



NEMZETI MÉDIA- ÉS
HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG

A digitális rádiózás frekvenciagazdálkodási kérdései

Ferencz Zsolt

műsorszóró szakértő
ferencz.zsolt@nmhh.hu

Tóth András

műsorszóró szakértő
toth.andras@nmhh.hu



NEMZETI MÉDIA- ÉS
HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG

A digitális rádiózás frekvenciagazdálkodási kérdései

Tóth András

műsorszórási szakértő

toth.andras@nmhh.hu

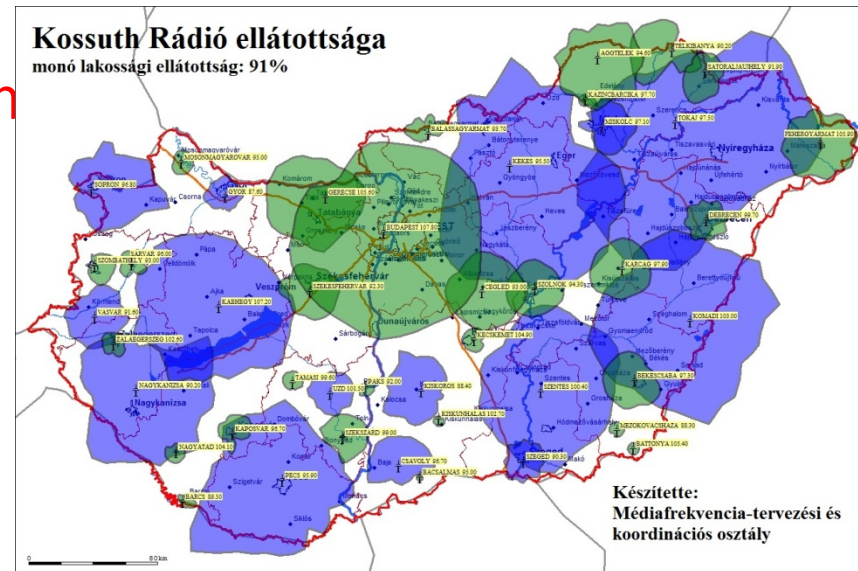
*Az URH-FM rádiózás jövője és a digitális
rádiós platformok bevezetésének
lehetőségei Magyarországon*

- 1933: Edwin Howard Armstrong (amerikai mérnök) feltalálja a szélessávú frekvenciamodulációt
- 1937: az első FM adó az USA-ban a 42-50 MHz-es sávban
- 1945: a 88-108 MHz-es tartomány lesz az FM sáv
- 1950-es évek: Európában is megjelenik és rendkívül népszerű lesz
- 1957: Az első rendszeres kísérleti FM adás Magyarországon (Bp.)
- Magyarország átáll a 87,5-100 MHz-es sávról a 66-74 MHz-esre
- 1961, Stockholm: Európai Műsorszóró Konferencia
- 1984, Genf: URH-FM műsorszórás frekvenciaterve a 87,5-108 MHz-es sávban, az összes európai ország részvételével
- 1980-as évek: kifejlesztik az első digitális rádiós műsorszóró rendszert



forrás: IEEE - USA Today's
Engineer Online

- szinte teljesen telített az URH-FM sáv, nincs jelentős szabad kapacitás
- GE'84: 117 magyar frekvencia 87,5-108 MHz között
- Magyarországon ma (2014.10.06): 326 adó üzemel és 468 szerepel az ITU Frekvenciakiosztási Tervében
- kedvező vételi körülmények, optimális vételi viszonyok, olcsó vevőkészülékek
- a legnépszerűbb és legelterjedtebb rádióműsor-terjesztési platform



- 2006, Genf: Regionális Rádiótávközlési Értekezlet (RRC-06)
- Európában a DAB és a DAB+ terjedt el, de erről majd később...
- Ázsia: T-DMB; USA: HD Radio; oroszok: RAVIS
- AM helyett: DRM
- Norvégia: T-DAB; FM lekapcsolása 2017-ben
- Egyesült Királyság: T-DAB; FM lekapcsolása 2017-2022 körül
- Dánia, Svájc, Németország következhet...



**87,5-108 MHz: digitális műsorszórás vagy valami más?
Digitális átállás: fokozatosan vagy egy lépésben?**



NMHH munkaanyag az FM sáv digitalizációjáról

DRM:

