

RÖVIDHULLÁMÚ MAGYARORSZÁGI DRM-SUGÁRZÁS LEFEDETSÉG-MÉRÉSEI, 2021.

Előadó:

Szombathy Csaba
Médiaklub, HTE

Budapest, 2023.

Tartalom

- **Bevezető, háttér**
- **Műsorszóró rendszerek áttekintése, a DRM-rendszer jellemzői**
- **A legutóbbi hazai kísérlet műszaki háttere**
- **Gyakorlati lefedettség-mérések**
- **Szimulációk és kiértékelés**
- **Összefoglalás, távlati tervek**

Bevezető, háttér

- **SZOMEL Kft.** (korábban **BME - VIK / HVT, R&S Referencialaborral** együttműködve)
 - Másfél évtizedes együttműködés az NMHH-val
 - Egy évtizedes kapcsolat az Antenna Hungáriával
 - Számos további projekt (HelloHD, Magyar Rádió, stb.)
 - DRM Konzorcium tagja
- **Nagyfrekvencia Kft.:** több mint 100, jellemzően analóg FM adó felépítése és üzemeltetése országszerte
- **Mária Rádió:** hanganyag biztosítása
- **Fraunhofer IIS:** nagy múltú kutatóintézet, számos szabvány kidolgozásában érintett, a jelen projektet műsorszerkesztő szoftverrendszerrel támogatja
- Akik nélkül mindez nem jöhetett volna létre:

Krüpl Zsolt, Gndt András, Kiss Ádám, Wasim Alnehlawi, Keresztes Botond

Bevezető, háttér

- **Cél: műszaki kísérlet**

- Fejlett rádiózási technológiák (xHE AAC, Journaline, stb.) lehetőségeinek szemléltetése
- Szakmailag érdekelt felek figyelmének felkeltése
- Digitális rádiós átállás megalapozása

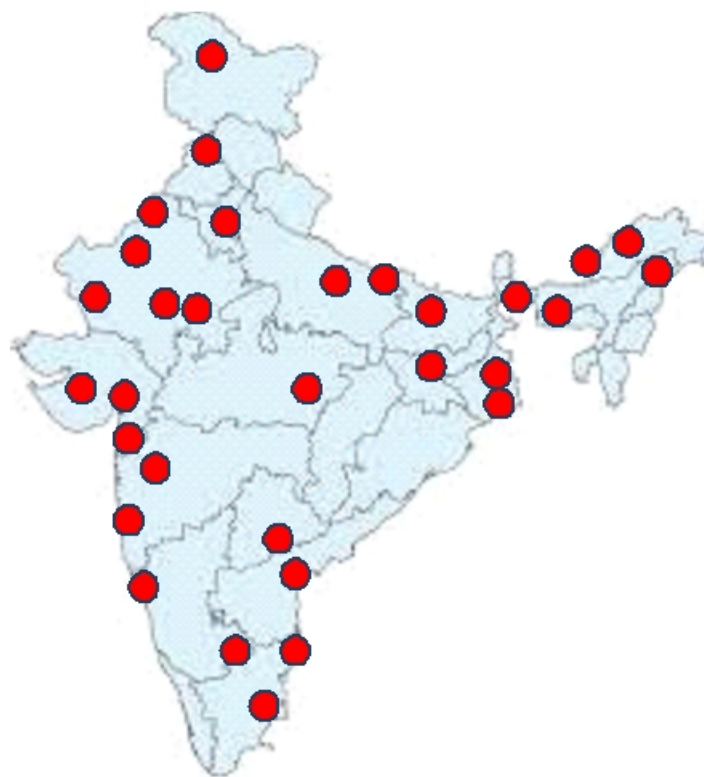
- **Kísérleti sugárzás**

- 2 x 6 hónap, több helyszínről (XI. kerület, Érd, János-hegy)
- Közelkörzeti mérések (Budapest és környéke)
- Nagytávolságú terjedés (KIWI hálózat, DX-erek és rádióamatőrök visszajelzése alapján)

Műsorszóró rendszerek áttekintése

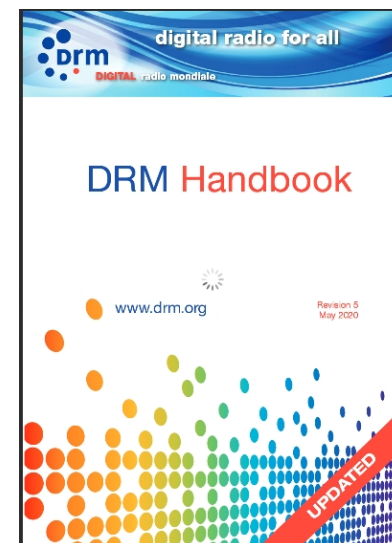
- Európai kép-műsorszórás: DVB
 - 1993-ban alapították
 - Műholdas (**DVB-S** / DSNG / **S2** / **S2X**), kábeltévés (DVB-C / C2) és földfelszíni (**DVB-T** / H / SH / **T2** / T2 Lite) változatok
 - Kiegészítő normák (RCT, RCS, RCC, MHP, stb.)
- Az első digitális rádiórendszer: DAB
 - 1980-as évek közepe óta
 - Földfelszíni (DAB / **DAB+** / **T-DMB**) és műholdas (S-DAB) változat
- A HH / KH / RH rádiózás digitalizálására szánt rendszer: DRM
 - 1998-ban alapították
 - **„AM”-sávú és „FM”-sávú változat** (korábbi nevükön rendre DRM30 és DRM+)
- Analóg FM-re épülő digitális rádiós szolgáltatások: **RDS, RDS2**, régebben FMeXtra is
- Az USA földfelszíni kép-műsorszóró rendszere: **ATSC** (3.0-ig)
- USA kábeles adatátviteli rendszere: **DOCSIS** (**1.0-tól 3.1-ig**)
- USA-ban működő rádiórendszerek: **HD Radio, Sirius / XM**
- Japán (kép és rádió): **ISDB-T és ISDB-T/SB**
- Kína: **CMMB, DTMB**
- Geostacionárius műholdas digitális rádiórendszer: WorldSpace
- És amiről nem beszéltünk: MediaFLO, **LTE/5G-alapú műsorszórás**, stb.

A DRM-rendszer család világszerte jelenleg
(„AM”-sávok, célterületek)



DRM-hez kötődő hazai tevékenységek

- NMHH: DRM vételmegfigyelő állomás 2003. óta
 - www.nmhh.hu/drm
 - A vételmegfigyelési tevékenység a DRM Konzorcium által gondozott hivatalos DRM-kézikönyvbe is bekerült
- Antenna Hungária
 - 2008: az Antenna Hungária egy hónapon keresztül sugározta a Magyar Katolikus Rádió műsorát 810 kHz-en, DRM norma szerint
 - 2017: az új, 2 MW-os középhullámú solti adó DRM-üzem módban is képes működni; a beüzemelés / üzempróba során sugároztak is 2 MW-os teljesítménnyel DRM-műsort
- SZOMEL Kft. (BME-HVT): 2015. óta a DRM Konzorcium tagja
 - Előkészítő sugárzás 2019-ben, sok nemzetközi megjelenéssel



A DRM-rendszer jellemzői („AM” és „FM”-sávú is)

- A főbb adásmódok és rendszerjellemzők...

Adásmód	Névleges szimbólumidő	Vivőtávolság	Védelmi idő hossza	Teljes kisugárzott szimbólumhossz	Védelmi idő aránya
A	24 ms	41 ^{2/3} Hz	2,66 ms	26,66 ms	1/9
B	21,33 ms	46 ^{7/8} Hz	5,33 ms	26,66 ms	1/4
C	14,66 ms	68 ^{2/11} Hz	5,33 ms	20 ms	4/11
D	9,33 ms	107 ^{1/7} Hz	7,33 ms	16,66 ms	11/14

Adásmód	Névleges szimbólumidő	Vivőtávolság	Védelmi idő hossza	Teljes kisugárzott szimbólumhossz	Védelmi idő aránya
E	2,25 ms	444 ^{4/9} Hz	0,25 ms	2,5 ms	1/9

Átszövési mélység:
400 ms vagy 2 s

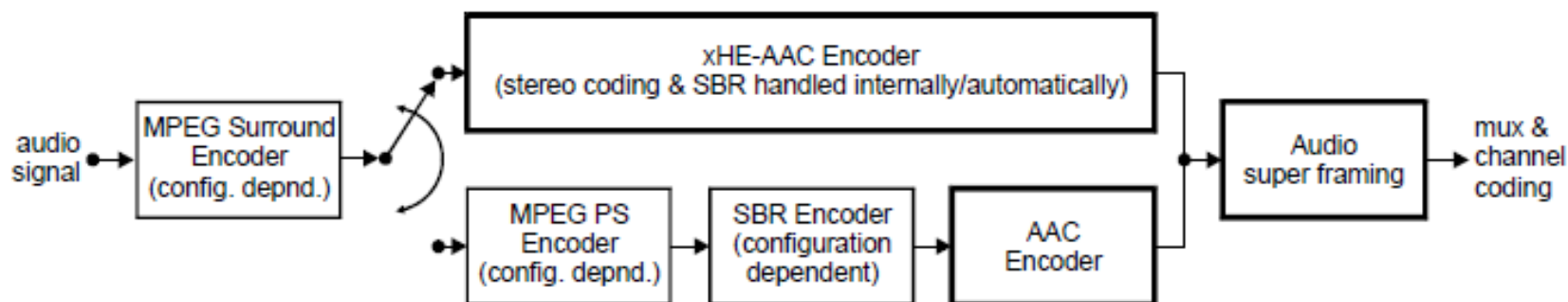
Uzem mód	Hullámsáv	Névleges csatorna-sávszélesség						
		4,5 kHz	5 kHz	9 kHz	10 kHz	18 kHz	20 kHz	100 kHz
A	hosszú/ közép/ rövidhullám	6,3 – 14,7 kbit/s	7,2 – 16,6 kbit/s	13,2 – 30,7 kbit/s	14,9 – 34,6 kbit/s	27,5 – 63,8 kbit/s	30,8 – 71,5 kbit/s	-
B		4,8 – 11,3 kbit/s	5,5 – 13 kbit/s	10,3 - 24	11,8 – 27,3 kbit/s	21,4 – 49,7 kbit/s	24 – 55,9 kbit/s	-
C		-	-	-	9,3 – 21,6 kbit/s	-	19,4 – 45,2 kbit/s	-
D		-	-	-	6,1 – 14,3 kbit/s	-	13,1 – 30,4 kbit/s	-
E		VHF-sáv	-	-	-	-	-	-

