

DVB-T hálózatok létesítése, üzemeltetése

Árki Zsolt
Antenna Hungária Zrt.
2014.11.07.



Tartalom

- Előzmények
- A hálózatépítés ütemezése
- A hálózat felépítése:
 - Fejállomás
 - Szétosztó hálózat
 - Adóberendezések, kombinerek
 - Antennarendszerek
- Üzemeltetés
- Egyéb műszaki feladatok

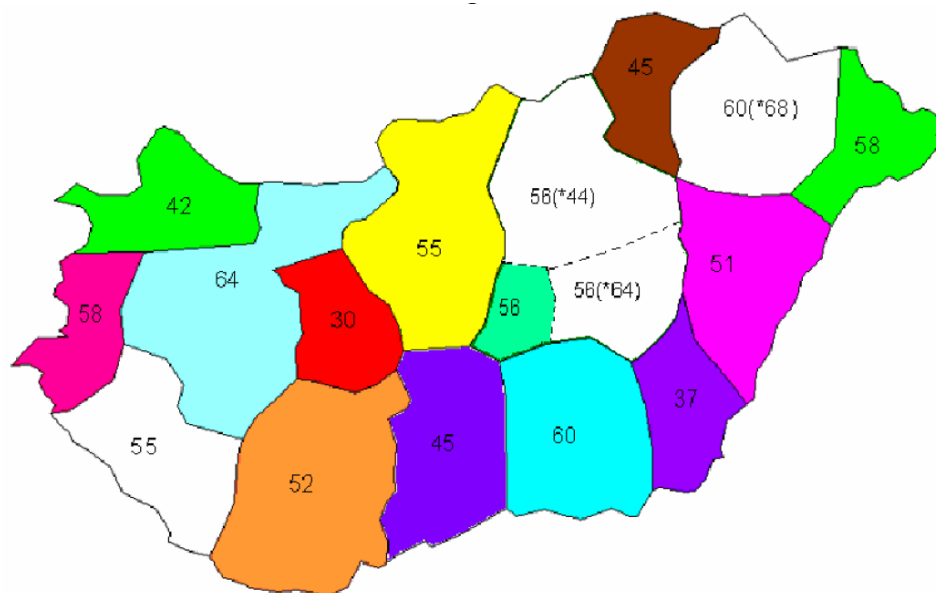
Előzmények

Genf 2006

- Genfi egyezmény 2006-ban a földfelszíni digitális tv csatornák felosztásáról
- Egy hónapos értekezletsorozat: allotment és assingment kijelölések
- Magyarország 7 országos lefedésre kapott lehetőséget az UHF sávban, 1 lefedésre a VHF sávban és 3 DAB+ multiplexre szintén a VHF sávban

Pályázat DVB-T licenszekre

- 2008-ban az NMHH (akkoriban NHH) megpályáztatta 5 DVB-T és 1 DAB multiplex licenszét
- Az AH nyerte el a hálózatépítés jogát

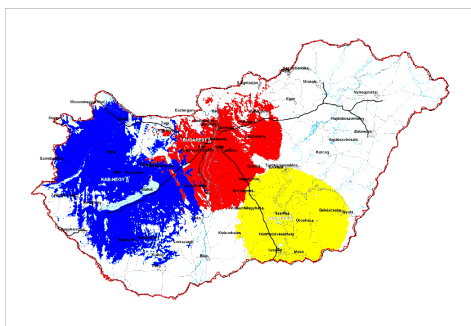


A hálózatépítés ütemezése

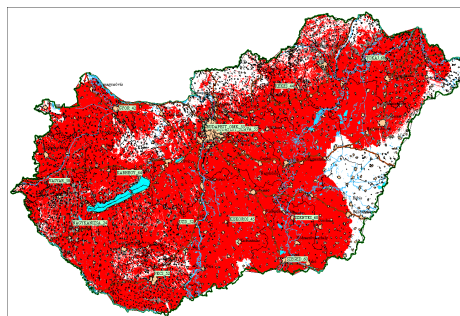
DVB-T hálózat legfontosabb jellemzői

- MFN hálózat SFN szigetekkel
- 64QAM, 8k, FEC 3/4, GI 1/4 → 22,39 Mbps
- Alapvetően tetőantennás vételre készült hálózat, de város környezetben általában biztosított a szobaantennás vétel lehetősége
- Először 2 multiplex kiépítése kezdődött el, a 3. multiplex DVB-H-ra volt kijelölve, az utolsó 2 multiplex csatornáit pedig még foglalta az analóg tv sugárzás
- Összesen 90 telephely (20 nagyteljesítményű, 11 közepes és 59 kisteljesítményű)
- Cégen belüli döntés, hogy az egyes multiplexek azonos lefedettségűek legyenek

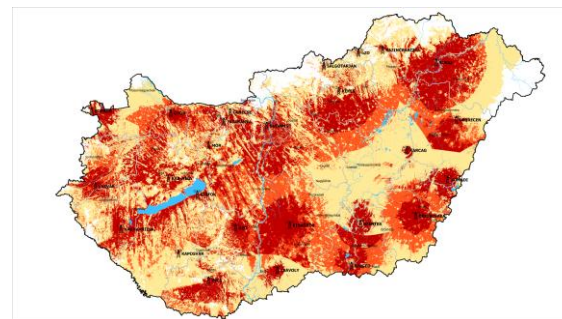
Hálózatkiépítés ütemei



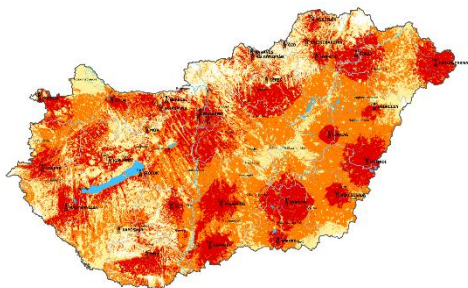
2008
3 telephely
56% lefedettség



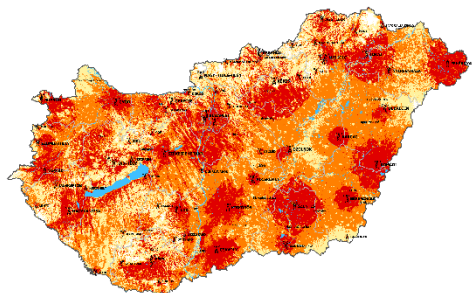
2009
14 telephely
88% lefedettség



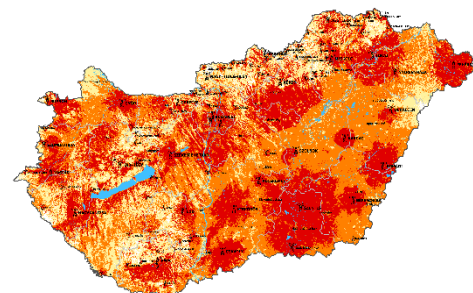
2010
29 telephely
95% lefedettség



2011
50 telephely
97% lefedettség



2012
65 telephely
98% lefedettség



2013
90 telephely
99% lefedettség

A hálózat felépítése

A hálózattervezés kiindulási feltételei

Cél: A tervezett telephelyekre az adók sugárzási paramétereinek a megtervezése

- Antennakarakterisztika
- Maximális effektív kisugárzott teljesítmény (ERP_{max})

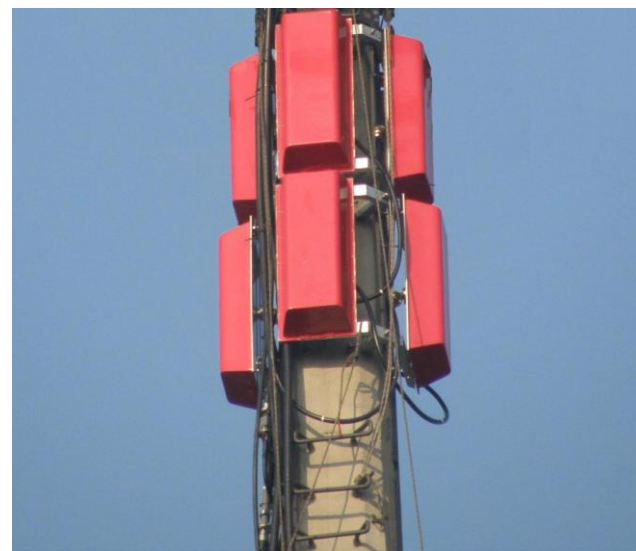
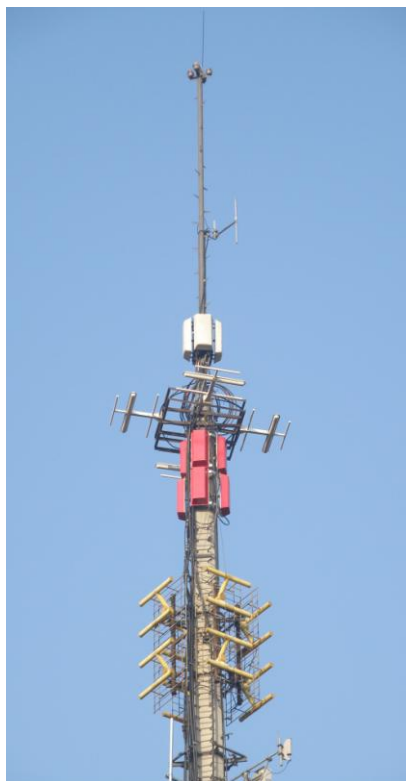
Bemenő adatok:

- A telephely koordinátája
- Az antenna magassága (szabad hely a tornyon az antennarendszer számára)
- Elvi sugárzási paraméterek az NMHH adatszolgáltatásából
- Potenciális zavaróadók az NMHH adatszolgáltatásából
- Célterület: a lehető legnagyobb ellátottság elérése
- Vételi mód: tetőantennás
- Adásmód: 64QAM, FEC 3/4, GI 1/4