- 30 kHz – 30 MHz
- COFDM
- 4/16/64QAM
- MPEG-4 AAC

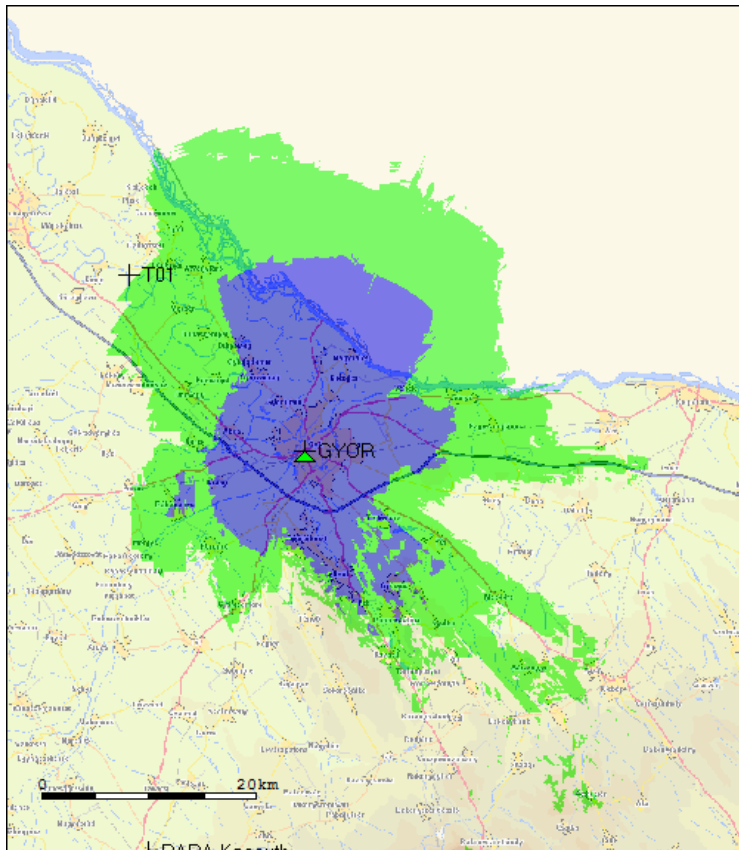


DRM+:

- 30 – 300 MHz (URH I, II, III sáv)
- 100 kHz sáv szélesség
- 4/16QAM
- MPEG-4 AAC+ (HE AAC v2)

További előnyök:

- SFN-ben az adók között max. 75 km (DVB-T: 67,8 km)
- URH-FM-nél jóval alacsonyabb minimális térerősség (URH-FM: 54 dB μ V/m)
- **1-7 műsor átvitele 100 kHz-en (URH-FM: 1 műsor átvitele 256 kHz-en)**
- 1 FM spektrummaszkban 2 DRM jel is elfér!
- a GE'84 Egyezmény és az ITU-R BS.1660-6 Ajánlás alapján **implementálható az URH-FM sávban**
- DE: előtte zavarvizsgálatok és nemzetközi koordináció



Külföldi tapasztalatok:

- Róma/Vatikán
 - URH-FM-nél nagyobb ellátottság érhető el
 - 44 dB μ V/m-nél már jó a minőség
- Edinburgh (BBC)
 - 4QAM, Δ ERP = -10 dB
 - 16QAM, azonos ERP
 } jobb ellátottság
- Hannoveri Egyetem
 - SFN megoldással jobb ellátottság

**KÉPES LEHET AZ URH-FM
MŰSORSZÓRÁS
KIVÁLTÁSÁRA!**

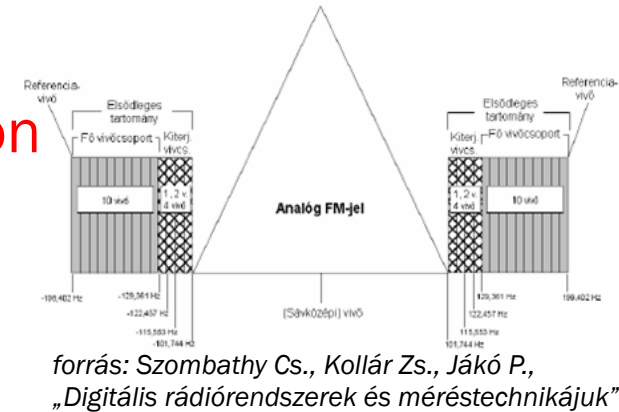
FM:

- löket: +/- 75 kHz
- pilotjeles sztereó
- helyvalószínűség: 50%
- fix vétel

DRM+:

- moduláció: 16QAM
- kódarány: 1/3
- helyvalószínűség: 70%
- fix vétel
- ERP: ERP_{FM} - 10 dB

- amerikai fejlesztés (2003, iBiquity)
- **hibrid rádiórendszer URH-n és középhullámon**
- digitális oldalsáv: OFDM, MPEG-4 HE AAC v2
- adatsebesség: 96-300 kbit/s
- **1-7 műsor átvitele egy URH-FM frekvencián**
- üzemelhet SFN-ben is
- hagyományos FM-vevőkészülékkel is hallgatható
- elterjedt: USA, Fülöp-szigetek, Mexikó, Panama
- jelentősebb európai tesztek: Románia, Svájc
- **jók a tapasztalatok, de a koordináció korlát lehet**



Jó megoldás lehet a 87,5 – 108 MHz sávban!

Realtime Audio Visual Information System:

Valós idejű Hang- és Képinformációkat Továbbító Rendszer

Tulajdonságok:

- orosz fejlesztés (2006), első tesztek 2010-től
- URH I. és II. sáv
- MPEG-4 AVC/H.264, MPEG-4 HE-AAC
- 150-700 kbps adatátvitel 200 kHz-en
- egy csatornában több hang műsor, vagy egy videó műsor több hangsávval
- analóg és digitális technológiák egyidejű sugárzása lehetséges
- jelenleg még kiforratlan technológia, nincsenek elérhető adóberendezések és vevőkészülékek

Jó alternatíva lehet az URH-FM sávban, de a fejlesztése még kezdeti fázisban van!