Kódarány:
0,5 és 0,7 között

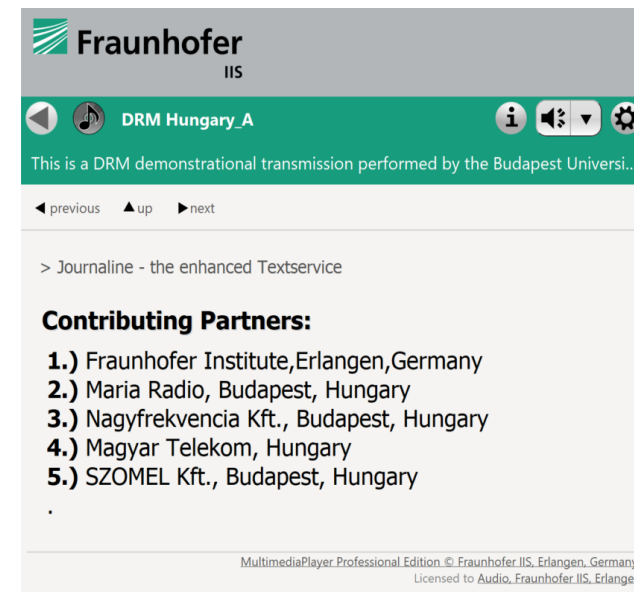
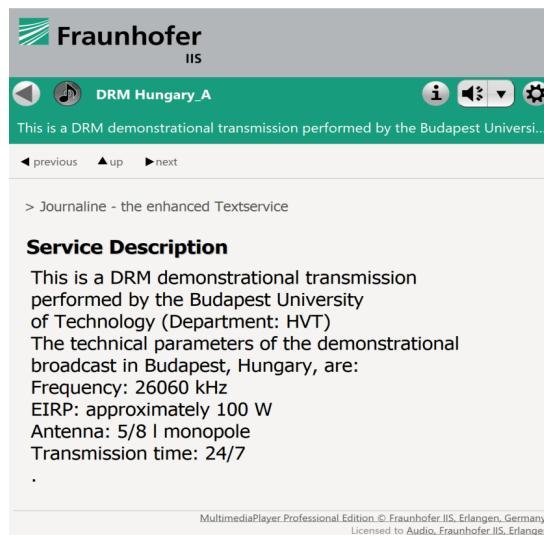
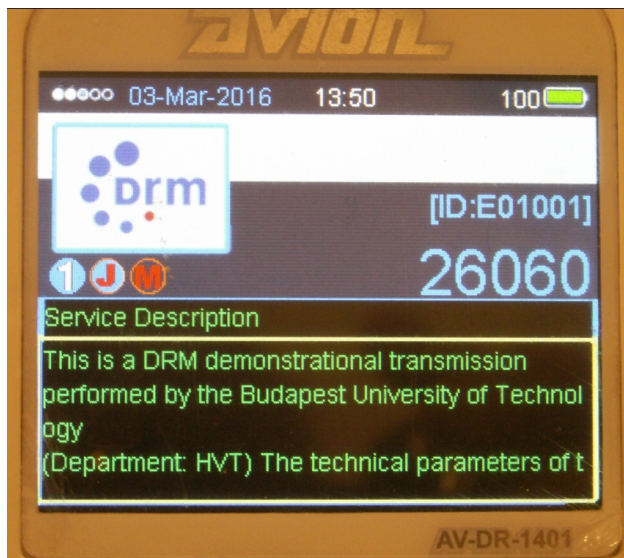
A DRM-rendszer jellemzői („AM” és „FM”-sávú is)

...és a hangkódolás

- Régebbi rendszerváltozat: HVXC, CELP, vagy SBR-kódolással, illetve parametrikus sztereó kódolással (PS) kiegészített AAC (HE-AAC v1/2)
- Jelenleg: **HEAAC v1/2** vagy **xHE-AAC**



Mi hozható ki a rendszerből?



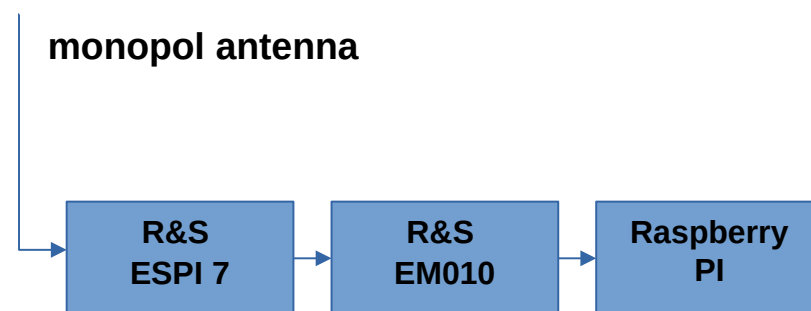
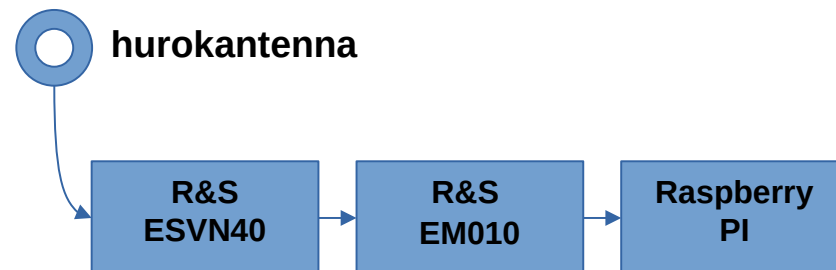
A legutóbbi hazai kísérlet műszaki háttere

- Fő helyszín: Budapest, János-hegy, Telekom-torony
- Alapparaméterek:
 - Frekvencia: 26060 kHz
 - Adóteljesítmény: 100 W
 - Adásmód: A vagy B, változó
 - MSC-konstelláció: 16 QAM vagy 64 QAM (változó)
 - Műsortartalom: sztereó klasszikus zene (5 perc, végtelenített), műsorkísérő adatok, futószöveg (Journaline), logo, esetenként egy kép
 - Hangkódolás: xHE-AAC

Módszertan

- Lefedettség bemérése hagyományos regisztráló eljárással
 - NMHH és SZOMEL Kft. járművével
- NMHH szimulációja, többféle terjedési modellel, finomhangolva
 - Összevetés a fizikai mérési eredményekkel
- Állóhelyű mérések kijelölt pontokon
 - Vizsgált RF jellemzők: spektrumkép, MER, SNR, impulzusválasz, amplitúdó- és csoportfutási idő menet
 - Adatfolyam-jellemzők: kerethiba-arány (közvetett) mérése különféle csatornakódolási és moduációs beállítások mellett
 - Szubjektív belehallgatás

A mérési elrendezések, eszközök

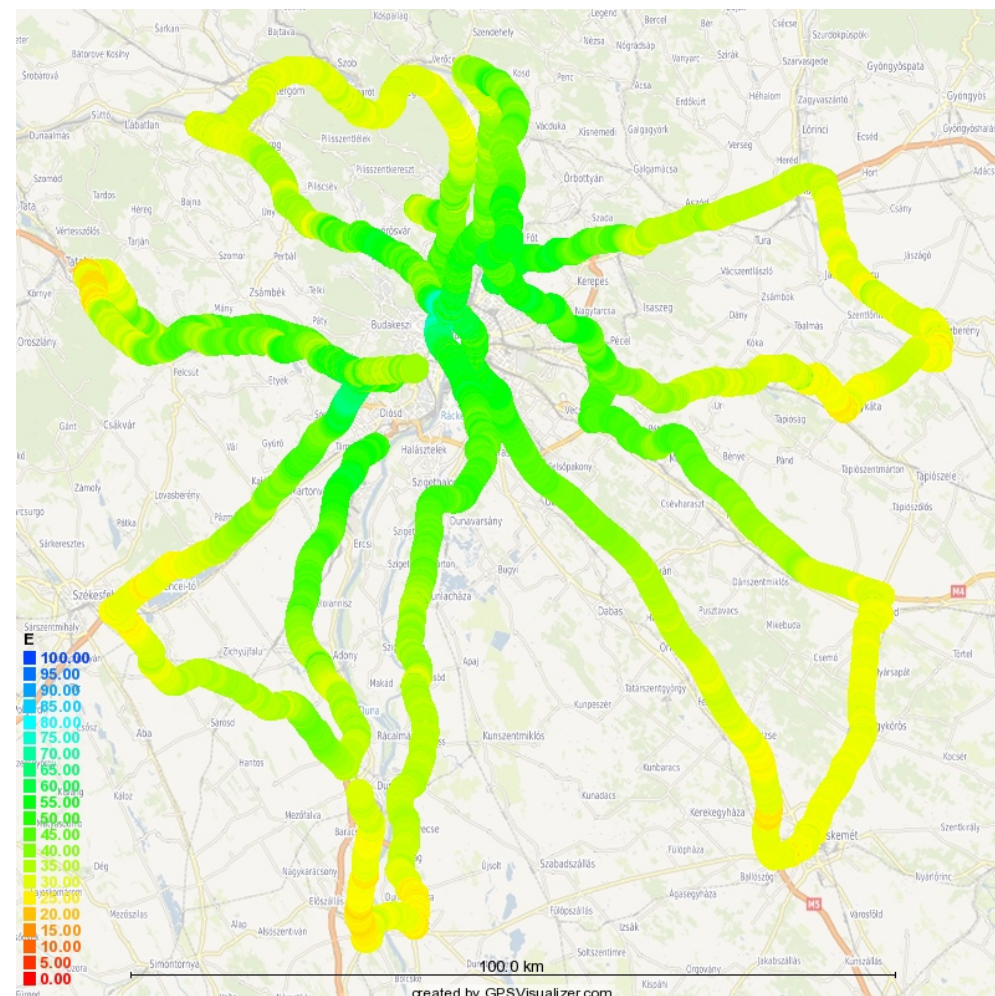


szubjektív
értékeléshez:



Lefedettség Budapest környékén

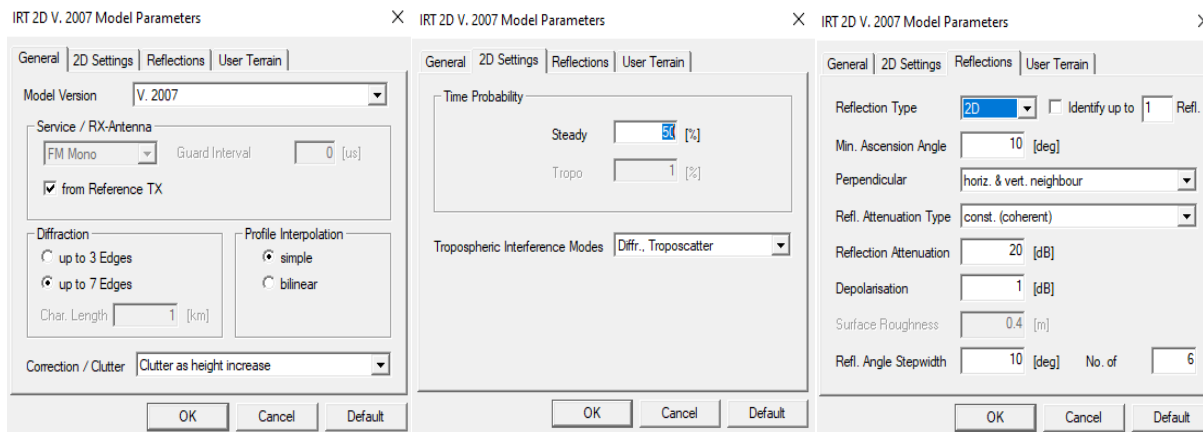
- NMHH mérőkocsijával, abszolút térerősség-értékek
- Jellemző vételi határ: 35 dBuV/m