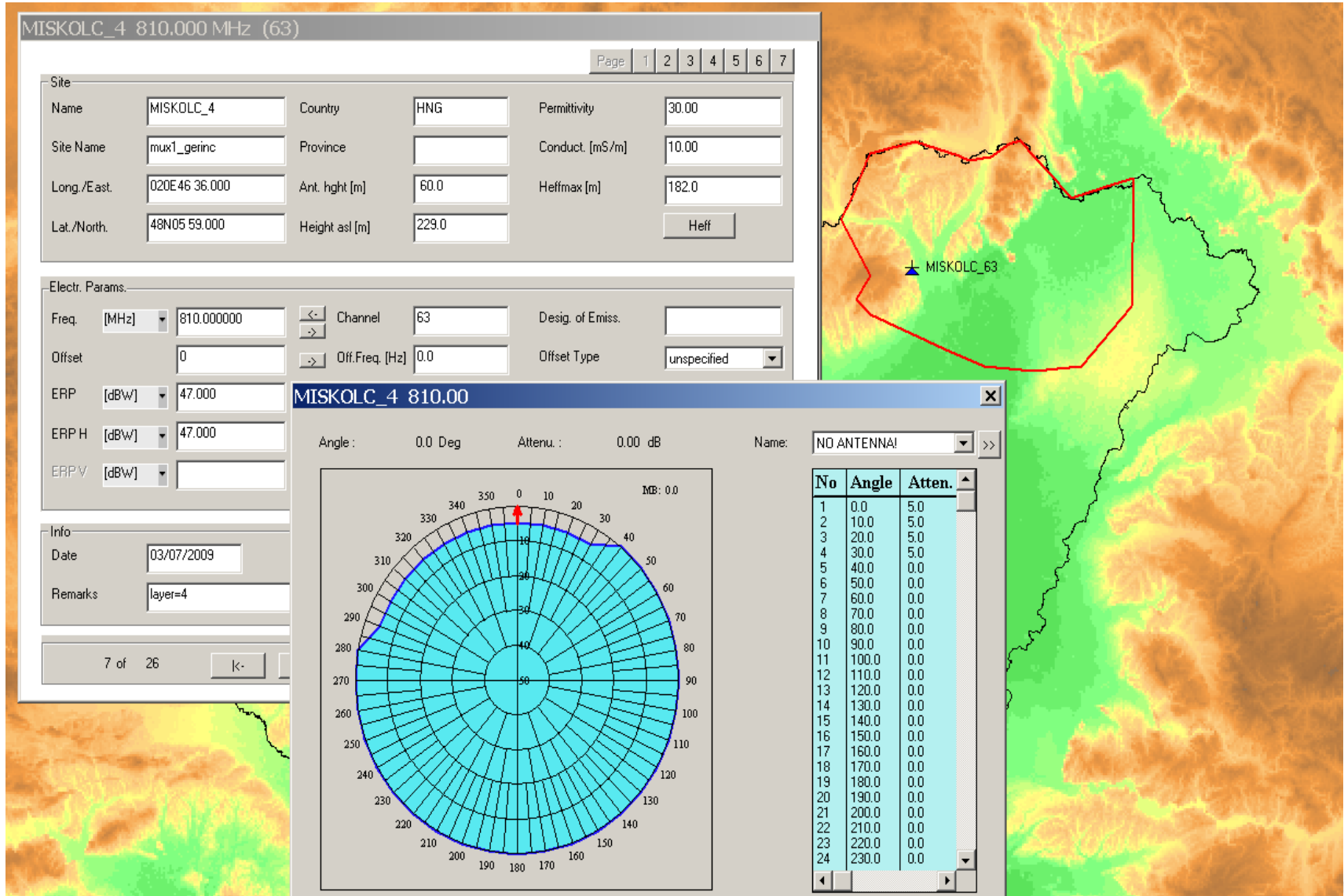
Korlátozások:

- Hazai és külföldi digitális televízióadók védelme
- Hazai és külföldi analóg televízióadók és egyéb szolgálatok (ha van ilyen) védelme az átmeneti időszakban

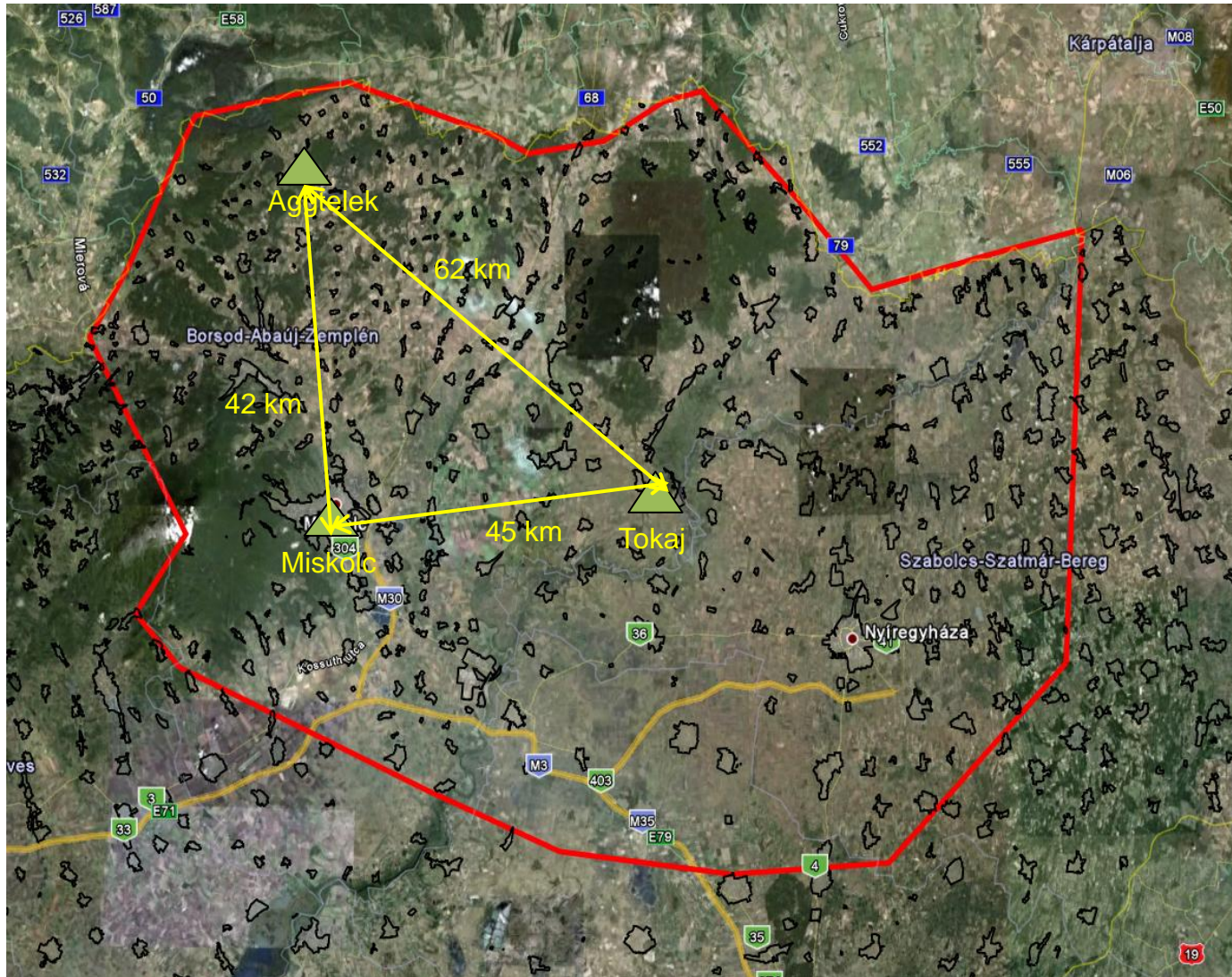
Hálózattervezési példa: Miskolc 63-as TV csatorna



Elvi sugárzási paraméterek

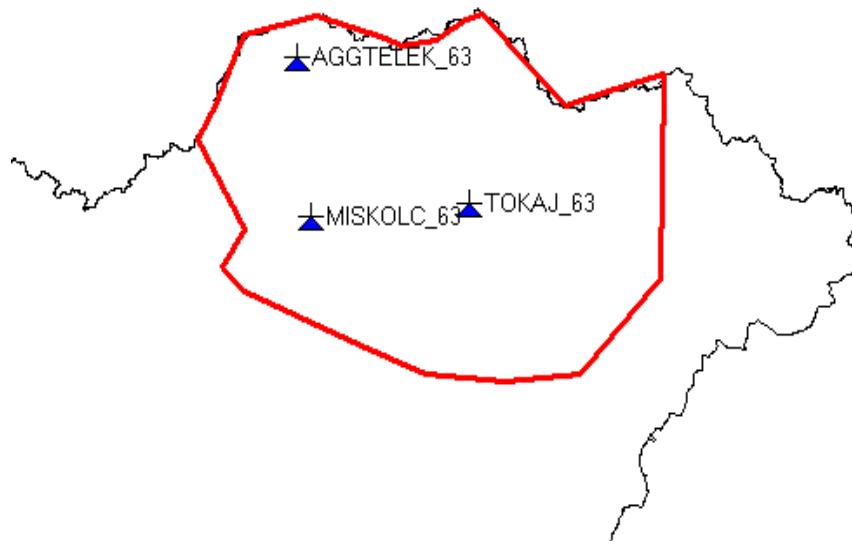


Miskolc-Aggtelek-Tokaj SFN



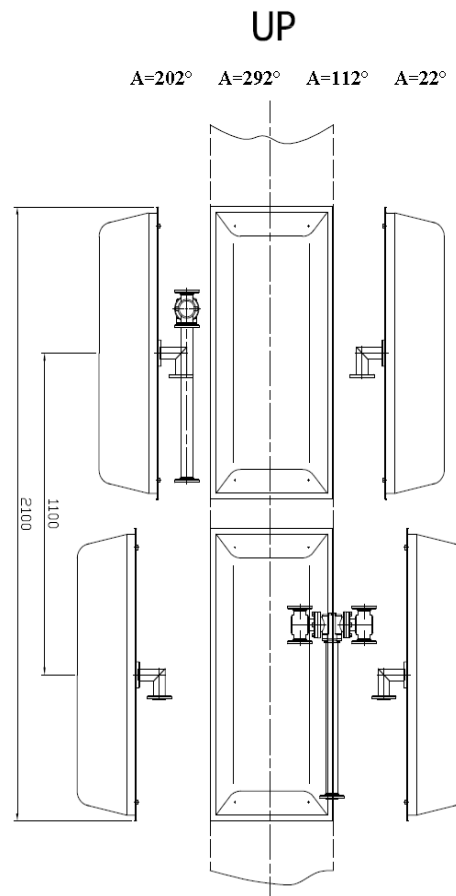
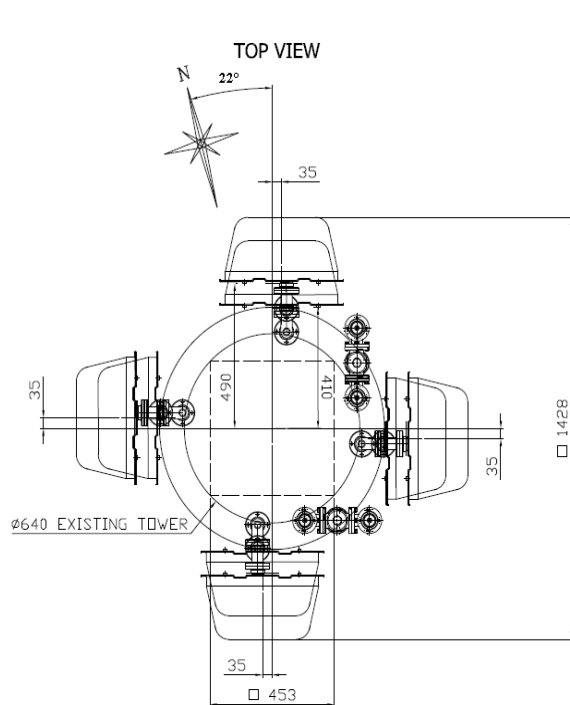
SFN: Öninterferencia