- szinte teljesen telített az URH-FM sáv, nincs jelentős szabad kapacitás
- még az URH-FM a legnépszerűbb és legelterjedtebb rádióműsor-terjesztési platform, de folyamatos az átállás a digitális technológiákra a világban
- Európában a DAB és a DAB+ terjedt el, de léteznek más alternatívák is: DRM+, HD Radio, RAVIS
- a bemutatott digitális rádiórendszerek az URH-FM sávban válthatnák ki az analóg technológiát



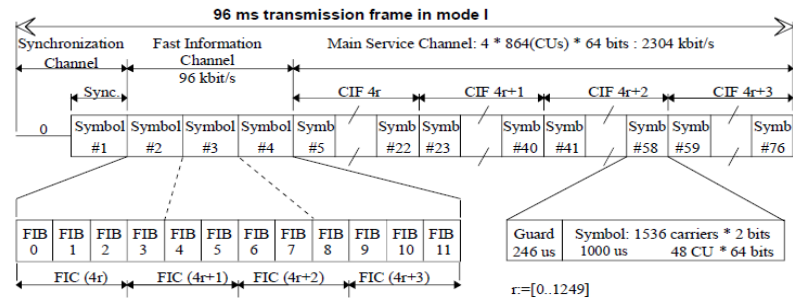
NEMZETI MÉDIA- ÉS
HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG

A digitális rádiózás frekvenciagazdálkodási kérdései

Ferencz Zsolt
műsorszórá szakértő
ferencz.zsolt@nmhh.hu

*A DAB+ hálózat megvalósítási lehetőségei
frekvenciagazdálkodói szempögből*

- DAB szabvány: 1980-as évek → szabványfrissítés: 2007, DAB+
- DVB-T-vel ellentétben szinkron rendszer (mint például a PDH és SDH rendszerek).
- MSC: 2304 kbit/s + FIC: 96 kbit/s



- OFDM
- Moduláció: $\pi/4$ -shift DQPSK, nullátmenetek kiküszöbölése érdekében (keret szinkronizáció megtartása)



- MPEG-1 és MPEG-2 layer II
- Konvolúciós kódoló



- MPEG-4 AAC
- Konvolúciós kódoló + Reed-Solomon kód

- DAB blokk sávszélessége : 1,75 MHz (4 blokk fér el egy VHF III. sávi TV csatornában)
- Hálózat tervezési szempontból a T-DAB kisebb rugalmassággal rendelkezik mint a DVB-T

		Mode I	Mode IV*	Mode II	Mode III
Typical use		Terrestrial VHF	Terrestrial Urban L-Band	Terrestrial L-Band	Satellite L-Band
Number of carriers	n	1536	768	384	192
Approximate Carrier spacing	Δf	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Useful symbol duration	T_U	1 msec	500 μ sec	250 μ sec	125 μ sec
Guard Interval	Δ	246 μ sec	123 μ sec	62 μ sec	31 μ sec
Total symbol duration	$T_S = T_U + \Delta$	1246 μ sec	623 μ sec	312 μ sec	156 μ sec
Max. speed (mobile) VHF	v_{max}	260 / 390 km/h	520 / 780 km/h	n.a.	n.a.
Max. speed (mobile) L-Band	v_{max}	40 / 60 km/h	80 / 120 km/h	160 / 240 km/h	320 / 480 km/h

- A DAB+ szabványnál négy védelmi szint van meghatározva.

