

Hungaro DigiTel

Az új generációs műhold hálózatok és az 5G

(Avagy nélkülözhetetlen a műhold az 5G-nél?)

Készítette:
Grósz Csaba
HDT Sales Support
Senior Engineer

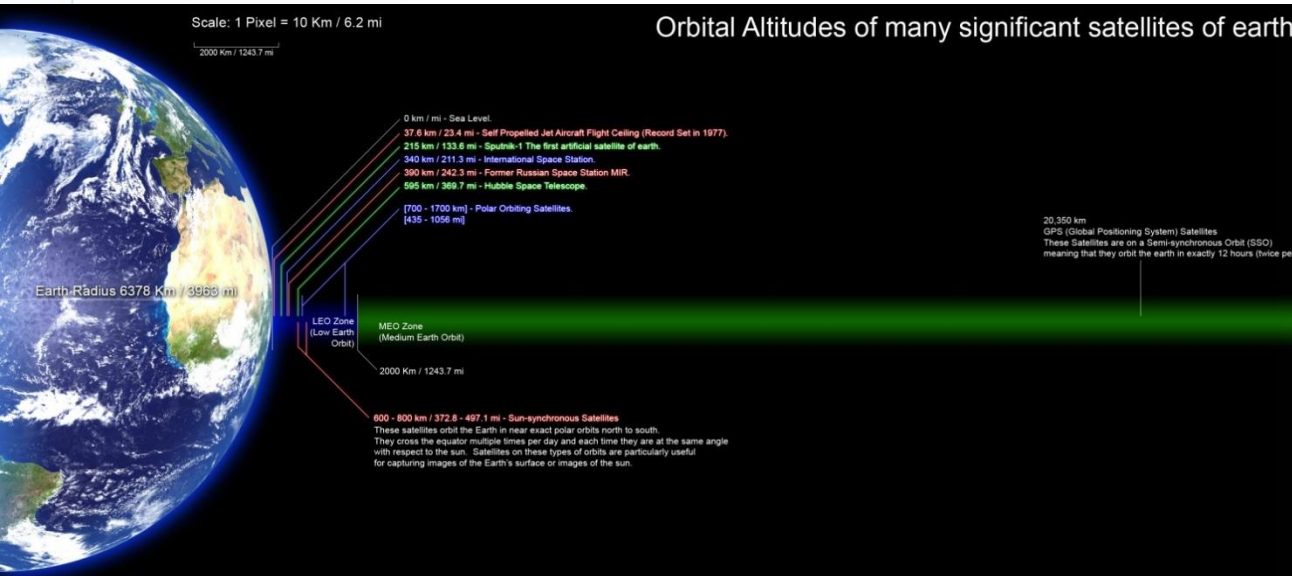
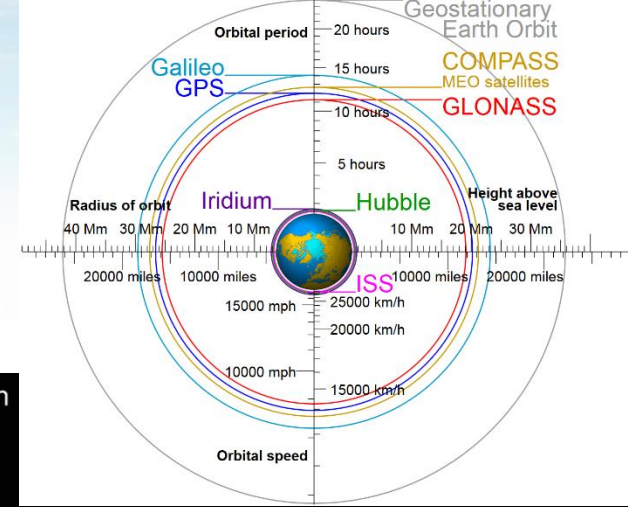


2018. május 18.

- Műholdas kommunikáció történeti áttekintése
- ESA - Együttműködési megállapodás
- SAT5G projekt
- HDT „satbackhauling” képessége
- Hova tovább (közelebb jönnek a holdak)?
 - Nemzetközi kitekintés
 - Jelen és a jövő
- „Valóvilág” vagy „Mission impossible”?
- „A jövő már itt van!” (IoT, M2M & 4/5G)

Műholdpályák

- LEO (Low Earth Orbit): 160 – 2000 km
- MEO Medium Earth Orbit: 2000 – 35786 km
- GEO (Geostacionary Earth Orbit): 35786 km
- HEO (High Earth Orbit): 35786 km - ...



384,000 km
The Moon

Műholdas távközlési frekvenciák

C sáv

- *Uplink* frekvencia 5925 MHz - 6425 MHz
- *Kiterjesztett Uplink* 5850 MHz -6425 MHz
- *Downlink* frekvencia 3700 MHz - 4200 MHz
- *Kiterjesztett Downlink* 3400 MHz – 3625 MHz

X sáv (Military)

- *Uplink* frekvencia 7900 MHz - 8400 MHz
- *Downlink* frekvencia 7250 MHz - 7750 MHz

Ku sáv

- *Uplink* frekvencia14000 MHz - 14500 MHz
- *Kiterjesztett Uplink* 13750 MHz - 14500 MHz
- *Downlink* frekvencia 11700 MHz - 12200 MHz
- *Kiterjesztett Downlink* 10700 MHz - 12750 MHz

DBS sáv

- *Uplink* frekvencia17300 MHz - 18100 MHz
- *Downlink* frekvencia 11700 MHz - 12200 MHz
- *Kiterjesztett Downlink* 10700 MHz - 12750 MHz

Ka sáv

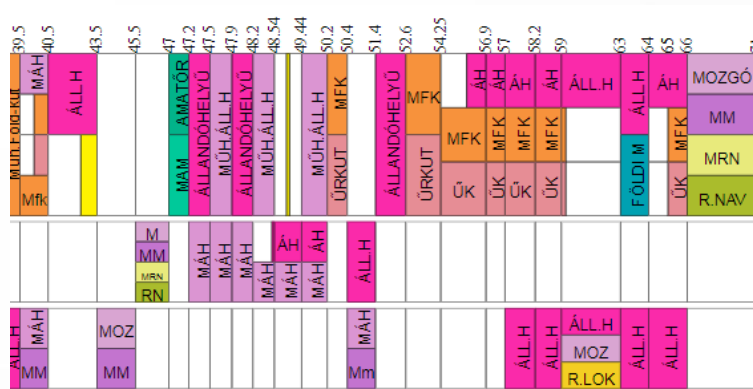
- *Uplink* frekvencia 28350 MHz - 30000 MHz
- *Kiterjesztett Uplink* 27500 MHz - 31500 MHz
- *Downlink* frekvencia 18300 MHz - 18800 MHz & 19700 MHz - 20200 MHz
- *Kiterjesztett Downlink* 17700 MHz - 21200 MHz

