

Újabb vizsgálatok eredményei a hazai rövidhullámú sugárzás hatékonyabbá tétele érdekében az európai területen

BALLA ÉVA¹, DÓSA GYÖRGY, STANDEISKY ISTVÁN²

¹Antenna Hungária Zrt., ballae@ahrt.hu

²Széchenyi István Egyetem, standi@sze.hu

Kulcsszavak: rövidhullám, HQ szögletantenna, optimális frekvencia, DRM

A 2004 folyamán Székesfehérvárról áttelepített adóberendezésekkel és antennákkal kibővült Jászberény rövidhullámú rádióállomás elméletileg két állomás berendezésparkjával együttesen képes célterületeinek besugárzására a világ szinte minden lakott területén. Ugyanakkor az európai területek lefedése nem minden frekvenciasávban biztosított, mivel az eredetileg 6-7 és 9-11 MHz-es körsugárzó antennának csak a 6-7 MHz-es rendszere épült újra Jászberényben. Jelen cikkben a 9-11 MHz-es antenna szükségességét és megvalósítási lehetőségét vizsgáljuk az optimális frekvenciakeresés és a térerősségszámítások eredményeinek ismertetésével és felhasználásával.

1. Bevezetés

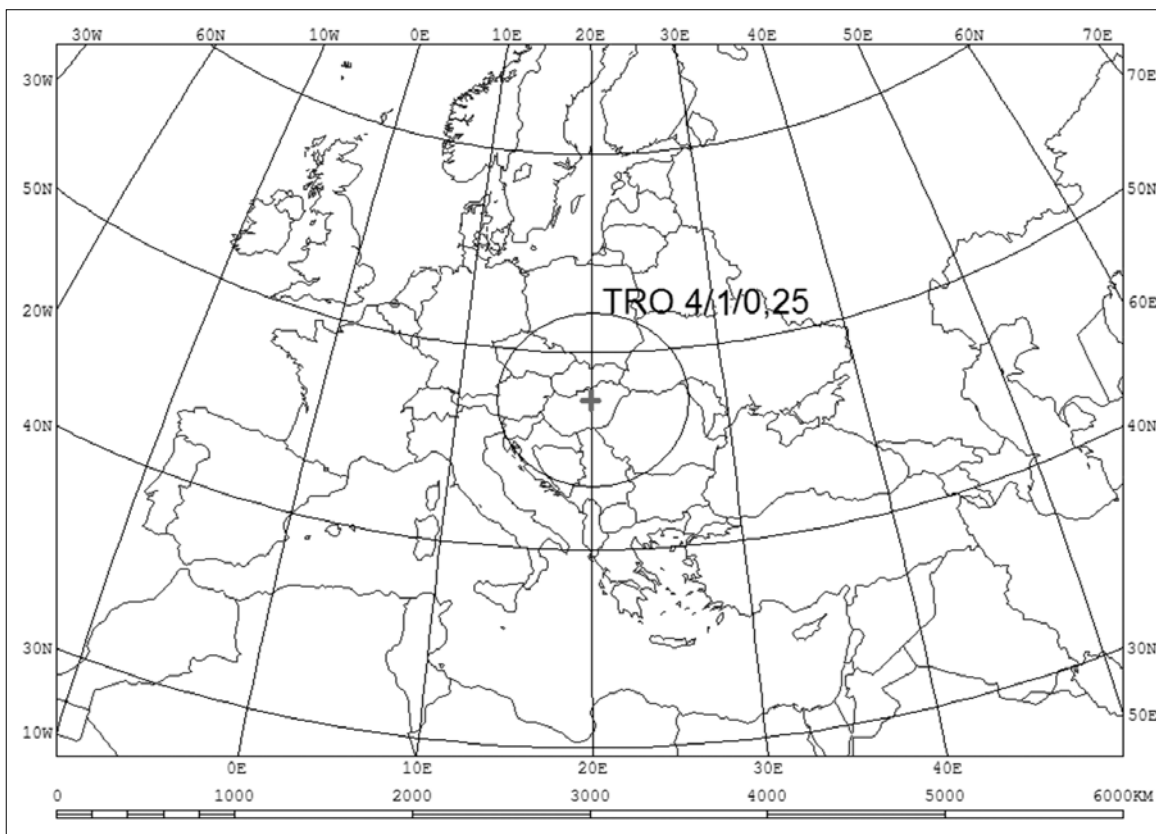
2005 évben a jászberényi rádióállomás kibővített sugárzási rendszerére, valamint a kívánt különböző célterületek besugárzására kedvező frekvenciák többféle módszerrel meghatározásra kerültek (CRPL, statisztikai, valamint számítógépes program).

Ugyancsak a CCIR 252-2 (New Delhi) anyaga alapján, illetve számítógépes programmal az egyes célterületekre (Európa, Közel-Kelet, USA–Kanada, Dél-Amerika, Ausztrália–Új-Zéland) egy optimális frekvencia esetére a várható térerősség-átlagértékek is meghatározás-

ra kerültek napfoltmaximum, napfoltminimum, valamint napfolt-közepes időszakokra.

A számítások alapján a különböző nagytávolságú célterületekre minden napszakban és évszakban a legkedvezőbb frekvenciasávban lehet tehát sugározni, miután a meglévő síkantennák és a forgatható-dönthető log-per antennarendszer ezt biztosítani tudja 250 kW, illetve 100 kW vivőteljesítményű adóberendezésekkel.

Az európai terület besugárzásánál főképpen a 300-2000 km területi zónában mutatkozott bizonyos hiányosság, mivel a 9-11 MHz-es műsorszóró sávra az állomások összevonása óta nem áll rendelkezésre antenna.



1. ábra
Tropikus
sugárzóval
optimálisan
ellátható
terület

A 4 és 6 MHz-es TRO 4/1/0,25 típusú antenna csak Magyarország és a Kárpát-medence ellátását tudja biztosítani körülbelül 500 km sugarú területen, amelyet az 1. ábra szemléltet.

Az átalakított HQ 1/0,3 típusú körsugárzó szöglet-antenna 6-7 MHz-es sávban 100 km és 1200 km-es területen kedvező, optimális esetben 100 kW teljesítménnyel. A terület besugárzását a 2. ábra szemlélteti.

A forgatható és dönthető LPD-18 típusú log-per antenna 2000 km alatt csak meghatározott irányba használható az antenna irányított jellege miatt.

A 200-2000 km-es európai terület ellátása a 9 és 11 MHz-es műsorszóró sávban nagyon fontos lenne az alábbi okok miatt:

- Ez a két műsorszóró sáv használata korábban is a leghallgatottabb sáv volt a magyar adások tekintetében. Az ötvenes évektől rendszeresen történt sugárzás magyar, angol, német stb. nyelven ebben a sávban.
- Európában sok magyar hallgatott, illetve ma is hallgatna adásokat ezen frekvenciasávban. Sok magyar turista is igényelte már korábban a rövidhullámú sávban a hazai műsor sugárzását.
- A 9 és 11 MHz-es sáv vételét a legtöbb különböző típusú vevőkészülék biztosítja és ezt ma is figyelembe kell venni.

