



Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

MŰHOLD – OKOSTELEFON ÖSSZEKÖTTETÉS, MIKOR LESZ VALÓSÁG?

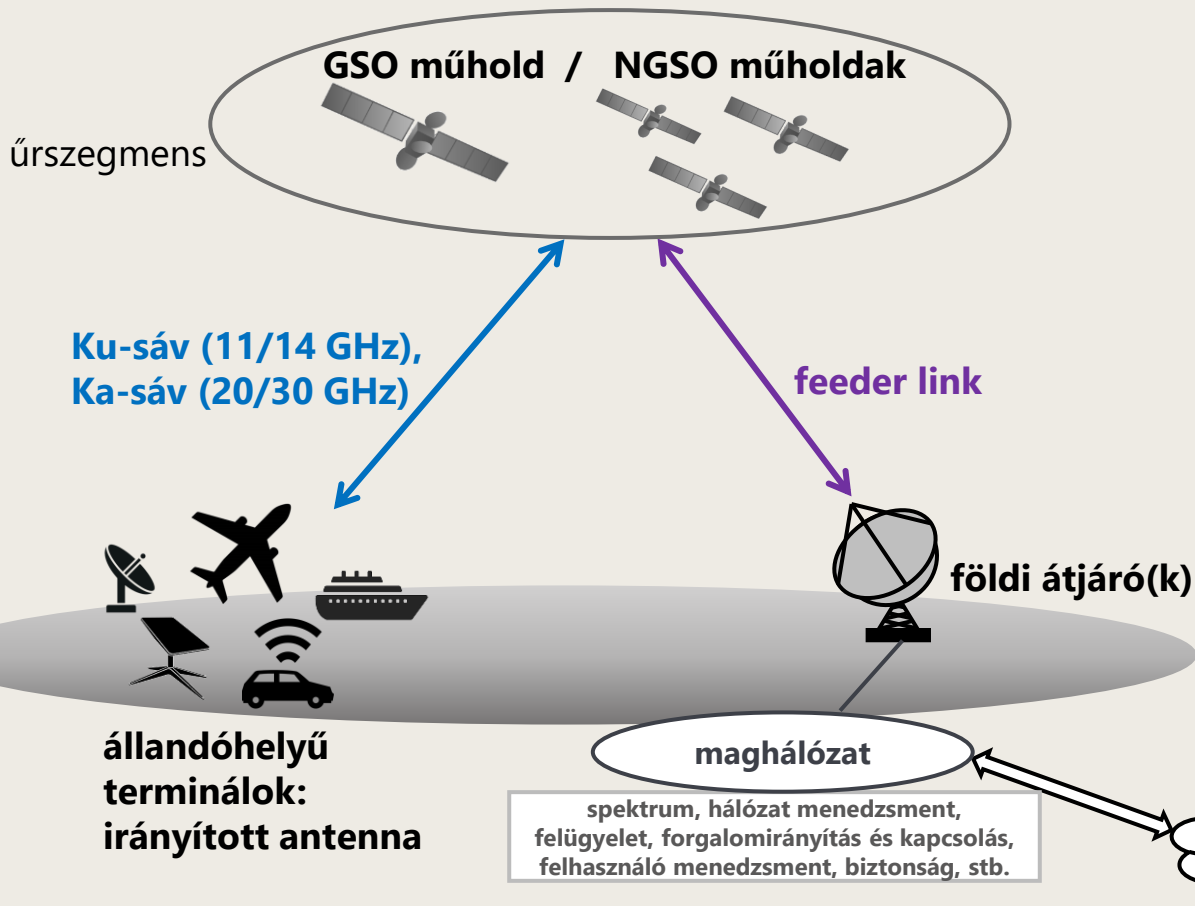
A D2C bevezetésének akadályai Európában

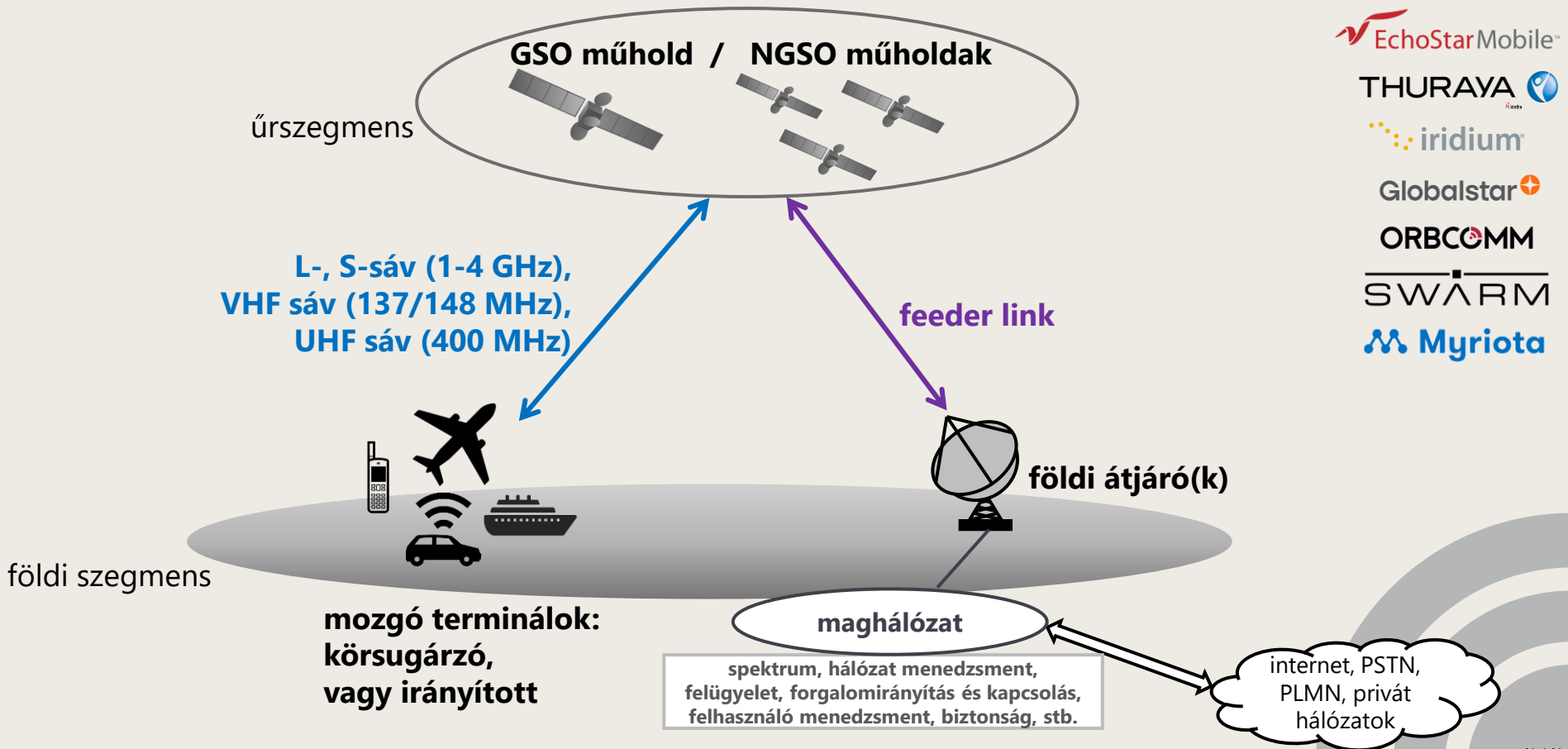
Csudai András
spektrumgazdálkodási szakértő, NMHH

HTE Infokom 2025.

2025.11.04.







MŰHOLDAS MOZGÓSZOLGÁLAT (MSS) KIEGÉSZÍTŐ FÖLDFELSZÍNI KOMPONENS (ATC/CGC) RENDSZERTECHNIKA

1.
űrszegmens



L-, S-sáv (1-4 GHz)

feeder link

ATC/CGC



MSS terminál



földi átjáró(k)

2.

földi szegmens

maghálózat

INTEGRÁLT spektrum és hálózat
menedzsment,
felügyelet, forgalomirányítás és kapcsolás,
felhasználó menedzsment, biztonság, stb.



internet, PSTN,
PLMN, privát
hálózatok

DIRECT-TO-CELL (D2C) = DIRECT-TO-DEVICE (D2D) = DIRECT CONNECTIVITY

RENDSZERTECHNIKA

regeneratív / transzparens



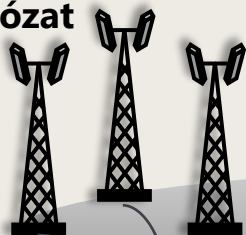
2.
űrszegmens



MFCN/MSS sáv

feeder link

MFCN hálózat



MFCN
végfelhasználó



földi átjáró(k)