V sáv

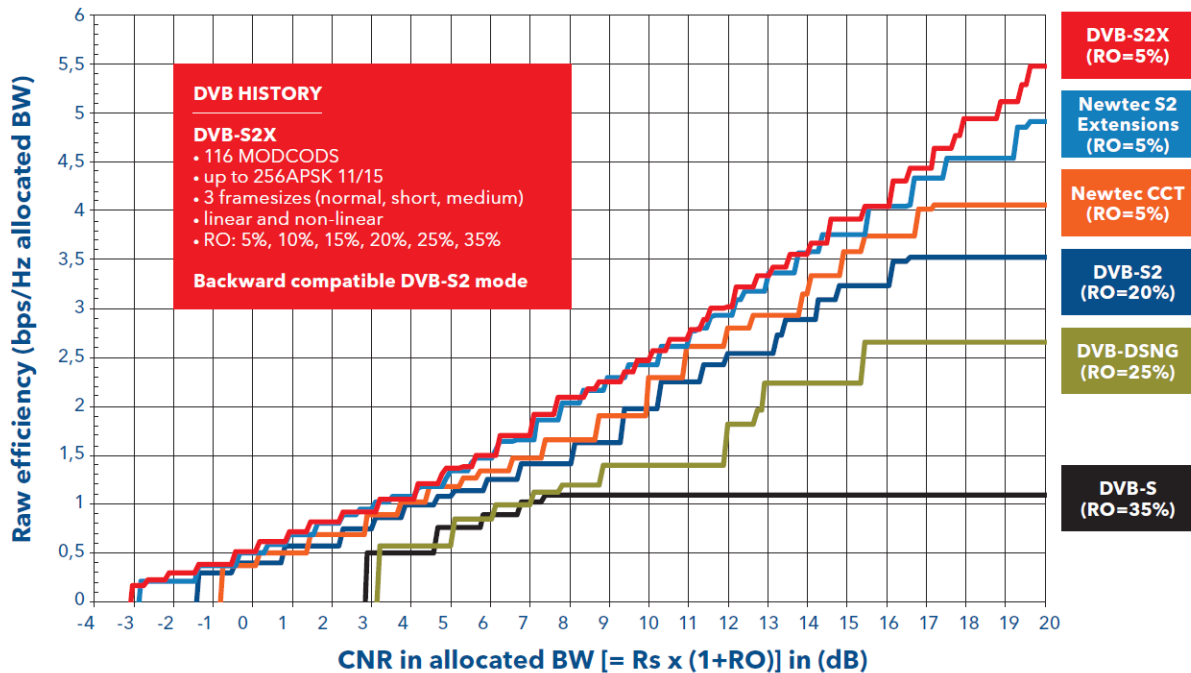
- *Uplink* frekvencia ~50000 MHz - ~70000 MHz
- *Downlink* frekvencia ~40000 MHz - ~50000 MHz

L sáv Közberső frekvencia (KF)

- 950 MHz - 2150 MHz (általánosan 950 – 1700 MHz)
- Ebből a tartományból keverik a jelet a kívánt frekvenciasávba

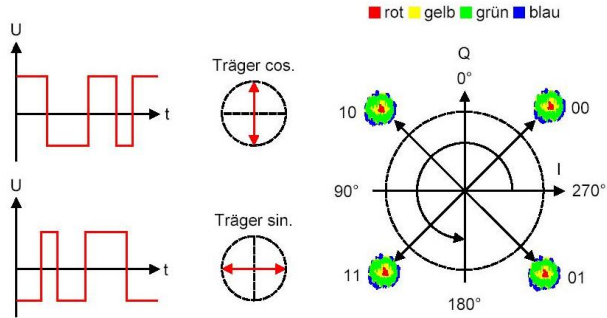


„DVB via Satellite’ evolúció



Modulációk konstellációs ábrái

QPSK- Modulation- Satellitenübertragung „DVB-S“



DVB_S_SEL7.PEG

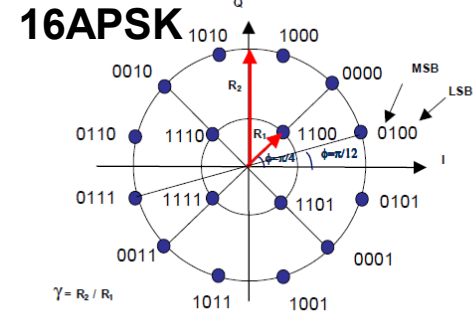
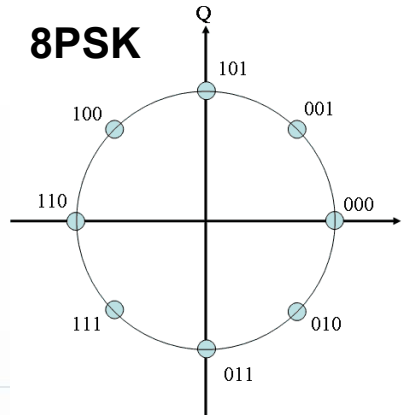


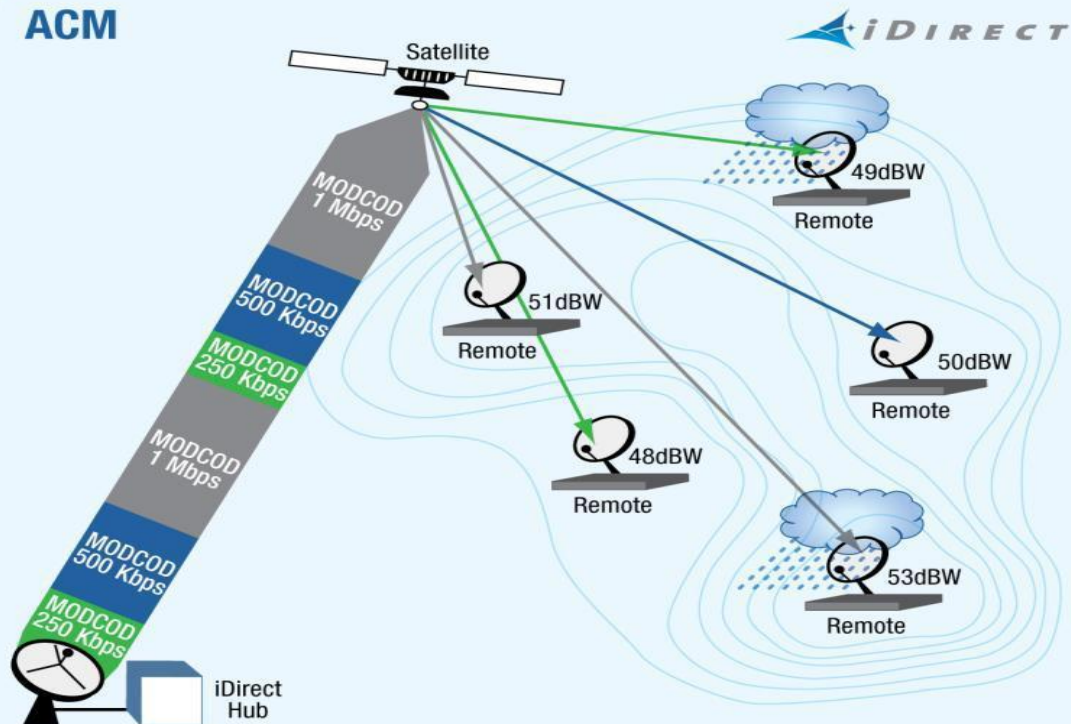
Figure 11: 16APSK signal constellation

Table 9: optimum constellation radius ratio γ (linear channel) for 16APSK

Code rate	Modulation/coding spectral efficiency	γ
2/3	2.66	3.15
3/4	2.99	2.85
4/5	3.19	2.75
5/6	3.32	2.70
8/9	3.55	2.60
9/10	3.59	2.57



