

# A kibővített Jászberény Rádióállomás új sugárzási rendszere és az optimális üzemi frekvenciaterv meghatározása

STANDEISKY ISTVÁN, DÓSA GYÖRGY, BALLA ÉVA

standi@sze.hu, ballae@ahrt.hu

Lektorált

**Kulcsszavak:** hullámterjedés, rádió-műsorszórás, rövidhullám, optimális üzemi frekvencia

A cikk a 2004-2005 folyamán kibővített Jászberény Rádióállomás történetének és antennáinak rövid ismertetője után bemutatja az optimális üzemi frekvencia meghatározásának folyamatát különböző célterületekre három különböző módszerrel. Az írás egy megrendelésre készült, nagy terjedelmű tanulmány rövidített változata.

## 1. Bevezetés

A jászberényi rövidhullámú műsorszóró rádióállomás 1974. november 4-én kezdte meg rendszeres rövidhullámú műsoradásait. A Magyar Rádió által kívánt sugárzási célterületként az alábbiak voltak megadva:

- Észak-Amerika, Kanada;
- Dél-Amerika;
- Észak-Afrika, Arábia;
- Közél-Kelet;
- Nyugat, Dél és Észak-Európa, másodlagosan;
- Ausztrália, Új-Zéland;

A kiépült Jászberényi Rádióállomás rendszertechnikai tervét a 1. ábra mutatja be.

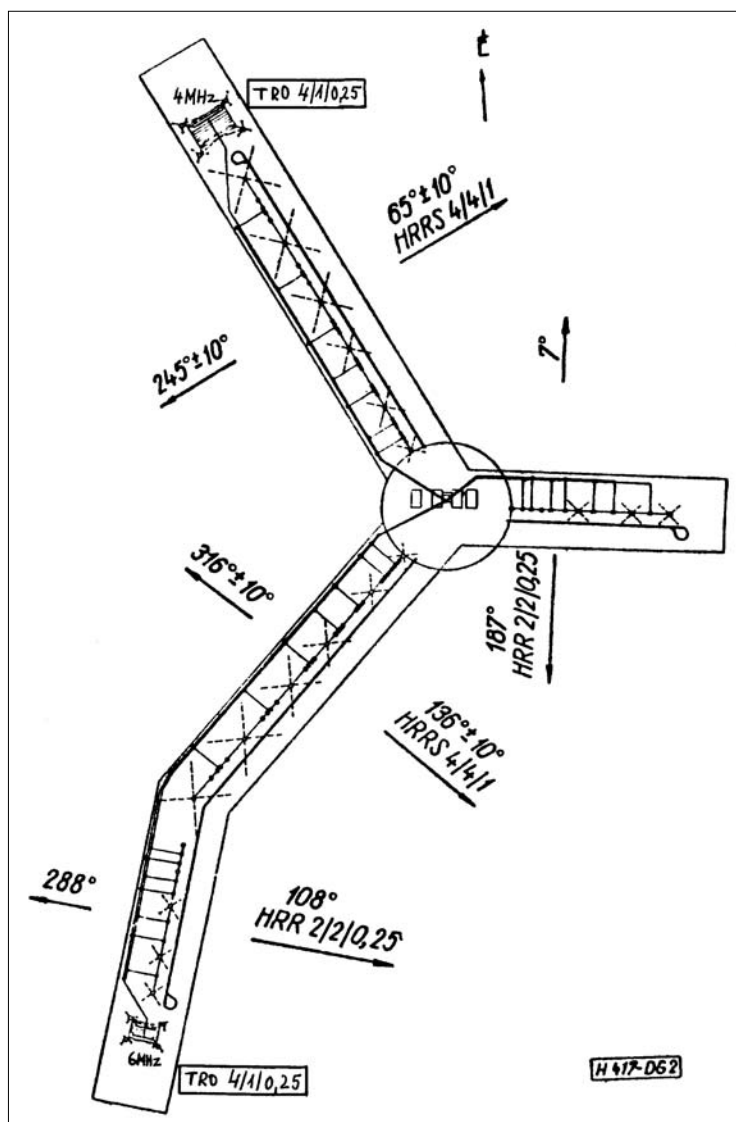
A megadott célterületek besugárzására legkedvezőbbnek bizonyult, ha a síkantennákat magába foglaló antenناسorok háromágú, úgynevezett csillag formában épülnek ki. Az antenناسorok tehát egymáshoz képest körülbelül 120°-os szöveget zárnak be a sugárzási irányok által meghatározott tájolásban.

A nagytávolságú célterületek besugárzására az észak-nyugati és a dél-nyugati antennaágban 7-7 db egysávos HRRS 4/4/1 típusú síkantenna üzemel. A kívánt főirányokban távvezérlés segítségével 180°-os irányváltás eszközölhető (irányváltó kapcsolók). Ezen síkantennák vízszintes iránykarakteristikáján – a főirányhoz képest – távvezérléssel  $\pm 10^\circ$ -os billentés biztosítható a nagyobb terület besugárzása érdekében.

A HRRS 4/4/1 típusú egysávos síkantennák nyeresége 19 dB, az előre-hátra viszony pedig 20 dB. Kilövellési szögük  $\vartheta_0=7^\circ$ ; a vertikális karakterisztika 3 dB-es pontjai  $4^\circ$ , illetve  $11^\circ$ . A középtávolságú célterületek besugárzására a keleti és a dél-nyugati antennaágban szintén a kívánt főirányokban ugyancsak 7-7 db egysávos HRR 2/2/0,25 típusú síkantennák üzemelnek és távvezérléssel szintén 180°-os irányváltás biztosítható.

A HRR 2/2/0,25 típusú egysávos síkantennák nyeresége 13 dB, az előre-hátra viszony pedig 18 dB. Kilövellési szögük  $\vartheta_0=17^\circ$ , a 3 dB-es pontjai a vertikális karakterisztikáknak  $9^\circ$ , illetve  $26^\circ$ .