1.
földi szegmens

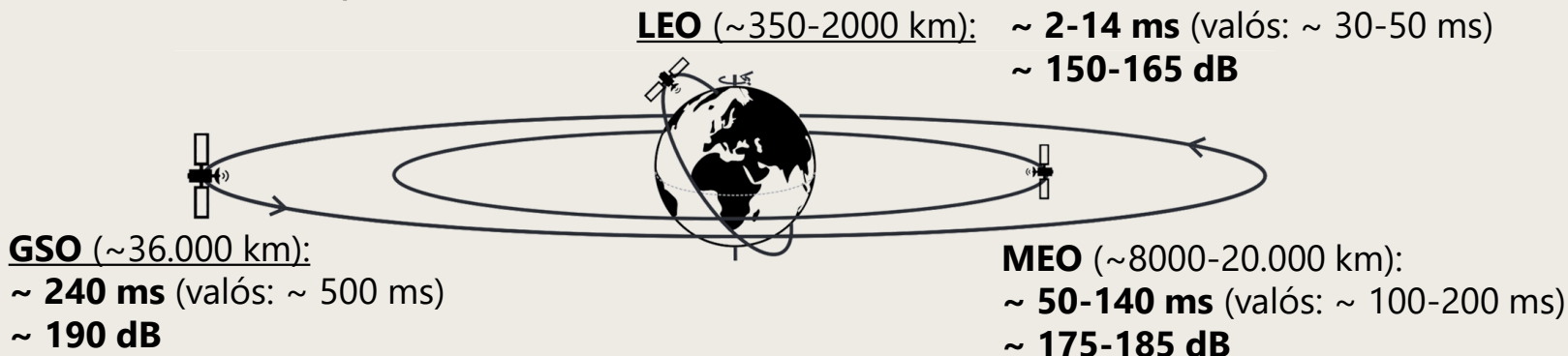
maghálózat

maghálózat

INTEGRÁLT spektrum- és hálózati
menedzsment,
felügyelet, forgalomirányítás és kapcsolat,
felhasználó menedzsment, biztonság, stb.

internet, PSTN,
PLMN, privát
hálózatok

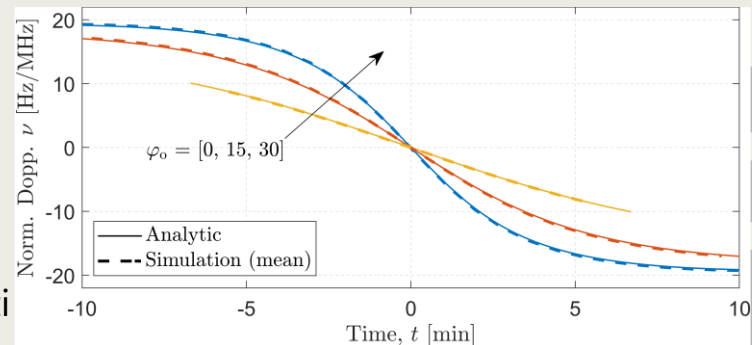
Késleltetés és szakaszcsillapítás (2 GHz):



- késleltetés miatt a TDD sávok nem alkalmasak.

Doppler-hatás:

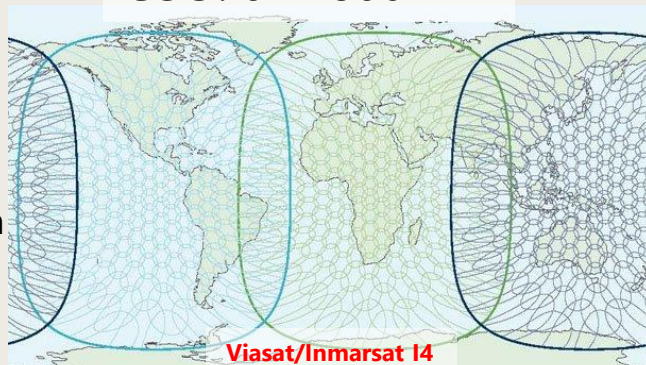
- jelentős az alacsony Föld körüli pályás (LEO) műholdaknál a műholdak nagy keringési sebessége miatt (500 km: ~7,62 km/s, 1500 km: ~6,9 km/s):
 - kompenzáció: előre hangol a műhold adója (downlink), előre hangol a műhold vevője (uplink),
 - 2 GHz@500km: ~48 kHz, 2 GHz@1500km: ~38 kHz,
- elhanyagolható a GSO műholdaknál (csak a perturbáció miatti kitérés okoz frekvenciaeltolódást).