ACM: Adaptive Coding and Modulation

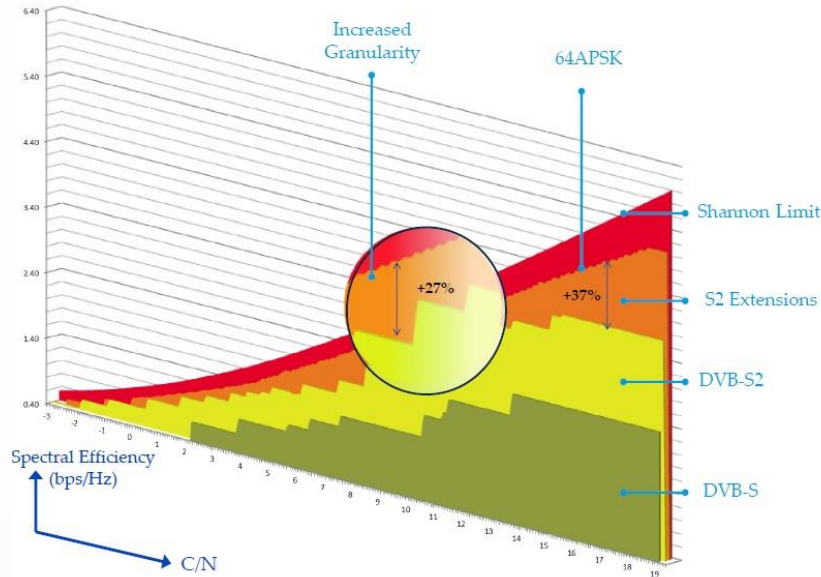


ACM enables each remote to achieve maximum data throughput by utilizing the most efficient coding and modulation scheme dependant upon the location within the satellite contour, antenna size, and clear sky conditions versus rain fade.

DVBS2[®]

DVB-S2 Extensions

- Carrier ID
- New MODCODs (Linear and Non-Linear) 64APSK
- Granularitás növelése
- 5% Roll-Off factor
- Stb.



<http://www.newtec.eu/services-training/dvb-s2-calculator>

<http://www.newtec.eu/technology/s2-extensions>

DVB-S2

- QPSK: 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10;
- 8PSK: 3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10;
- 16APSK: 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10;
- 32APSK: 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10

Non-Linear MODCODs:

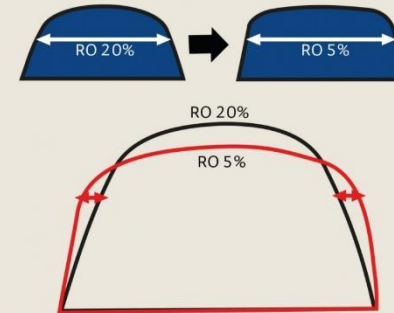
- QPSK: 45/180, 60/180, 72/180, 80/180, 90/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 135/180, 144/180, 150/180, 160/180, 162/180
- 8PSK: 80/180, 90/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 144/180, 150/180
- 16APSK: 80/180, 90/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 144/180, 150/180, 160/180, 162/180
- 32APSK: 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 135/180, 144/180, 150/180, 160/180, 162/180
- 64APSK: 90/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 135/180, 144/180, 150/180, 160/180, 162/180

Linear MODCODs:

- 8PSK-L: 80/180, 90/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180
- 16APSK-L: 80/180, 190/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 144/180, 150/180, 160/180, 162/180
- 64APSK-L: 90/180, 100/180, 108/180, 114/180, 120/180, 126/180, 135/180, 144/180, 150/180, 160/180, 162/180

S2 Extensions (87 MODCODs)

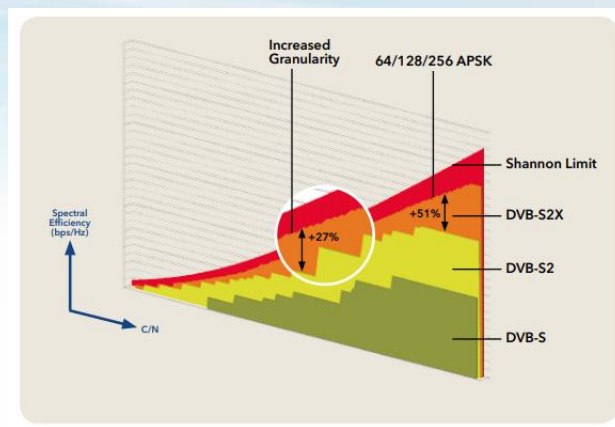
DVB-S2 Roll-Off to 5% or 10% or 15%



Low Roll-Off: 5/10/15%

DVB-S2X ETSI EN 302 307-2 V1.1.1 (2014-10)

- DVB-S2 Extensions (+ 128-256APSK)
- 116 MODCOD (max. 256APSK 11/15)
- Rendkívül alacsony szintek demodulálása: -10 dB SNR
- Hatékonyság: 6 bps/Hz (C/N: 20 dB)
- UHD szolgáltatások átvitelére is alkalmas
- Csatorna összefűzés (2-3 db)



8APSK

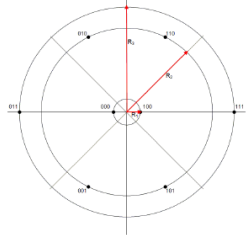


Figure 5: 2+4+2APSK Constellation (code rate 100/180)

16APSK



Figure 6: 8+8APSK Constellation (code rate 90/180)

32APSK

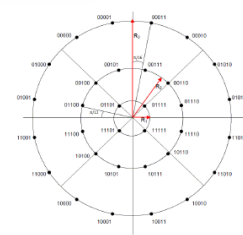


Figure 8: 4+12+16rAPSK Constellation (code rate 2/3, Normal FECFRAME)

64APSK

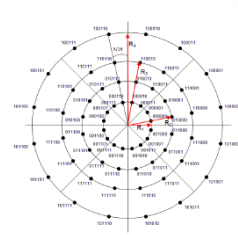


Figure 10: 16+16+16+16APSK Constellation (code rate 128/180)

128APSK

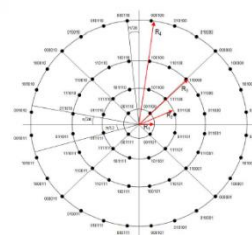


Figure 12: 4+12+20+28APSK Constellation (code rate 132/180)

256APSK

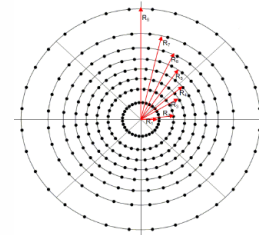


Figure 14: 256APSK Constellation (code rate 116/180)

DVB S2X®



Figure 7: 8+8APSK Constellation (code rate 18/30)



Figure 9: 4+8+4+16APSK Constellation (code rate 128/180)

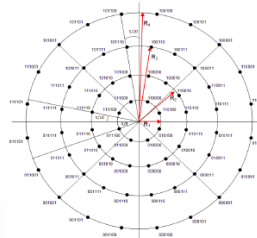


Figure 11: 8+16+20+20APSK Constellation (code rate 7/9)