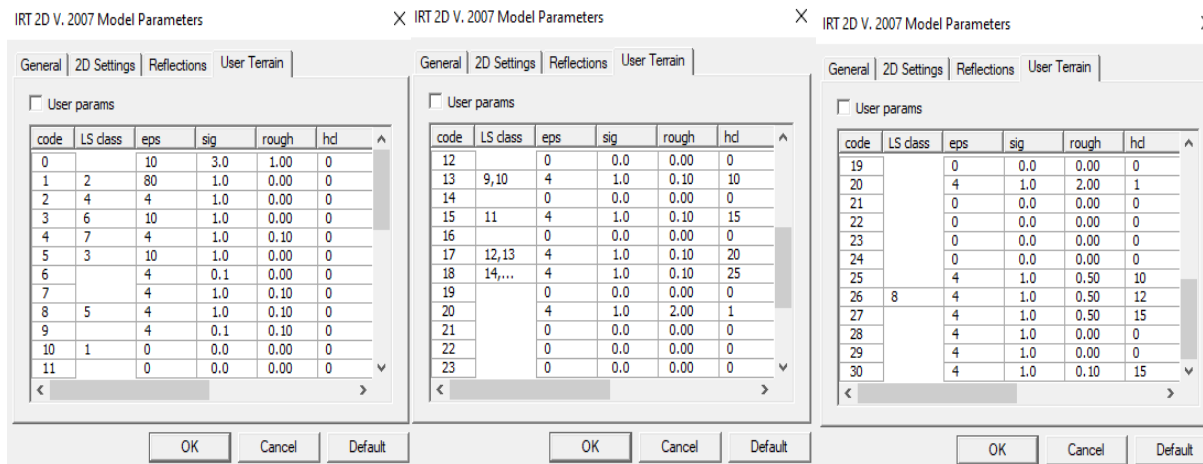
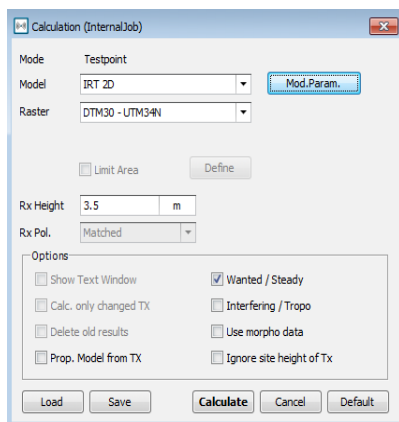
Lefedettség modellezése (NMHH)

• Modellek:

- Okumura-Hata
- ITU-R P.1812-0
- ITU-R P.1812-1
- ITU-R P.1812-4
- IRT 2D v2007 - 7 késél
- IRT 2D v2007 - 3 késél
- IRT 2D v2010 - 7 késél
- ITU-R P.1546-5 terrain



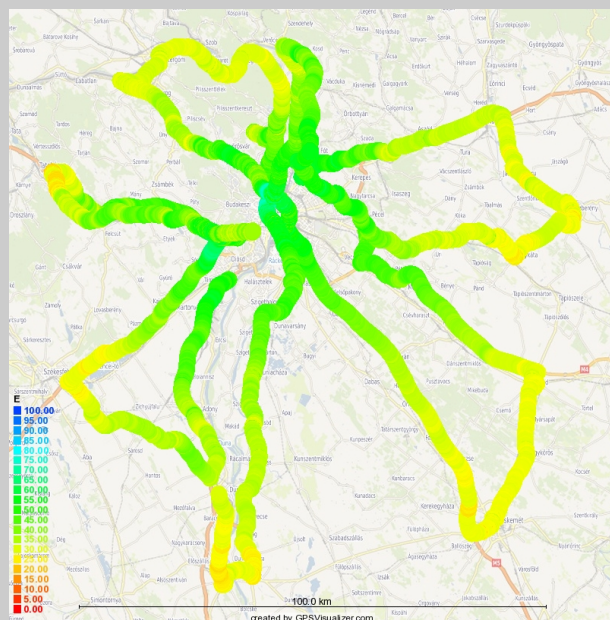
• Modellek finomhangolása



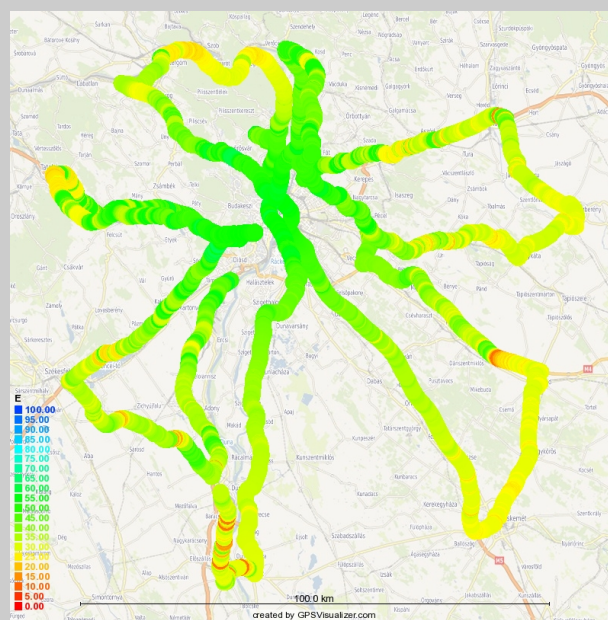
Lefedettség modellezése (NMHH)

- Okumura-Hata modell

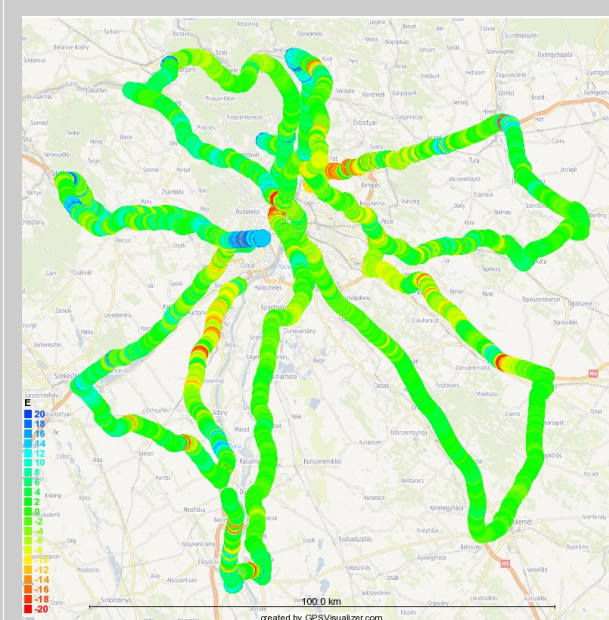
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



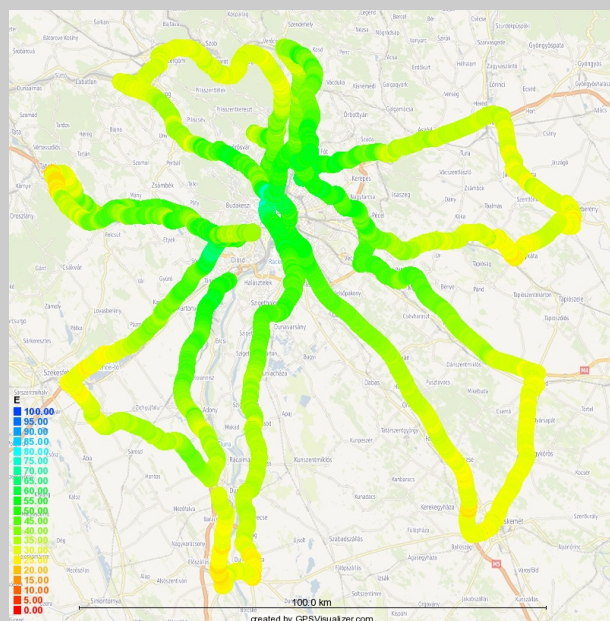
Eltérés (relatív, dB)



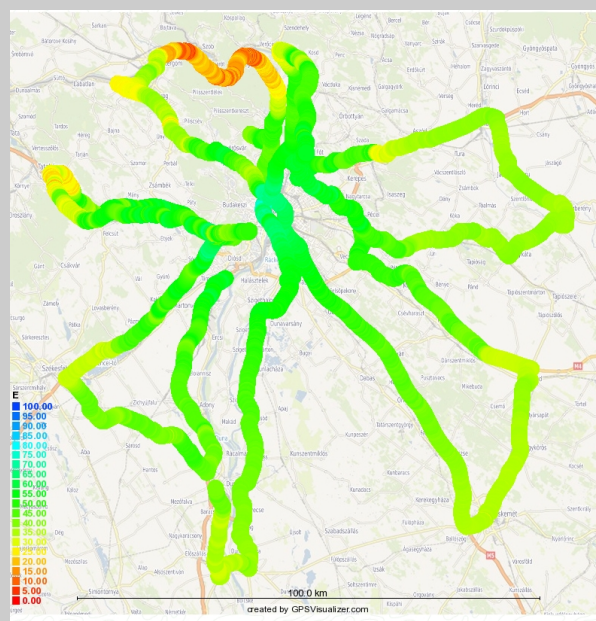
Lefedettség modellezése (NMHH)

- ITU-R P.1812-0 modell

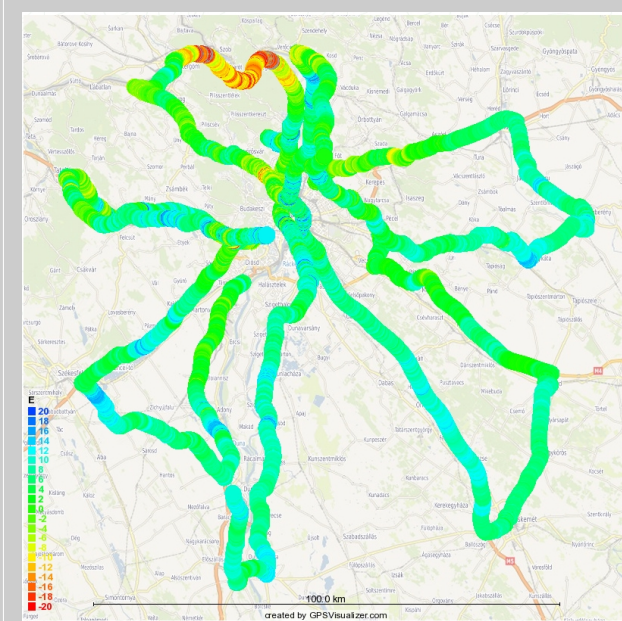
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