Cellaméret (spot beam):

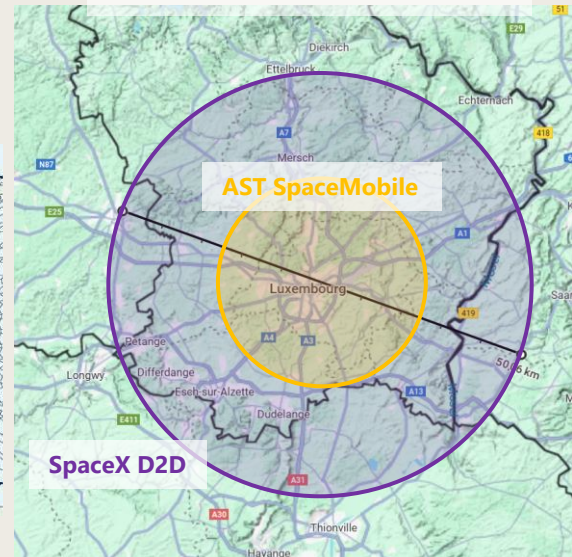
- mobil hálózatok makrocellájához ($d \approx 10\text{-}20\text{ km}$) képest nagy,
- LEO példa: lábnyom kb. 2 mill. km^2 , amiben létrehozunk kb. $1000\text{ db. spot beam}$ -et 50 km átmérővel, állandó cellákkal, a spot beamek folyamatosan ráirányítva az adott területre [4].

GSO: $d > 800\text{ km}$



GSO műholdak spot beam lefedettségének szemléltetése [5]

LEO: $d > 50/24\text{ km}$



NGSO műholdak spot beam lefedettségének szemléltetése [4]

Kapacitás (downlink) [3] [4]:

Operátor	Csúcs adatsebesség	Spektrumhatékonyság*	Kapacitás (területre vetített)
GSO: Viasat/Inmarsat	n.a. (SMS továbbítás)	-	-
LEO: SpaceX	17 Mbps (5 MHz)	2 bps/Hz	0,005 Mbps/km ²
LEO: AST SPaceMobile	20 Mbps (5 MHz)	2 bps/Hz	0,022 Mbps/km ²

*cellák közötti interferenciát, frekvencia újrafelhasználást be kalkulálva

**5G FDD (rurál,
2 bps/Hz, $d \approx 10\text{ km}$):**

0,1273 Mbps/km² (5 MHz)
 $\times 25,5$

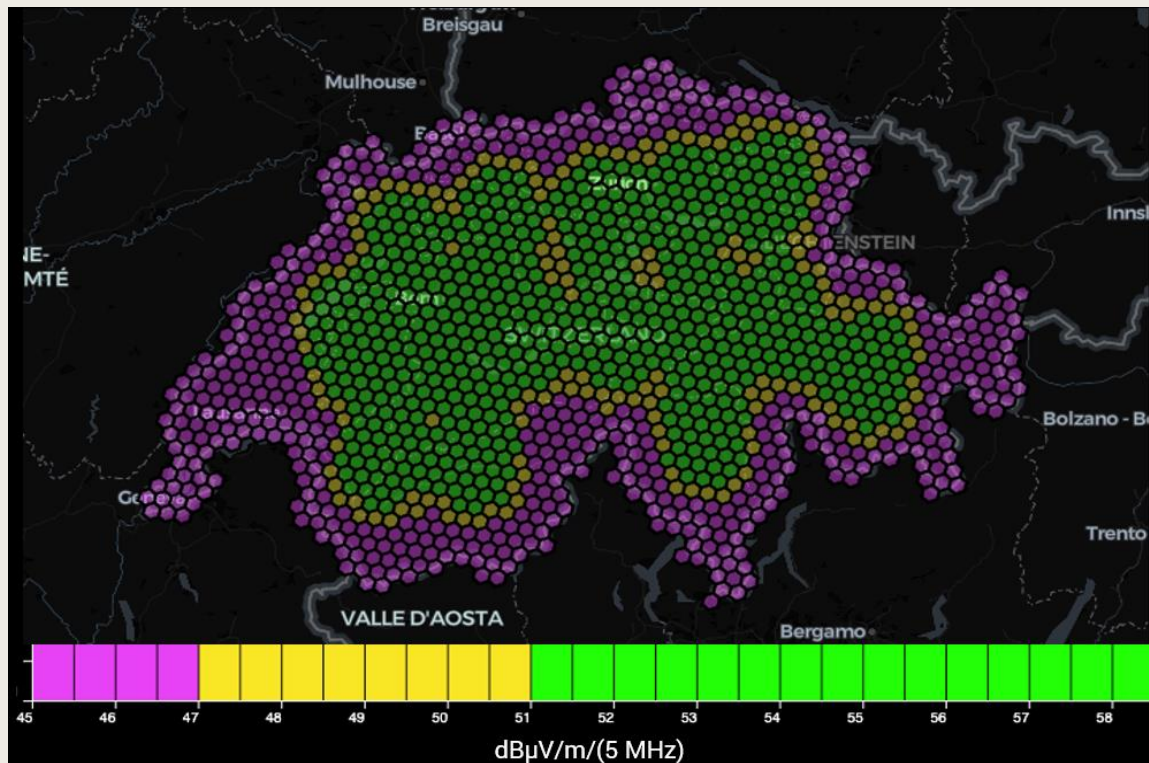
0.5093 Mbps/km² (20 MHz)
 $\times 101,86$