1. ábra  
Az adóállomás eredeti rendszertechnikai terve



Az észak-nyugati és a dél-nyugati antennasorok végén egy-egy TRO 4/1/0,25 típusú közelsugárzó (körsugárzó) antennarendszer üzemel a 4, illetve 6 MHz-es műsorszórási sávokra, melyek a Kárpát-medence és részben Közép-Európa besugárzását biztosítják. Az antennakombinátor 7 kimeneti pontjáról induló 6 főtápvonal (minden csillagághoz két-két főtápvonal), melyek az irányított és a közelsugárzó antennarendszerek táplálását biztosítják, 300 ohm hullámmellenállású szimmetrikus légtápvonal kiépítésűek. A síkantennák úgynevezett poligonos felüggesztéssel épültek ki.

A kilencvenes évek elején Ausztráliából a „Szülőföldünk” rövidhullámú adásainkra beérkező vételmegfigyelések (levelek, illetve kazettafelvételek) megoszlása azt mutatta, hogy Kelet-Ausztrália területéről érkezett a megfigyelések, értékelések hozzávetőlegesen 80%-a (Sydney-Melbourne-Canberra). A nyugat-auztráliai területről (Perth) érkező kevés megfigyelés általában kedvezőtlen eredményeket mutatott, még optimális frekvenciahasználat esetében is.

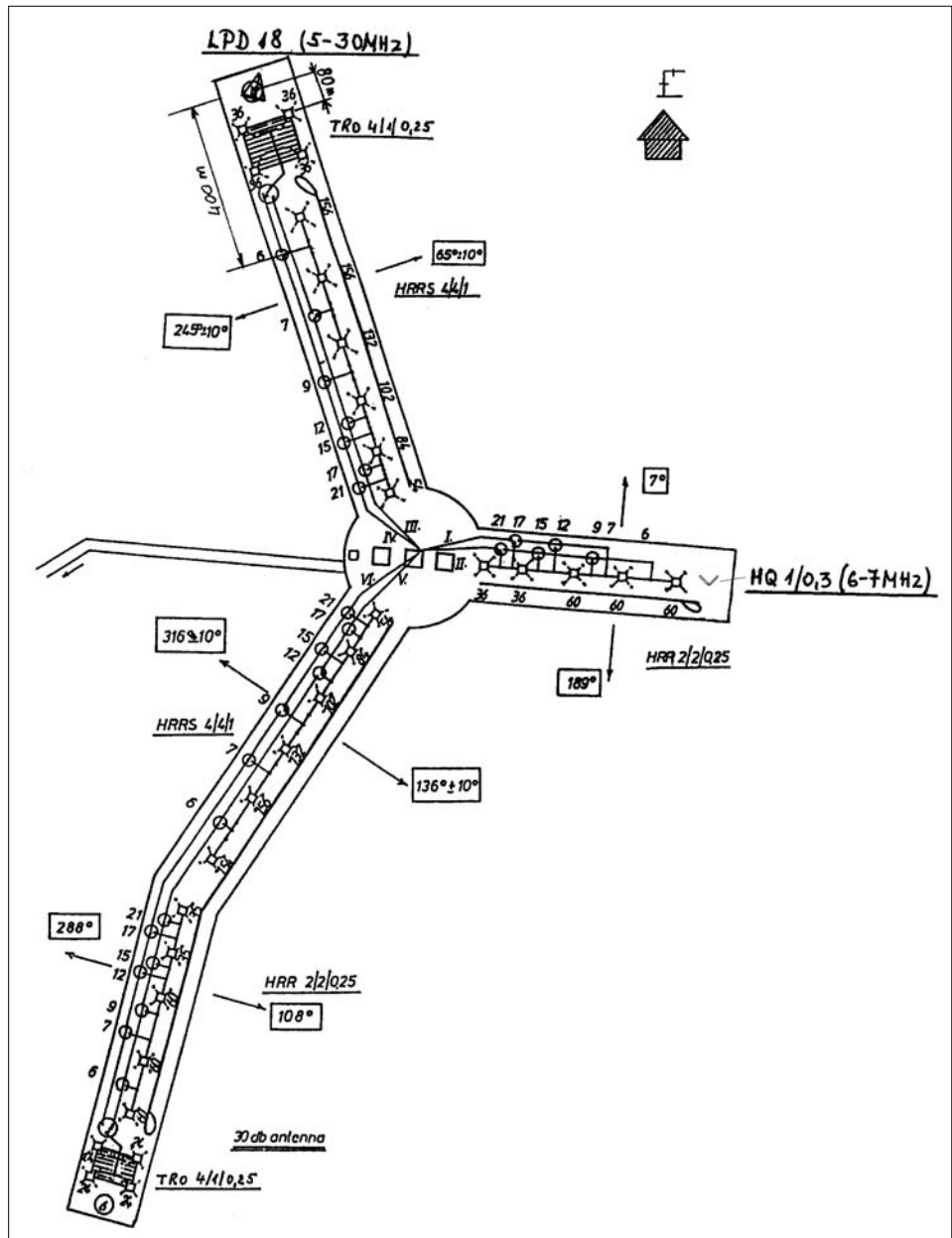
A fő probléma a nyugat-auztráliai terület kedvezőtlen besugárzásánál az volt, hogy a nagynyereségű 65°-os HRR 4/4/1 típusú síkantenna +10°-os vízszintes karakterisztika-billentéssel, tehát 75°-os főirányítással a távoli kontinensnek csak körülbelül 1/3 részét sugározta be, a középső és nyugati terület rész ellátatlan maradt. Felmerült annak szükségessége, hogy feltétlenül javítani kell Ausztrália és Új-Zéland ellátásán. Egyetlen kedvező lehetőség kínálkozott a meglévő 65°-os síkantenna figyelembevételével, mégpedig a vízszintes karakterisztika körülbelül ±22°-os billentésűre történő növelése a fázistolórendszer átalakításával. A fejlesztés arra irányult, hogy a 65°-os 21 MHz-es HRRS 4/4/1 típusú síkantenna-rendszeren az átalakítás mielőbb megtörténjék annak érdekében, hogy +22°-os billentéssel Ausztrália nyugati területe is ellátást kapjon.