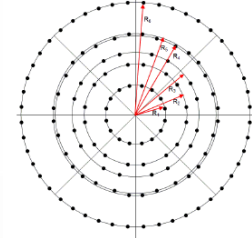


Figure 13: 128APSK Constellation (code rate 135/180)

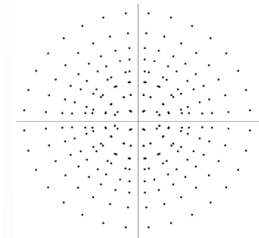


Figure 15: 256APSK Constellation (code rate 20/30)

Vissz'irányú csatorna hozzáférési technológiák

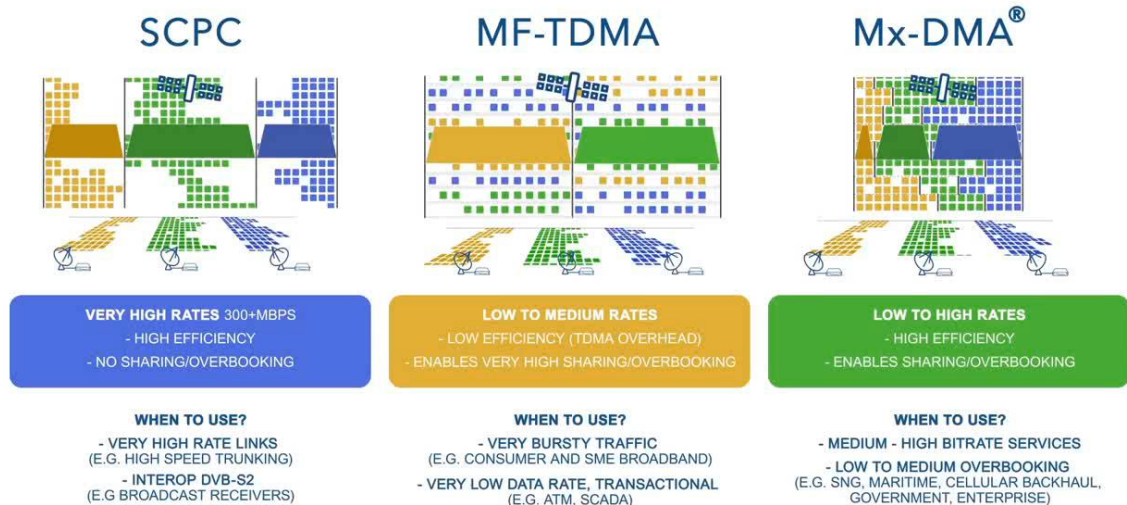
Szabványok:

- DVB-RCS
- DVB-RCS2
- IPoS
- Gyártóspecifikus (szabadalmaztatott)

Csatorna hozzáférés:

- SCPC (DVB-S, S2, S2X)
- Mesh (TDMA/SCPC)
- MF-TDMA
 - Adaptív-TDMA (iDirect)
- Mx-DMA (Newtec)
- dSCPC 1.0 (Comtech EF Data)
 - Versa-FEC2
- dSCPC 2.0 (Comtech EF Data)
 - H-DNA

NEWTEC DIALOG RETURN TECHNOLOGIES



The image features a dark blue background filled with a complex, glowing white and light blue circuit board pattern. The lines represent traces and components, creating a sense of depth and connectivity. In the center, the text "5G" is prominently displayed in a large, bold, light blue font with a subtle gradient and a slight shadow effect, making it stand out against the intricate background.

5G

„Joint Statement” (2017) – Satellite for 5G

- ESA (European Space Agency)
- European Space Industry
 - Airbus, Communication Intelligence Security
 - Airbus Defense and Space SAS
 - Avanti Communications Group Plc
 - Echostar Mobile Limited
 - Eutelsat S.A.
 - Hispasat S.A.
 - Inmarsat Global Limited
 - Intelsat S.A.
 - LeoSat BV
 - Network Access Associates Ltd
 - Newtec Cy N.V
 - SatixFy UK Ltd
 - SES S.A.
 - Telesat Canada
 - Thales Alenia Space
 - ViaSat SA

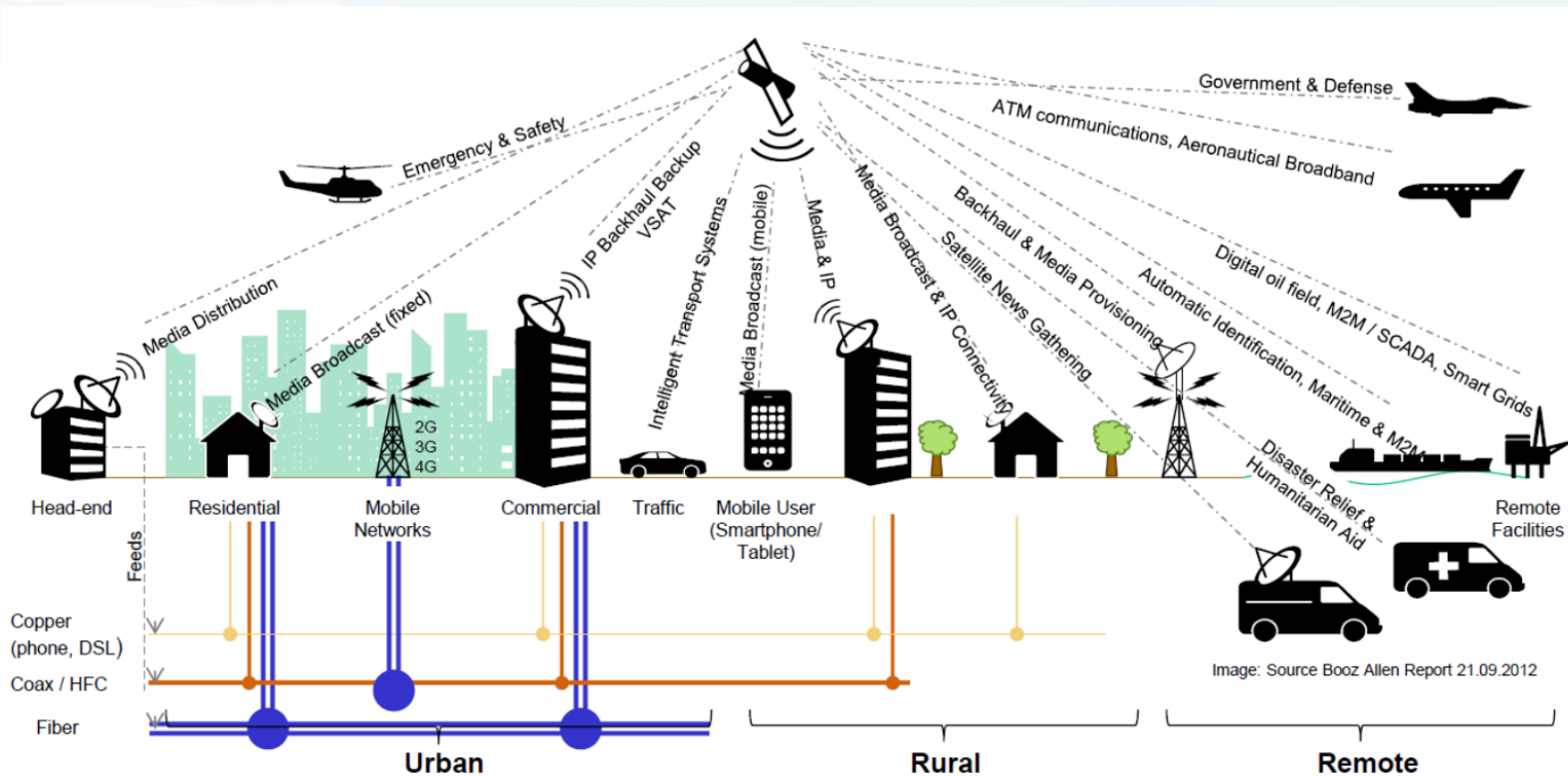




Miért?