	D2C mobil (MFCN) sávban	D2C műholdas mozgószolgálat (MSS) sávjában	
Sávok (3GPP TS 38.101)	összes MFCN sáv, kizárólag FDD (szabad: n75-n76)	n254 (Iridium, Globalstar), n255 (Inmarsat, Thuraya), n256 (Echostar/SpaceX, Inmarsat EAN)	
Mobil/műholdhálózat üzemeltető (MNO/SNO) megállapodás	✓ roaming vagy RAN szolgáltatási megállapodás (egyik szükséges)	✗ (ez esetben szükséges okostelefon gyártókkal partnerség)	✓ roaming megállapodás (lehetőség)
Szabályozásnak/(keret)enge- délynek történő megfelelés	mobilhálózat üzemeltető (MNO) felelőssége	műholdhálózat üzemeltető (SNO) felelőssége, vagy SSP	műholdhálózat üzemeltető (SNO) felelőssége, vagy SSP
Mobilitáskezelés, előfizető menedzsment, roaming	MNO végzi	SNO végzi	SNO/MNO végzi
Okostelefon típusok	módosítatlan	módosítatlan, vagy módosított (3GPP NTN szabvány támogatása)	módosítatlan, vagy módosított (3GPP NTN szabvány támogatása)

	D2C MFCN sávban	D2C MSS sávban
Műholdak bejelentése és koordinációja az ITU-ban, eljárások	ITU Rádiószabályzat (RR) 4.4 Cikk (nincsen műholdas felosztás: non-interference, non-protected basis)	RR 9. és 11. Cikk (koordináció, hozzájárulás, notifikálás), 21. és 22. Cikk (földfelszíni és űrszolgálat megosztás, űrszolgálatok technikai és működési korlátai)
Szabályozás	az RR-től eltérő felosztás kell az adott MFCN sávban MSS számára, interferencia elkerülésére sugárzási követelmények	szabályozást nem kell módosítani
Engedélyezés	(keret)engedélyek módosítására van szükség ((keret)engedélyekben földfelszíni szolgáltatás van előírva)	általános szabályozás terminálokra
Interferencia problémák	<i>hálózaton belül:</i> földfelszíni és műholdas hálózat között <i>hálózaton kívül:</i> más MFCN hálózatok (határon belül, határovezeti) és egyéb szolgálatok védelme (pl. TV vevők, Rádiócsillagászat, GSM-R, MSS, MetSat, DME, ATC)	megosztás/kompatibilitás inkumbens MSS rendszerekkel, illetve D2C MSS rendszerek között

Kívánt és nemkívánt sugárzások osztályozása		D2C IMT frekvencia blokkja	
		Blokkon belül	Blokkon kívül
Nyaláb lefedettsége	Országon belül	kívánt sugárzás: MNO és SNO közötti megállapodás tárgya, másodlagos kereskedelem, nemzeti szabályozással és (keret)engedélynek történő megfelelés <i>paraméterek:</i> elválasztási távolság, dedikált frekvencia	nemkívánt sugárzás: országon belüli koordináció más MNO-kkal <i>paraméterek:</i> sávon kívüli sugárzási követelmények és lehetséges interferencia menedzsment
	Országon kívül	nemkívánt sugárzás: határövezeti koordináció (igazgatások között, vagy szomszédos ország MNO-jával) <i>paraméterek:</i> műhold oldalnyalábra vonatkozóan antennakarakterisztika előírása, határövezeti interferencia mitigációs technikák (PFD), trigger érték országhatáron túli vonalra	nemkívánt sugárzás: határövezeti koordináció (igazgatások között, vagy szomszédos ország MNO-jával) <i>paraméterek:</i> sávon kívüli sugárzási követelmények (PFD), műhold oldalnyalábra vonatkozóan antennakarakterisztika előírása, határövezeti interferencia mitigációs technikák (PFD), trigger érték országhatáron túli vonalra

