterjedés a hosszú- és középhullámú frekvenciasávban. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. november. Kézirat.
- [25] CCIR Report 401—1. Broadcasting in bands 5 (LF) and 6 (MF). High-efficiency transmitting antennae. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [26] Knight, P.: The effect on medium-frequency sky-wave propagation of the conductivity of the ground near the transmitting aerial. MF, LF and VLF Radio Propagation 8th—10th November 1967 Conference Publication No. 36.
- [27] CCIR Report 322. World distribution and characteristics of atmospheric radio noise. ITU, Geneva, 1964.
- [28] CCIR Report 254—2. Measurement of atmospheric radio noise. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 2.
- [29] CCIR Report 258—1. Measurement of man-made radio noise. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 2.
- [30] CCIR Study Programme 21A—1/6. Measurement of man-made radio noise. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. II, Part 2.
- [31] CCIR Doc. 6/43—E. Draft revision of Report 258—1. 23 December 1971.
- [32] Kalydy B.: A rádióvétele befolyásoló atmoszférikus és ipari zajok. Posta Kísérleti Intézet tanulmányok, Budapest, 1972. december és 1973. március. Kézirat.
- [33] CCIR Report 458. Sound broadcasting systems in bands 5 (LF), 6 (MF) and 7 (HF). CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [34] Ókrös Tiborné: Adási rendszerek és berendezések. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. december. Kézirat.
- [35] CCIR Recommendation 448. Sound broadcasting in bands 5 (LF) and 6 (MF). Radio-frequency protection ratio. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [36] CCIR Recommendation 449—1. Amplitude-modulation sound broadcasting. Radio-frequency protection-ratio curves. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [37] Kalydy B.: Ionoszférikus keresztmoduláció. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. december. Kézirat.
- [38] Kiss L.: Nagy hatásfokú antennák paraméterei. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. december. Kézirat.
- [39] Kiss L.: Vételi rendszerek és berendezések. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. december. Kézirat.
- [40] CCIR Report 302. Interference in the bands shared with broadcasting. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [41] Kalydy B.: A hosszú- és középhullámú rádióműsor-ellátás védelmi kérdései. Posta Kísérleti Intézet tanulmány, Budapest, 1972. december. Kézirat.
- [42] CCIR Report 399—1. Amplitude-modulation sound broadcasting. Objective two-signal methods of measurement of radio-frequency wanted-to-interfering signal ratios. CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [43] CCIR Question 25/10. Sound broadcasting systems in bands 5 (LF), 6 (MF) and 7 (HF). CCIR XIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.

DR. GYÖRY T.: KÖZÉP- ÉS HOSSZÚHULLÁMÚ MŰSORSZŐRŐ HÁLÓZAT

- [44] CCIR Recommendation 413—2. Presentation of the results of measurements of radio-frequency protection ratios for sound broadcasting in bands 5 (LF), 6 (MF) and 7 (HF). CCIR XIIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [45] CCIR Doc. 10/49—E. The use of the LF/MF broadcasting bands for ground-wave sky-wave coverage. 28 March 1973.
- [46] *Eden—Minne*: Die Ermittlung der Grenzen der Rundfunkversorgung im Mittelwellenbereich am Beispiel regelmäßiger ebener und sphärischer Sendernetze. Rundfunktechnische Mitteilungen, Band 13, Heft 3, 1969. p. 103.
- [47] CCIR Recommendation 341. The concept of transmission loss in studies of radio systems. CCIR XIIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. I.
- [48] CCIR Report 112. Transmission loss in studies of radio systems. CCIR XIIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. I.
- [49] CCIR Report 400—1. Sound broadcasting systems in bands 5 (LF), 6 (MF) and 7 (HF). Broadcasting coverage in band 6. CCIR XIIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970. Vol. V, Part 1.
- [50] *Eden, H.*: Gedanken zur Neuordnung des Lang- und Mittelwellen-Rundfunks. Nachrichtentechnische Fachberichte, Band 36, 1969. p. 81.
-