Az elmúlt 30-40 év vételmegfigyelései (magnófelvételek, levelek, személyes beszámolók) igazolták, hogy a legkedvezőbb és leghallgatottabb volt a 9-11 MHz frekvenciasávokban a hazai rövidhullámú adásunk sugárzása európai területen.

2. A kedvező frekvenciasávok újabb vizsgálata

Az európai terület hatékonyabb besugárzása érdekében ismételten részletes vizsgálatokat végeztünk az optimális üzemi frekvenciasávok meghatározása érdekében, különösen a 2000 km-es területhatár figyelembevételével. A vizsgálatok ez esetben is több módszerrel – kibővítve a HFBC rendszerrel – történtek:

- CRPL rendszer,
- statisztikus módszer (1. táblázat),
- számítógépes program,
- HFBC-87 Genf (2. táblázat).

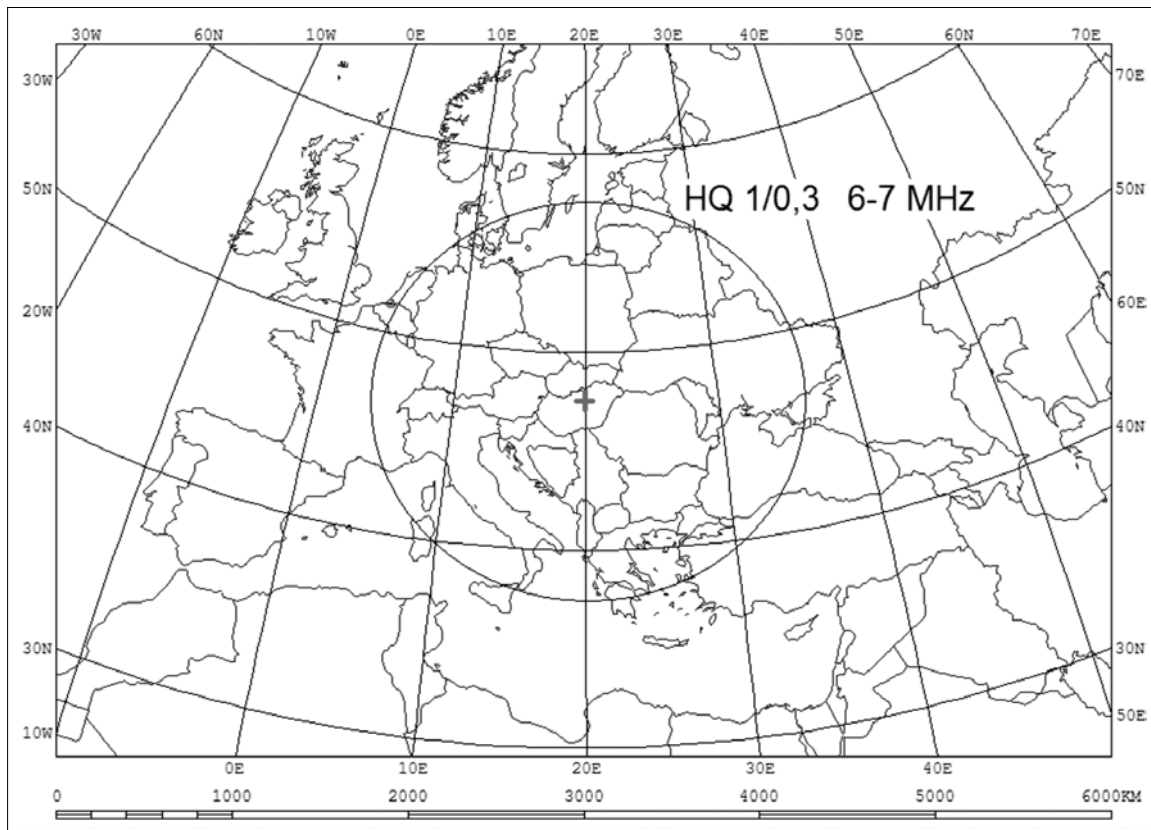
Ezekkel a módszerekkel számított optimális, legkedvezőbb frekvenciasávokat a 2000 km-es európai területre, a különböző évszakokra és napszakokra összefoglalóan az 1. és 2. táblázat tartalmazza.

A számításnál napfoltmaximumot $R_{\max}=160$ értékkel, a napfoltminimumot $R_{\min}=10$ értékkel, míg a napfolt középértéket $R_{\text{köz}} = 70$ napfoltszámmal vettük figyelembe. A táblázatok alapján látható, hogy ezen területre a 9 és 11 MHz műsorszóró sáv használata igen kedvező az időszak nagy részében.

A korábbi évtizedekben a 9 és 11 MHz-es sávban rendszeresen történt sugárzás (Diósd, Székesfehérvár) az európai területre és a vételmegfigyelések alapján abban az időben is igen pozitív visszajelzések érkeztek a vétel minőségére vonatkozóan.

A 9 és 11 MHz-es frekvenciasávban való sugárzásunk igen előnyös lehetne ma is, tehát alkalmazását ismét biztosítani kellene. Bizonyos lehetőség Jászberény Rádióállomáson rendelkezésre állna.

2. ábra
6-7 MHz-es
sávú HQ 1/0,3
antennával
besugározható
célterület



3. A térerősség átlagértékének meghatározása a 9-11 MHz-es sávban való sugárzás esetén

A számítások a CRPL-módszer, valamint a CCIR 252-2 összefoglaló anyaga alapján történtek. A térerősség-számításoknál is sok diagram, nomogram, táblázat használatára volt szükség, a mellékszámítások kiegészítésével.

A vétel helyén várható térerősség átlagértéke tehát:

$$E = 107,2 + 20 \lg f + P_t + G_t - L_b \text{ [dB}\mu\text{V/m]}, \quad (1)$$

ahol

G_t – az adóantenna nyeresége az izotróp antennára vonatkoztatva [dB]

P_t – az antennába táplált teljesítmény 1 W-ra vonatkoztatva [dB]

f – az optimális üzemi frekvencia [MHz]

L_b – az összeszteség [dB].

$$L_b = L_{bf} + L_i + L_t + Y_p \text{ [dB]}, \quad (2)$$

ahol

L_{bf} – a szétterjedési veszteség [dB]

L_i – az ionoszférikus veszteség [dB]

L_t – a troposzférikus veszteség [dB]

Y_p – az összeköttetés egyéb veszteségei [dB]

$$L_{bf} = 32,44 + 20 \lg f + 20 \lg D, \quad (3)$$

ahol

f – az optimális üzemi frekvencia [MHz]

D – a távolság [km]

Az L_i , L_t és Y_p értékek diagramokból kerültek meghatározásra az adott távolságra.