Határövezeti maximális zavaró térerősség értékek betartása:
1760-1765 MHz (Downlink), SpaceX szimuláció



EU

RSPG vélemény [6]:

„az EU szintű szakpolitikai megközelítés a közvetlen műhold-telefonhoz való csatlakozással és az ahhoz kapcsolódó egységes piaci kérdésekkel kapcsolatban”

CEPT mandátum [7]:

„az EU-szinten harmonizált frekvenciasávok használatának megvalósíthatóságát tanulmányozni és a legkevesebbé korlátozó harmonizált műszaki feltételeket kidolgozni a műholdas rendszerek által nyújtott elektronikus hírközlési szolgáltatásokat biztosító földi vezeték nélküli rendszerek számára, amelyek közvetlen műhold-telefon-IMT-kapcsolatot biztosítanak”

2 GHz MSS:

2027-ben lejárnak az engedélyek (Inmarsat, Echosat/SpaceX),

EU döntés szükséges

SpaceX: Echosat spektrumának használata még kérdéses

CEPT

FM44 munkacsoport: Jelentéstervezet [1]

„Szabályozási és műszaki elemek vizsgálata a már meglévő okostelefonokon keresztül történő műholdas Direct-to-Cell (D2C) kommunikáció nemzeti engedélyezésével kapcsolatban”