- **Mindenütt jelen van:** kitölti a földrajzi lefedettség hiányait vészhelyzeti, katasztrófa helyzeti nagysebességű tartalék kommunikációs csatorna
- **Mobilitás:** földön, vízén, levegőben
- **Szimultán:** nagy volumenű multimédiás műsor/tartalom terjesztés (broadcast, multicast), centralizált hálózaton
- **5G kiépítésének/terjedésének gyorsítása:** ahol gazdaságilag nem éri meg vagy nem lehetséges kiépíteni a földi infrastruktúrát, (5G „fix backhauling” elszigetelt/elmaradottabb területeken: hegyeken, nagyobb tavakon, tengeri/óceáni szigeteken,)
- **5G szolgáltatás elérhetőségének biztosítása M2M / IoT eszközök számára:** szolgáltatás a mozgó járműveken az utasoknak (nagy sebességű vonat, hajó, repülő, busz, autó) kritikus infrastruktúrák (pl.: jövő vasút hálózata, tengeri hajóközlekedés kommunikációja)
- **5G hálózatok skálázhatósága:** különösen a földi szolgáltatási hálózat szélein, vagy akár közvetlenül a felhasználói terminálokig biztosít összeköttetést

Összefoglalva, mi mindenre lehet jó a műhold...



Működő „satbackhaul” hálózatok a világban

Referenciák:

LTE CELLULAR BACKHAUL – WO

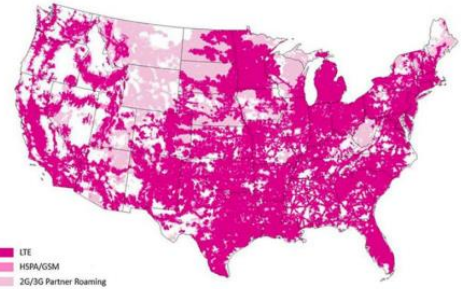
MNO	Country	Deployment
 Softbank	Japan	Extending servi Public Safety
 EE/BT	UK	Extending servi Public Safety
 Sprint	USA	Extending servi Emergency res
 T-Mobile	USA	Extending servi Emergency res
 Globe	Philippines	Extending servi Emergency res
 KSGM	Myanmar	Extending servi
 KDDI	Japan	Extending servi Public Safety
 Telefonica	Peru	Extending servi
 Optus	Australia	Black spot proje



LTE Speed per Site
100 Mbps
150 Mbps
150 Mbps
150 Mbps
150 Mbps
100 Mbps
100 Mbps
100 Mbps
100 Mbps

-  ERICSSON
-  NOKIA
-  HUAWEI
-  ZTE
-  Alcatel-Lucent
-  SAMSUNG
- 

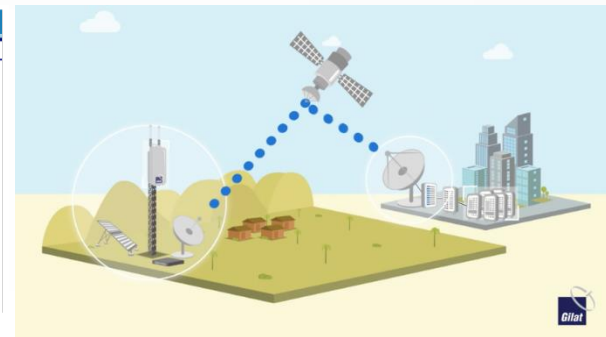
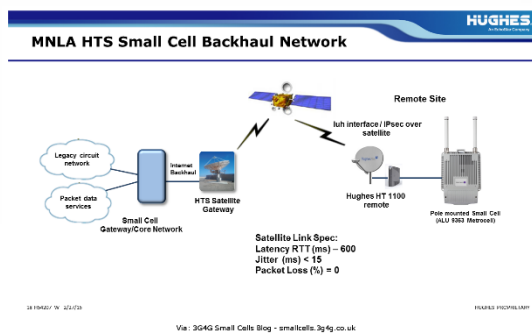
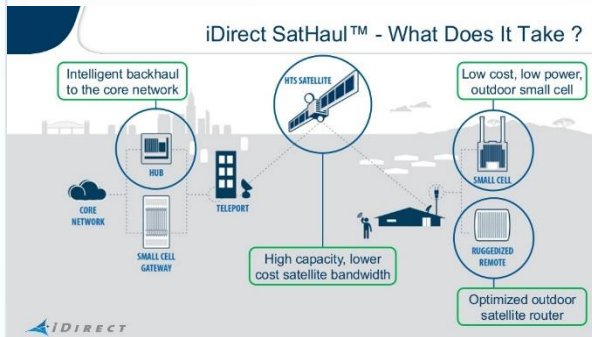
T-Mobile Coverage Map
(as of December 31, 2016)



T-Mobile Projected Coverage Map
(as of December 31, 2017)



HDT „satbackhauling” megoldásai (GEO)



Sikeres 3G, LTE backhauling teszt pilotok!



Ma is üzemelő Tetra mobil backhauling megoldás!

Mobil internet lefedettség Magyarországon (kültéri és beltéri*)

Magyar Telekom: 3G HSPA



4G LTE



Telenor: 3G



4G LTE



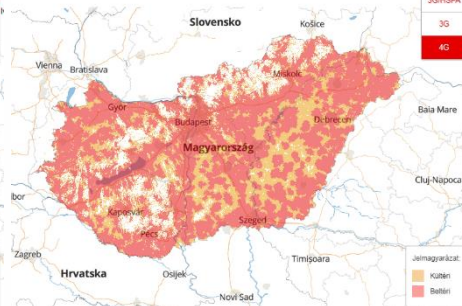
Forrás (2018.06.05.):