Késleltetés: 0 μ s

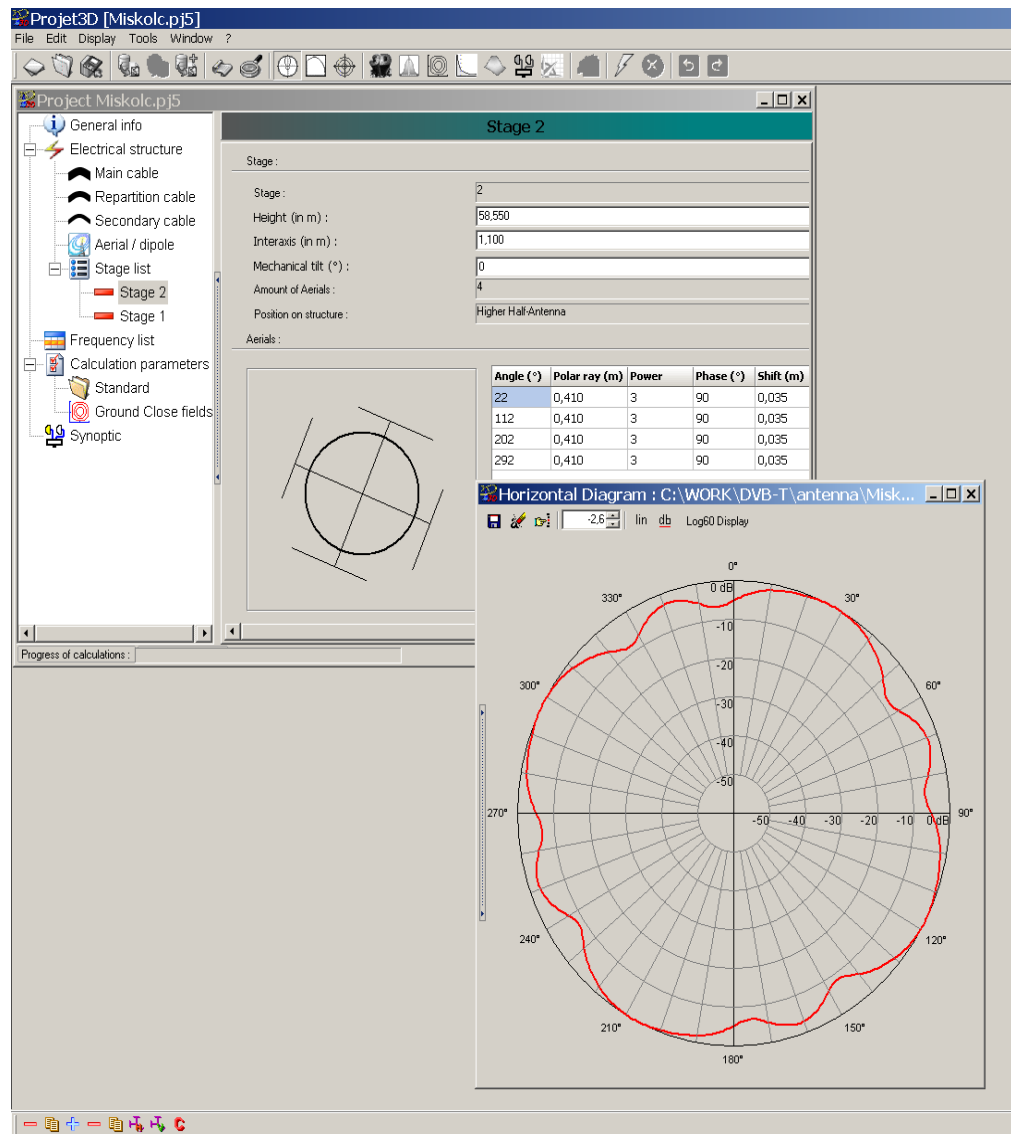


GI:1/4: nincs öninterferencia.

Antennakarakterisztika tervezése



Antennakarakterisztika



Hazai és külföldi szolgálatok védelme

- A 63-as csatornán egyéb szolgálat (magyar katonai) nem üzemel
- A 63-es csatornán (ill. szomszédos csatornákon) hazai analóg adók nem üzemelnek
- Az NMHH adatszolgáltatásban megadott paraméterek biztosítják a külföldi adók védelmét

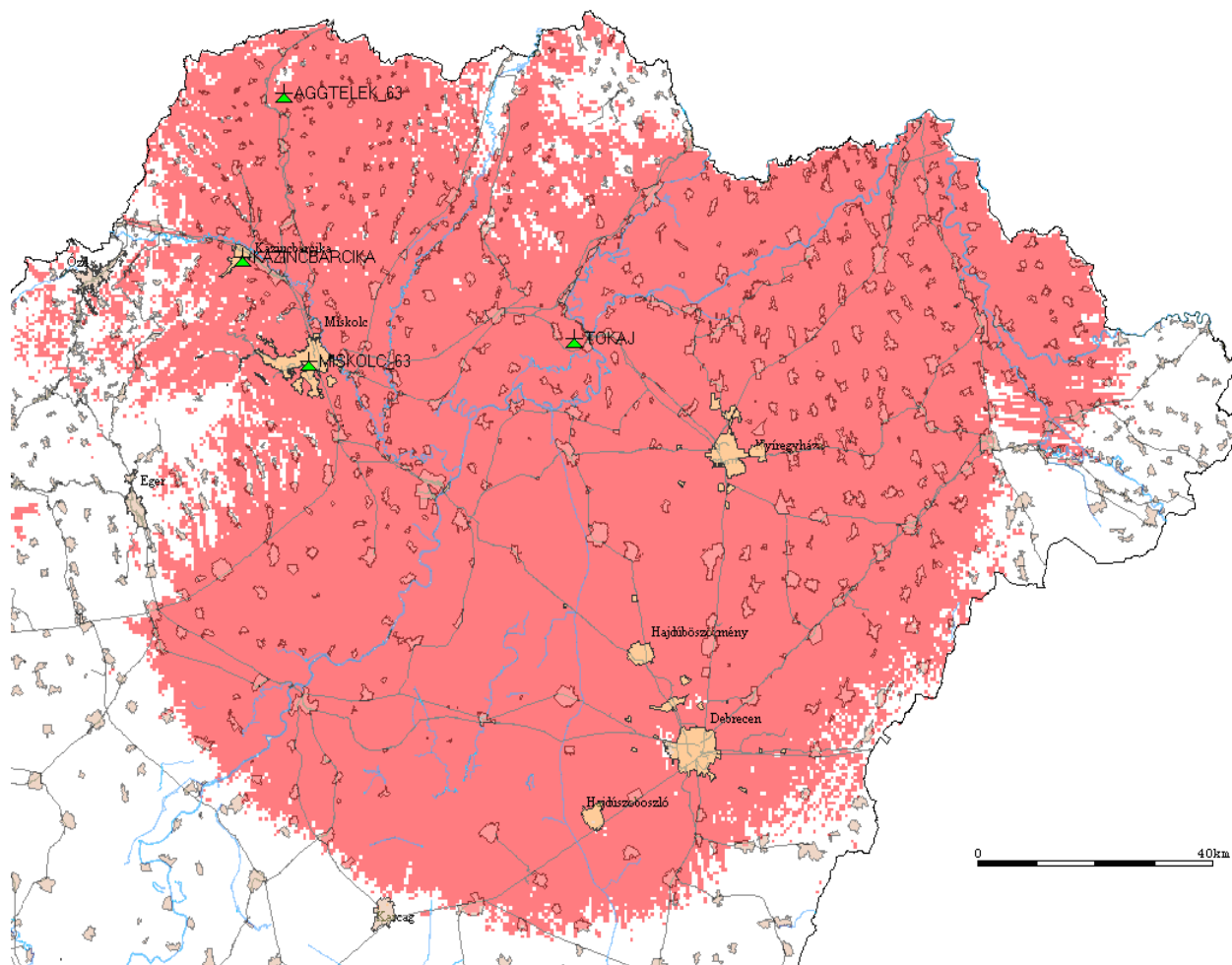
Besugárzás tervezés

Zavaróadók

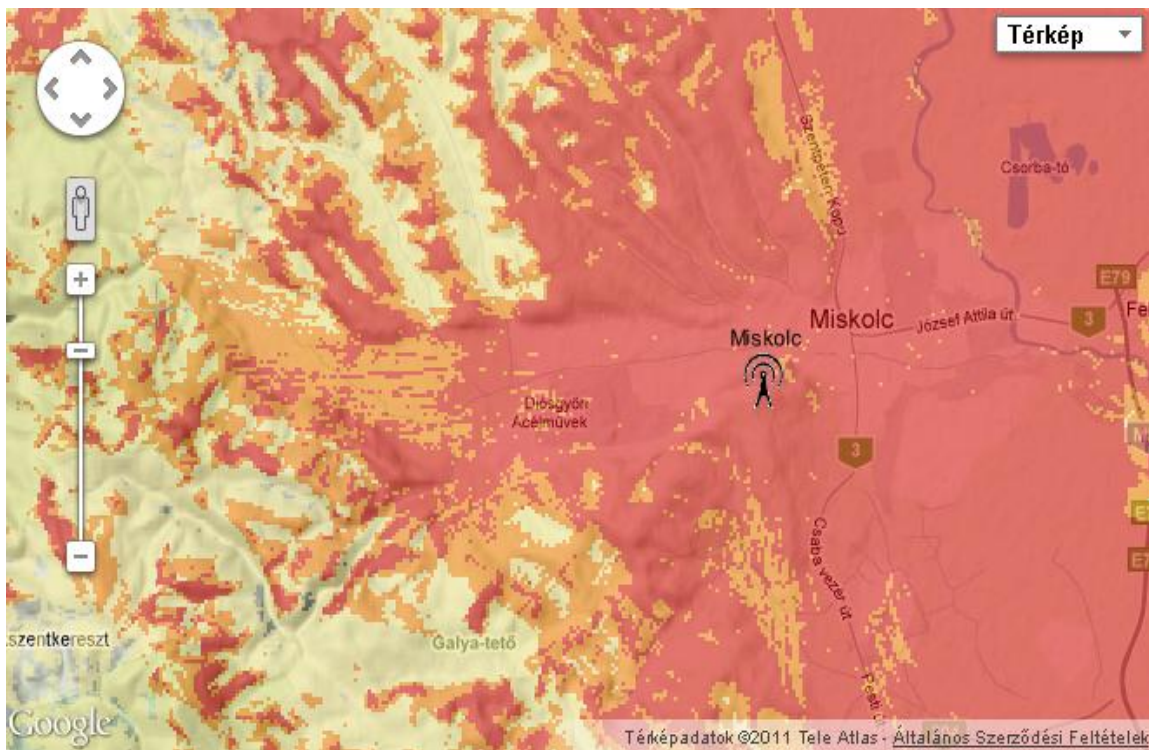
Wanted Transm. : MISKOLC_63
 Frequency/MHz : 810.000 Chan. : 63
 MaxERP kw / dbkw : 5.4954 / 7.400
 Longit. / Latit. : 020E46 32 / 48N05 57
 Heff Max : 161 Country: HNG
 Polarisation : H OS : TRV
 Antenna Dir : D Service: DVB-T
 offset : 0 RPC : RPC1
 offsettype : U SFN-ID : 63 TOKAGG