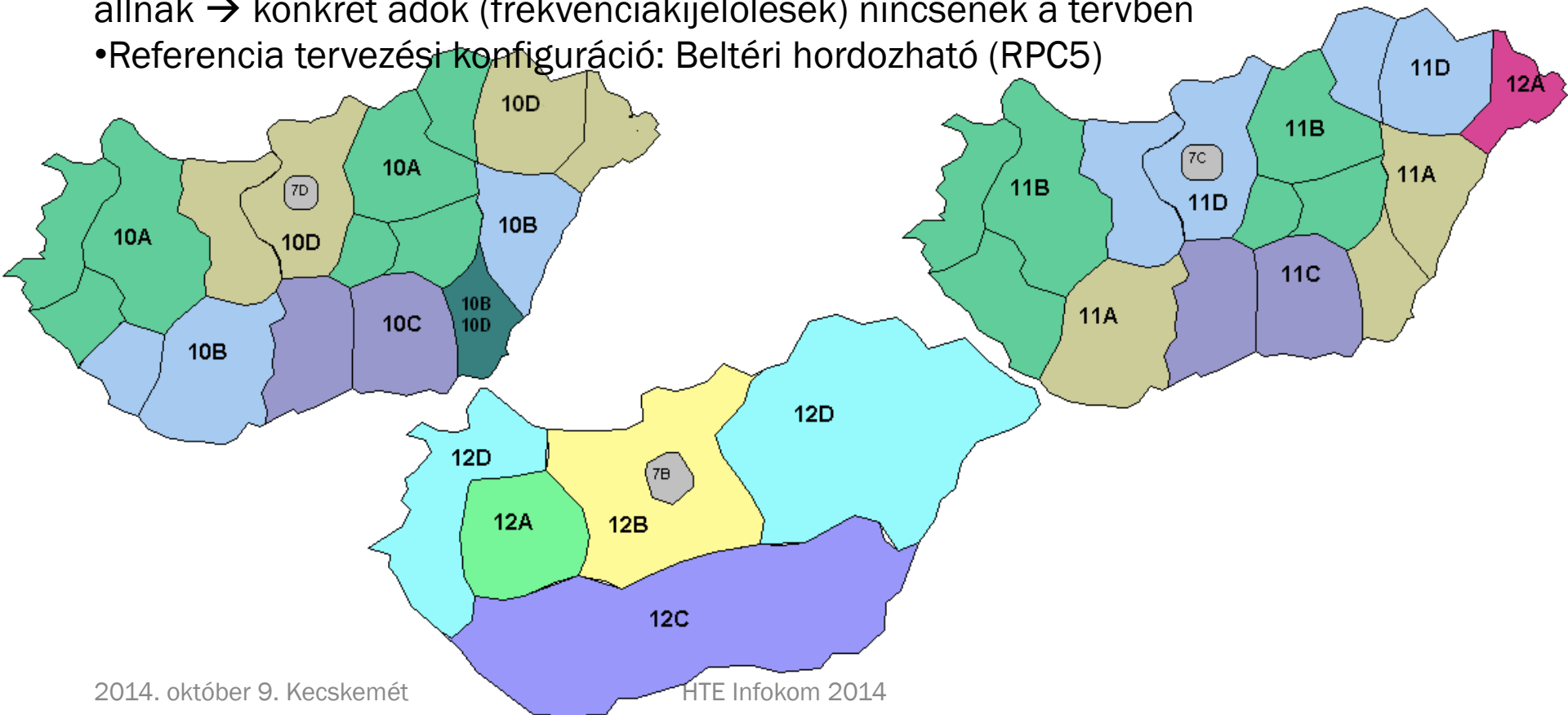
Protection Level	Fixed Reception (C/N, dB)	Mobile and Portable Reception (C/N, dB)
1A	3.8	7.0
2A	4.4	9.3
3A	5.7	11.8
4A	8.6	17.3

- Tervezés 15 dB C/N →

	Hordozható beltéri	Mobil vétel
E_{min}	66 dB μ V/m	60 dB μ V/m

•2006: Regionális rádiótávközlési értekezlet (RRC06), Genf:

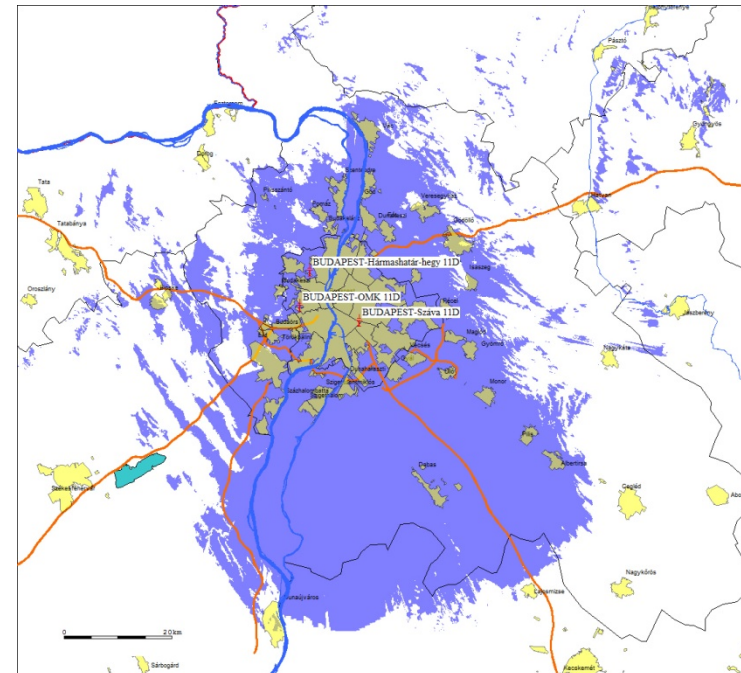
- 174-230 MHz-es sáv digitális rádiós műsorszórásra is kijelölésre került a digitális televíziós adók mellett
- Magyarország három darab országos hálózatot koordinált sikerrel
- A GE06 tervbe bekerült hálózatok frekvencia-kiosztási területekből (allotmentek) állnak → konkrét adók (frekvenciakijelölések) nincsenek a tervben
- Referencia tervezési konfiguráció: Beltéri hordozható (RPC5)