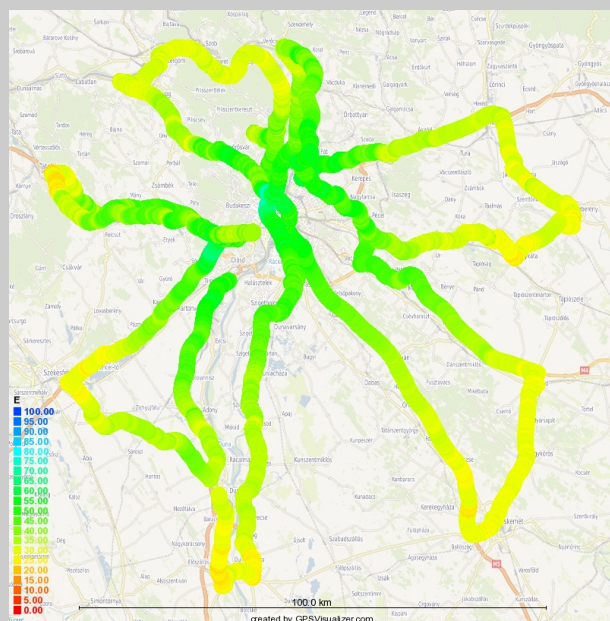
Eltérés (relatív, dB)



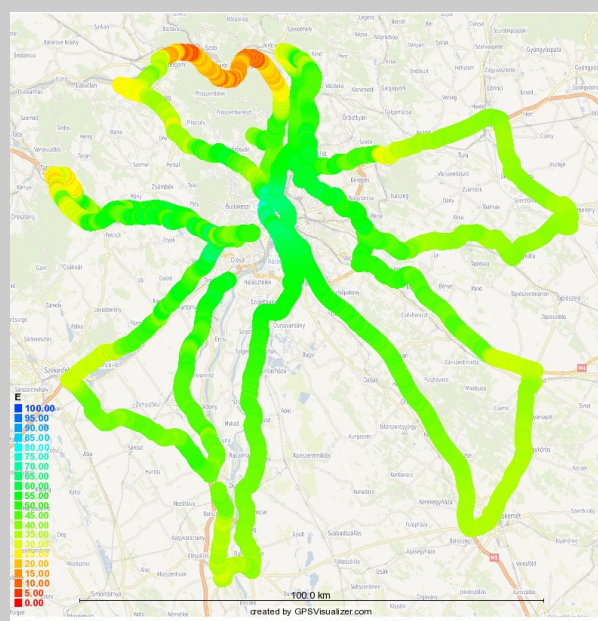
Lefedettség modellezése (NMHH)

- ITU-R P.1812-1 modell

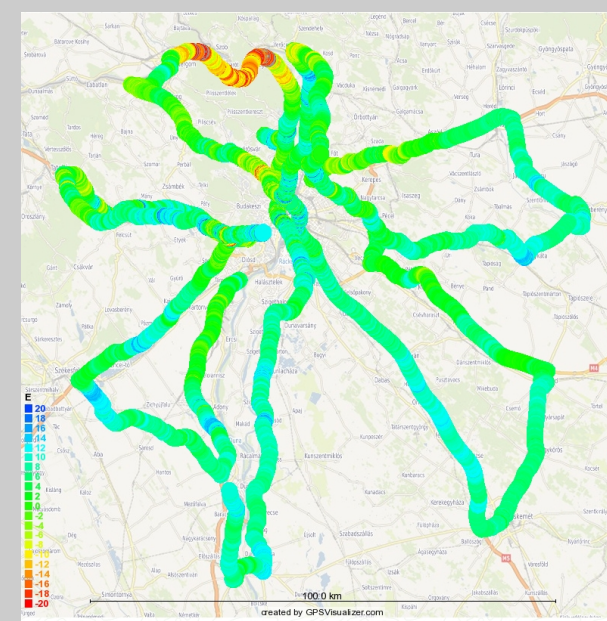
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



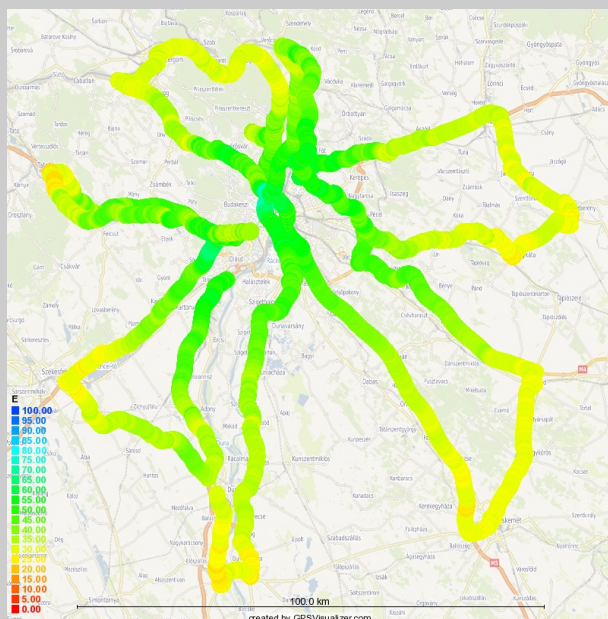
Eltérés (relatív, dB)



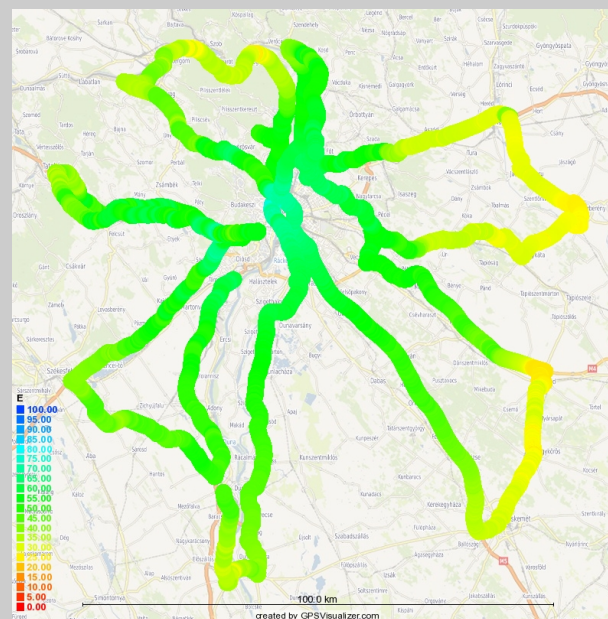
Lefedettség modellezése (NMHH)

- ITU-R P.1812-4 modell

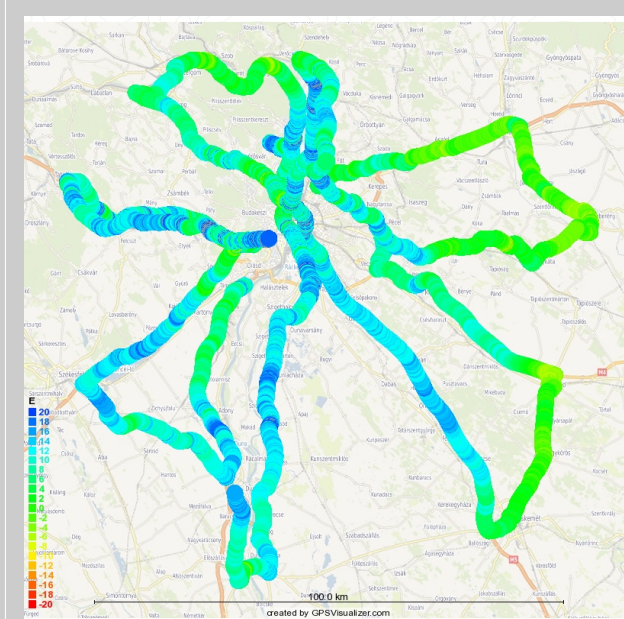
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



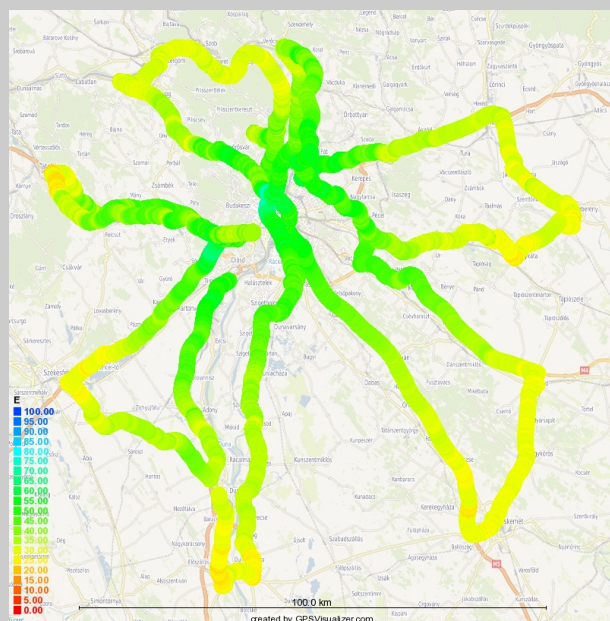
Eltérés (relatív, dB)



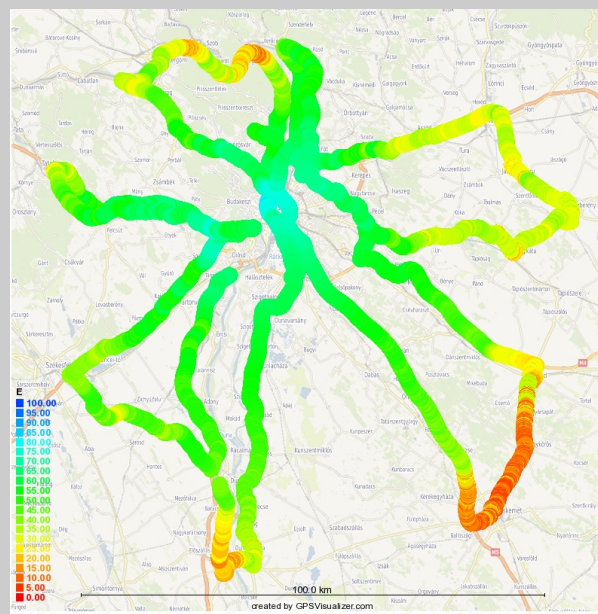
Lefedettség modellezése (NMHH)

- IRT 2D v2007 - 7 késéses modell

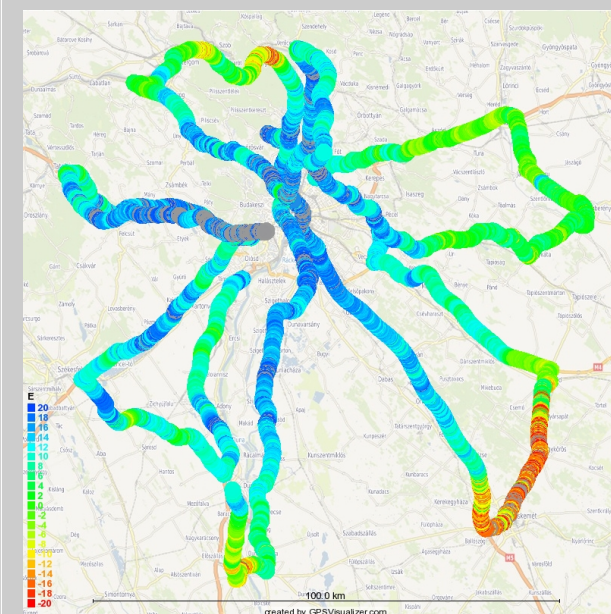
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