A fejlesztési, illetve az átalakítási munkálatok 1996. szeptemberében valósultak meg, de csak a 21 MHz-es síkantennán. A nagyobb billentés esetén a vízszintes karakterisztikák kiszélesedtek, és ez még kedvezőbbé tette

Ausztrália és Új-Zéland lefedését. További jelentős eredmény volt még, hogy +12°-os billentéssel 284°-os főirányú sugárzás esetén egész Közép-Amerika, amely az ideig nem volt besugározható, ezáltal besugározhatóvá vált. Az átalakított 21 MHz-es síkantennarendszer 1997. január elején kezdte meg f=21685 KHz üzemi frekvencián a „Szülőföldünk” műsorát sugározni naponta UTC idő szerint 10-11 óra között. Hullámterjedési szempontból ezen időszak volt a legkedvezőbb Ausztrália felé. A beérkező vételmegfigyelések Sydney és Dunedoo térségéből igen kedvező eredményt mutattak, a SINPO értékek általában 45444 voltak.

A jászberényi rövidhullámú adóállomás antenna- és adórendszere az elmúlt 30 év alatt igen kedvezően és sikeresen biztosította a kívánt célterületekre a Magyar Rádió magyar és idegen nyelvű rövidhullámú adásainak eljuttatását.

2. ábra  
Az adóállomás bővített rendszerteknikai kialakítása



Az elmúlt időszak alatt a célterületekről beérkezett (több ezres nagyságrendű) vételmegfigyelések (levelek és magnófelvételek) bizonyították, és bizonyítják ma is, hogy adásainkat általában az idő 80%-ban kedvező eredménnyel tudták és tudják venni a hallgatók. A SIN-PO átlagértéke rendszeresen 4443 volt.

## 2. A bővített jászberényi rövidhullámú adóállomás rendszer- és sugárzási vizsgálata

A diósi rövidhullámú adóállomás üzemeltetése 1998-ban, a székesfehérvári rövidhullámú rádióállomásé pedig 2004-ben véglegesen megszűnt. A székesfehérvári adóállomás üzemének megszüntetése kapcsán döntés született, hogy az ott üzemelő 2 db 100 kW-os BBC gyártmányú rövidhullámú adóberendezés és az egy darab HQ 1/0,3 típusú kétsávós (6 és 7 MHz) körsugárzó antennarendszer, mely 1987-ben lépett üzembe, valamint az 1995 szeptemberében üzembe állított korszerű Thomcast gyártmányú TH LPD 18 típusú forgatható és dönthető rövidhullámú log-per antennarendszert áttelepítésre kerüljön a jászberényi adóállomásra, és így a kibővült adóállomásról sugároznák a kívánt célterületre a Kossuth, a Szülőföld, valamint az egyéb magyar rövidhullámú műsorokat.

A Thomcast gyártmányú forgatható és dönthető log-per antennarendszer az északnyugati antennaág végére került telepítésre, a HQ 1/0,3 típusú 6-7 MHz-es egy darab körsugárzó antennarendszer pedig a keleti antennaág végére került telepítésre 2005-ben. A TH LPD 18 típusú log-per antenna, valamint a HQ 1/0,3 típusú 6-7 MHz-es körsugárzó antenna rendszer csak a 100 kW-os BBC adóberendezésekkel üzemel.

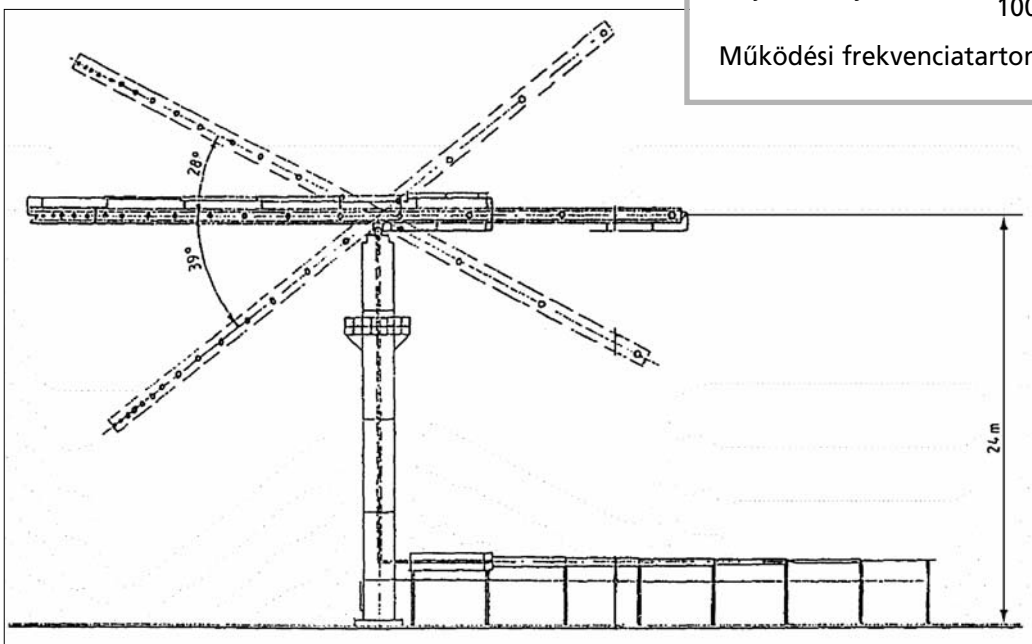
A bővített jászberényi rövidhullámú adóállomás antennahálózatának rendszertechnikai kialakítását az előző oldali 2. ábra szemlélteti.