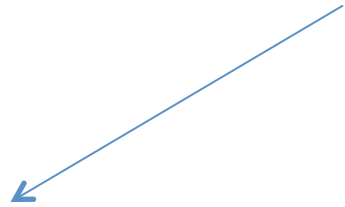
- 2008: Pályázati kiírás egy VHF sávú digitális rádiós multiplexre
- Nyertes: Antenna Hungária
- A pályáztatott hálózat a 12-es blokkból épül fel
- 12. csatornán üzemelő kabhegyi analóg televízióadó



- 2009: Budapesten három telephelyen elindul a teszt sugárzás a 11D csatornán DAB+ rendszerrel:
 - 7 műsor
 - 30%-os lakossági ellátottság mobil vételre



- A frekvenciakiosztási körzeteket telephelyekhez köthető frekvenciakijelölésekké (adókká) kell konvertálni



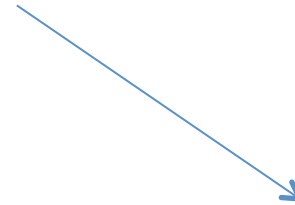
Allotment konverzió

Előnyök:

- konform paraméterek esetén nem szükséges további nemzetközi koordináció

Hátrány:

- Kisebb ERP-k



A tervben szereplő allotmentekre épülő önálló frekvenciakijelölések koordinációja

Előnyök:

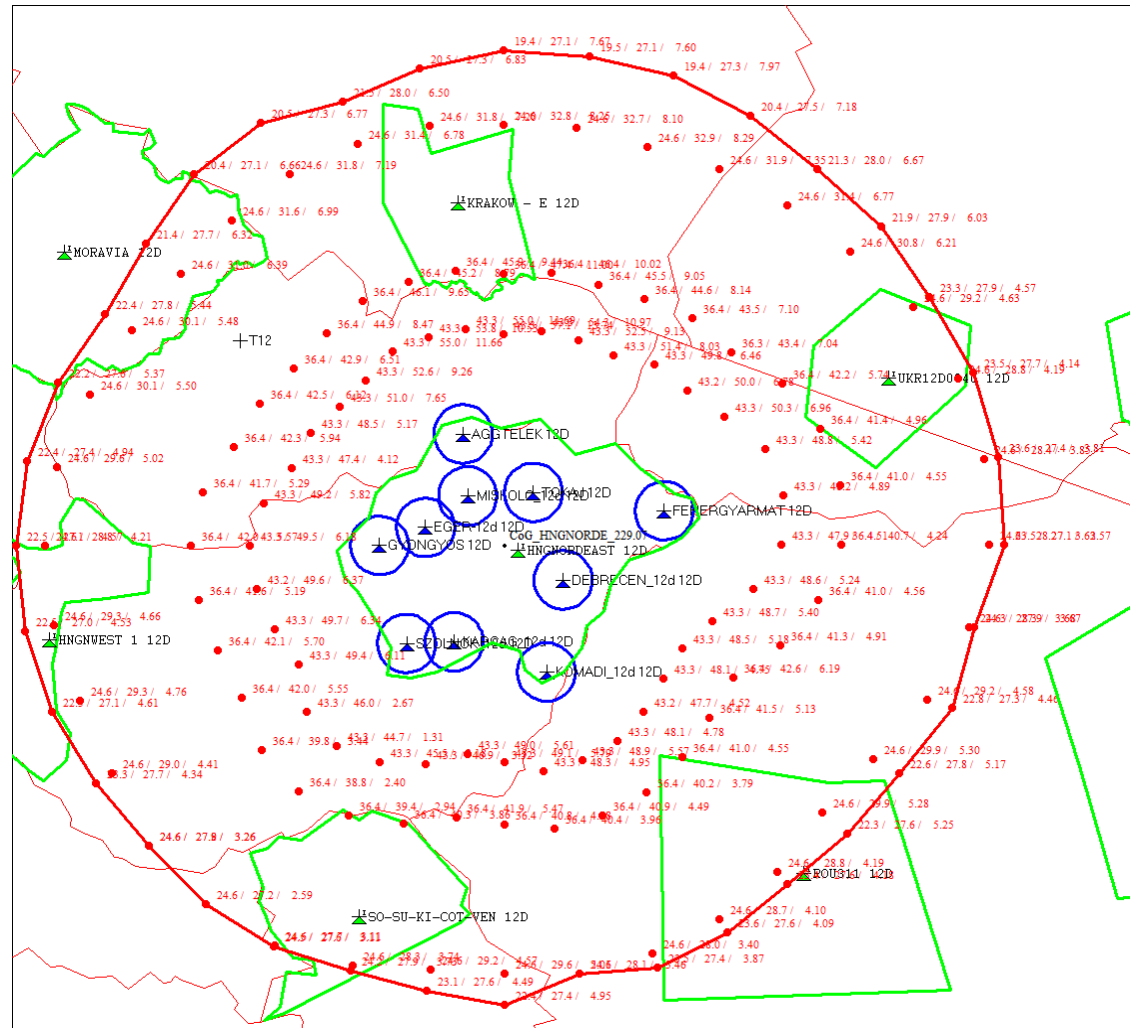
- Nagyobb ERP-k

Hátrány:

- Nemzetközi koordináció mindenképp szükséges

•Konformitás vizsgálat a tervnek való megfelelés ellenőrzésére:

- A tervezett hálózat és egy referencia hálózat (RN2) által adott pontban történő létrehozott térerősségek összehasonlítása.
- Ha nincs túllépés → koordináció nélkül bejelenthető az ITU master registerébe
- Túllépés esetén az adó teljesítményeket korlátozni kell, vagy le kell folytatni a nemzetközi koordinációt az érintett országokkal



•Azonos csatornás allotmenten belül létrehozott térerősség vizsgálata:

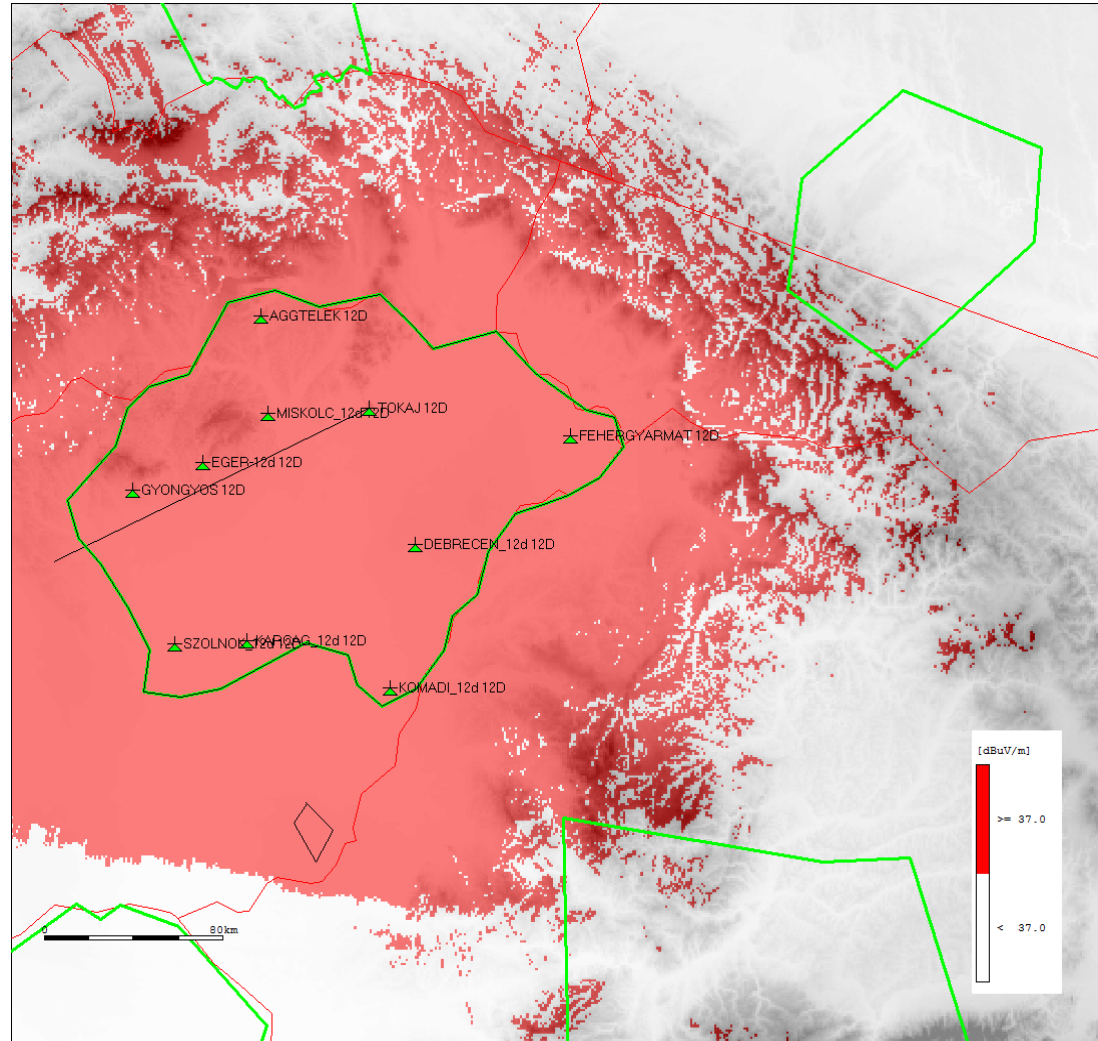
•Annak vizsgálata hogy a létrehozott zavaró térerősség meghaladja e az elméleti térerősség értéket, amely fölött már zavar várható.