<https://www.telekom.hu/lakossagi/szolgáltatások/mobil/lefedettség>

Vodafone: 3G HSPA



4G LTE



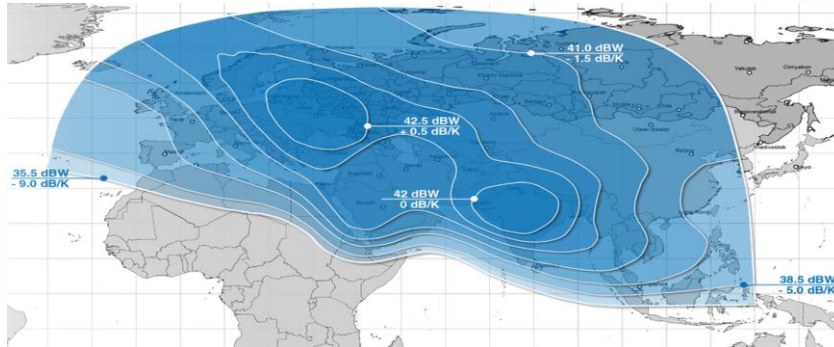
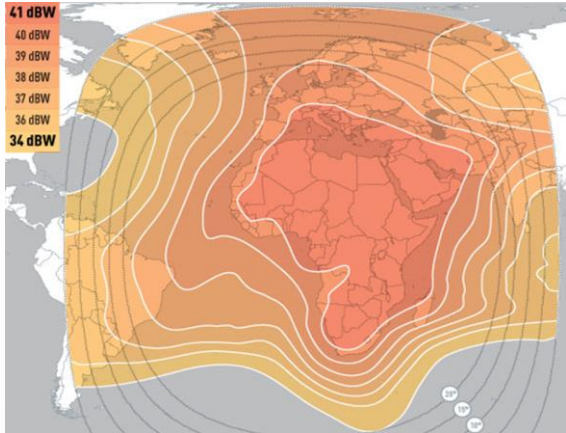
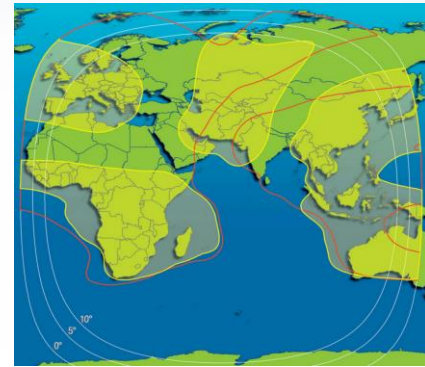
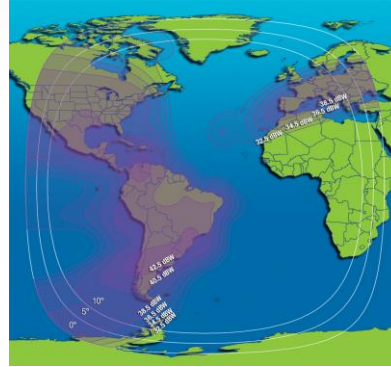
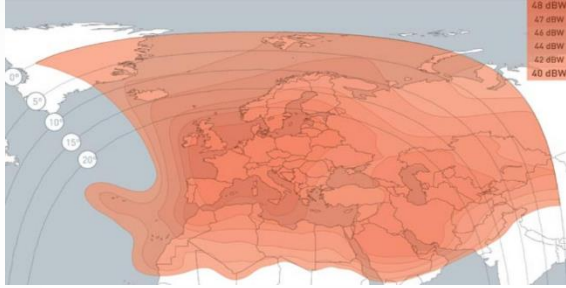
Forrás (2018.06.05.):

<https://www.telenor.hu/map>

Forrás (2018.06.05.):

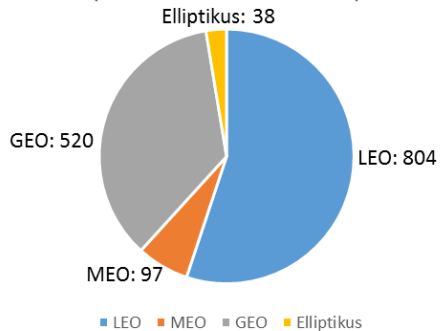
<https://www.vodafone.hu/lefedetsegi-terkep>

HDT – Kvázi globális lefedettség (GEO, C- és Ku-sáv)

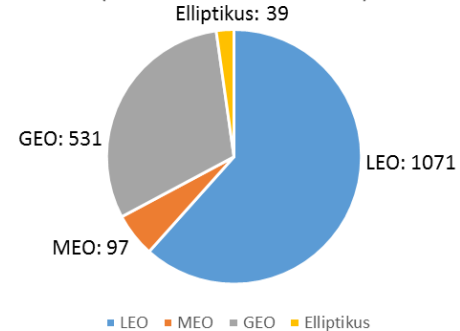


Van új a nap alatt... (közelebb jönnek a holdak)

1449 üzemelő műhold - 2017.január 1-én.
(UCS Satellite Database)



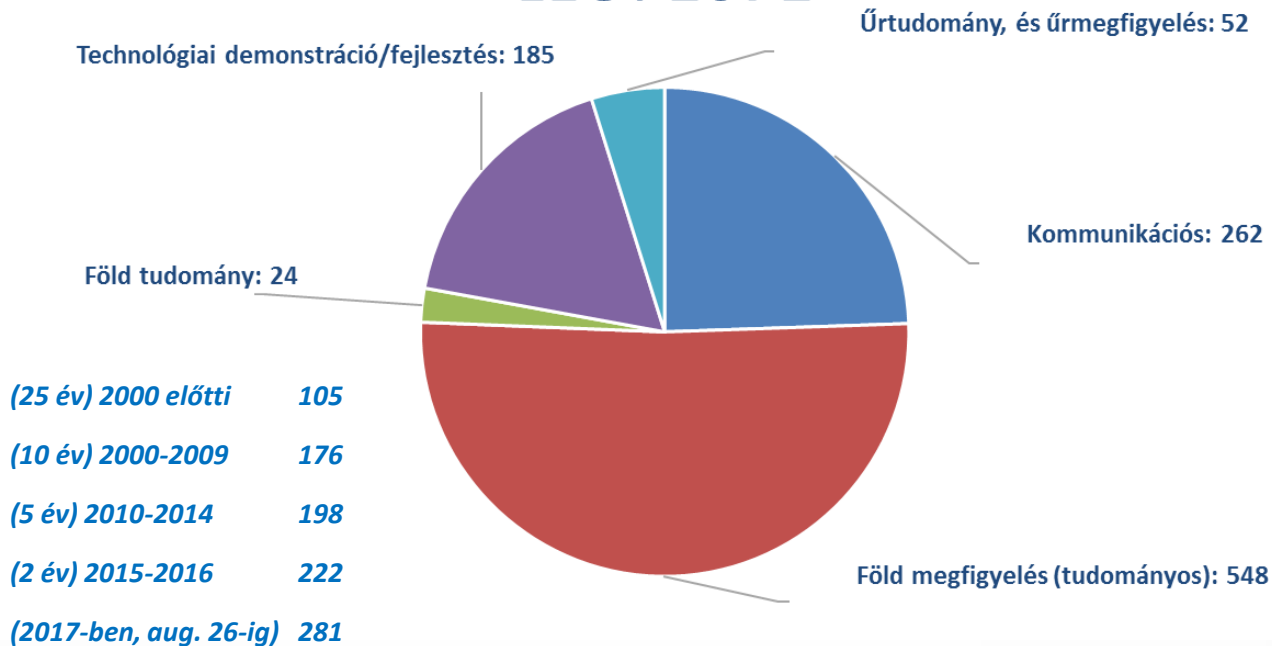
1738 üzemelő műhold - 2017. november 7-én.
(UCS Satellite Database)



Tervezett új LEO műholdak darabszáma:

> 20.000

LEO: 1071



Boeingtől a SpaceX-ig – akik felkavarhatják az állóvizet

- **Space Exploration Holdings (SpaceX) – Starlink**

4425 az elkövetkező 5 év alatt (Ka és Ku sáv)