MARG	CNFS	OS	TRANSMITTER	DIS	AZM	Z%	DIR	LONGITUDE	LATITUDE	E1KW	ERP	PR	LOC	ATD	f/MHZ	EMED	CHA	HEFF	CTY	POL	PD	SFNID	OFF	OT	S	TS	
64.5	D_Ü		GERECSE	176.5	73.7	0	D	018E29 38	47N40 34	22.9	7.9	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	540	HNG	H	0	63KOMFEJ	0	U	RPC1	D	
63.3	G6D		BIESZCZADY	190.5	222.1	0	D	022E29 40	49N23 02	16.5	13.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	277	POL	H	0	7-63-3	0	N	RPC1	D	
61.9	D_A		RABKA	182.0	161.4	0	ND	019E59 41	49N39 13	18.1	10.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	304	POL	H	0			U	RPC1	D	
60.7	DAA		ALSOSZENTIVAN_1	210.8	44.8	0	D	018E46 36	46N46 12	9.9	17.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	100	HNG	M	0	63 KOMFEJ	0	U	RPC1	D	
59.9	G6D		OSTRAVA	270.8	135.4	0	ND	018E12 45	49N51 41	6.1	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	225	CZE	H	0			0	N	RPC1	D
58.9	G6D		JESENIK	339.4	129.2	0	D	017E13 52	50N04 59	5.1	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	819	CZE	H	0			0	N	RPC1	D
55.1	D_A		HLUBOCEC HURKA	282.9	132.4	0	ND	017E57 40	49N51 00	5.3	16.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	261	CZE	H	0			0	U	RPC1	D
55.0	DAA		FELSONYEK_1	235.0	49.3	0	D	018E22 36	46N44 41	7.2	14.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	99	HNG	M	0	63 KOMFEJ	0	U	RPC1	D	
51.1	g6_		KIKINDA	254.6	4.6	0	ND	020E30 00	45N49 00	6.3	20.0	12	12.8	0.0	807.25	57.5	63	150	SRB	H	0			0	N	RPC1	D
49.1	G6D		TREBIC	375.7	106.6	0	ND	015E55 30	49N10 12	-4.7	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	201	CZE	H	0			0	N	RPC1	D
48.7	G6_		IVANCICA	410.5	57.1	0	ND	016E08 00	46N11 00	-1.5	25.4	12	12.8	0.0	807.25	57.5	63	900	HRV	V	0			0	N	RPC1	D
48.7	G6D		PAPUK	366.2	36.4	0	D	017E51 05	45N29 01	1.2	13.7	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	675	HRV	M	0			0	N	RPC1	D
48.3	G6D		BORINCI	347.2	25.7	0	ND	018E44 46	45N18 13	-2.5	17.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	175	HRV	M	0			0	N	RPC1	D
47.9	G6D		JIHLAVA	418.1	105.3	0	ND	015E20 22	49N13 17	-5.9	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	420	CZE	H	0			0	N	RPC1	D
46.6	G6D		LODZ	421.7	167.7	0	ND	019E33 47	51N48 41	-7.2	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	333	POL	H	0	7-63-22	0	N	RPC1	D	
45.4	G6D		PARDUBICE	414.5	115.6	0	D	015E44 15	49N49 21	-8.4	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	191	CZE	H	0			0	N	RPC1	D
44.8	D_A		OSTRAVA LANOVA	264.7	136.2	0	ND	018E18 32	49N50 44	3.0	8.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	64	CZE	H	0			0	U	RPC1	D
44.7	G6D		OVCAR	469.2	5.0	0	D	020E13 19	43N53 47	-9.1	20.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	594	SRB	H	0			0	N	RPC1	D
44.6	DAA		Bardejovska N. Ves	140.5	197.0	0	ND	021E19 41	49N18 35	13.8	-3.0	21	12.8	0.0	810.00	57.5	63	22	SVK	V	0			0	U	RPC1	D

Ellátott terület tetőantennás vételhez



Miskolc lefedettsége



Ellátottság tetőantennás, kültéri antennás és
szobaantennás vételre

<http://mindigtv.hu/lefedettseg>

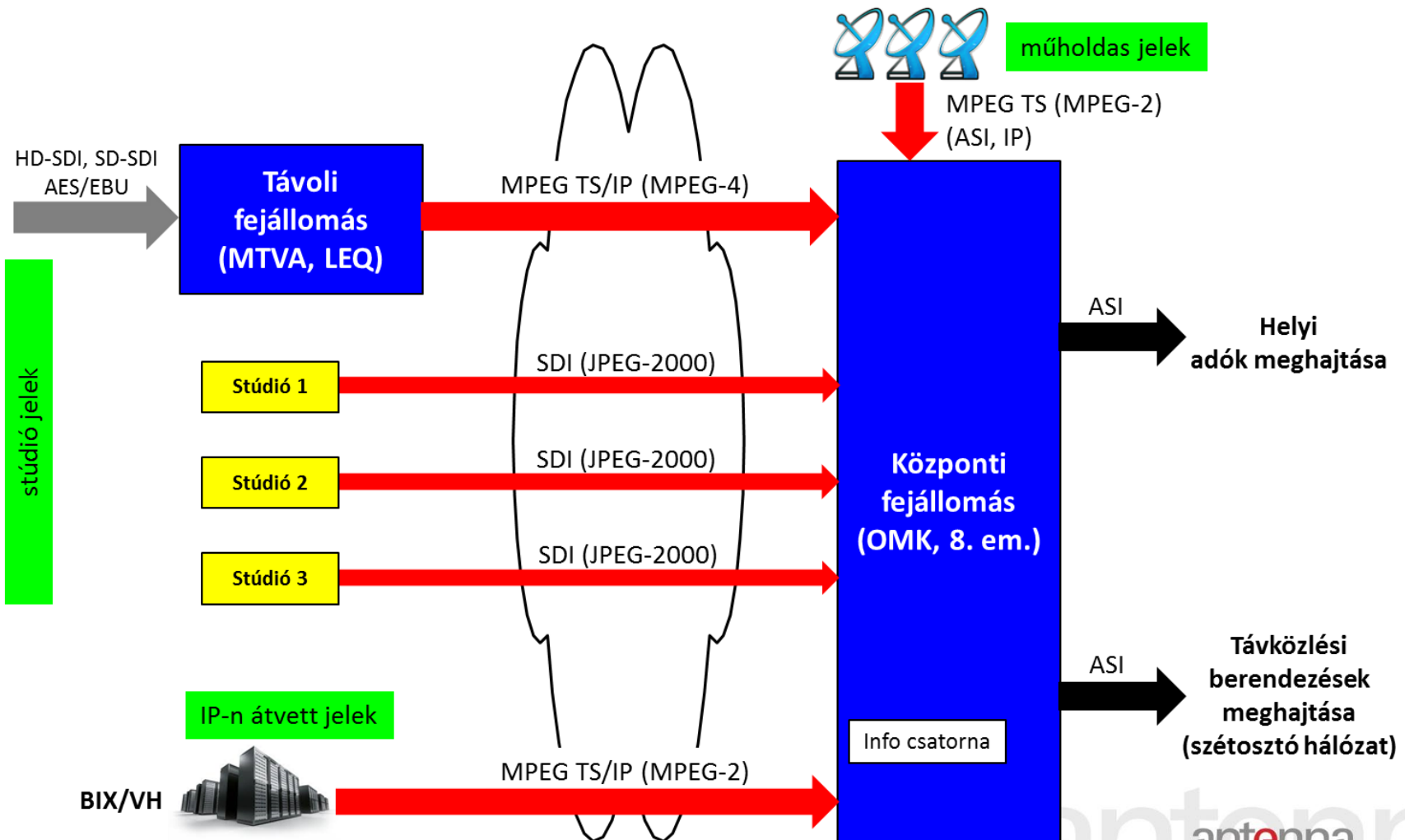
ANTENNA HUNGÁRIA ZRT. 1119 Budapest, Petzvál József u. 31-33. www.ahrt.hu