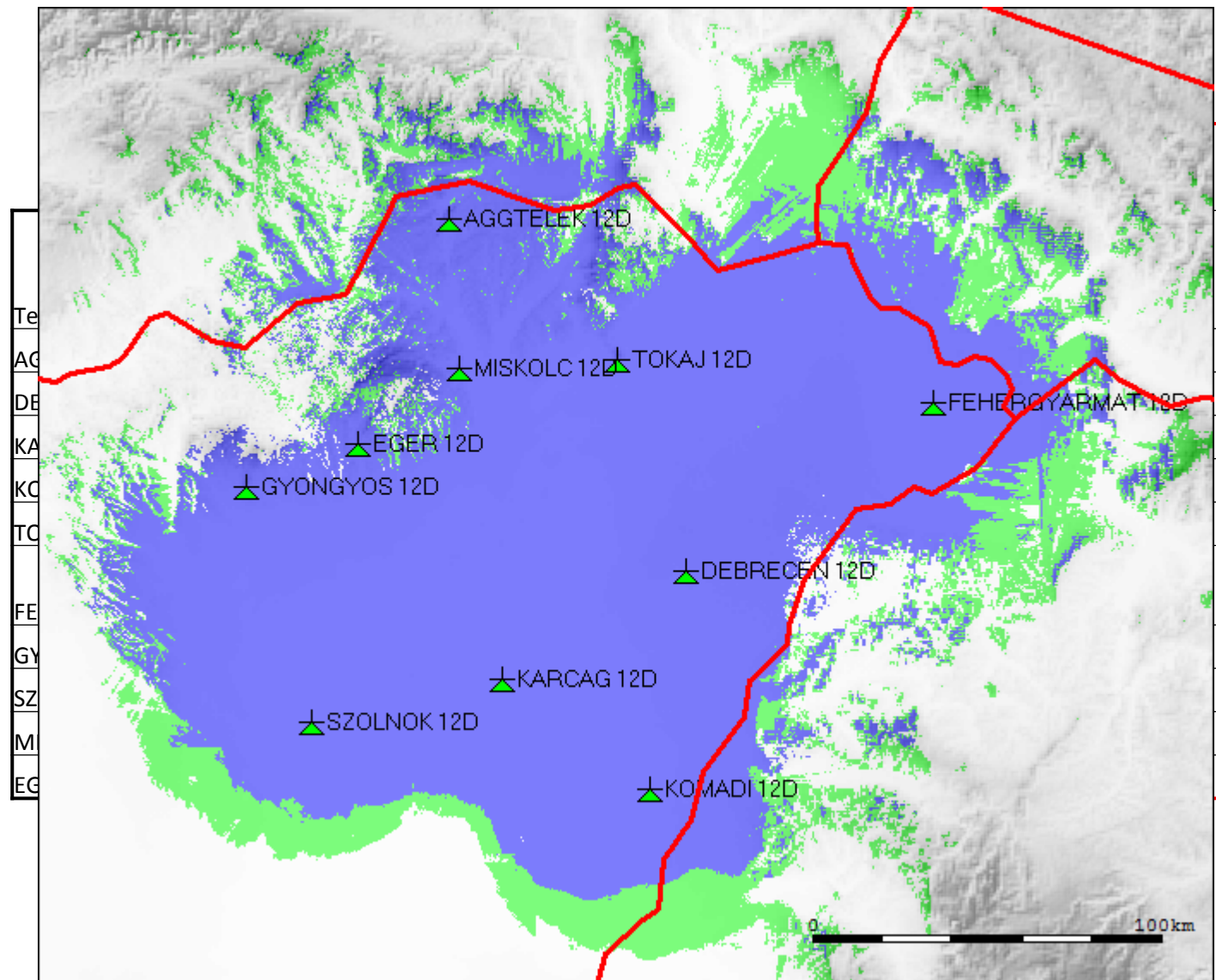
$$E_{nu_min} = E_{med} - LC - PR$$



RPC5 (beltéri hordozható) vétel védelme esetén ez az érték **37 dB μ V/m**

Allotment határokon minimális túllépés van, nem szükséges 7-10 dB-es korlátozás mint a konformitás vizsgálat esetén





- A sávban üzemelő analóg televízióadók 2015. június 17-ig védelmet élveznek:
 - Bosznia-Hercegovina
 - Szerbia
 - Románia
 - Ukrajna
- Nem a T-DAB/DAB+ adónak okozott zavar, hanem a T-DAB/DAB+ által az analóg televíziós adóknak okozott zavar korlátozhatja az adók paramétereit:
 - Negatív védelmi arány T-DAB-nak analóg televíziós adó által okozott zavar esetén → a zavaró térerősség nagyobb lehet mint a hasznos
 - ~ 30 dB védelmi arány analóg televízióknak T-DAB által okozott zavar esetén

- Az FM sáv digitalizációjára a DRM+ és HD rádió mellett alternatívát jelenthet a DAB is.
- Wiesbaden 1995: a VHF II. sávot lehetséges frekvenciasávként jelölték meg T-DAB-ra
- Az ECC Report 141 lehetséges megoldásként említi a DAB-ot
- A rendelkezésre álló sáv szélesség 20,5 MHz, a T-DAB/DAB+ blokk sáv szélessége 1,75 \longrightarrow kb. 11 blokk fér el a sávban
- DRM+-hoz viszonyítva az elfoglalt sáv szélesség miatt kevésbé tűnik életképes megoldásnak
- A vizsgálatok még nagyon elején járnak:
 - FM és T-DAB/DAB+ együttélése a sávban
 - GE 84 tervbejegyzések konvertálásának lehetősége
 - 11 blokk mennyi országos hálózat létrehozására elegendő?
 - Kompatibilitás más szolgáltatokkal