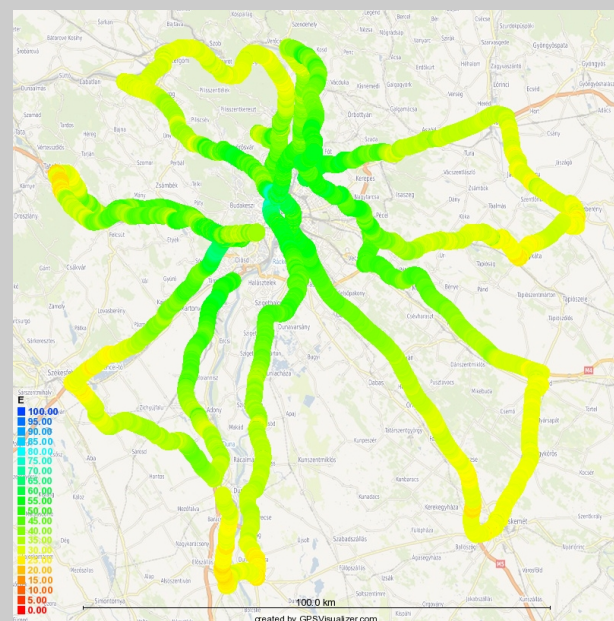
Eltérés (relatív, dB)



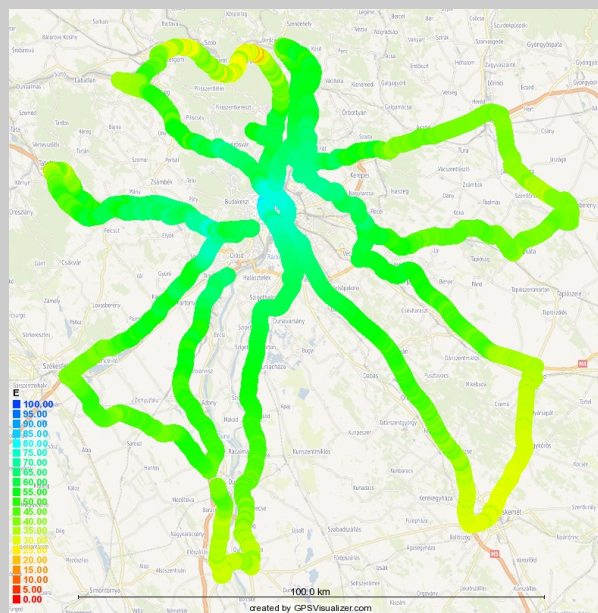
Lefedettség modellezése (NMHH)

- IRT 2D v2007 - 3 késéses modell

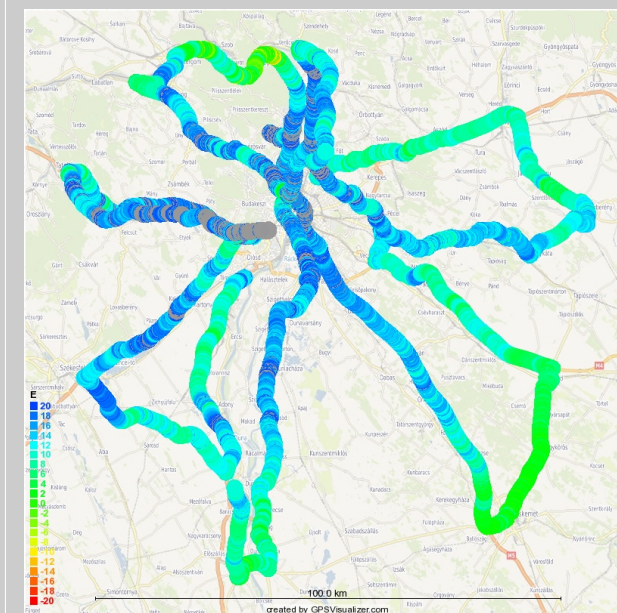
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



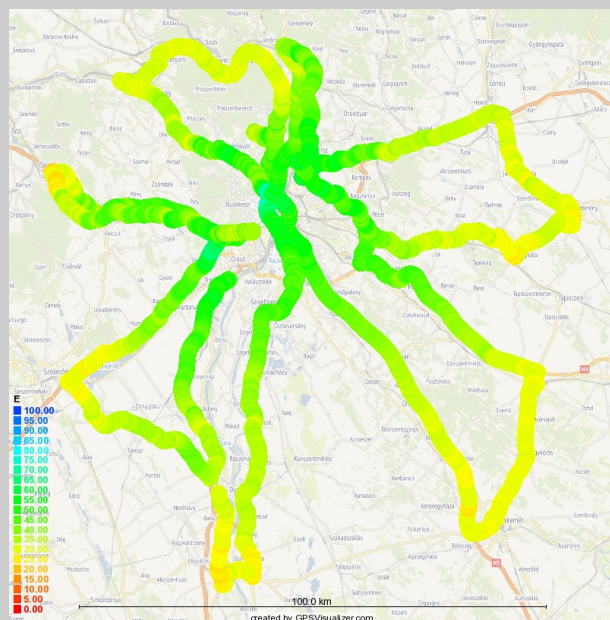
Eltérés (relatív, dB)



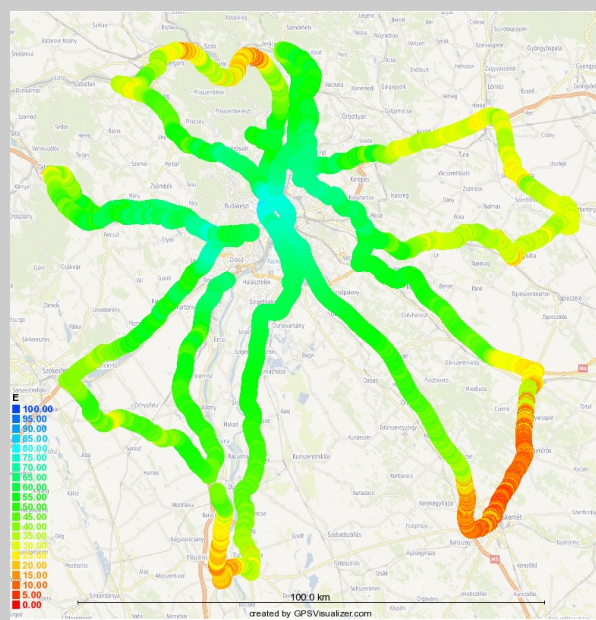
Lefedettség modellezése (NMHH)

- IRT 2D v2010 - 7 késéses modell

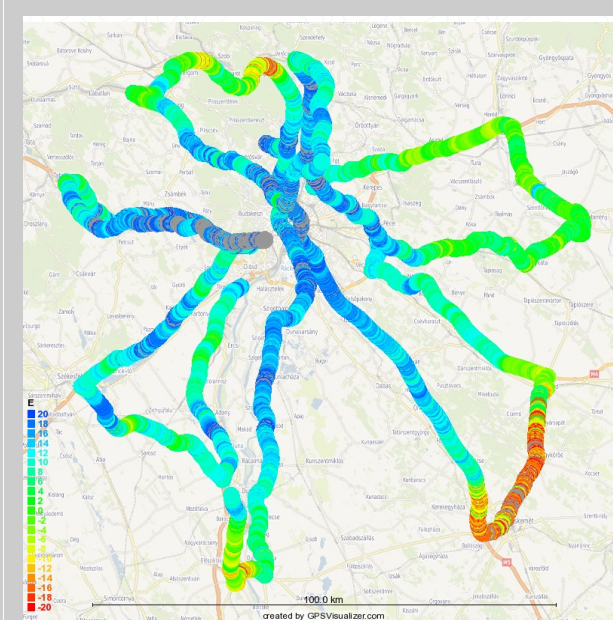
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



Szimulált térerősség (dBuV/m)



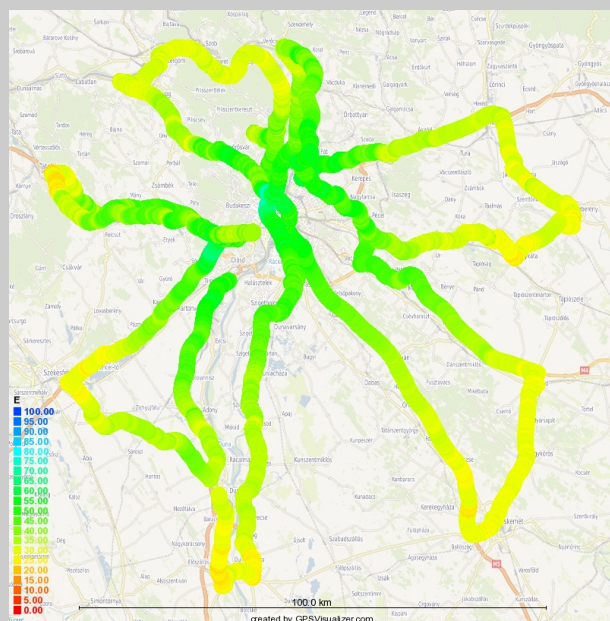
Eltérés (relatív, dB)



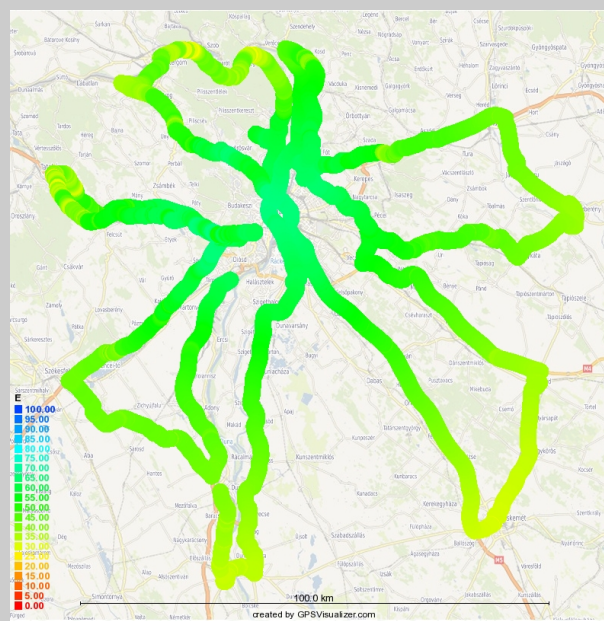
Lefedettség modellezése (NMHH)