Az adott távolságra vonatkozó térerősség-átlagértékek meghatározásának menete és a számítás eredménye a következő:

a)

$f_{\bar{u}} = 9625 \text{ kHz}; D = 2000 \text{ km},$

$P_a = 100 \text{ kW} \rightarrow 50 \text{ dB}$

Antenna: HQ 1/0,35; $G_t = 6 \text{ dB};$

$L_{bf} = 118 \text{ dB}; L_t = 0, Y_p = 10 \text{ dB}, L_i = 2 \text{ dB}$

$L_b = 130 \text{ dB};$ tehát

$$E = 183 - 130 = 53 \text{ dB} \rightarrow 455 \mu\text{V/m}$$

A térerősség ingadozása az ionoszféra változása következtében $\pm 9 \text{ dB}$, tehát:

62 dB \rightarrow 1250 $\mu\text{V/m}$ és

44 dB \rightarrow 160 $\mu\text{V/m}$ értékek között változik.

b)

$f_{\bar{u}} = 11675 \text{ kHz}; D = 2000 \text{ km}$

$P_a = 100 \text{ kW} \rightarrow 50 \text{ dB}$

Antenna: HQ 1/0,4; $G_t = 6 \text{ dB}$

Ezen antenna esetén HQ 1/0,4 típust javasolunk, mert ez esetben jelentősen nagyobb a területi besugárzás.

$L_{bf} = 120 \text{ dB}; L_t = 0, Y_p = 10 \text{ dB}, L_i = 2 \text{ dB}$

$L_b = 132 \text{ dB};$ tehát

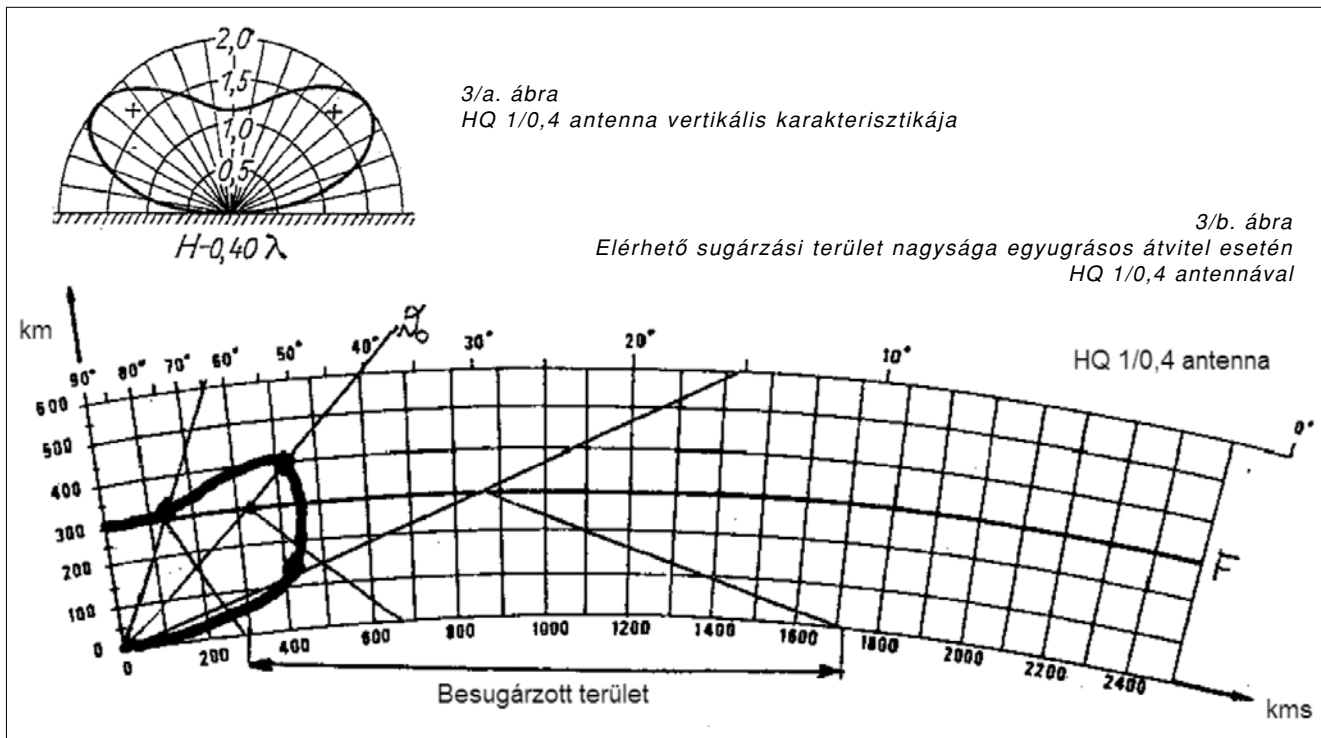
$$E = 184,5 - 132 = 52,5 \text{ dB} \rightarrow 425 \mu\text{V/m}$$

1. táblázat

Adás helye: Magyarország			Január-február, november-december			Március-április, szeptember-október			Május, augusztus		
Besug. terület	Helyi idő	UTC idő	R_{\max}	$R_{\text{köz}}$	R_{\min}	R_{\max}	$R_{\text{köz}}$	R_{\min}	R_{\max}	$R_{\text{köz}}$	R_{\min}
			160	70	10	160	70	10	160	70	10
Európa 2000 km	00-04	23-03	6	6	6	6	6	6	9	9	7
	04-08	03-07	6	6	4	6	6	6	9	9	7
	08-12	07-11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12-16	11-15	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	16-20	15-19	15	9	9	15	11	9	15	9	9
	20-24	19-23	6	6	6	9	9	6	9	9	9

2. táblázat

Adás helye: Magyarország			Január-február, november-december			Március-április, szeptember-október			Május, augusztus		
Besug. terület	Helyi idő	UTC idő	R_{\max}	$R_{\text{köz}}$	R_{\min}	R_{\max}	$R_{\text{köz}}$	R_{\min}	R_{\max}	$R_{\text{köz}}$	R_{\min}
			160	70	10	160	70	10	160	70	10
Európa 2000 km	00-04	23-03	7	6	6	6	6	6	9	9	7
	04-08	03-07	6	6	4	6	6	6	9	9	7
	08-12	07-11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	12-16	11-15	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	16-20	15-19	15	9	9	15	9	9	15	11	9
	20-24	19-23	7	6	6	9	6	6	9	9	9



A térerősség ingadozása az ionoszféra változása következtében ± 9 dB, tehát:

61,5 dB \rightarrow 1203 $\mu\text{V/m}$ és

43,5 dB \rightarrow 150 $\mu\text{V/m}$ értékek között változik.

A térerősségértékek is kedvező (átlagérték mindkét frekvencián 400-500 $\mu\text{V/m}$) eredményt mutatnak, tehát ezen sávokban való sugárzásunk európai célterületen feltétlen eredményes lenne.