Németország:

- 2011-ben 27 darab telephelyről indult meg a T-DAB sugárzás
- Országos SFN 5C
- Autópályák ellátottsága: 73%
- Lakossági ellátottság: 91%

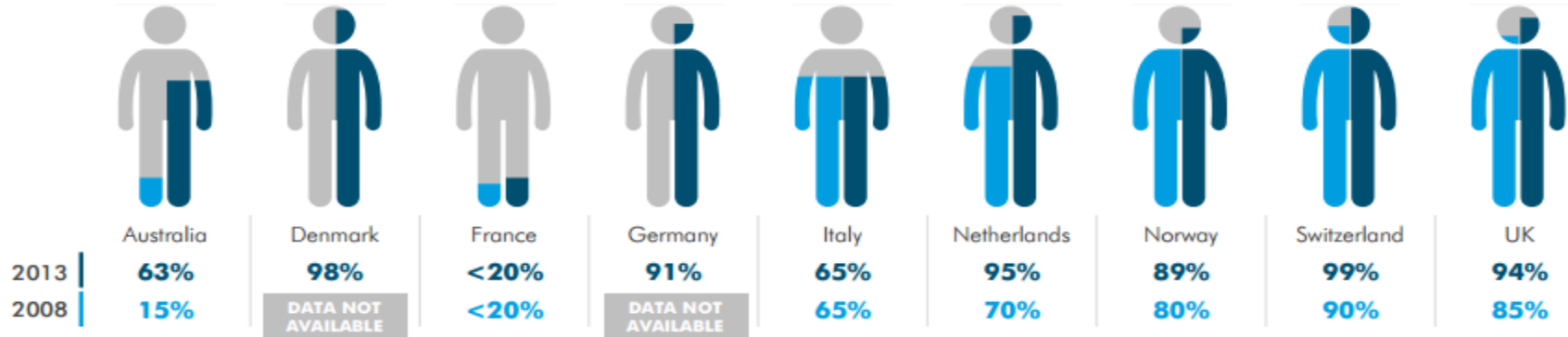
Anglia:

- DAB rendszer
- Közszolgálati csatornák lakossági ellátottsága: 94,5%
- Országos kereskedelmi csatornák lakossági ellátottsága: 89%
- Vevőkészülék penetráció itt a legmagasabb

Csehország:

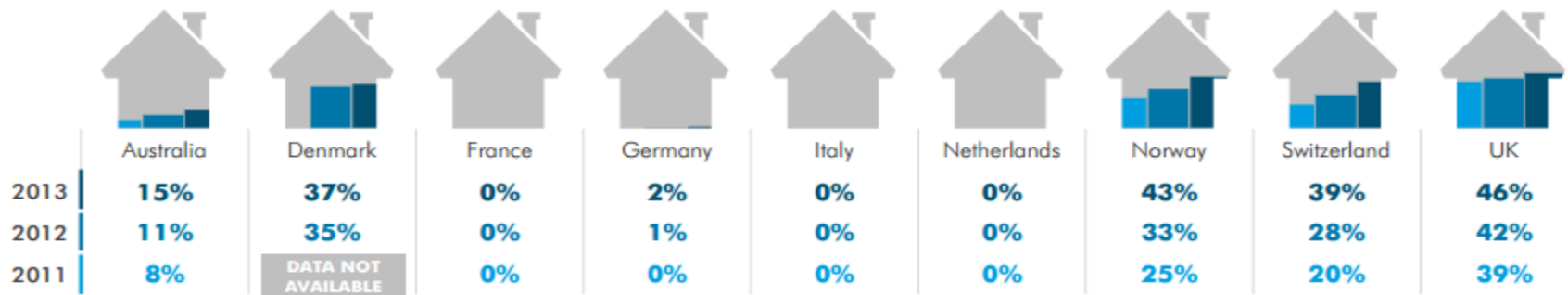
- A legközelebbi ország ahol elindult a DAB
- 7 DAB és 12 DAB+ műsor
- 58% lakossági ellátottság
- L sávban is üzemelnek adók → térnek át III. sávra

TOTAL DAB/DAB+ NETWORK COVERAGE (% OF POPULATION) 2008 VS 2013



Sources: Commercial Radio Australia, Teracom, TDF, WDR, WorldDMB, NPO, Digital Radio Norway, MCDT (Switzerland), DRUK

DAB/DAB+ HOUSEHOLD PENETRATION YEARS 2011 – 2013



Sources: Commercial Radio Australia, Digital Radio Norway, Danmarks Radio, WDR, MCDT (Switzerland), DRUK, RAJAR

- Jobb paraméterek és ellátottság eléréséhez önálló assigmentek koordinációjára lehet szükség.
- 2015. június 17-ig a szerb és bosnyák analóg televízió adók védelmet élveznek.
- Európa nyugati részén a hálózat kiépítése folyamatosan zajlik. Azokban az országokban, ahol régebb óta van kereskedelmi sugárzás, folyamatosan növekszik a használatban lévő vevőkészülékek száma.



NEMZETI MÉDIA- ÉS
HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG

Köszönjük a figyelmet!