és második ütemben **7500** V-sávú, alacsonyabb pályán (322 km) keringő műhold

- **OneWeb** **900** műhold 2019-ben (Ku-sávon)

- **LeoSat MA** **108** műhold (Ka-sáv) 2019-2020

- **Samsung** **4600** műhold 2028-ig

- **Boeing Co.** **2956** műhold V-sávon (1200 km magasat 6 éven belül 1396 üzemelő műhold)

60 Ka-sávú műhold

- **O3b** („*Other 3 billion*”) jelenleg üzemel MEO spot beam hálózat (válaszidő: 200 ms),

24 további, V-sávú O3bN LEO műholdat terveznek

Boeingtől a SpaceX-ig – akik felkavarhatják az állóvizet

- **Kepler Communications** **140** Ku-sávós foci labda méretű nano-műhold
- **Telesat Canada** **117** Ka-sávós műhold 2 pályán polar- és inclined orbit rendszer

(Ka-sávós konstellációra V-sávós megoldás)
- **ViaSat** **24** műhold 8200 km magasan (MEO), Ka- és V-sávon
- **Space Norway** **2** Ka- és Ku sávós műhold a sarkörök lefedésére, ahol a GEO pálya nem látszik
- **Thelia Holdings** **112** Ka-sávós műhold LEO pályán (földi légköri tudományok, mezőgazdaság, természeti erőforrások feltárása, biztosítás, infrastruktúra védelem, gazdasági és fizikai biztonság támogatása)
- **Karousel LLC** **12** műhold Ka-sávon
- **Audacy Corp.** **3** műhold K- és V-sávon, adatátviteli szolgáltatás 2019-től más szolgáltatóknak
„from launch pad to lunar orbit.”

Új SOTM antenna generációk

Kymeta antennák (Metamaterials):

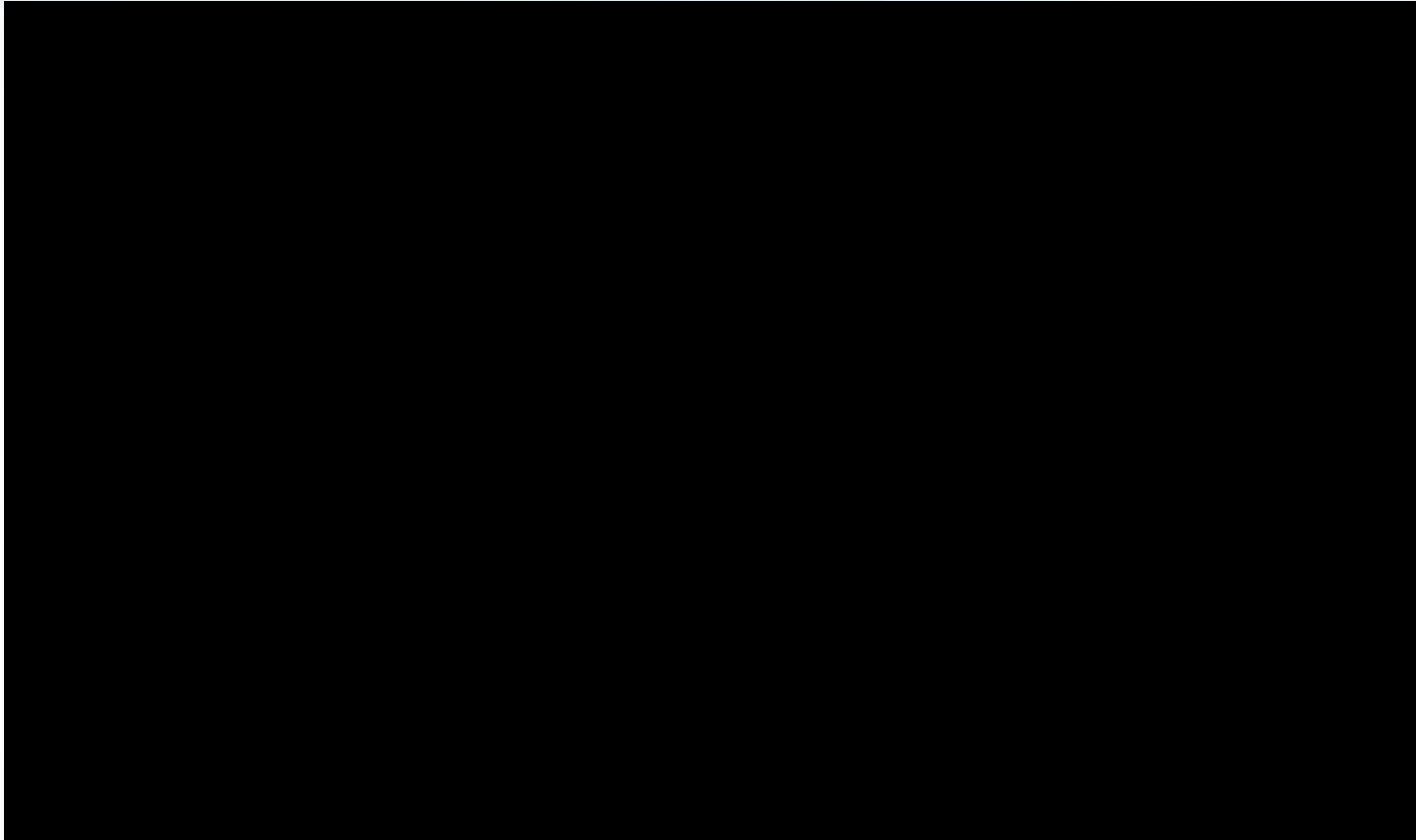
- Mesterséges anyagok (metamaterials) nanotechnológia
Hasított gyűrűk és vezetékek ->
létrehozva új, a természetben nem fellelhető anyagokat
Hasonló működés mint egy LCD panel esetében
- Nincs mozgó alkatrész
- Olcsóbbak a mechanikus antennáknál



Phasor antennák (Active Phased array):

- Elektronikusan irányítható többfázisú antennarendszer
Mikroprocesszor technológia
(omni directional patch antennákhoz kapcsolódik)
és szoftver algoritmus
- Nincs mozgó alkatrész
- Akár egyszerre 2 műhold jelét is veszi egyszerre
- LEO, MEO és/vagy GEO műholdakkal
- Meglehetősen drága

„Connected cars“



LEO (Iridium Next) - jelen



Az első 10 sikeresen fellőve 2017.01.14. (visszatérésre képes SpaceX Falcon 9-es hordozórakétával)

2017.06.25.

2017.10.09.

2017.12.23.