4. A térerősségértékek meghatározása számítógép segítségével

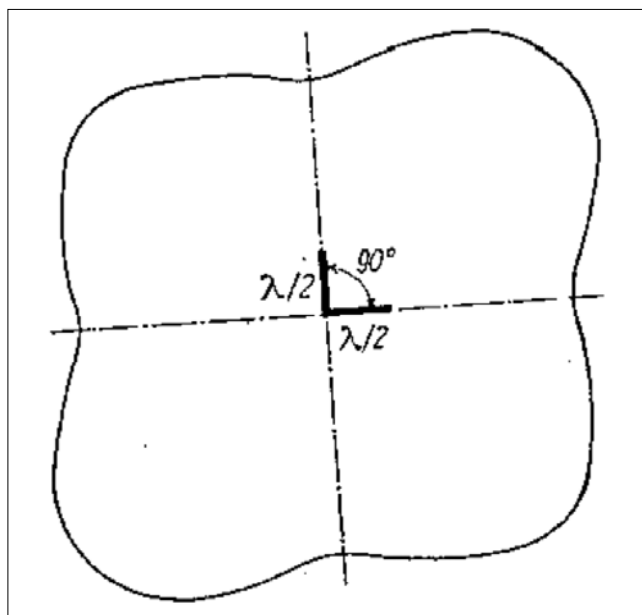
Az európai 2000 km-es zónára a 9-11 MHz-es sávban történő sugárzás esetén várható térerősségértékek számítógépes programmal is meghatározásra kerültek, különböző napfoltszámokra, melyek eredményeit a következő oldalakon mellékelt térképek mutatják be (M1-M3. a) ábrái).

Az ábrázolt térképek az 1. táblázatban kijelölt mezők kiindulási adataira vonatkoznak.

Minden lefedettségi térkép mellé készült a 6 MHz-es sávban várható lefedettség alakulását ábrázoló térkép (M1-M3. b) ábrái), így ezen összehasonlítások eredményei is igazolják, hogy a 9-11 MHz-es sávban igen eredményes lenne sugározni az európai területre, ami növelné a hallgatottságot.

5. Következtetések, javaslatok

Az európai területre az optimálisfrekvencia-számítások eredményei és a korábbi vételmegfigyelések is igazolják, hogy hosszabb időszakokban ezen frekvenciasáv-



4. ábra
HQ 1/0,4 típusú antenna horizontális karakterisztikája

vok használata a legkedvezőbb, és feltétlen célszerű, illetve hatékony lenne a 9-11 MHz-es sávban sugározni műsorainkat.

Ezek alapján kedvező lenne, ha a jászberényi 9-11 MHz-es HQ 1/04 típusú szögletantenna kiépülne, mert ezáltal nagymértékben növelni lehetne az európai terület besugárzását.

A HQ 1/0,4 típusú körsugárzó szögletantenna-rendszer vertikális karakterisztikájának alakulását és az elérhető sugárzási terület nagyságát egyugrásos átvitel esetén az F-réteg figyelembevételével a 3. ábra szemlélteti, a horizontális karakterisztika alakulását pedig a 4. ábra mutatja be.

M1

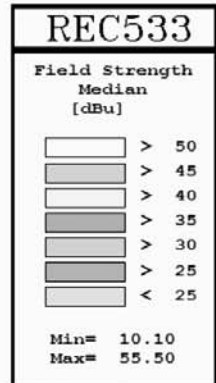
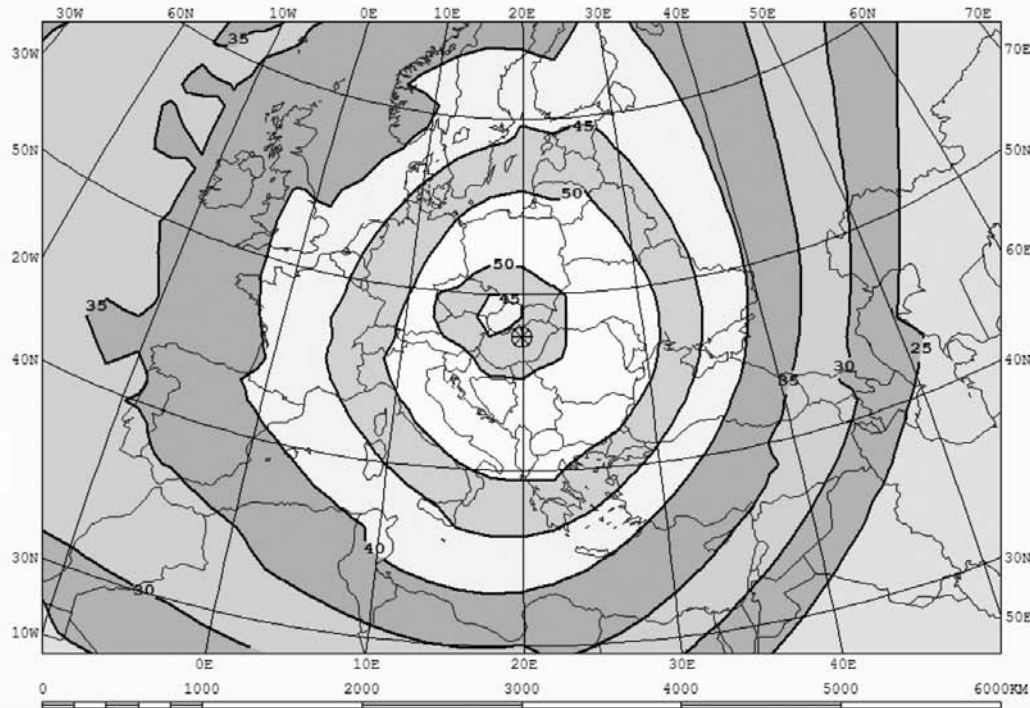
JASZBERENY [Omni 4dB []] 100kW -1deg 08ut 11.675MHz JAN 160ssn

DBU

Tx location to grid of Rx

AREADATA\jb\6025m.R12

Version 03.1106W



CCIR coefficients
31x 31 gridsize

NTIA/ITS

a) Számított lefedettség napfoltmaximum esetén a 11 MHz-es sávban

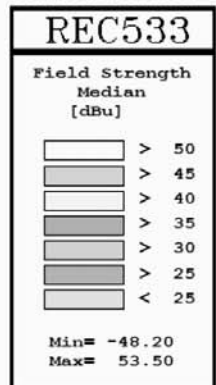
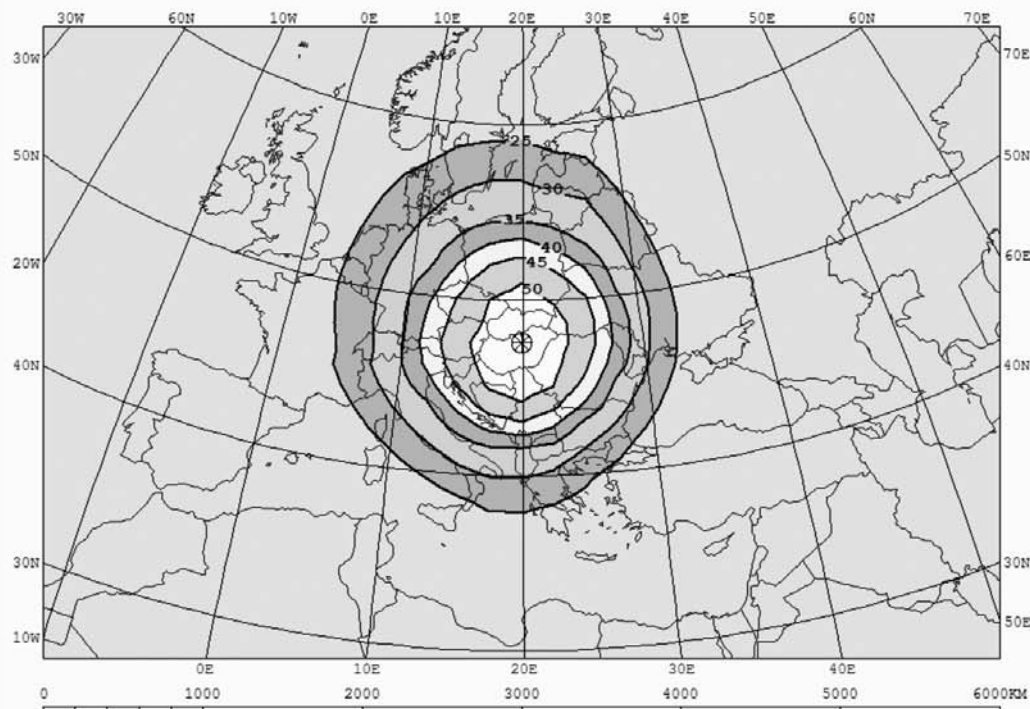
JASZBERENY [Omni 4dB []] 100kW -1deg 08ut 6.025MHz JAN 160ssn