- ITU-R P.1546-5 modell

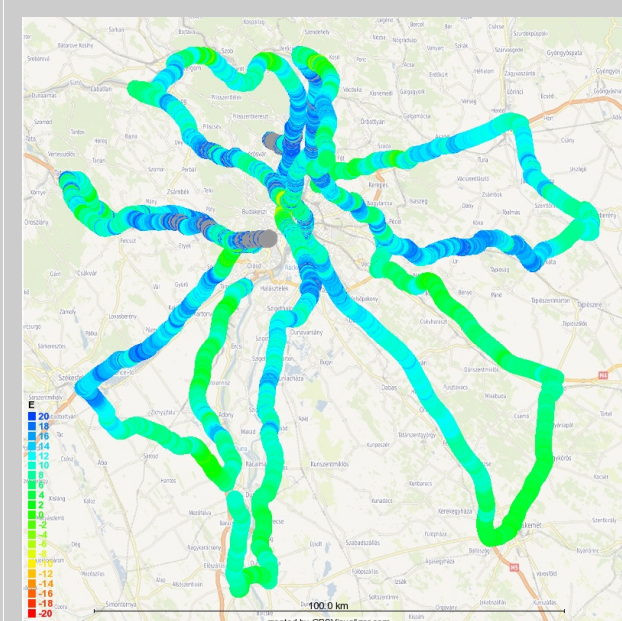
Összehasonlítási alap: fizikailag mért térerősség (dBuV/m)



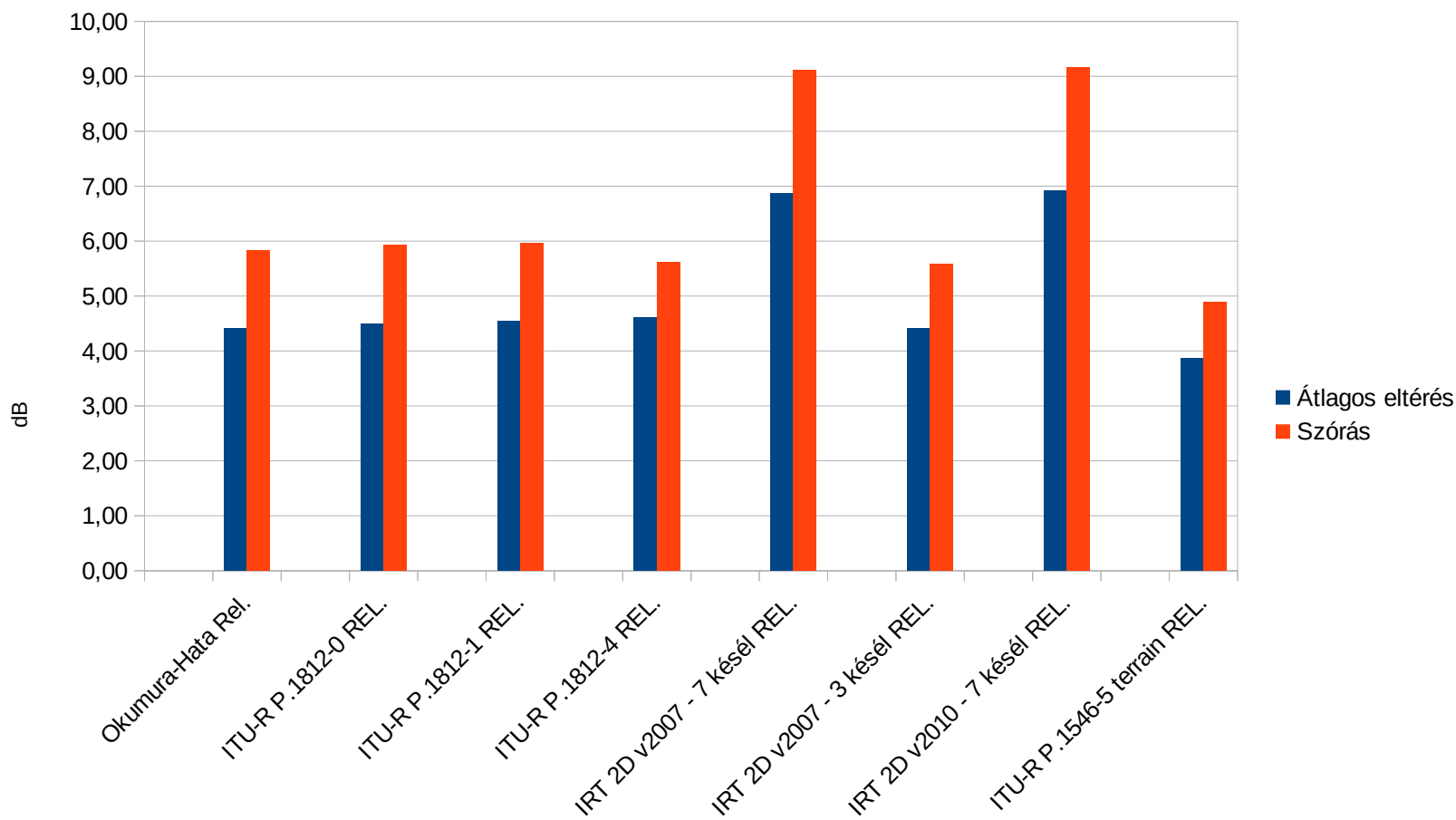
Szimulált térerősség (dBuV/m)



Eltérés (relatív, dB)



Relatív hibák összehasonlítása



Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Objektív vizsgálatok (MER, SNR, lineáris torzítás, kerethiba-arány)
- Különféle atadfolyam- és modulációs beállítások:

SDC konstelláció: QPSK			
Adásmód	MSC konstelláció	Kódarány	Átszövési mélység
A	16 QAM	0,62 (1/0)	2 s
A	16 QAM	0,62 (1/0)	400 ms
A	64 QAM	0,5 (0/0)	2 s
A	64 QAM	0,5 (0/0)	400 ms
A	64 QAM	0,71 (2/0)	2 s
A	64 QAM	0,71 (2/0)	400 ms
B	16 QAM	0,5 (0/0)	2 s
B	16 QAM	0,5 (0/0)	400 ms
B	16 QAM	0,62 (1/0)	2 s
B	16 QAM	0,62 (1/0)	400 ms
B	64 QAM	0,5 (0/0)	2 s
B	64 QAM	0,5 (0/0)	400 ms
B	64 QAM	0,71 (2/0)	2 s
B	64 QAM	0,71 (2/0)	400 ms

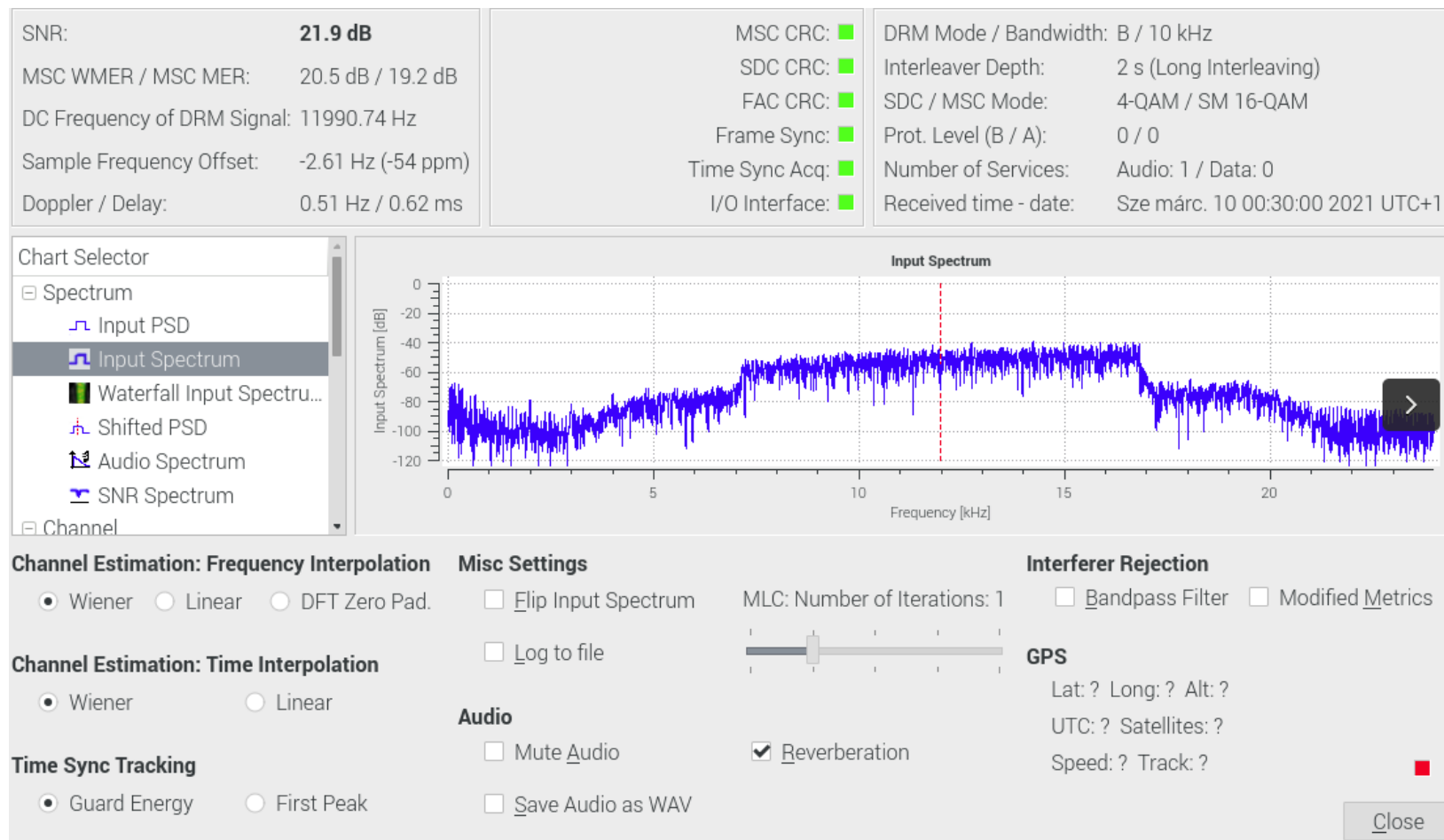
Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Helyszínek:

- Albertirsa (FAC, SDC stabil, MSC határon van)
- Székesfehérvár, két ponton (határhelyzet)
- Óbuda (stabil vétel)
- Hűvösvölgy (stabil vétel)
- Ferdinánd-híd (stabil vétel)
- Hűvösvölgyi út (stabil vétel)
- Pesterzsébet (stabil vétel)
- Gazdagrét (reflexiókkal terhelt, adásmódtól függő vétel)
- Kőérberek (reflexiókkal terhelt, adásmódtól függő vétel)