Hangsúlyozni kell, hogy a két áttelepített antennarendszer a HQ 1/0,3 6-7 MHz-es kvadrát körsugárzó, valamint az LPD 18 típusú forgatható és dönthető log-per antennarendszer székesfehérvári üzemeltetésük idején igen kedvező eredménnyel sugároztak a kívánt célterületekre. A körsugárzó antennarendszer európai területre körülbelül 1200...1500 km távolságra kedvező. A log-per antennarendszer pedig – miután billentési szögének változtatásával a kilövellési szöget optimálisan lehet megválasztani – a kívánt célterület besugárzásánál az optimális üzemi frekvencián forgathatóságával bármilyen irányban, főleg középtávolságú területre igen rugalmasan alkalmazható.

Az áttelepítésre került TH LPD 18. típusú forgatható és billenthető log-per antennarendszer kialakítását a 3. ábra mutatja be.

Ezen antennarendszer főbb műszaki adatai:

<b>Thomcast TH LPD 18</b>	
Polarizáció:	horizontális
Nyeresége:	10-12 dB
VSWR:	1,6
Csatlakozási impedancia:	50 Ω aszimmetrikus
Dipólok száma:	18 db
A főtartó hossza:	36,5 m
A legnagyobb dipól hossza:	26,35 m
A legkisebb dipól hossza:	2,86 m
A billentési szöghatárok:	$\Psi = +28^\circ \sim -39^\circ$
Vízszintes forgatás:	360°
A dipólvégek által bezárt félszög:	$\alpha \cong 20^\circ$ $2\alpha \cong 40^\circ$
Léptékállandó:	$\tau \cong 0,852$
Térközállandó:	$\delta \cong 0,12$
Aktív antennaelemek száma:	$N_A \cong 4$ db
Teljesítmény:	100 KW vivó + 100% AM
Működési frekvenciatartomány:	5...30 MHz



3. ábra

A Thomcast forgatható-billenthető log-per antennája

1. és 2. táblázat

Billentési szög ( $\Psi^\circ$ )	Antenna magasság (m)		Kilövellési szög ( $\Theta$ )		Távolság (km)			
	$f_a$	$f_m$	$\Theta_a^\circ$	$\Theta_m^\circ$	Alacsony frekvencia		Magas frekvencia	
					F2	E	F2	E
-39°	35	12	40°	14°	700	280	1800	800
-20°	29,5	18	36°	10°	800	320	2300	1100
0°	24	24	30°	7°	1000	400	2600	1300
+14°	19,5	28,5	50°	6°	500	200	2700	1400
28°	15	33	60°	5°	350	150	3000	1600

Sávok	$\Psi = 0^\circ$	$\Psi = +28^\circ$	$\Psi = -39^\circ$
		Hatásos terület (km)	
6–7 MHz	400 ~ 1700	250 ~ 1600	300 ~ 1600
9–11–13 MHz	1200 ~ 2400	1300 ~ 2800	200 ~ 1700
15–17 MHz	1800 ~ 3100	1900 ~ 3200	200 ~ 1700
21–26 MHz	2100 ~ 3400	2300 ~ 3500	150 ~ 1300

A különböző billentési szögekhez tartozó kilövellési szögek és a számítással meghatározott sugárzási magasság ismeretében az optimális sugárzási távolság meghatározása került a két szélső frekvenciahatár esetében, a főnyalábra vonatkozóan F2- és E-réteges terjedésre, egyugrásos átvitel esetén.

Az eredményeket összefoglalóan az 1. táblázat tartalmazza. A 2. táblázat pedig összefoglalóan tartalmazza a billentésből adódóan ( $\Psi=0$  alapálláshoz képest) az egyes sávok optimális hatáskörzetének alakulását, növekedését, tehát a billentés előnyét. A log-per antenna alkalmazásával – miután forgatható és dönthető – a kívánt célterületre mindig a hullámterjedési igényeknek megfelelően lehet sugározni.

Az antennarendszer hatáskörzete az adott torony-magasság és az adott billentési szöghatárok esetében a frekvencia függvényében körülbelül 300 km-nél kezdődik, és többugrásos F-réteges terjedést figyelembe véve 11...12000 km-ig terjed, tehát e tartományban használható optimálisan.

### 3. A kedvező frekvenciasávok meghatározása különböző célterületekre

A kibővített jászberényi rövidhullámú adóállomás antennarendszerének típusait és fő paramétereit a 3. táblázat foglalja össze.

Feltétlenül szükségessé vált tehát, hogy az állomás antennahálózatára, a kívánt célterületekre (főirányokra) optimális frekvenciahasználati és besugárzási vizsgálat, illetve terv készüljön az ionoszféra szokásos átlagértékei alapján napfoltmaximumos, -minimumos és -közepes értékekre; téli-nyári, valamint átmeneti (őszi-tavaszi) időszakra,

napokra, napi felhasználási lehetőséggel. A frekvenciaszükséglet számításoknál a napfoltmaximumra  $R=160$ , a napfoltminimumra pedig  $R=10$ , illetve 20 értéket vettünk figyelembe az IFRB, CCIR és a CRPL ajánlásai, adatai alapján.

A nemzetközi rövidhullámú műsorszóró szolgálat üzembiztonságának előfeltétele – a teljesítményigény mellett – a lehető legkedvezőbb frekvencia használata. A terjedési adatok számításánál a napfoltmaximumos és -minimumos nyári és téli időszakok figyelembevétele megadja az üzemi frekvenciasáv alsó és felső értékeit. Az ionoszféra részletes, hosszú évek alatt folytatott vizsgálatai alapján dolgoztak ki különböző intézetek, szervezetek (CRPL; SPIM; IPS, RRS, NBS, IZMIRAN) a hullámterjedési mechanizmuson alapuló frekvencia-előjelzési módszereket, vizsgálatokat.