DBU

Tx location to grid of Rx

AREADATA\jb\6025m.R11

Version 03.1106W



CCIR coefficients
31x 31 gridsize

NTIA/ITS

b) Számított lefedettség napfoltmaximum esetén a 6 MHz-es sávban

M2

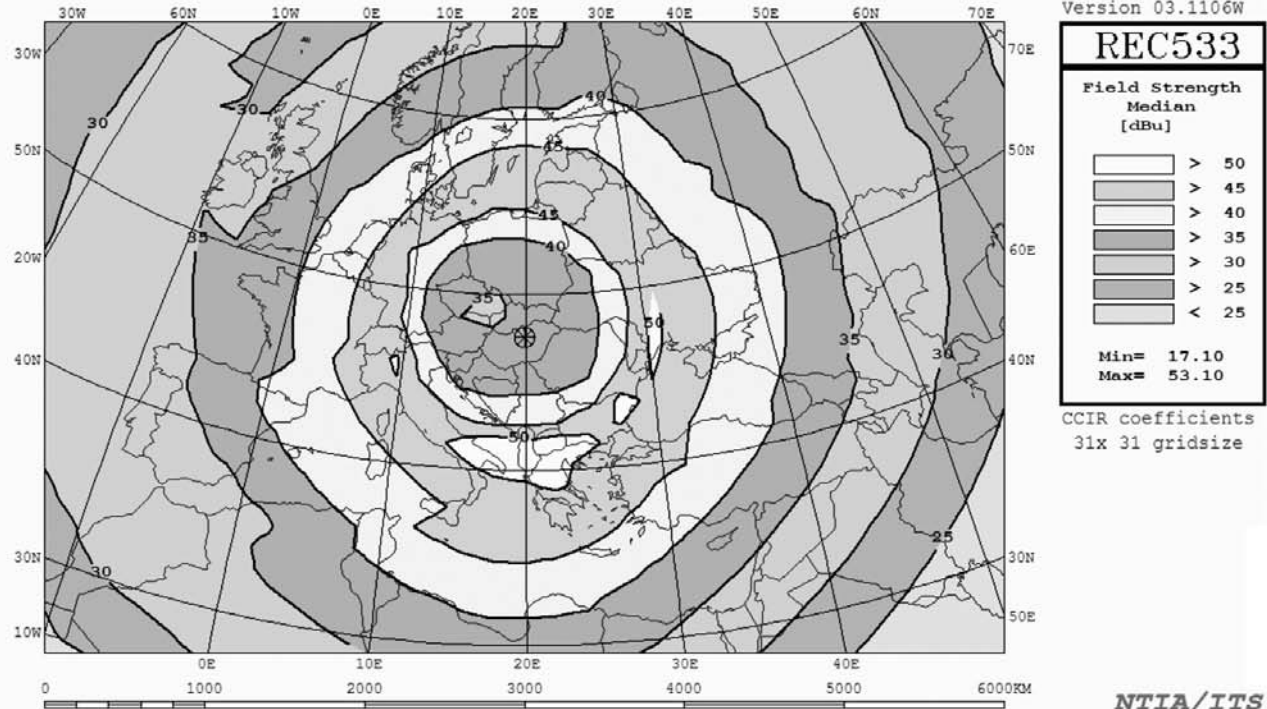
JASZBERENY [Omni 4dB []] 100kW -1deg 08ut 11.675MHz MAR 70ssn

DBU

Tx location to grid of Rx

AREADATA\jb\6025m.R14

Version 03.1106W



a) Számított lefedettség napfoltközepes időszakban a 11 MHz-es sávban

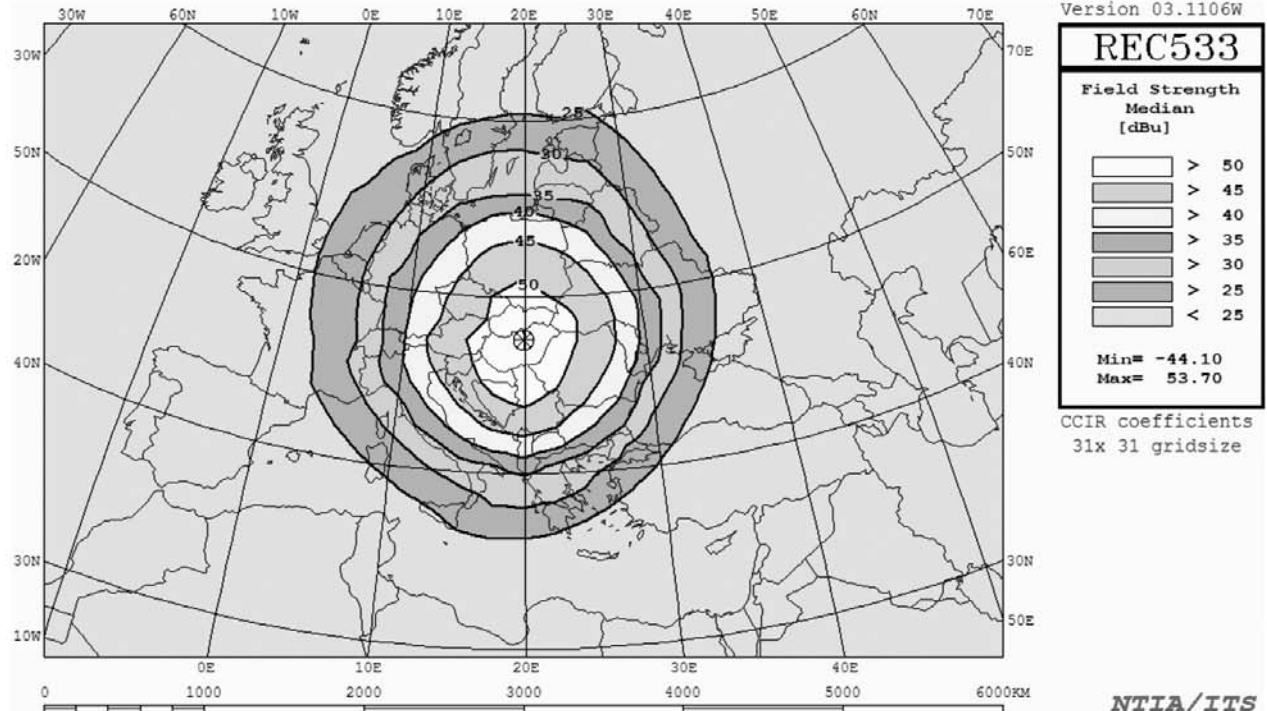
JASZBERENY [Omni 4dB []] 100kW -1deg 08ut 6.025MHz MAR 70ssn