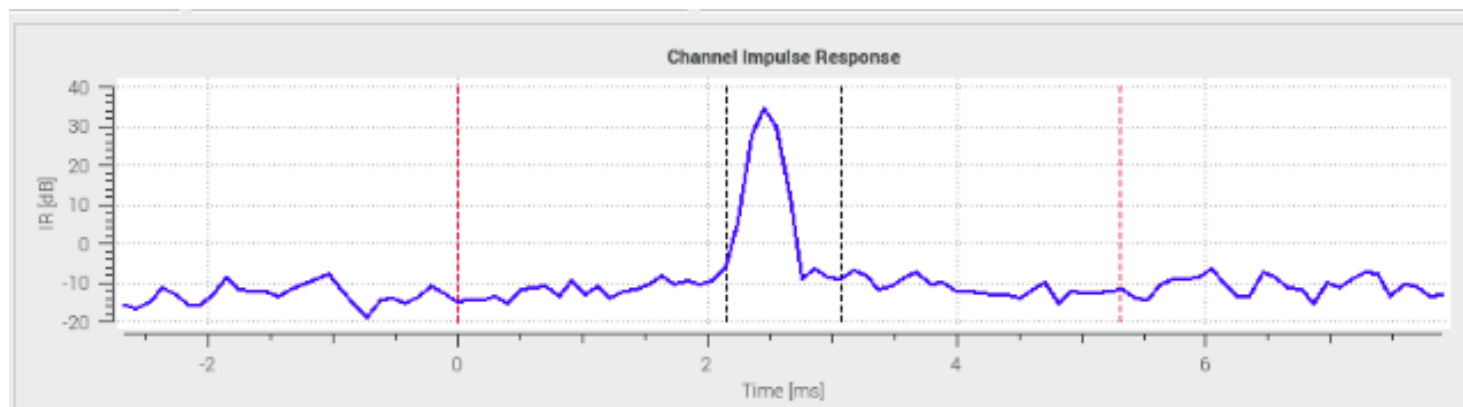
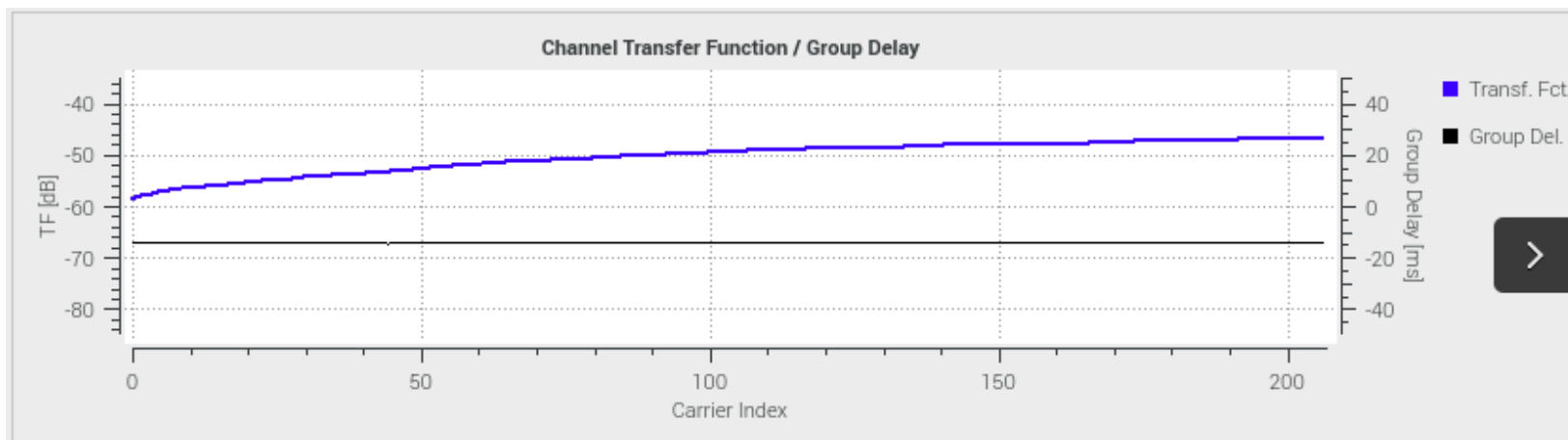
Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Példa: Pesterzsébet (jó ellátottság)



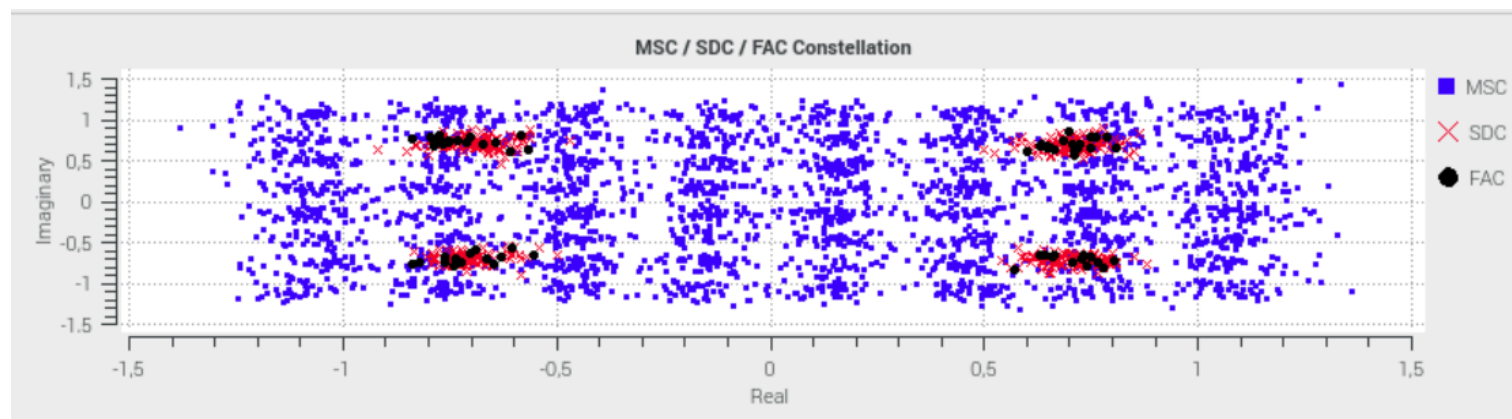
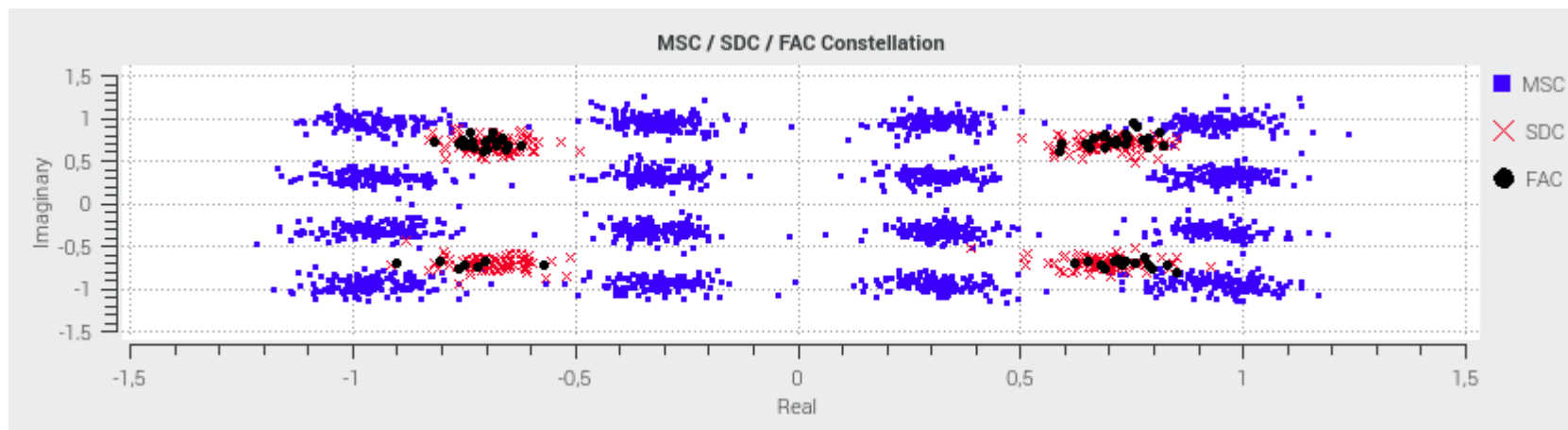
Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Példa: Pesterzsébet (jó ellátottság)



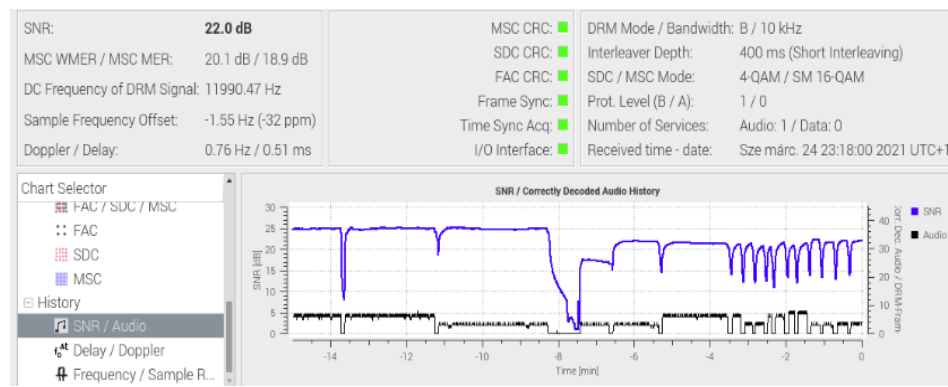
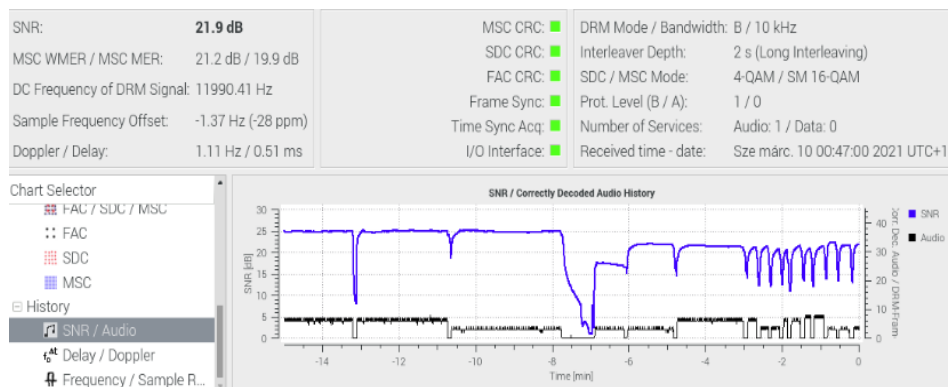
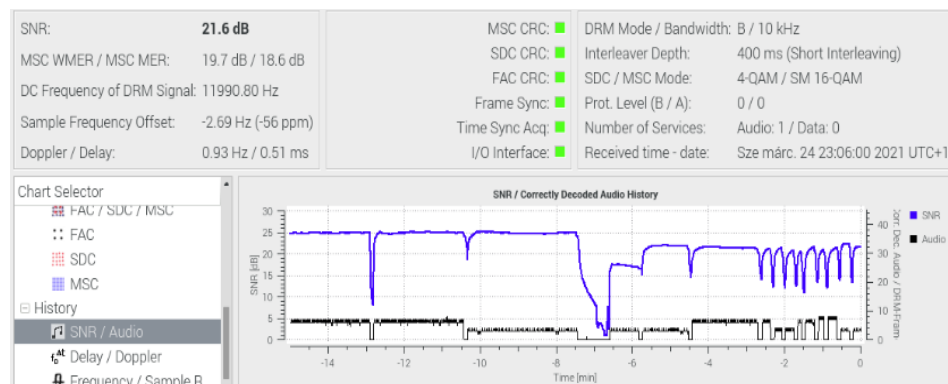
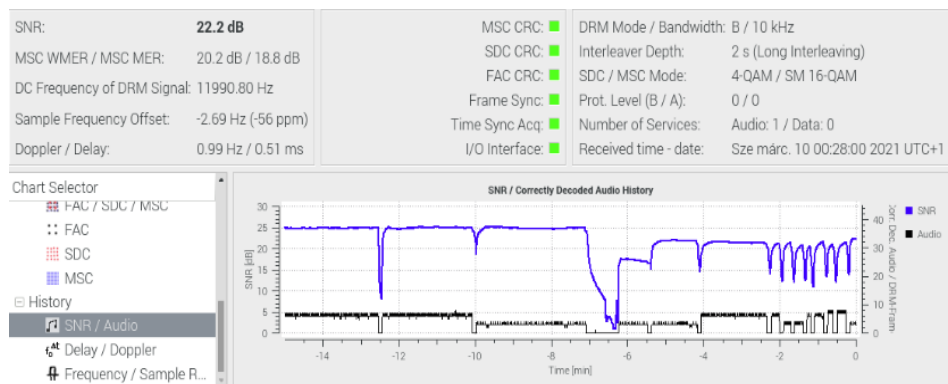
Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Példa: Pesterzsébet (jó ellátottság)



Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Példa: Pesterzsébet (jó ellátottság)

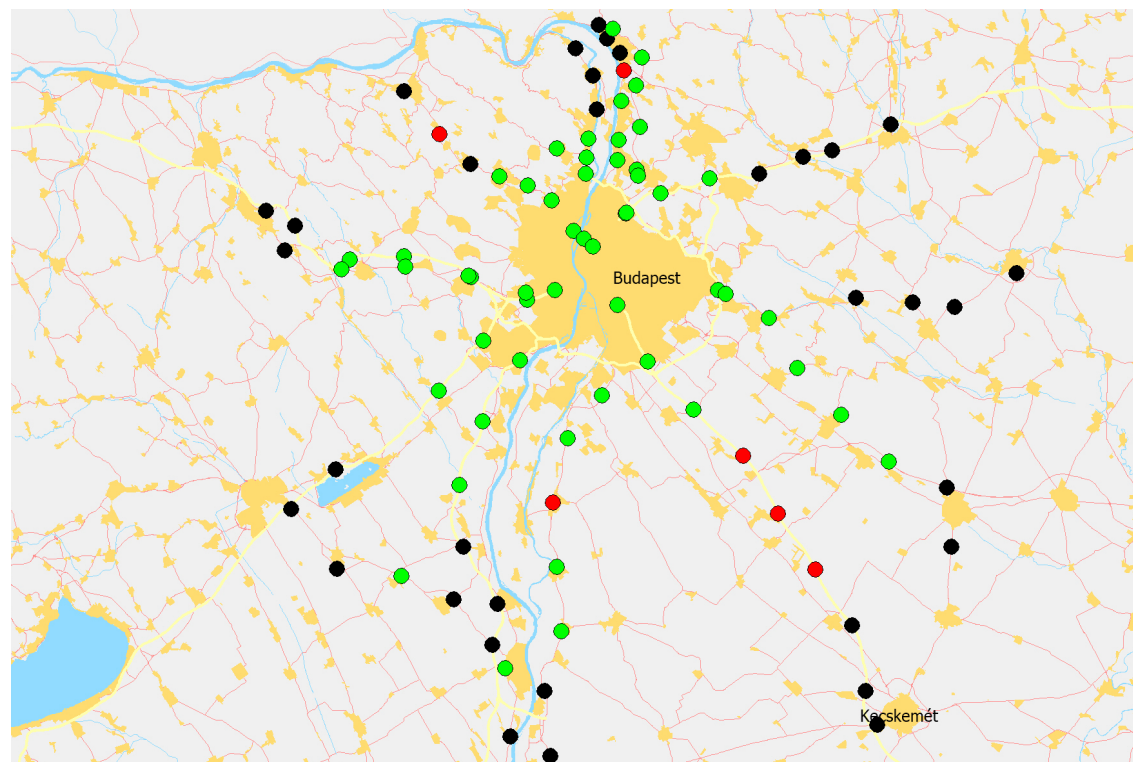
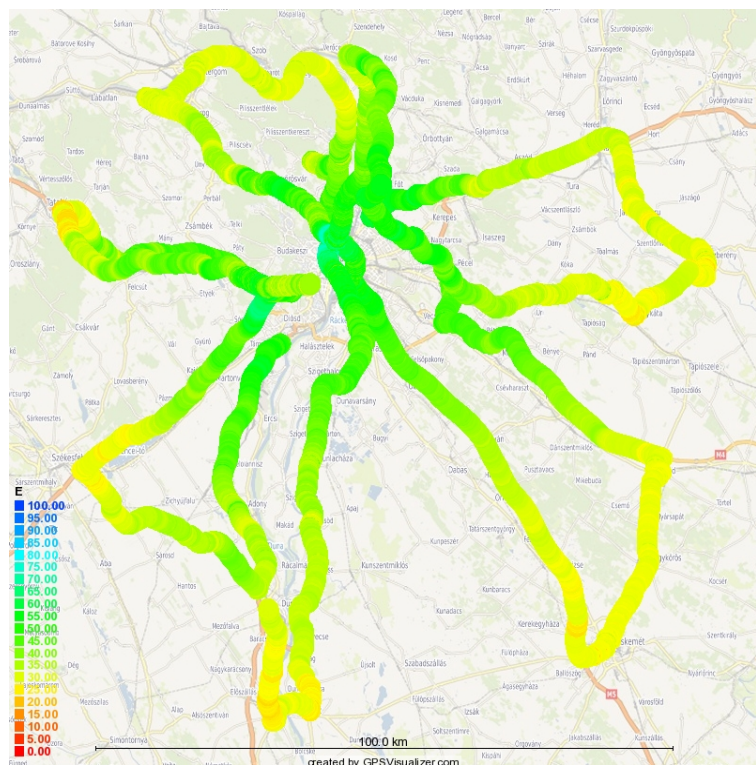


Jelminőség vizsgálata (állóhelyű mérések)

- Általános tapasztalatok:
 - Adásmód és átszövési mélység még megyei távolságokban sem játszik fontos szerepet, csak extrém esetekben lehet jelentősége (például Kőérberek)
 - Döntő a jel/zaj viszony, ennek megfelelően a konstelláció és a kódarány beállítása
 - Megfelelő térerősség esetén mozgó vételre is alkalmas

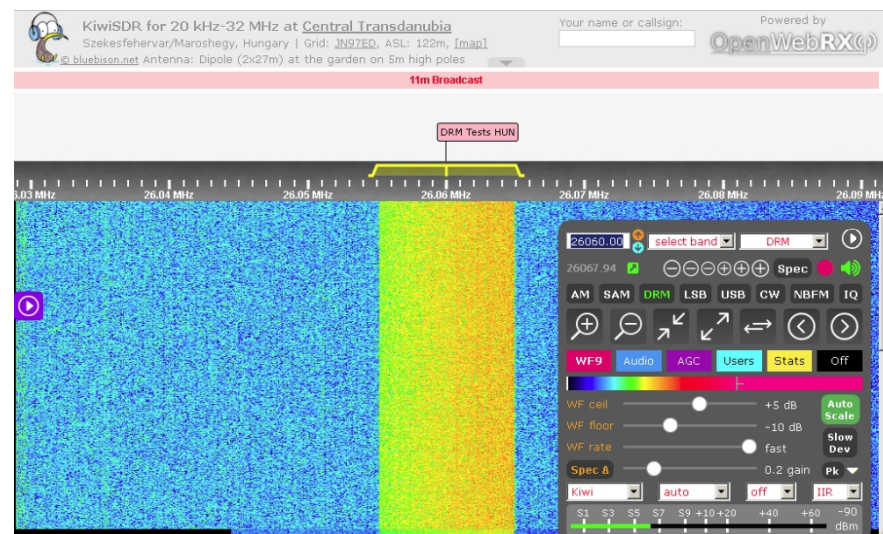
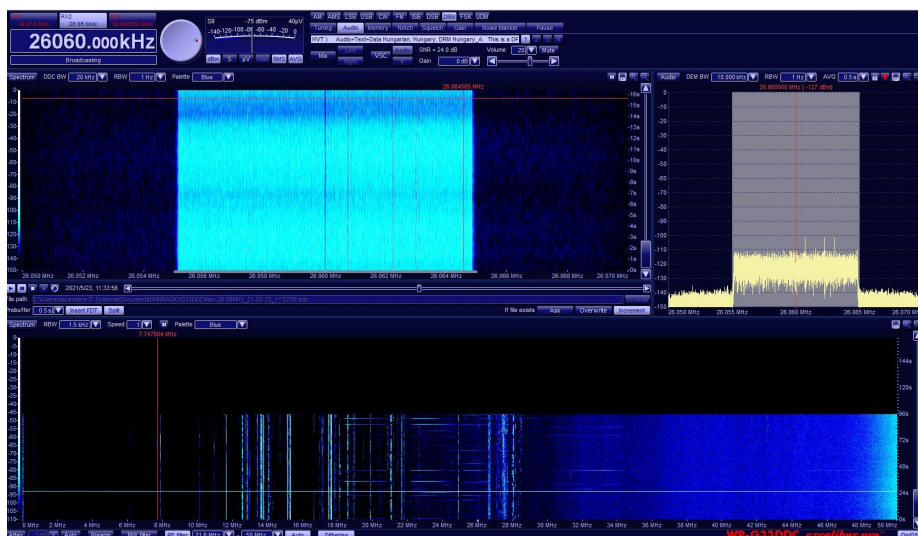
Jelminőség vizsgálata (állóhelyű belehallgatás)

- Szubjektív vizsgálat



Nagytávolságú vétel

- Rádióamatőrök, DX-erek, KIWI-felhasználók visszajelzései alapján
- Többek között Salzburgból, Finnországból, Leidenből, Németországból több helyről



Távlati tervek

- Kisebb frekvenciákon további kísérletek (3 ... 20 MHz között)
- FM-sávú DRM-kísérletek
 - 100 kHz-es sáv szélesség: analóg adások közé beilleszthető → fokozatos átállás?
 - Szomszédos csatornás üzemben használható analóg és digitális szolgáltatásokkal is
- Solt: Kárpát-medence besugárzása?

Köszönöm a figyelmet!

Előadó: Szombathy Csaba

Ügyvezető, SZOMEL Kft.

Média Klub társelnöke, HTE

Telefon: +36 30 255 71 34

Elektronikus levélcím: center@szomel.hu