A rövidhullámok terjedését elsősorban az ionoszféra viselkedése befolyásolja, és ebben igen jelentős szerepe van a Napnak, mely az ionizáló sugárzások fő forrása. Ezért érthető tehát, hogy milyen fontos az ionoszféra és a naptevékenységek ismerete, előrejelzése a kívánt célterület besugárzástervezése szempontjából. További befolyásoló tényező még a Föld mágnesessége, valamint a talaj is, amelynek csillapító hatása van a visszaverődési pontokban többugrásos terjedés esetén. Ezek a befolyásoló tényezők szabják meg a használható legnagyobb frekvenciát (MUF), a használható legalacsonyabb frekvenciát (LUF) és az optimális üzemi frekvenciát (FOT vagy OWF), valamint az átviteli út csillapítását.

3. táblázat

Típus	P [kW]	f sáv [MHz]	$\varphi$ [°]	s [°]	$\zeta$ [°]	Gd [dB]
HRR 2/2/0,25	250	6-7; 9-12-15-17-21	$\pm 25$	-	17	13
HRRS 4/4/1	250	6-7; 9-12-15-17-21	$\pm 12$	$\pm 10$	7	19
TRO 4/1/0,25	250	4-6	360	-	90	9
THLPD 18	100	5-30	60	-	5-60	12
HQ 1/0,3	100	6-7	360	-	50	6

A rövidhullámok tehát távoli, nagy felületű területek besugárzására használhatók. A távolsági ellátottságot főleg az ionoszféra F2-rétege biztosítja a réteg és a földfelszín közötti visszaverődéssel. Az átvitel hatótávolságát azonban jelentősen korlátozzák azok a veszteségek, amelyek a terjedés útján fellépnek. A kozmikus és földmágneses hatások a rövidhullámú terjedés erős zavaraihoz vezethetnek. A térhullám terjedése során olyan fadingjelenségek léphetnek fel, amelyeket különböző okok hozhatnak létre (például polarizációs elfordulás, az elnyelés ingadozásai az ionoszférán, többutas terjedés stb.) A naptevékenység által előidézett erős ionizáció határozza meg a rétegek refrakciós viszonyait. A rövidhullámú jel refrakciója, azaz törése a terjedési rétegen függ a jel beesési szögétől, a rétegben való ionkoncentrációtól és a jel frekvenciájától. A terjedési feltételeket nem lehet befolyásolni, de célirányos antennákkal és legkedvezőbb meghatározott frekvencia alkalmazásával a nagy hatótávolságra történő sugárzás biztosítható.

A bővített jászberényi rövidhullámú rádióállomásnál a várható kedvező frekvencia használati értékeket három módszerrel határoztuk meg a kívánt főirányokban lévő célterületekre:

- a.) a klasszikusnak nevezhető CRPL-módszerrel;
- b.) az újabban alkalmazott statisztikai módszerrel;
- c.) számítógépes programmal.

### 3.1. A CRPL-módszer alkalmazása

Alkalmazása, számítása nagyon hosszadalmas és időigényes; számos segédlet, diagram és mellékszámítás elvégzése szükséges (világövezet-térkép; nagykörös térkép; F2(0) MUF; F2 (4000) MUF térképek különböző zónákra; a napfoltmaximum és minimum értékeire; F2 MUF és FOT diagramok; napfoltszámot és napzenitszöget meghatározó diagramok; geomágneses veszteségi térképek, csillapítás diagramok stb. alkalmazása szükséges). A frekvenciaszámítások mind az öt főirányra, tehát Európa; USA-Kanada; Dél-Amerika;

Ausztrália-Új-Zéland; Közel-Kelet, Szaud-Arábia irányokra napfoltmaximumos és napfoltminimumos nyári és téli időszakra elkészültek. A táblázatok utolsó oszlopa (RH-sáv) a várható kedvezően használható üzemi frekvenciasávot tartalmazza.

A 4. táblázat a számítások alapján bemutatja nyári időszakra és napfoltmaximumos időszakra, az USA-Kanada felé (316°-os főirány) legkedvezőbb használható frekvenciasávokat.

### 3.2. Statisztikus módszer alkalmazása

Újabban a frekvenciaszámításoknál alkalmazzák a statisztikai módszert. Ezt csak abban az esetben lehet alkalmazni kedvezően, ha legalább három napfoltmaximumos és -minimumos időszakra visszamenőleg ismeretes a kívánt célterületre a használt üzemi frekvenciák értéke és a célterületekről igen jelentős (nagy számú) vételmegfigyelés, értékelés is rendelkezésre áll. Ezek alapján a jövőben várható napfoltmaximumos és napfoltminimumos időszakra, bizonyos kisebb kiegészítő, korrekciós számításokkal az új üzemi frekvenciaértékek meghatározhatók.

Ez a módszer részünkre kedvező, mert 30 évre visszamenőleg rendelkezésre állnak az üzemi frekvenciák, és a célterületekről igen sok vételmegfigyelés (levél, magnófelvétel, személyes tájékoztatás) a Magyar Rádióon keresztül szintén rendelkezésre állt. A nevezett célterületekre az üzemi frekvencia-értékek ismertek és a vételkiértékelések a Magyar Rádió Külföldi Adások Főszerkesztősége által évente kiadott, úgynevezett Vételértékelés (nyári és téli időszakokra a hallgatóktól beérkezett vételmegfigyelések) kiadvány révén szintén rendelkezésre állnak, tehát a várható kedvező üzemi frekvencia-értékeket meg lehetett határozni.