antenna
HUNGÁRIA

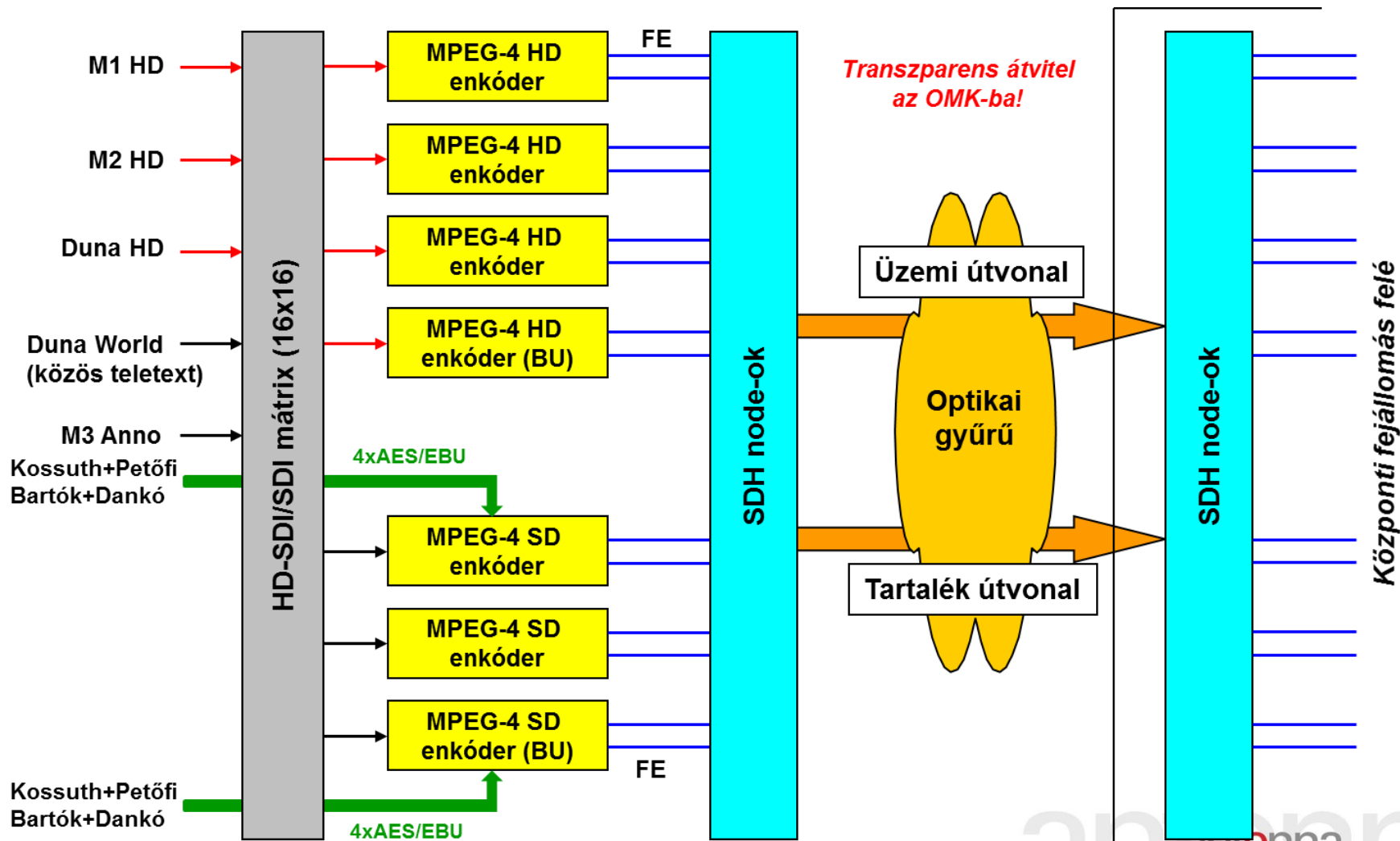
Fejállomás főbb jellemzői

- Elosztott architektúra: távoli, központi és 2014 májusáig körzeti (regionális) fejállomások
- HDTV és SDTV programok kódolása
- Videó: MPEG-4/AVC (H.264)
- Min. 2 sztereó csatornás audió: MPEG-1 Layer2 vagy AAC
- Dolby AC-3 jelek áteresztése
- Teletext, DVB-feliratok áteresztése szinkronizáltan
- Rádióprogramok kódolása a videó enkódereken
- Statisztikus multiplexálás
- Conax 7 feltételes hozzáférési rendszer (CAS)
- Elektronikus műsorkalauz (EPG) beiktatása
- Szolgáltatási információk beültetése (SDT, NIT (LCN), TDT, TOT)
- Levegőn keresztüli (OTA) szoftverfrissítés a „MinDig TV” matricás vevőkészülékekre a DVB-SSU szabvány szerint
- HbbTV jelzőtábla (AIT) kijátszása
- Aktív képformátum jelzése (AFD)

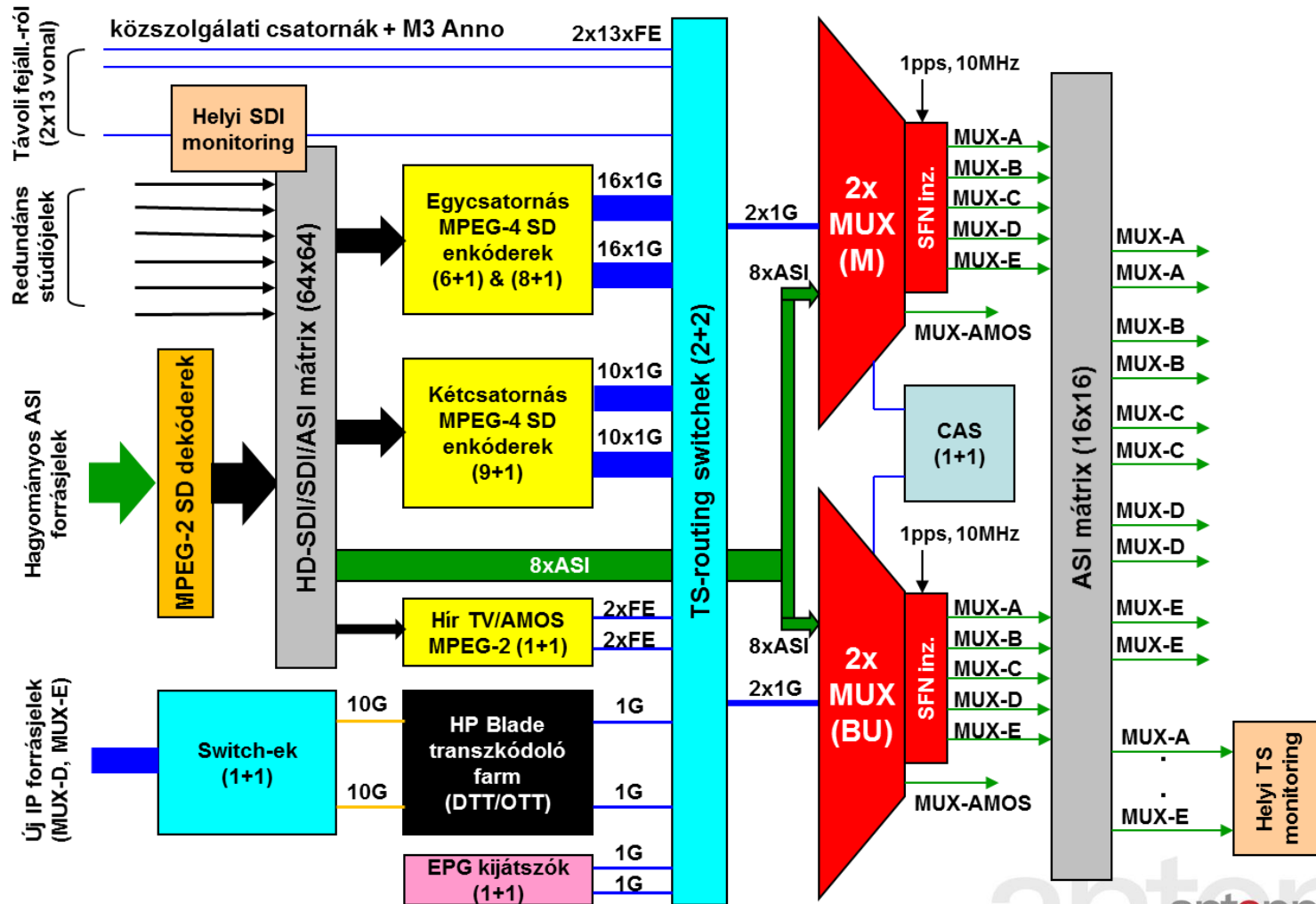
Forrásjelek összegyűjtése (contribution)



Távoli fejállomás az MTVA-ban



Központi fejállomás



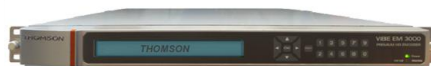
Konkrét berendezések



Vibe CORE-DEC MPEG-2 SD dekóderek



DBD 4437 MPEG-2 SD dekóder
(Scopus 29xx OEM)



EM3000 MPEG-4 HD enkóder



EM2000 MPEG-4 SD enkóder (1 v. 2 csat.)



NP9030 multiplexer+SFN inserter



A teljes fejállomás



Aktív képformátum jelzés hiánya



gyártás SD 4:3-ban

SD → HD konverzió



kisugárzás HD 16:9-ben



megjelenítés 16:9-es kijelzőn (SD vagy HD)



megjelenítés 4:3-as SD kijelzőn

Aktív képformátum jelzés AFD kóddal



gyártás SD 4:3-ban

SD → HD konverzió



kisugárzás HD 16:9-ben

pillar-box jelzése



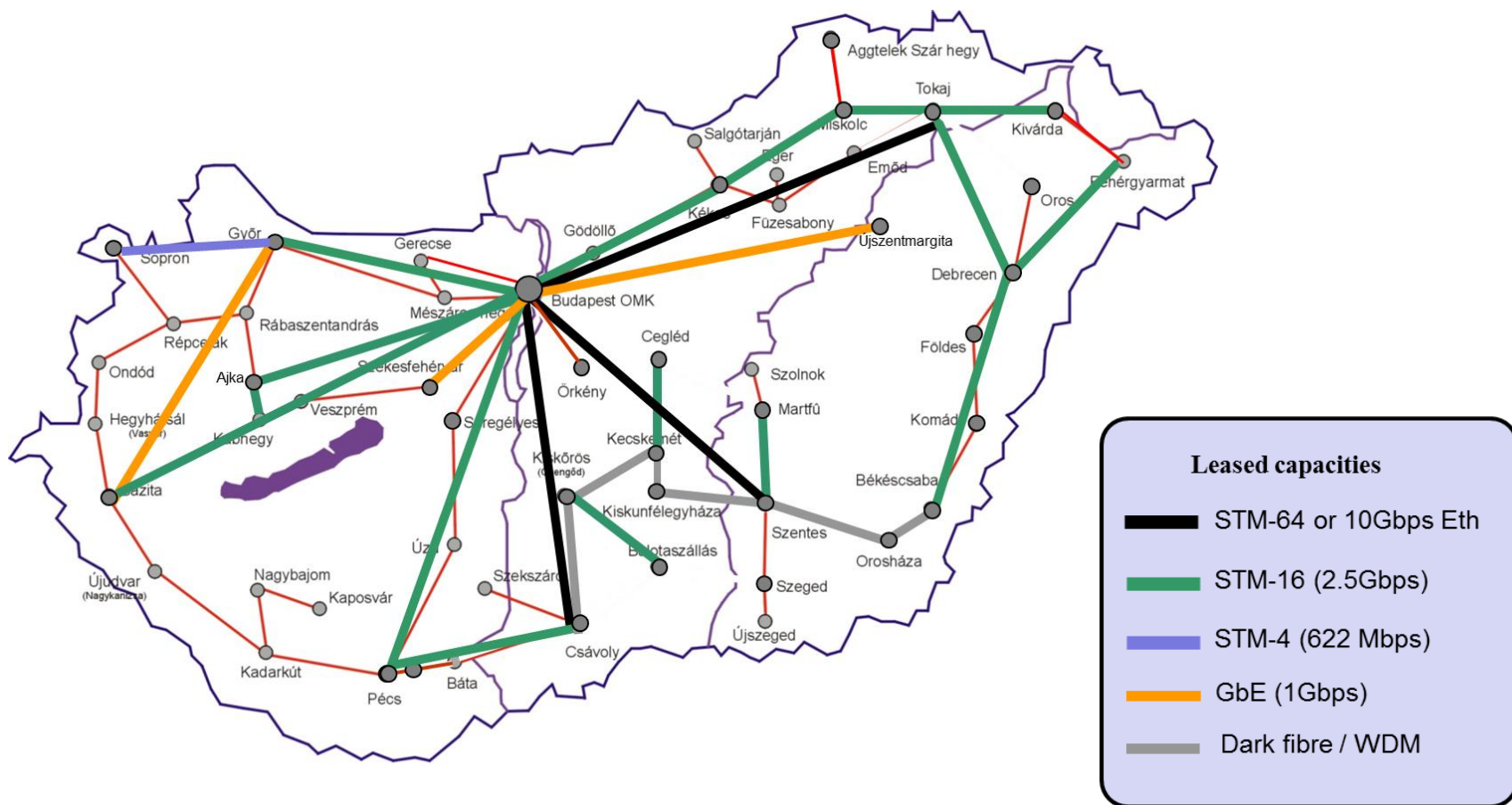
megjelenítés 16:9-es kijelzőn (SD vagy HD)



megjelenítés 4:3-as SD kijelzőn



Országos szétosztó hálózat (distribution)