PTC (PT1) munkacsoportok: ECP tervezet

WRC-27 1.13 napirendi pontja

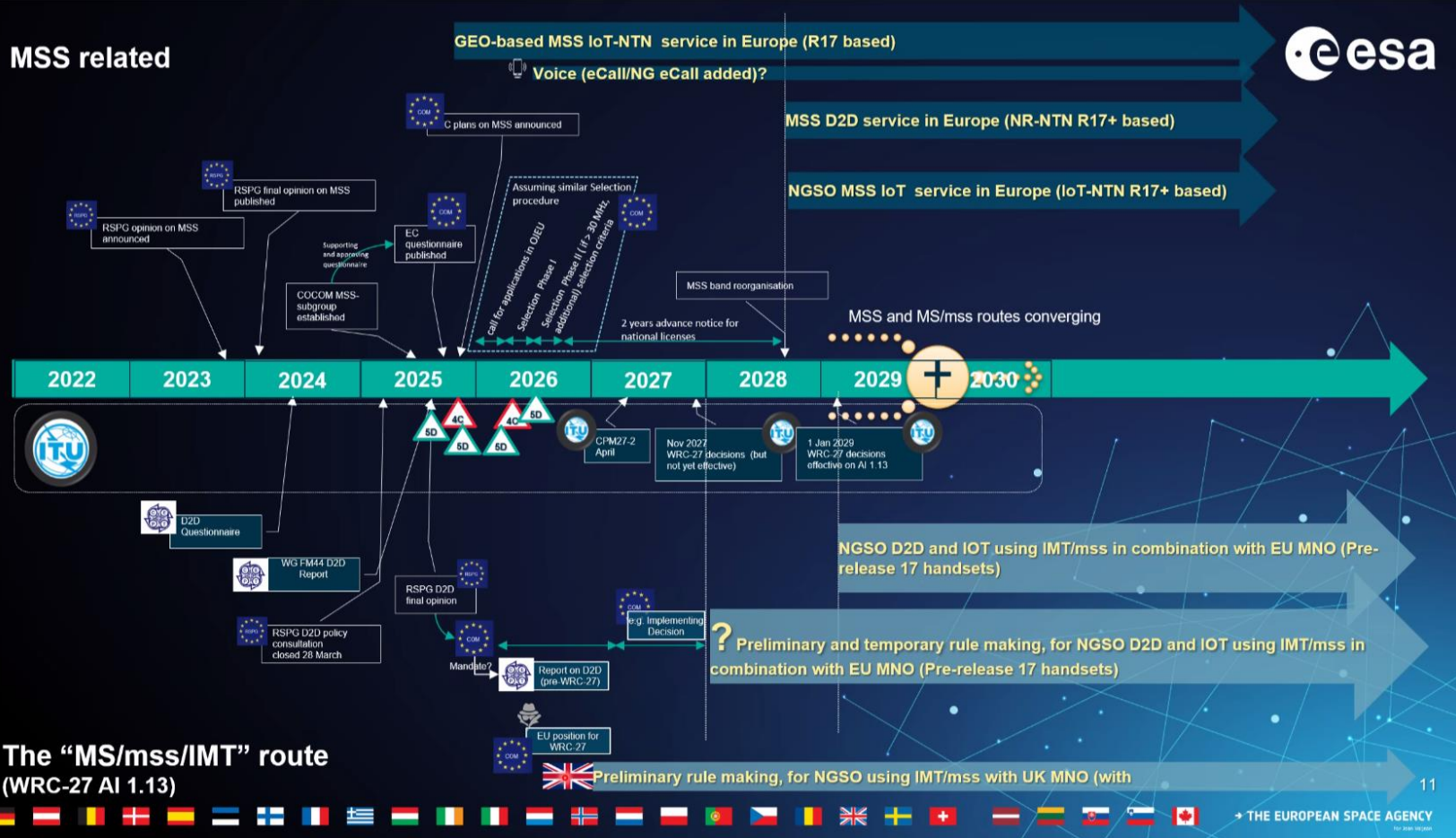
ITU

WP4C: WRC-27 1.13 napirendi pontja

„ a 253. (WRC-23) határozattal összhangban tanulmányok megfontolása az űrállomások és a nemzetközi mozgó távközlés (IMT) felhasználói berendezése közötti közvetlen összeköttetés érdekében a **műholdas mozgószolgálat számára** történő lehetséges új **felosztásokról**, hogy **kiegészítse a földi IMT-hálózat lefedettségét.**”



MSS related



A D2C MEGÁLLAPODÁSOK, PARTNERSÉGEK

Műholdhálózat üzemeltető	Műhold típus	Műholdak száma pályán (tervezett)	Megállapodott partnerek, együttműködések (illusztratív)	Egyéb információ
SpaceX	NGSO LEO	kb. 650 (7500)	mobilhálózat üzemeltetők: T-Mobile US (1900 MHz), Rogers Communications (Kanada), Optus (Ausztrália), KDDI (Japán), One NZ (Új Zéland), Salt Mobile (Svájc), Entel (Chile / Peru), Kyivstar (Ukrajna)	Echostar eladja az MSS spektrumát a SpaceX-nek
Globalstar	NGSO LEO	24 (48)	készülékgyártó: Apple	
AST SpaceMobile	NGSO LEO	6 (243)	mobilhálózat üzemeltetők: AT&T, Verizon, Vodafone, Rakuten Mobile, Bell Canada, Orange, Telefonica, TIM, MTN, Zain, Smart Communications, Ooredoo, Globe Telecom, Liberty Latin America	
Amazon Project Kuiper	NGSO LEO	153 (3200)	mobilhálózat üzemeltetők: Verizon, Vodafone Group Plc, NTT Group / SKY Perfect JSAT Corporation (Japán)	Nem D2D, hanem FSS Ka-sáv, inkább backhaul
Iridium	NGSO LEO	66	Chipgyártó(tervező): Qualcomm - felmondták a megállapodást mobilhálózat üzemeltető: Deutsche Telekom Felhőalapú szoftvergyártó, NTN core hálózathoz: Mavenir Hálózatfejlesztés: Syniverse	
Lynk Global	NGSO LEO	5 (5000)	mobilhálózat üzemeltetők: Aliv (Bahamas), Telecel Centrafrique (Középafrikai Köztársaság), Vodafone Ghana (Ghána), Telikom (Papua Új-Guinea), TPG Telecom (Ausztrália), Turkcell (Törökország), MEO (Portugália), Globe Telecom (Fülöp-szigetek), Unitel (Mongólia), bmobile Solomon Islands (Salamon-szigetek), Rogers Communications (Kanada)	
Viasat/Inmarsat	GSO	Inmarsat I4 teszt	mobilhálózat üzemeltetők: DoT (India), BSNL (India) űrügynökség: European Space Agency (ESA)	Space42-vel (UAE) közös vállalat (Equatys) D2D kiépítésére
OQ Technology	NGSO LEO	10 (82)	mobilhálózat üzemeltetők: O2 Telefónica (Németország), Deutsche Telekom IoT (Németország), KPN (Hollandia), Transatel (Franciaország)	Inkább IoT, de D2D-t is akarnak
China Telecom	GSO	Tiantong-1	készülékgyártó: Huawei	