A frekvenciaszámítások a fentiek alapján szintén megtörténtek az öt főirányban lévő területekre, téli-nyári időszakokra, napfoltminimumos és -maximumos időszakokra, és táblázatos formában kerültek összefoglalásra.

4. táblázat

USA-Kanada felé optimálisan kedvező frekvenciasávok (d=10.000 km, R=160 max., nyári időszak)

GMT [óra]	Budapesti oldal A			USA oldal B			A MUF [MHz]	B MUF [MHz]	ut MUF [MHz]	ut FOT [MHz]	RH sáv [MHz]
	Nap szög	F2(4000) MUF [MHz]	F2(4000) FOT [MHz]	Nap szög	F2(4000) MUF [MHz]	F2(4000) FOT [MHz]					
	A'	A''	B'	B''							
00	-	22	18,7	-	25	21,3	22	25	22	17,7	17
02	-	20	17	-	26	22,1	20	26	20	15,3	15
04	-	22	18,7	-	24,6	20,9	22	24,6	22	17,7	17
06	-	21,5	18,3	-	21	17,9	21,5	21	21	17,7	17
08	-	21	17,9	-	17	14,5	21	17	17	11,9	11
10	-	20,5	17,4	-	16	13,6	20,5	16	16	11,9	11
12	-	21	17,9	-	16	13,6	21	16	16	11,9	11
14	-	20	17	-	18,5	15,7	20	18,5	18,5	15,3	15
16	-	21	17,9	-	20,5	17,4	21	20,5	20,5	15,3	15
18	-	23	19,6	-	21,5	18,3	23	21,5	21,5	17,7	17
20	-	22,5	19,2	-	22,5	19,2	22,5	22,5	22,5	17,7	17
22	-	22	18,7	-	24	20,4	22	24	22	17,7	17

Sugárzási terület		Adás helye: Jászberény Rádióállomás						
Dél-Amerika	Helyi idő	UTC idő	Jan./Febr. és Nov./Dec.		Márc./Ápr. és Szept./Okt.		Május - Augusztus	
			Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
			160	10	160	10	160	10
D = 13.000 km	00-04	04-08	11	7	9	9	11	7
	04-08	08-12	17	17	11	11	21	11
	08-12	12-16	21	17	17	17	21	17
	12-16	16-20	17	11	17	15	21	17
	16-20	20-00	15	9	17	15	15	15
	20-00	00-04	9	7	11	9	15	9

5. táblázat

Optimálisan használható üzemi frekvenciasávok (MHz) Dél-Amerika részére (Földrajzi körzetek: 12-13-14-15)

Az 5. táblázat a számítások végeredményei alapján bemutatja a például Dél-Amerika felé történő adások kedvező üzemi frekvenciasávok használatát a nap 24 órájában.

Rövidhullámú műsoradásoknál a vételi területeket úgynevezett zónatérképek alapján adják meg a Nemzetközi Rádiószabályzat szerint, amelyet a 4. ábrán látható térkép tartalmaz.

#### 4. Térerősség átlagértékének számítása

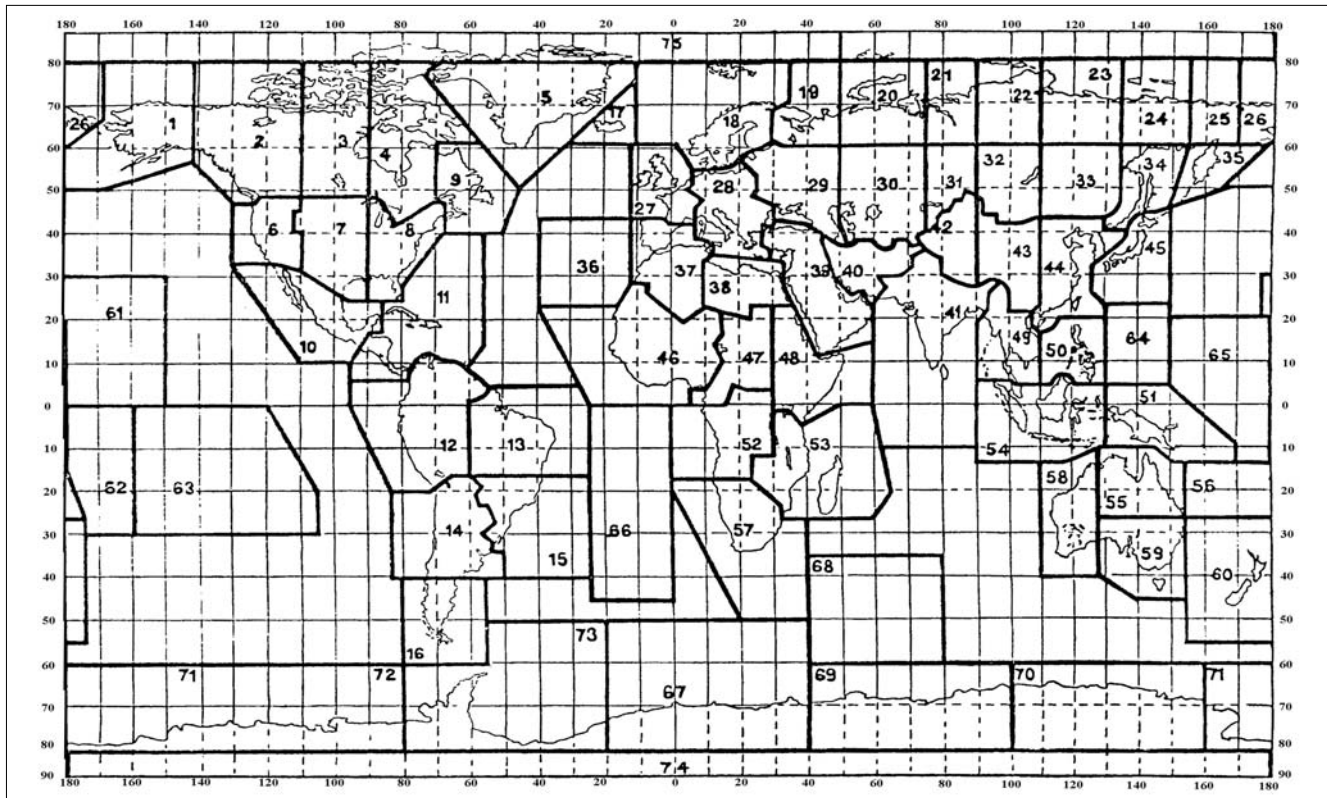
A számítás a CRPL-módszer, valamint a CCIR 252-2 (New Delhi, 1970) összefoglaló anyagán alapul, amely 10 különböző módszerre épül fel. A térerősségszámítás fő problémája abból adódik, hogy a Föld két pontja között azonos kilövellési szög esetében több terjedési út lehetséges egyidejűleg. Az inoszféra egyes ré-