DBU

Tx location to grid of Rx

AREADATA\jb\6025m.R13

Version 03.1106W



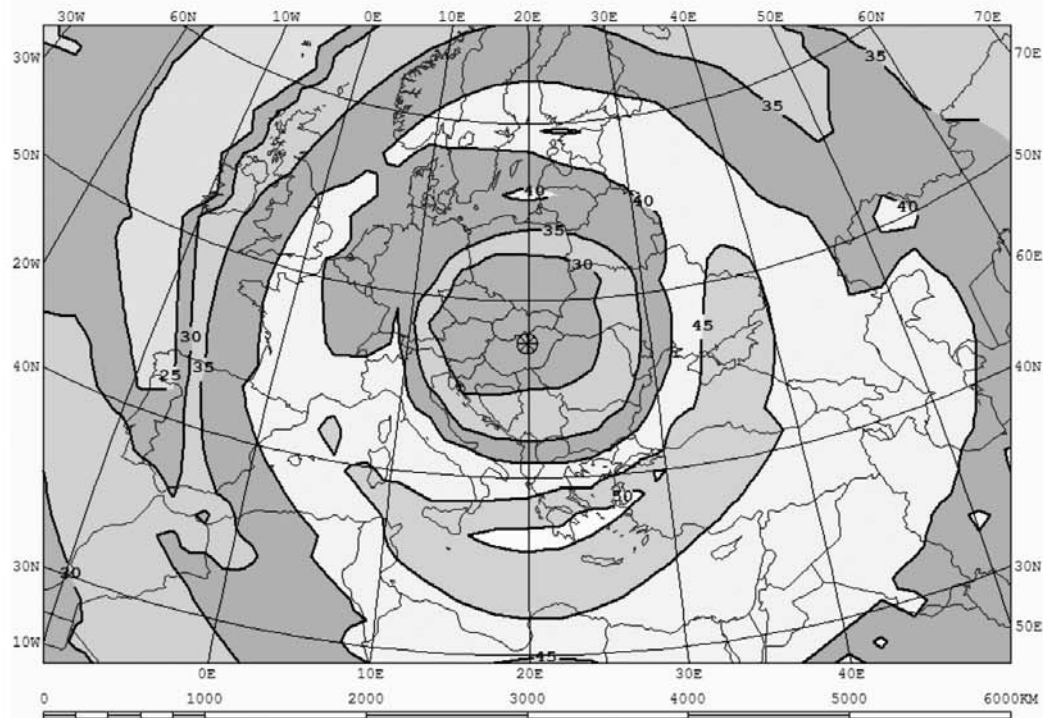
b) Számított lefedettség napfoltközepes időszakban a 6 MHz-es sávban

M3

JASZBERENY [Omni 4dB []] 100kW -1deg 16ut 9.625MHz AUG 10ssn

Tx location to grid of Rx

DBU
AREADATA\jb\6025m.R16



Version 03.1106W

REC533

Field Strength Median [dBu]

> 50
> 45
> 40
> 35
> 30
> 25
< 25

Min= 19.50
Max= 51.40

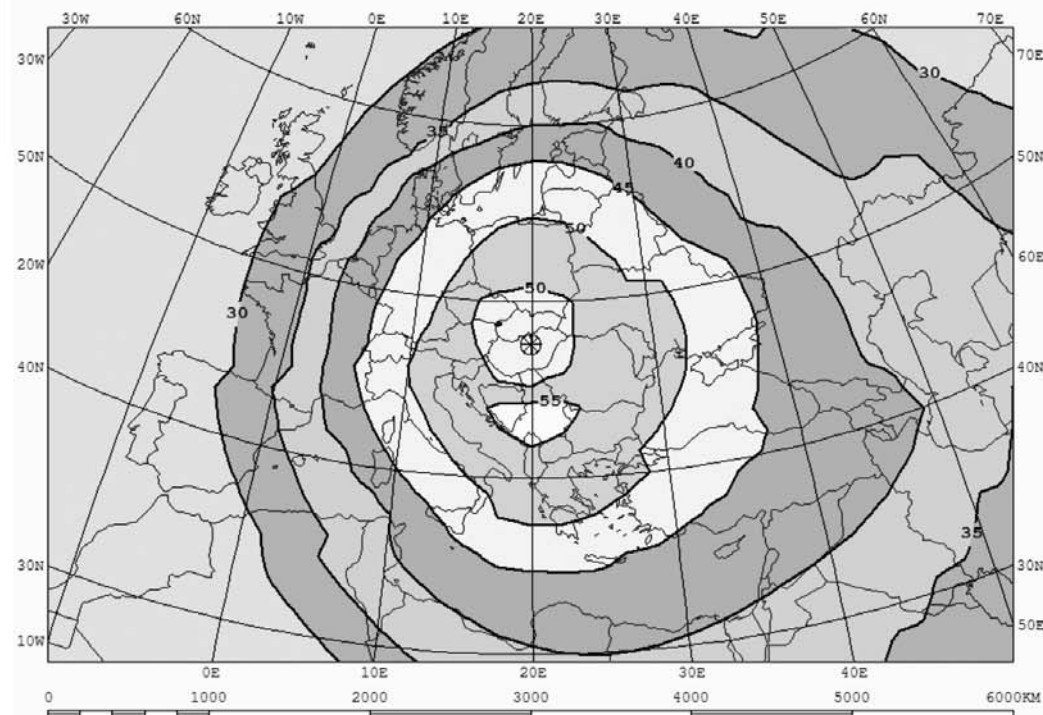
CCIR coefficients
31x 31 gridsize

a) Számított lefedettség napfoltminimum esetén a 9 MHz-es sávban

JASZBERENY [Omni 4dB []] 100kW -1deg 16ut 6.025MHz AUG 10ssn

Tx location to grid of Rx

DBU
AREADATA\jb\6025m.R15



Version 03.1106W

REC533

Field Strength Median [dBu]