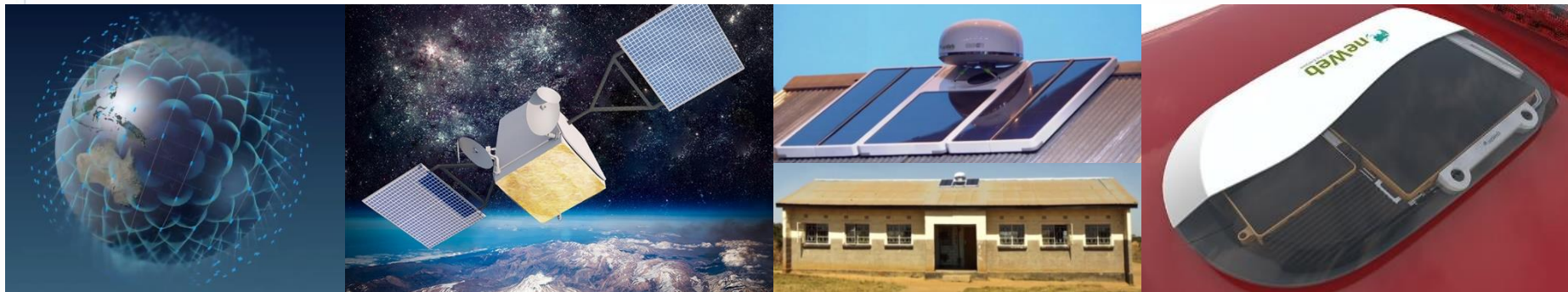
2018.03.30.

2018.05.22.

2018.07.25.

+1 ütem (2018.10.??.)

LEO (OneWeb) – jövő 1/2



3G; LTE; 5G; WiFi támogatottság!

LEO (LeoSat – „faster than fiber”) – jövő 2/2

- 2019: Az első 2 szolgáltatás elindítása (GigaByte Store és Forward Service)
- 2021: A konstelláció elindítása, valós idejű pont-pont összeköttetések a pólusoktól haladva az egyenlítő felé folyamatosan bővülő lefedettséggel
- 2022: Teljes körű globális szolgáltatás



Link: Ka-sáv 1,6 Gbps full-duplex (2 nagyteljesítményű antennával akár **5,2 Gbps**-re bővíthető)

Műhold: 4 optikai műhold-műhold kapcsolat

Föld – műhold válaszdő: 20 ms

pl.: Földi vonalon London – Szingapúr: 180 ms;

LeoSat-on keresztül 120 ms

Szkeptikusok

Tom Choi (CEO; Asia Broadcast Company)
2018. április

Sávszélesség sűrűség:

Föld felszíne: 510 100 000 km²
One Web: 640 db LEO műhold
20 Gbps per műhold
összesen: 13 Tbps *(a sarkköröknél néhány beam-et le kell kapcsolni az interferencia miatt)*

-> **25,5 kbps/km²**

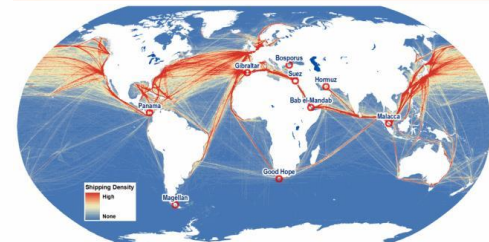
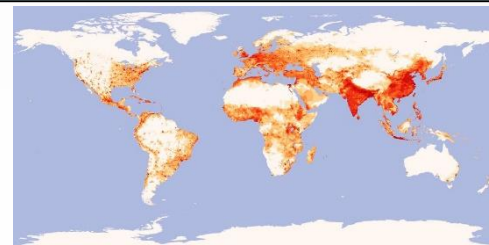
Az összes HTS rendszer (2020-ra: OneWeb, O3b mPower, ViaSat3, Telesat Leo, stb.) tudna

-> **100 kbps/km²**

Mobil hálózati sávszélesség igény:

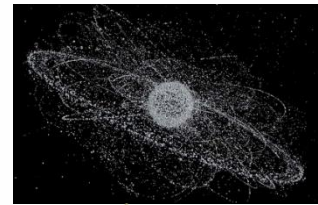
- LTE eNodeB (45-300 Mbps) -> 5 km-es körben feltételezve 100 Mbps -> **1,27 Mbps/km²**
- 5G gNodeB (1-10 Gbps) Ka-sávon n*100m -> 1 km-es körben feltételezve 10 Gbps -> **3,18 Gbps/km²**

A Föld 70,8%-a 361 126 400 km² -> víz borítja
A Föld 29,2%-a 148 939 100 km² -> szárazföld -> 87,3 kbps/km² (OneWeb)
-> Összes HTS rendszer: 342,3 kbps/km²



Mega-konstellációk – „Való Világ” vagy „Mission impossible”?

- **Katasztrófa vagy a legnagyobb lehetőség?**
- **Biztonság?**
- **Úrszemét?**
- **Szabályozás?**
- **Üzleti modell?**

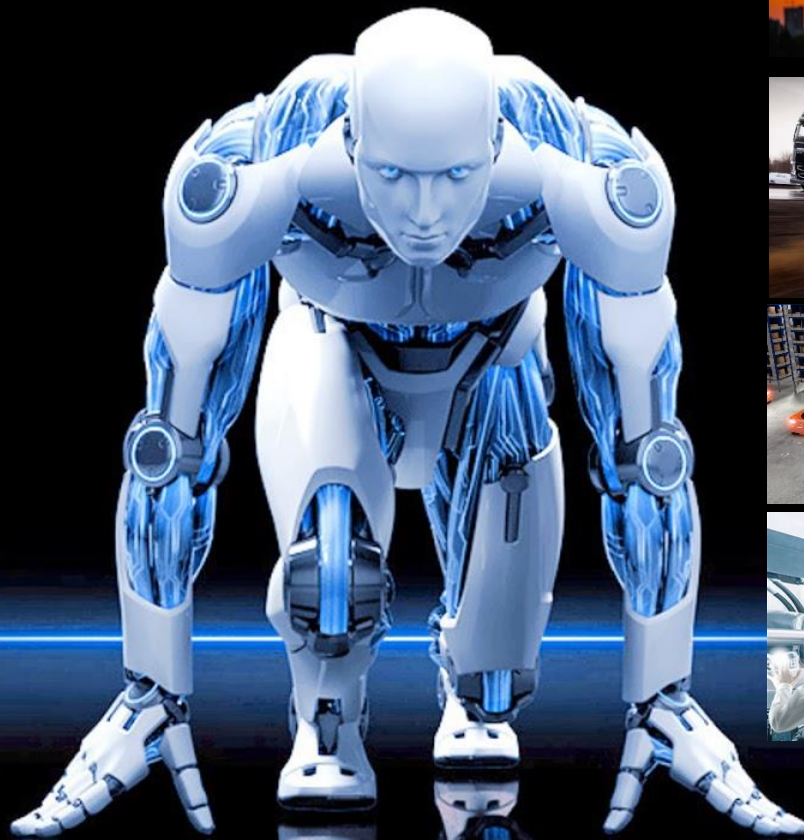
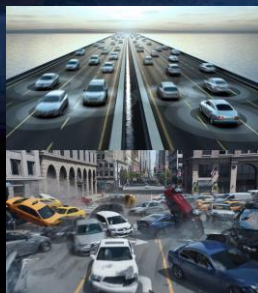


Ez már a SkyNET ???

TO INSURE YOUR FUTURE

SOME FREEDOMS MUST BE SURRENDERED

made on imgur



Az emberi „leleményesség” nem ismer határokat... ☺





Köszönöm a figyelmet!

Hungaro DigiTel Kft.

2310 Szigetszentmiklós-Lakihegy, Komp u.2.

Tel: +36 1 4888 500

Fax: +36 1 4888 501

www.hdt.hu

info@hdt.hu