Adóberendezések

- A számossága és ára miatt az adóberendezések alkotják a hálózat költségének a legjelentősebb részét, emiatt a kiválasztása nagy körültekintést igényel
- Hosszú tender a szállító kiválasztásra: technikai paraméterek vs költségek
- Hatásfok az egyik legfontosabb paraméter (21-22%-ról 34-35%-ra javult az elmúlt pár évben)
- TCO (Total Cost of Ownership) számítás számos paraméter alapján (ár, MTBF, javítási költségek, tartalékanyag mennyisége, hatásfok, alapterület, terembe kibocsájtott hőmennyiség, stb.)
- Levegő versus Folyadékhűtés
- Teljesítménykategóriák: 100W-ig kisteljesítmény, 100W-1kW közepes, 1kW-tól felfelé nagyteljesítményű
- Redundanciák a telephely fontossága alapján: 1+1, N+1 és DD
- Kiegészítő berendezések: GPS vevő, ASI splitter, monitoring vevő, UPS (csak az exciter számára)

Léghűtési adóberendezés



Folyadékűtésű adóberendezés



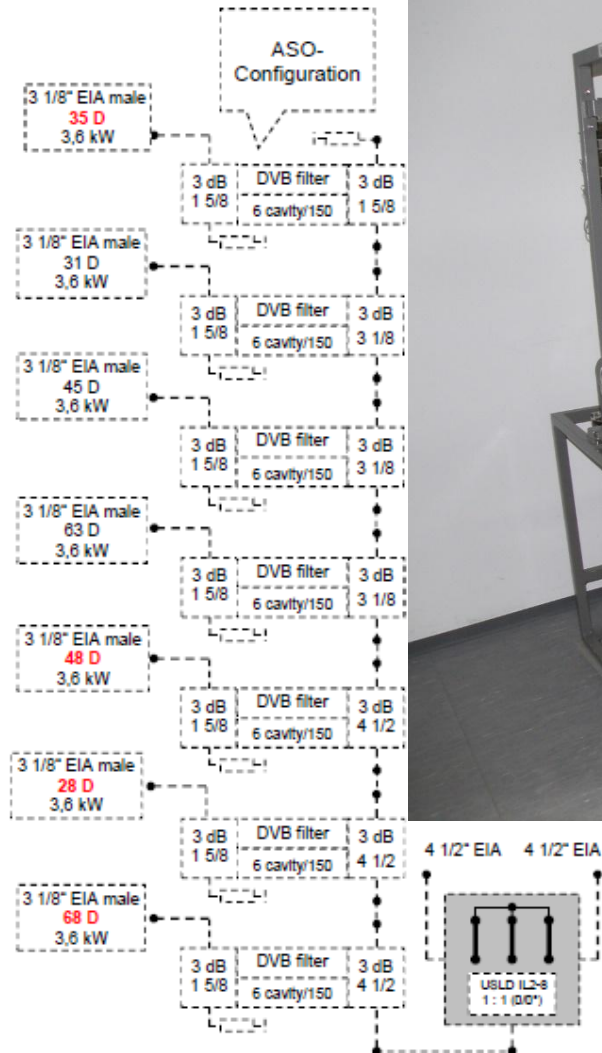
Evolúció



19 Budapest, Petzvál József u. 31–33. www.ahrt.hu

antenna
HUNGÁRIA

Combiner



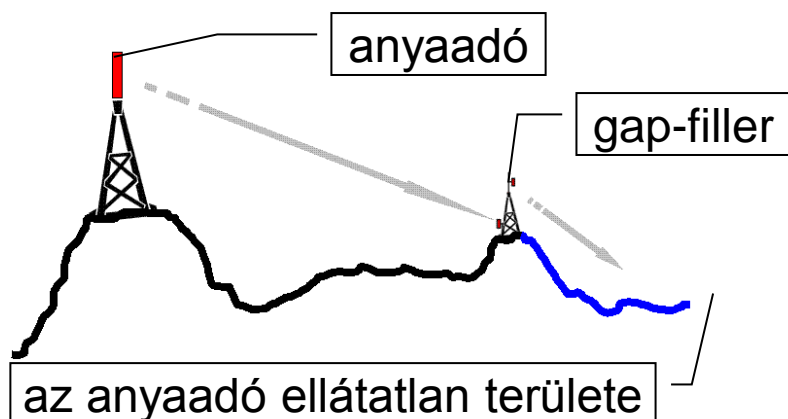
Kisteljesítményű adó

- 100 W-tól lefelé
- Adóberendezés, vagy transposer, vagy gap-filler



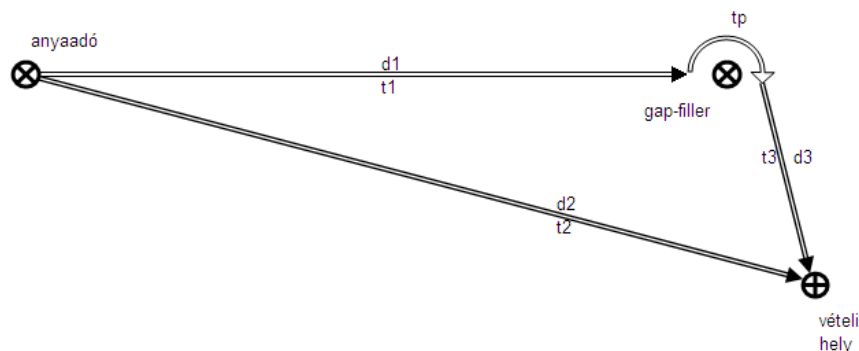
Gap-filler üzemmód

A DVB-T gerinchálózat által nem megfelelően besugárzott területek ellátására szolgáló kis teljesítményű ($P_{RF} < 100W$) adóberendezés, **amely az átjátszó állomás területén elérhető DVB-T gerincadó jelét veszi** és a vételi frekvenciával megegyező csatornán (gap-filler) vagy ettől eltérő csatornán (transposer) kisugározza az ellátatlan területre.



Ideális gap-filler eset

- a gap-filler vevőantennája és az anyaadó között optikai átlátás van
- A gap-filler adó- és vevőantennája 180 fokra van egymástól és szintben eltolva
- Az anyaadó jele mentes minden azonos és szomszédcsatornás zavartól

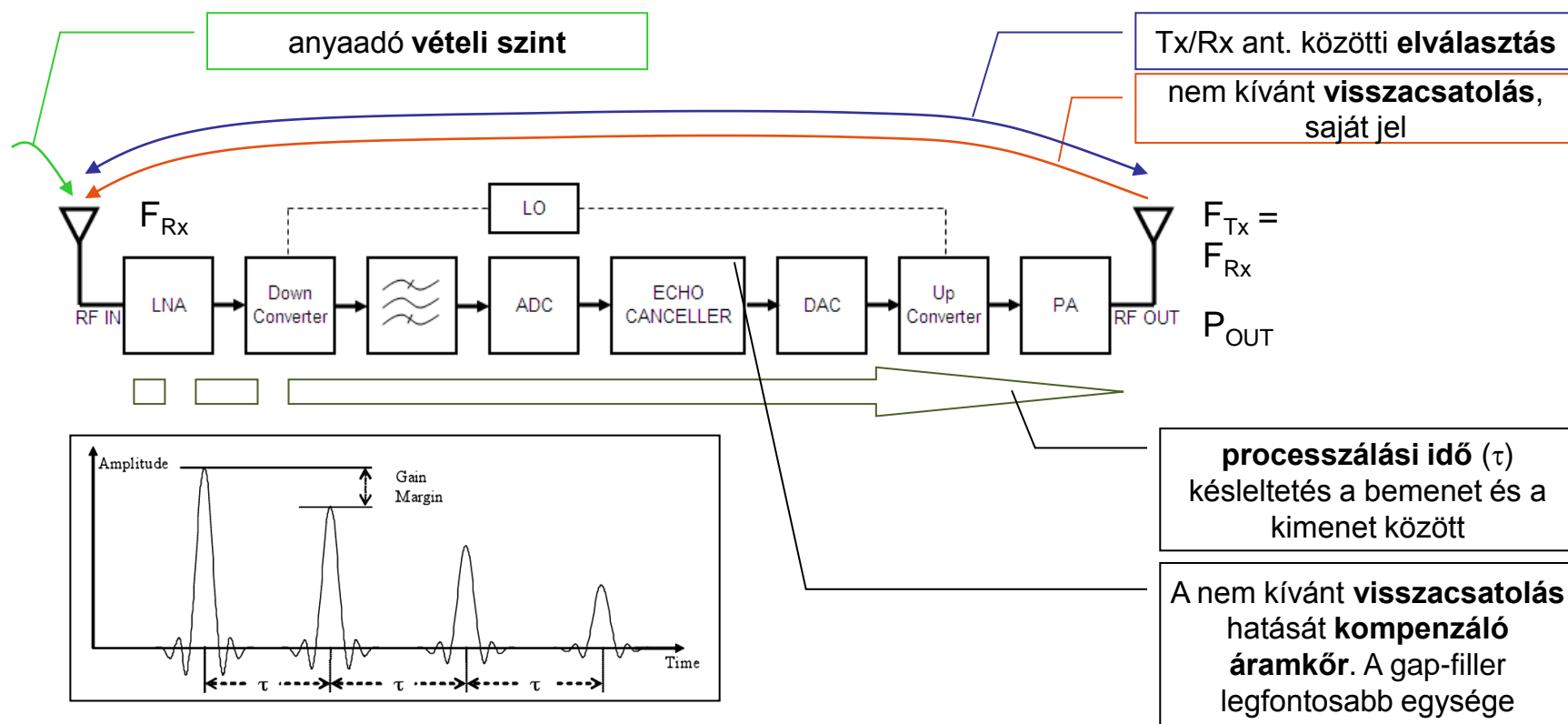


Ideális esetben a gap-filler által besugárzott terület teljes mértékben mentes az anyaadó vagy az anyaadóval SFN-ben sugárzó egyéb adók jelétől.