tegei a rádióhullámokat nemcsak reflektálják vagy át-eresztik, hanem el is hajlítják, s ezzel az ionoszférában való hosszabb-rövidebb haladásra készítetik, majd – a helyi jellemzőktől függően – reflektálják vagy át-eresztik. Mindezek miatt számos, úgynevezett kevert út valósulhat meg, különböző ugrástávolságokkal.

Ahhoz, hogy megállapítható legyen, hogy a lehetséges terjedési utak közül melyik valósul meg, vagy melyik úton áll elő a legkisebb csillapítás, megbízható hosszútávú előrejelzés számítás szükséges, illetve meg kellene határozni minden számításba jöhető terjedési útvonal csillapítását. Ilyen számítások csak speciális számítógépes programmal lehetségesek. A hosszú távú előrejelzések nem állnak mindenben rendelkezésre. A manuális számítási eljárásokat egyszerűsíti az igen sok diagram, nomogram és táblázatok használata.

4. ábra

Földrajzi övezetek a rádió-műsorszórásnál



Az egyes célterületekre meghatároztuk a térerősség átlagos értékét, különböző antennák figyelembevételével, 250 kW, illetve 100 kW adóteljesítménnyel. A számítások részleteit terjedelmi okok miatt e cikkből ki kellett hagynunk.

A térerősség-számítások eredményeiből látható, de az eddigi üzemi tapasztalatok (a vételmegfigyelések és a kiértékelések) is igazolják, hogy a HRRS 4/4/1 síkantennák a 250 kW-os adóberendezésekkel az időszakoknak megfelelő üzemi frekvencián biztosítják kedvezően a három nagytávolságú célterület besugárzását (USA-Kanada; Dél-Amerika; Ausztrália, Új-Zéland).

## 5. A frekvencia- és térerősség-érték számítógépes meghatározása

Az öt főirányú célterületre a használható kedvező frekvenciák, valamint a várható térerősségek alakulása számítógépes programmal is meghatározásra kerültek napfoltminimumos és napfoltmaximumos időszakokra, melyek eredményeit több mint 160 térkép tartalmazza. Sajnos, ezekből helyhiány miatt jelen cikkben nem tudunk közreadni.

## 6. Összefoglalás

- a.) Feltétlen szükséges – a korábbi tapasztalatok ezt alátámasztják –, hogy a várható aktuális sugárzási időszakra minden évre előzetesen, a rövidtávú előrejelzések ismeretében a nyári-téli és tavaszi-őszi időszakokra a célterületekre frekvenciahasználati terv készüljön a várható ionoszféaállapot és a pontosabb napfoltszám ismeretében, korrigálva a hosszútávú frekvenciahasználati tervet. A sugárzási időszakokra a Rádió Igazgatásoknak a Rövidhullámú Koordinációs Konferenciákra (HFCC-WARC '97 alapján) az aktuális rövidhullámú sugárzási frekvenciaóraterveket előzetesen el kell készíteni, és egyeztetni kell nemzetközi szinten, tehát feltétlen szükséges előtte a célterületekre vonatkozó sugárzási idő szerinti frekvenciaterv elkészítése, véglegesítése.
- b.) A frekvenciaszámítások eredményei, de a korábbi vételi megfigyelések eredményei alapján bizonyos időszakokban az európai területre igen kedvező a 9-11 MHz-es sáv használata. Ezért feltétlen célszerű és kedvező lenne, ha a jászberényi állomásra a 9-11 MHz-es körsugárzó szögletantenna-rendszer is áttelepítésre kerülne a közeljövőben, mert ezáltal nagymértékben növelni lehetne az európai terület besugárzásának hatékonyságát. A két HQ 1/0,3 típusú körsugárzó szögletantennával (6-7 MHz, illetve a 9-11 MHz-es) 100 kW teljesítménnyel körülbelül 1600 km-es terület, a TRO 4-6 MHz-es körsugárzó antennával 250 kW-os adóval egy 500...600 km sugarú terület igen kedvezően besugározható. A forgatható és dönthető log-per antennával a 100 kW-os adórendszerrel pedig bármilyen újonnan felme-

rülő európai, észak-afrikai vagy közel-keleti sugárzási igény nagyon eredményesen és azonnal biztosítható (rugalmas sugárzási lehetőség).