> 55
> 50
> 45
> 40
> 35
> 30
< 30

Min= 5.50
Max= 56.70

CCIR coefficients
31x 31 gridsize

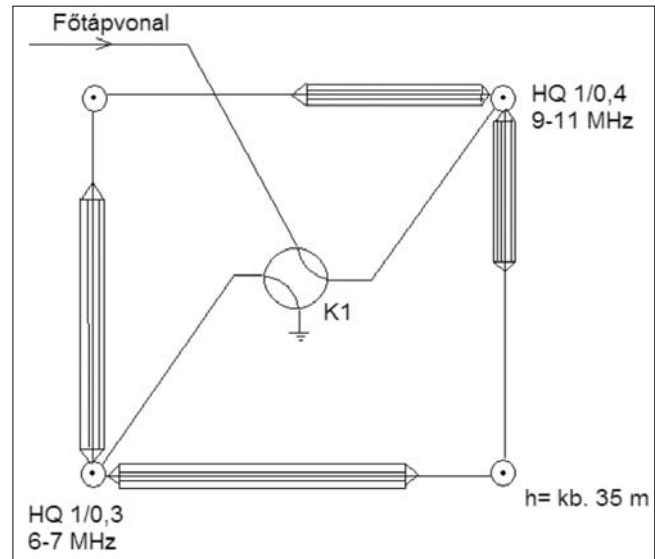
b) Számított lefedettség napfoltminimum idején a 6 MHz-es sávban

A HQ 1/0,4 antennarendszer területbesugárzásának optimális alakulását a 9, illetve 11 MHz-es sávokban az 5. ábra mutatja be.

Egy új HQ 1/0,4 típusú antennarendszer kiépítésére Jászberény rádióállomáson a lehetőség biztosított a keleti antennaág végén, a HQ 1/0,3 6-7 MHz-es antennával a 6. ábrán szemléltetett rendszertechnikai rajz alapján. Egy új távvezérelt átkapcsolóval így az igényeknek, vagy az időszakoknak megfelelően a 6-7 MHz-es, illetve az új 9-11 MHz-es szögletantenna-rendszerek biztosítani tudják a kívánt sugárzást 100 kW adóteljesítmény mellett.

A fejlesztési vizsgálat alapján megállapítható, hogy a jászberényi rövidhullámú állomáson az európai terület hatékonyabb besugárzása érdekében a 9-11 MHz-es körsugárzó szögletantenna kiépítése HQ 1/0,4 kialakításban nagyon jelentős lenne és telepítésére a lehetőség biztosított. Továbbá azt is figyelembe kell venni, hogy a DRM-rendszerben sugárzó adóberendezések száma jelentősen növekedett az európai területen is és további növekedés várható. Ezek az adóberendezések főleg a 6-7, illetve 9-11 MHz-es sávban sugároznak.

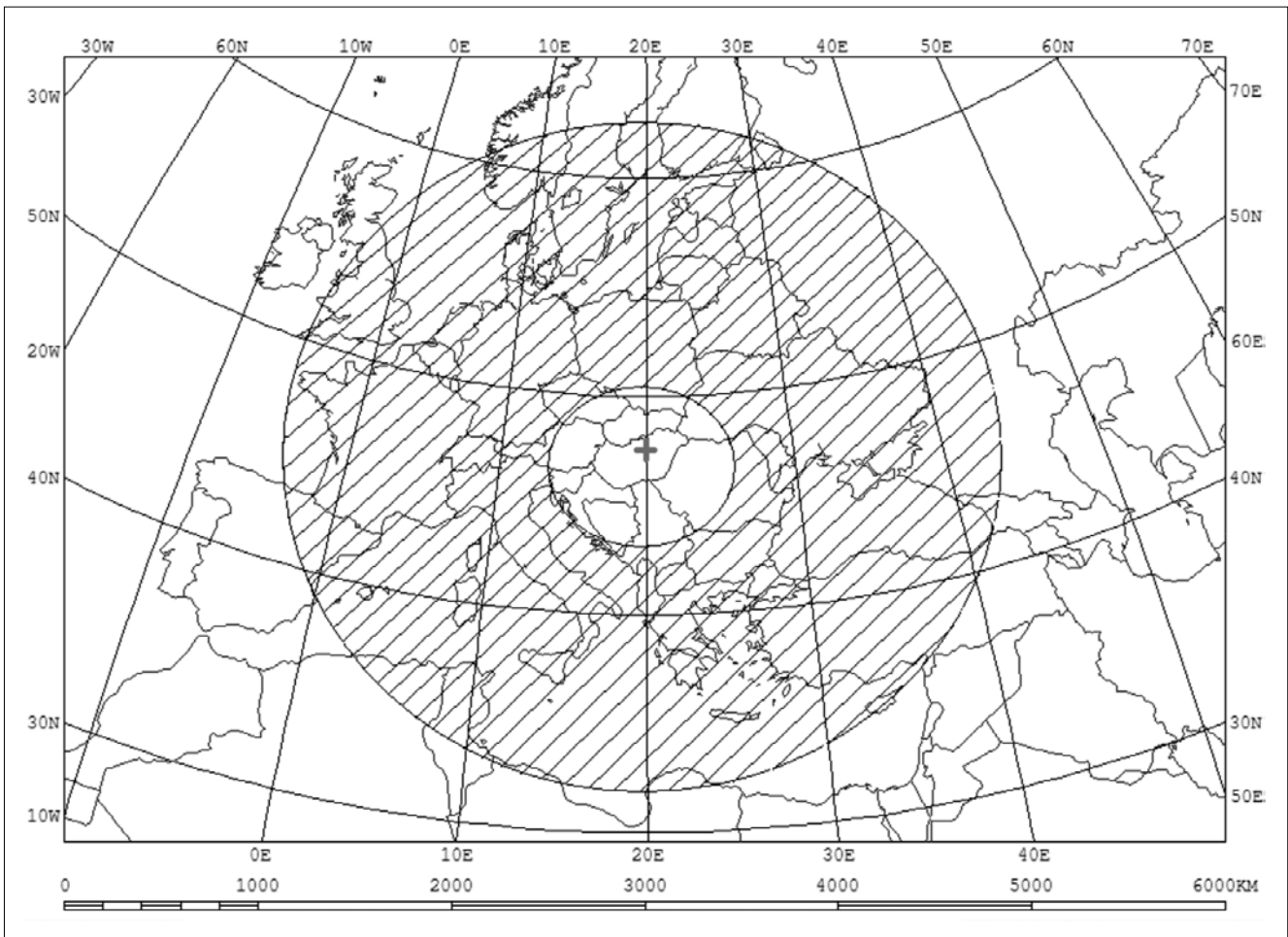
Várható, hogy a hazai vonatkozásban és a közeljövőben megindul a DRM-sugárzás a rövidhullámú adókon, így a 6-7-9-11 MHz-es sávokra az európai területre az antennák rendelkezésre állnának.



6. ábra
A javasolt antennarendszer-bővítés és antennaátkapcsoló-rendszer

A hallgatottság tovább fokozható a digitális műsor-szórás bevezetésével. A győri Széchenyi István Egyetemen folytatott vételi megfigyelések azt mutatják, hogy a 9-11 MHz-es frekvenciasávban stabil digitális rádiómű-sorszórás hozható létre.