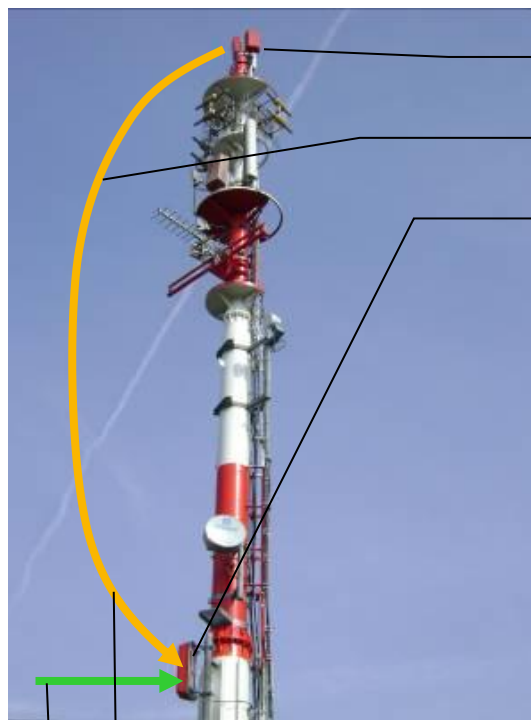
Ha a fenti ideális állapot nem teljes mértékben teljesül akkor a gap-filler által besugárzott területen SFN állapot áll elő.

A gap-fillerek felépítése

Általános tömbvázlat:



Gyakorlati megvalósítás



Adóantenna rendszer

A_{sep} (dB), Tx/Rx antennák közötti elválasztás

Vevőantenna (ELTI, $G_A=10 - 12\text{dBd}$)

Minimálisan szükséges vételi szint (P_{INmin}) kalkuláció:

$$P_{\text{INmin}}(\text{dBm}) = P_{\text{out}}(\text{dBm}) - A_{\text{sep}}(\text{dB}) - A_{\text{sup}}(\text{dB}) = -43\text{dBm} = 64\text{dBuV}$$

ha:

$$P_{\text{out}} = 50\text{W} = 47\text{dBm} \text{ (kimenő teljesítmény)}$$

$$A_{\text{sep}} = 80\text{dB} \text{ (Tx/Rx elválasztás, a gyakorlatban max. 75-85dB érhető el!)}$$

$$A_{\text{sup}} = 10\text{dB} \text{ (max. megengedett echo szint az anyaadó jelhez képest)}$$

ebből a működéshez szükséges minimális anyaadó térerősség: $\sim 84\text{dBuV/m}$

saját kisugárzott jel

anyaadó jel

Antennarendszerek

- A C Multiplex összes csatornája a 60-as csatorna felett volt
- A felső csatornák használata miatt az összes antennát ki kellett cserélni
- A telephelyek kiépítése három különböző módon történt:
 - Teljes antennacsere helikopteres emeléssel (közös digitális és analóg sugárzás)
 - Antennapanelek cseréje a meglévő acélszerkezet megtartásával (közös analóg és digitális sugárzás)
 - Új „csak” digitális antennarendszer telepítése a tornyon elérhető szabad helyre (nem érinti az analóg sugárzásokat)
- Általános elvárások az antennarendszerekkel szemben:
 - Teljes sáv átfogása (CH21-től CH 69-ig)
 - Hosszú élettartam, nagy megbízhatóság
 - Terhelhetőség 2 analóg és 3 digitális csatornára jelenleg, és 7 digitális csatornára a jövőben
 - Két félantenna, a félantennának alkalmasnak kell lennie a teljes teljesítményre
 - Két főtápvonal, egy főtápvonalnak is alkalmasnak kell lennie a teljes teljesítményre
 - Üzemelés alatti karbantartás lehetősége:
 - elég hely az antennán belül
 - a térerősség nem lehet nagyobb 61 V/m-nél az antennaszerkezetben belül)

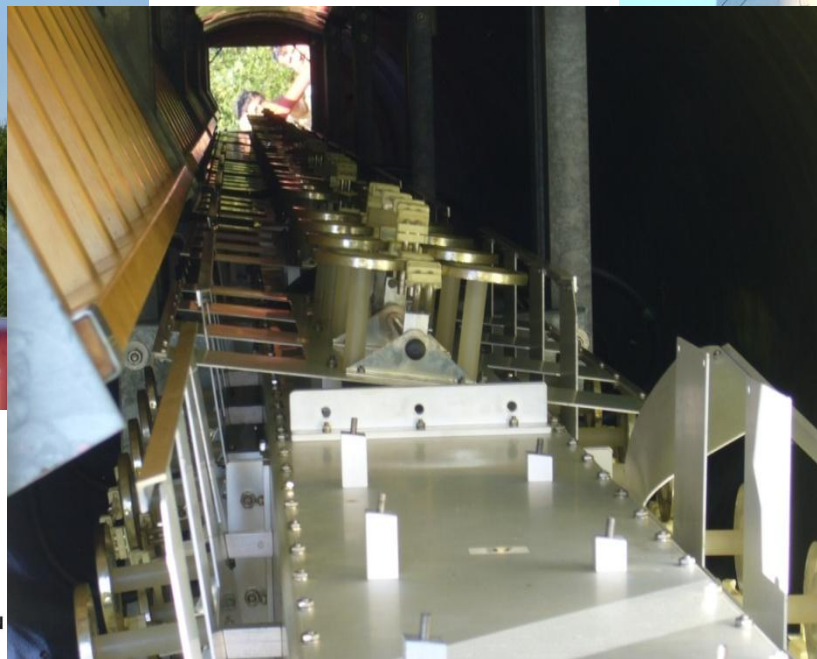
Antennarendszerek Teljes csere



- Teljes antennacsere
- 10 emelet, 4 irány
- Irányított antennarendszer, korlátozás nyugat felé
- Az antennacsere 1 napos leállással
- Ideiglenes antenna nem lett telepítve



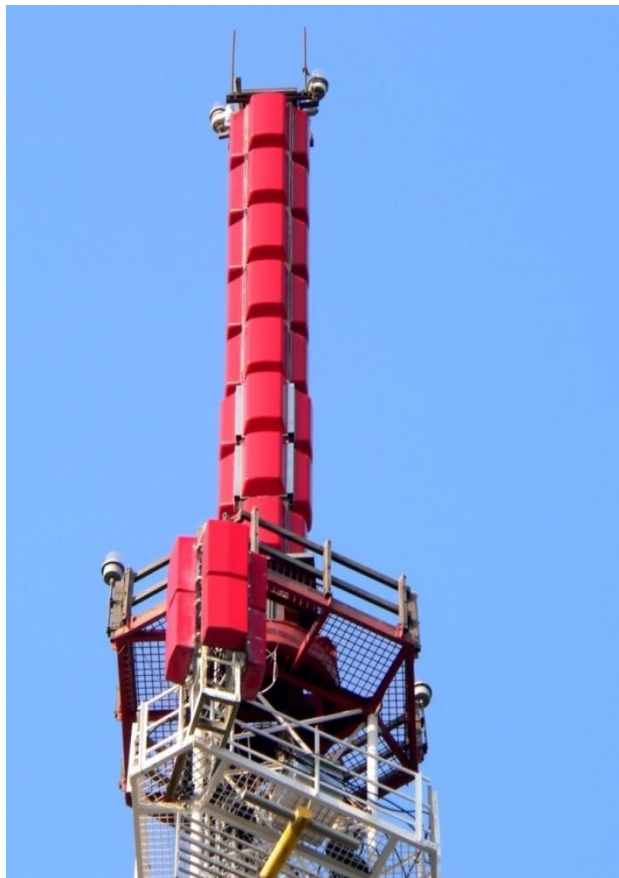
Antennarendszerek



A N

Antennarendszerek

Panel csere



- Meglévő acélszerkezet, de új panelek, kábelek, elosztók
- 8 emelet, 4 irány
- Irányított antennarendszer, korlátozás dél felé
- Olcsóbb mint a teljes antennarendszer cseréje, de hosszabb időt vesz igénybe
- Az átépítés ideje alatt ideiglenes antenna biztosította a sugárzást

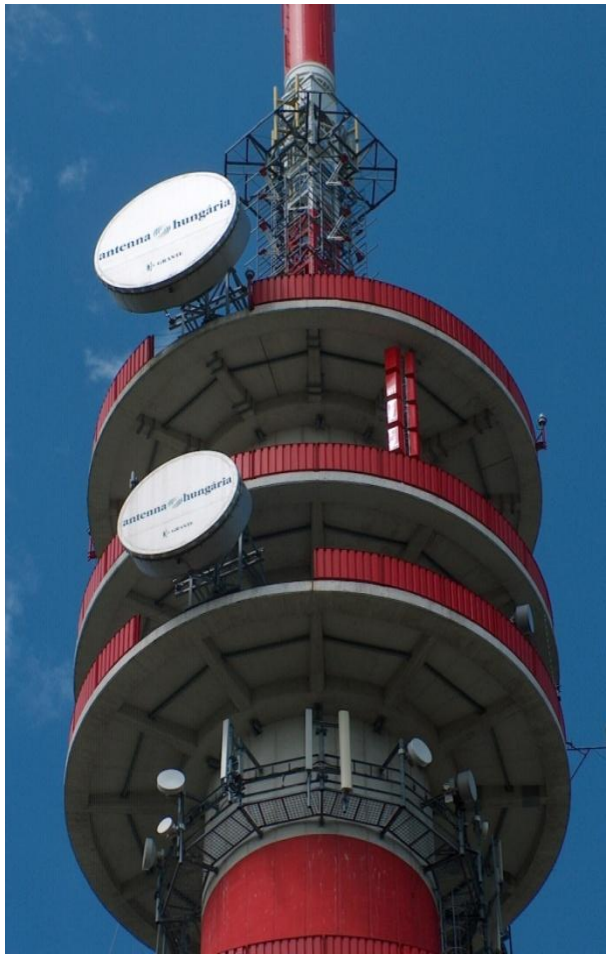
Antennarendszerek, külön antennarendszer a digitális sugárzáshoz