- c.) Ausztrália és Új-Zéland sugárzási ellátásának javítása érdekében célszerű lenne, hogy az észak-nyugati síksorban lévő 65°-os főirányítású HRRS 4/4/1 típusú síkantennánál legalább a 17 és 15 MHz-es sugárzók esetében a  $\pm 22^\circ$ -os vízszintes karakterisztikabillentés megvalósuljon, mert ezáltal a napfoltmaximumos időszakokban Nyugat-Ausztrália területére kedvezőbb, illetve hatékonyabb lenne sugárzásuk, sőt  $+20^\circ$ -os billentéssel  $284^\circ$ -os főirányú sugárzással Közép-Amerika felé is használni lehetne az antennát.
- d.) A jászberényi rövidhullámú rádióállomáson a meglévő nagy- és középtávolságú síkantennákkal, valamint a kibővült körsugárzó és a forgatható, dönthető log-per antennákkal igen hatékony sugárzást lehet biztosítani a kívánt célterületekre. Feltétlen mielőbb meg kellene kezdeni a DRM-sugárzást is az állomáson. A DRM-adások gazdasági megtakarítást jelentenének, és jobb, nagyobb ellátottságot is biztosítanának.
- e.) A WRC'03 – vagyis a DRM hivatalos elindulása – óta a rövidhullámú műsorszóró sávban a digitális sugárzásra bejelentett igények száma évről évre, pontosabban a nemzetközi koordinációnak megfelelően félévről félévre növekszik. A cikk írásakor már több mint 100 rendszeres DRM adás van világszerte, ezek igen nagy arányban a rövidhullámú sávban zajlanak. A frekvenciák nemzetközi koordinációja során egyre több a DRM-re igényelt rövidhullámú spektrum. 2006-ban megjelennek a tömeggyártott vevők, ezáltal bizonyosak lehetünk abban, hogy nemcsak az adások, de a hallgatók száma is növekedni fog.

A székesfehérvári rádióállomás Jászberénybe történt áttelepítése révén Magyarországnak ez az egyetlen RH adóállomása maradt, ez azonban – az előbb leírtak alapján – igen kedvező lehetőségeket egyesít mind a Kárpát-medence, mind Európa, valamint az Európán kívüli területek lefedésére.

Az állomással megvalósítható feladatok három csoportra oszthatók:

- Magyarország területének lefedése tropikus sugárzóval
- Külföldön élő magyarok ellátása hazai műsorról
- Külföldi műsorstúdiók jelének sugárzása külföldi területre (bérsugárzás).

Igen kedvező elméleti lehetőség adódik az ország területének lefedésére a 4, illetve 6 MHz-es TRO 1/0,3 antennák használatával. Az újonnan áttelepített BBC (ma Thales) adók már PSM üzeműek, tehát egy DRM modulátor beiktatásával és egy minimális átalakítással digitális sugárzásra alkalmassá tehetők. Rövidhullámon a B, C vagy a D üzemmód alkalmazható; B mód, 10 kHz RF sávzélesség esetén 21 kbit/s, D módban 11 kbit/s érhető el – ez monó FM minőségnek felel meg – természetesen fading nélkül.



5. ábra Thales DRM modulátor

Ahhoz, hogy az elméleti lehetőségből gyakorlati lehetőség váljon, az szükséges, hogy a sugárzási rendszerben az egyik 100 kW-os BBC adó mindig szabad legyen, valamint hogy az adó bemenete elé kerüljön egy Thales típusú DRM modulátor. Egy ilyen modulátor képe látható az 5. ábrán.

A többi, sokrétű feladat ellátásához Jászberény rádióállomás rugalmasságát lehetne növelni azáltal, hogy a jelenlegi kombinátormátrixot egy olyan mátrixra cserélik, amely lehetővé teszi, hogy bármely adó bármely antenára üzemeljen. Ebben a kiépítésben ugyanis gyakorlatilag a két állomás rendszere egy helyen, de egymástól függetlenül működik, tehát nincs lehetőség arra, hogy például egy 100 kW-os adó valamelyik függőny-antennával sugározzon.

Abban az esetben, ha a jelenlegi – már több mint 30 éves! – 250 kW-os adóberendezések cseréjére is sor kerülhetne, igazán korszerű és rugalmas rövidhullámú állomás láthatná el az országot, a Kárpát-medencét, Európát, Afrikát, Ausztráliát, Ázsiát és Amerikát célterületeit.

Noha az Internetet és a műholdat sokan emlegetik mint a rövidhullám konkurenciáját, de ne feledkezzünk meg arról, hogy az internetes rádió csak korlátozott számú hallgatóság ellátására képes, a műholdas rádiózás pedig (az USA-t kivéve) helyhezközött tevékenység, tehát a rádiózás egyik legnagyobb előnye veszne el a rövidhullám elvetésével: a hordozható és a mobil vételi lehetősége.

## Irodalom

- [1] A Magyar Rádió külföldre szóló adásainak értékelése. 1970. nyári időszak.
- [2] A Magyar Rádió külföldre szóló adásainak értékelése. 1971. téli időszak.
- [3] HF Transmitting and receiving antennas characteristics and diagrams. ITU Doc., 10 D (Temp) 7 1990. 1994.
- [4] Kenneth Davies: Ionospheric Radio Propagation. National Bureau of Standards Monograph 80., 1965.
- [5] Dr. Szokolay Mihály: Rádió rendszertechnika. BME Villamosmérnöki Kar, MTI Kiadványa, Tankönyvkiadó Budapest 1970.
- [6] Ionoszféra Adatok – 1987. június, Békéscsaba. Magyar Meteorológiai Szolgálat
- [7] Ionospheric Predictions 1971. jan-febr. National Bureau of Standards C.RPL.
- [8] Műsorszóró szolgálatnak kiosztott RH-sávok tervezésével megbízott Igazgatási Rádió Világértekezlet (HFBC-87). Záróokirat, Genf 1987., KDV Budapest 1988.
- [9] CCIR 1966 Oslo Report 340. CCIR Atlas of Ionospheric Characteristics. UIT Genf 1967.
- [10] Dósa György: Rövidhullámú műsorszóró adásainak vételi lehetősége a világ különböző területein. PRTMIg Modulátor, 1996. XI.
- [11] Dr. Turi-Kováts Attila, Molnár Béla: Rádió-hullámterjedés és hálózattervezés. Közdok Budapest 1969.