5. ábra HQ 1/0,4 antennával besugározható terület



A következőkben az AM sáv Európában használatos digitális műsorsugárzás néhány, a sugárzórendszerre vonatkozó kérdését tekintjük át.

6. Hosszútávú üzemeltetési lehetőség, avagy RH műsorszóró antennák megfelelősége digitális műsorszórásra

A digitális rádióműsorszórás nemcsak az URH-sávban valósítható meg, hanem a kisebb frekvenciák tartományában is. Így az URH sávú DAB (Digital Audio Broadcasting) után megszületett az egységes DRM (Digital Radio Mondiale) rendszer, amely az analóg AM műsorszórást hivatott felváltani.

A DRM átviteli lánc utolsó láncszeme, amely még a műsorszolgáltató hatáskörébe tartozik, az antennarendszer. A következőkben számba vesszük azokat a szempontokat, amelyek a digitális sugárzási mód kapcsán felmerülnek az antennarendszert illetően – elsődlegesen a rövidhullámú sugárzás vonatkozásában.

A rövidhullámú antennák általában úgy vannak tervezve, hogy szélesebb sávban jó illesztést biztosítsanak, így várható, hogy a DRM-csatorna sáv szélességénél jóval nagyobb sávban sem okoznak romlást a digitális jel minőségében. A DRM-nél alkalmazott csatorna-sáv szélességek illeszkednek az analóg rendszer sáv szélességéhez, ezért általában az analóg csatorna helyett egyetlen DRM-csatorna sugárzása kerül megvalósításra. De például simulcast sugárzási mód esetén – különösen kisebb frekvenciákon – már nem biztos, hogy ez a sáv szélesség elegendő. Ebben az esetben valószínűleg célszerűbb új antennát telepíteni, mint a meglévőt a digitális sugárzáshoz adaptálni.

Az antennarendszer korlátozott sáv szélessége elsődlegesen a sáv széli vivők amplitúdóinak csillapításában és fázisviszonyainak megváltozásában érezteti hatását. (A DRM-nél úgynevezett ortogonális frekvenciamultiplex rendszert alkalmaznak, amely csatornánként mintegy 100-200 digitálisan modulált vivő átvitelét jelenti.)

Az eddigi sugárzási kísérletek azt bizonyítják, hogy rövidhullámú átvitel esetén az antennán semmiféle módosításra nincs szükség. A középhullámú antennák sokkal keskenyebb sávok átvitelére alkalmasak, de vannak olyan megoldások, hogy egy antennával több program is sugározható. Nagyon sokféle középhullámú antenna létezik, melyek felületi vagy felületi és térhullám sugárzására terveztettek és úgy vannak kihangolva, hogy a vivőfrekvencián az antennaimpedancia tiszta valós érték. A sáv széleken azonban ez már nem így van, ott az impedancia képzetes résszel is rendelkezik.

A DRM-sugárzásra vonatkozó ajánlás szerint az antennaimpedanciának a vivőfrekvenciára szimmetrikusnak kell lennie, azaz a képzetes értékek a vivőfrekvenciától azonos távolságra pozitív, vagy negatív irányban azonos nagyságúak, de ellenkező előjelűnek kell lennie. Az antenna illesztetlenségét az adóhoz állóhullámaránnyal is megadhatjuk. Az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy az állóhullámaránnyal DRM-átvitel esetében a vivőfrek-

venciától ± 10 kHz-re legalább 1,2-nek, ± 15 kHz-re legalább 1,4-nek kell lennie.

Mindezeket figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a rövidhullámú digitális műsorsugárzásra történő átállás esetén az analóg sugárzáshoz alkalmazott sugárzórendszer minden változtatás nélkül megfelel és továbbra is alkalmazható.

Jelenleg 17 rádió folytat DRM sugárzást a 9-11 MHz-es sávban, köztük olyan neves műsorszórók is, mint a Deutsche Welle, a Radio Vaticana, a Voice of Russia, a Radio Canada International, vagy a Kínai Rádió. Közép-Európából a Prága Rádió sugároz DRM-ben ebben a sávban heti két óra időtartamban, 100 kW teljesítménnyel.

6. Összefoglalás

A jászberényi 6-7 MHz-es körsugárzó szögletantenna kibővítése a 9-11 MHz-es sávra a számítások és a korábbi tapasztalatok alapján javítaná az európai célterület lefedését a rövidhullámú sávban. A megvalósításnak elvi akadálya nincs, a jelenlegi antennarendszer egyszerűen bővíthető, a tápvonal-átkapcsoló telepítése sem okoz jelentős kiadást. A rendszerbővítés hosszútávú befektetés lehetne, hiszen az antenna a jövőben bevezetendő DRM-sugárzás esetén is átalakítás nélkül használható lenne.

A szerzőkről

BALLA ÉVA rádióhírközlés szakirányon végzett a győri Széchenyi István Főiskola villamosmérnök szakán. 1999 óta az Antenna Hungária Zrt. fejlesztési osztályán dolgozik. A hosszú-, közép- és rövidhullámú (analóg) sugárzás mellett a hazai digitális rádiózás bevezetésének kérdéseivel, illetve a DAB-rendszerrel foglalkozik. Tagja az EBU B/LMS munkacsoportjának (digitális műsorszórás a hosszú- közép- és rövidhullámú sávokban) és a HTE Digitális Rádió Körének. Egyesületi tevékenységéért 2007-ben HTE Ezüst Jelvény kitüntetéssel jutalmazták.

DÓSA GYÖRGY a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki karán 1955-ben szerzett oklevelet, 1970-ben pedig rádió-műsorszóró és hírközlő szakmérnöki oklevelet. 1955-től a Posta Rádióműszaki Hivatalban, illetve a Rádió és Televízió Műszaki Igazgatóság Műszaki Osztályán kezdett dolgozni. Munkaterülete közép- és rövidhullámú műsorszóró, valamint hosszú- és rövidhullámú kommunikációs adóberendezések és antennarendszerek üzemeltetése, korszerűsítése, valamint új adóberendezések és antennarendszerek telepítése volt. 1962-1996-ig a PRMIG (1992-től Antenna Hungária Rt.) fejlesztési osztályvezető-helyettese. Ezen időszakban a hazai közép- és rövidhullámú adó- és antennahálózat fejlesztési, beruházási valamint rekonstrukciós munkálataival, valamint hullámterjedési és hálózatfejlesztési vizsgálatokkal foglalkozott. 1962-től tagja a Híradástechnikai Tudományos Egyesületnek és ezen belül esetenként részt vesz a hazai rádióműsor-sugárzási kérdések vizsgálatában. Tagja a HTE Senior Klubjának, 1996-ban HTE Ezüst Jelvény kitüntetéssel jutalmazták. Több szakcikk szerzője és társszerzője.

STANDEISKY ISTVÁN a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán szerzett villamosmérnöki és műszaki tanári diplomát. 1970 óta a győri Széchenyi István Egyetem oktatója. Kutatási területe a digitális tv- és rádióműsorszórás. Ebben a témában egyetemi jegyzet, számos cikk szerzője és társszerzője. A DRM-ről több előadást tartott, többek között a HTE-ben is.