- „Csak” digitális antenna
- 12 emelet, 4 irány
- Kvázi körsugárzó antenna

Antennarendszerek

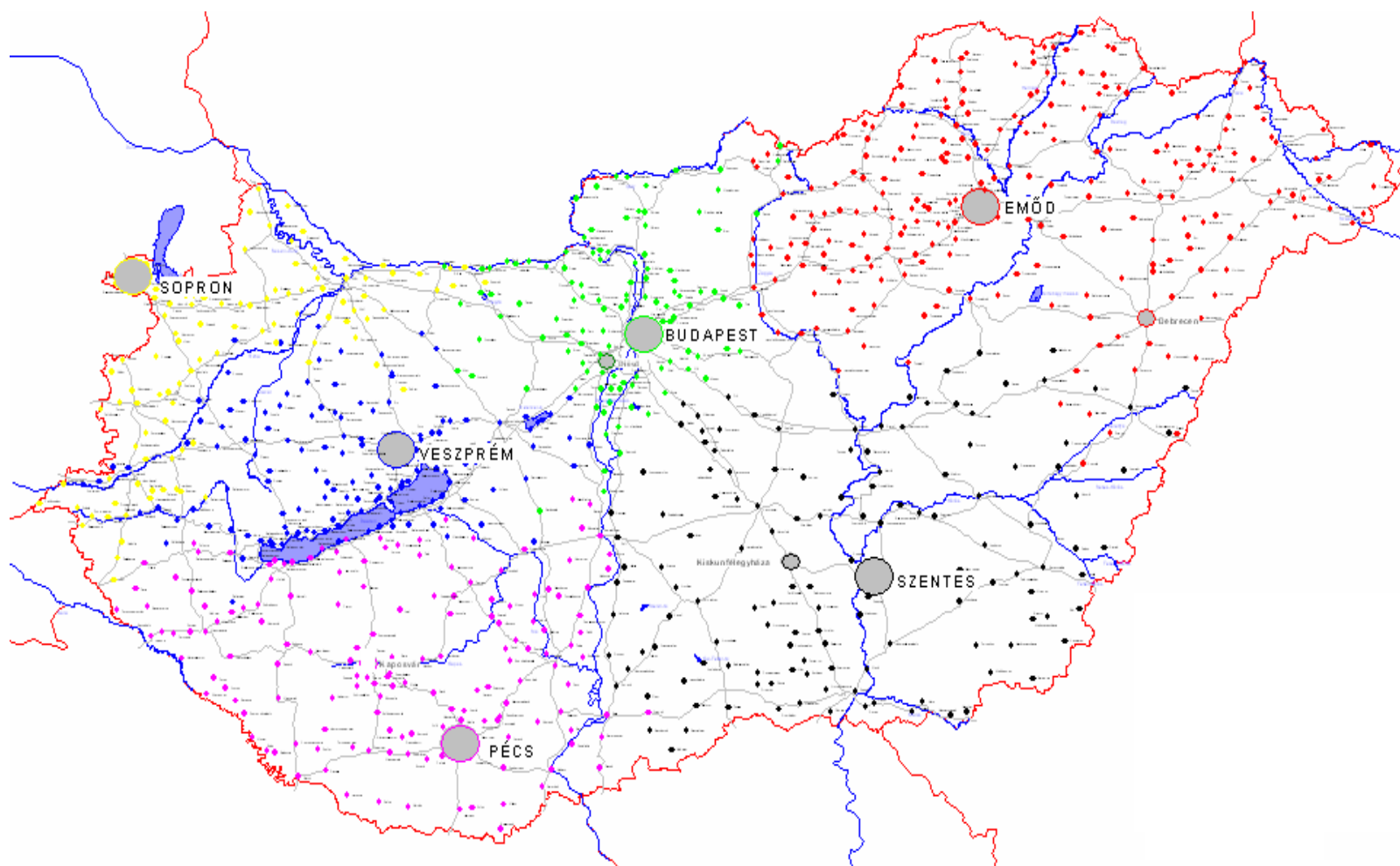
Kevés szabadhely a tornyon



Üzemeltetés

- NOC: 24/7 hálózati irányítás (más szolgáltatásokkal együtt)
- Minden telephely monitorozott adóberendezés, kiegészítő eszközök és Transport Stream szinten (átjátszó telephely esetében 3G/GPRS hálózaton keresztül)
- 5 vidéki szervizközpont a vidéki helyszíni beavatkozásokra (8/5 munkarend + telefonügyelet)
- Szervizes kollégák műszaki háttértámogatása Budapestről (8/5 munkarend + telefonügyelet). Gyártói support a műszaki háttértámogató csapaton keresztül
- Internetes fórumok jelentősége!

Vidéki szervizközpontok



Hálózattírányítási központ

ROSA - [All SDVB]

File View Maps Server Config Messages Performance Security Window Help

Global Groups

Eger

- Fehérgyarmat
 - Common_DEV
 - GPS distributor 2, Fgy, At eth
 - GPS distributor, Fgy, At eth
 - GPS receiver, 1+1 system, Fg
 - TNM-500, Fehérgyarmat, At e
 - UPS, Aux, Fgy, At ethernet p
 - DVB-T dual-drive transmitter, MUX
 - DVB-T dual-drive transmitter, MUX
 - DVB-T TX rack controller MUXE
 - MUX A
 - DVB-T dual-drive transmitter, MUX
 - SDVB200 monitoring receiver
 - UPS, MUX A, CH58, Fgy, At
 - MUX B
 - DVB-T dual-drive transmitter, MUX
 - SDVB200 monitoring receiver
 - UPS, MUX B, CH38, Fgy, At
 - MUX C
 - DVB-T dual-drive transmitter, MUX
 - SDVB200 monitoring receiver
 - UPS, MUX C, CH38, Fgy, At
 - SDVB200 monitoring receiver, MUX
 - UPS, MUX E, CH, Fgy, At ethernet
 - Felszagg, GF
 - DVB-T gapfiller, MUXABCD, CH
 - EnenSys monitoring receiver, MUX
 - TMN-500A, Felszagg, At ethernet
- Fony, GF
 - Fuzeradvany
 - Gerecse
 - Godollo
 - Gomorszolos, GF
 - Gyor
 - Hegyhátsál (Vasvár)
 - Hernádpeth, GF
 - Hollohaza, GF
 - Kabhegy
 - Kaposvár, GF
 - Karancs
 - Karcag
 - Kaszinóbarok
 - Kecskemét
 - Kékes
 - Keszthely
 - Kiskörös
 - Kiskis, TP
 - Komádi
 - Koszeg, GF
 - Lenti, GF
 - Mecsekudassd, GF
 - Miskolc
 - Miskolc-Diosgyor, GF
 - Miskolc-Tandora, TP

Maps

All SDVB

- DAB network
- Gapfiller network
- MUX A network
- Central header
- Central header
- Aggtelek MUX A
- Barcs MUX A
- Békéscsaba MUX
- Bp HHH MUX A
- Bp OMK MUX A
- Bp Száva MUX A
- Csávoly MUX A
- Debrecen MUX
- Eger MUX A
- Fehérgyarmat M
- Gerecse MUX A
- Godollo MUX A
- Győr MUX A
- Hegyhátsál MUX
- Kabhegy MUX A
- Karancs MUX A
- Karcag MUX A
- Kecskemét MUX
- Kékes MUX A
- Keszthely MUX
- Kiskörös MUX A
- Komádi MUX A
- Miskolc MUX A
- Mór MUX A
- Nagyhódhegy
- Nyíregyháza MUX
- Ózd MUX A
- Pécs MUX A
- Sikfő MUX A
- Sopron MUX A
- Szeged MUX A
- Székelyhát MUX
- Székesszard MUX
- Szentes MUX A
- Szigetvár MUX A
- Szolnok MUX A
- Szombathely MUX
- Talabány MUX
- Tokaj MUX A
- Újvárad MUX A
- Újvárad MUX A
- Vác MUX A
- Veszprém MUX
- Zalaegerszeg M
- Zirc MUX A
- MUX B network
- MUX C network

SDVB

MUX A		MUX C		MUX B		MUX D	
OMK	Debrecen	OMK	Debrecen	OMK	Debrecen	OMK	Debrecen
Száva	Fehérgyarmat	Száva	Fehérgyarmat	Száva	Fehérgyarmat	Száva	Fehérgyarmat
HHH	Székelyhát	HHH	Székelyhát	HHH	Székelyhát	HHH	Székelyhát
Nagy H-h	Kecskemét	Nagy H-h	Kecskemét	Nagy H-h	Kecskemét	Nagy H-h	Kecskemét
Győr	Hegyhátsál	Győr	Hegyhátsál	Győr	Hegyhátsál	Győr	Hegyhátsál
Kabhegy	Gerecse	Kabhegy	Gerecse	Kab-hegy	Gerecse	Kab-hegy	Gerecse
Sopron	Szombath	Sopron	Szombath	Sopron	Szombath	Sopron	Szombath
Pécs	Csávoly	Pécs	Csávoly	Pécs	Csávoly	Pécs	Csávoly
Úzd	Újvárad	Úzd	Újvárad	Úzd	Újvárad	Úzd	Újvárad
Kékes	Aggtelek	Kékes	Aggtelek	Kékes	Aggtelek	Kékes	Aggtelek
Tokaj	Nyíregyháza	Tokaj	Nyíregyháza	Tokaj	Nyíregyháza	Tokaj	Nyíregyháza
Miskolc	Karancs	Miskolc	Karancs	Miskolc	Karancs	Miskolc	Karancs
Komádi	Békéscsaba	Komádi	Békéscs	Komádi	Békéscs	Komádi	Békéscs
Szentes	Szolnok	Szentes	Szolnok	Szentes	Szolnok	Szentes	Szolnok
Szeged	Kiskörös	Szeged	Kiskörös	Szeged	Kiskörös	Szeged	Kiskörös
Karcag		Karcag		Karcag		Karcag	

MUX E

OMK	HHH	Pécs	Karancs
Száva	Nagy H-h	Úzd	Tokaj
		Újvárad	

Kab-hegy átj. Tokaj átj. Sopron átj. Karancs átj. Aggtelek átj. At

Közös EnenSys: Zalaegerszeg Godollo Peröcsény

Zirc Keszthely Szekszárd Veszprém Vác S

OMK Száva HHH

DA

TMN-500A_Bulkyaranyos: Room temperature low: Cleared

Operator

BROADCAST... Zoom 95%

Egyéb műszaki feladatok

- Új szolgáltatások fejlesztése (pl: HbbTV)
- Vevőkészülékek tesztelése matricarendszerhez
- Beruházási és üzemeltetési költségkeretek kontrollja
- Ügyfélszolgálat (Call Center) műszaki támogatása
- Marketing terület műszaki támogatása



Köszönöm a figyelmet!

Árki Zsolt
Osztályvezető
Műszaki Fejlesztési és Támogatási osztály
Antenna Hungária Zrt.

arkizs@ahrt.hu