- 1) A műholdas rendszerek jellemzőiből fakadóan a D2C egyelőre szöveges üzenetek váltására alkalmas, ugyanakkor alacsony adatsebességű IoT felhasználás is várható.
- 2) A D2C megvalósítása MFCN és MSS sávokban is lehetséges: a sajátosságok miatt azonban az MSS sávok alkalmasabbnak tűnnek.
- 3) D2C szolgáltatás bevezetése az EU-ban még várat magára: földrajzi sajátosságok, „szabad” MFCN vagy MSS sáv hiánya, és egyelőre közös harmonizált szabályozás hiánya hátráltatja.
- 4) A 2 GHz MSS sáv talán jelenleg a legalkalmasabb, használatához azonban EU döntés szükséges.
- 5) Jelentős kompromisszumokat igényel egy új MSS felosztás a WRC-n, a meglévő IMT rendszerek védelmét biztosítani kell a határokon belül és a határövezetekben is.

KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ
FIGYELMÜKET!



3GPP	Harmadik Generációs Partnerségi Projekt	3rd Generation Partnership Project
ATC	kiegészítő földfelszíni komponens	Ancillary Terrestrial Component
CEPT	Postai és Távközlési Igazgatások Európai Értekezlete	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
CGC	kiegészítő földfelszíni komponens	Complementary Ground Component
D2C	közvetlen műholdas mobilkapcsolat	Direct-to-Cell
D2D	közvetlen műhold-telefon kapcsolat	Direct-to-Device
DME	távolságmérő berendezés	Distance measuring equipment
EAN	európai légi hálózat	European Aviation Network
EU	Európai Unió	European Union
FSS	Műholdas állandóhelyű szolgálat	Fixed-Satellite Service
GSM-R	Vasúti GSM	GSM-Railway
GSO	Geostacionárius műholdpályájú	Geostationary-Satellite Orbit
IMT	nemzetközi mozgó távközlés	International Mobile Telecommunications
ITU	Nemzetközi Távközlési Egyesület	International Telecommunication Union
LEO	alacsony Föld körüli pálya	Low Earth Orbit
MEO	közepes Föld körüli pálya	Medium Earth Orbit
MetSat	műholdas meteorológiai szolgálat	Meteorological Satellite Service
MFCN	Mozgó/állandóhelyű hírközlő hálózat	Mobile/Fixed Communications Network
MNO	mobilhálózat-üzemeltető	Mobile Network Operator
MSS	műholdas mozgószolgálat	Mobile-Satellite Service
NGSO	Nemgeostacionárius műholdpályájú	Non-Geostationary-Satellite Orbit
PFD	felületi teljesítménysűrűség	Power Flux Density
PLMN	nyilvános földi mobil hálózatok	Public Land Mobile Network
PSTN	nyilvános kapcsolt távközlő hálózat	Public Switched Telecommunication Network
RAN	rádiós hozzáférési hálózat	Radio Access Network
RR	Radio Regulations	Nemzetközi Rádiószabályzat
RSPG	rádióspektrum-politikával foglalkozó csoport	Radio Spectrum Policy Group
SNO	műholdhálózat-üzemeltető	Satellite Network Operator
SSP	Műholdas szolgáltató	Satellite Service Provider
UHF	ultra magas frekvencia	Ultra High Frequency
VHF	nagyon magas frekvencia	Very High Frequency

- [1] CEPT (2025, draft Report), Exploring the regulatory and technical elements with respect to national authorisation of satellite based Direct-to-Cell (D2C) communications via existing available smartphones.
- [2] Akram Al-Hourani (2022), Doppler Shift Distribution in Satellite Constellations
- [3] viasat.com (2025), Viasat Demonstrates First Satellite SMS Messages on Android Smartphone in Mexico, <https://www.viasat.com/news/latest-news/enterprise/2025/viasat-demonstrates-first-satellite-sms-messages-on-android-smar/>
- [4] Werner Coomans, Harri Holma, Jeroen Wigard, Mads Lauridsen, Theodoros Spathopoulos (2025), Satellite communication benchmarking with terrestrial 5G networks, <https://www.nokia.com/asset/i/215031/>
- [5] groundcontrol.com (2025), Wide Beam vs. Narrow Beam, <https://www.groundcontrol.com/knowledge/guides/wide-beam-vs-narrow-beam/>
- [6] RADIO SPECTRUM POLICY GROUP (2025), Opinion on the EU-level policy approach to satellite Direct-to-Device connectivity and related Single Market issues
- [7] EUROPEAN COMMISSION (2025), Draft Mandate to study feasibility of and develop least restrictive harmonised technical conditions for the use of eu-harmonised frequency bands for terrestrial wireless systems providing electronic communications services by satellite systems providing Direct-to-Device-IMT connectivity