

A 3D rendering of the Masat-1 satellite, a small cube-shaped object with yellow and black panels, orbiting the Earth. The Earth is shown on the left, with a blue and green surface. A red sun is visible in the upper right background. A thin orange line represents the satellite's orbit around the Earth. A green line points from the satellite towards the Earth's surface.

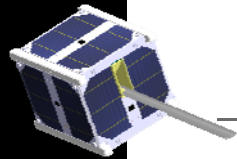
Masat -1
<http://cubesat.bme.hu>

Masat-1, az első magyar műhold

Dudás Levente HA7WEN

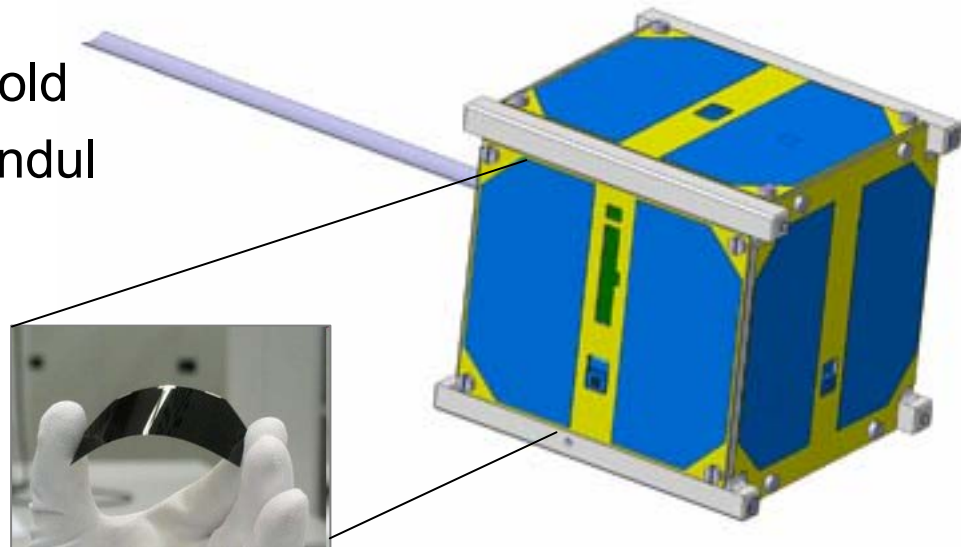
okl. villamosmérnök

2009.06.14.

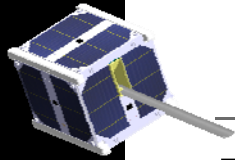


A CubeSat szabvány

- ~40 elkészült pikoműhold
- Évente 5-10 küldetés indul
- Tipikus kísérletek:
 - CMOS kamera
 - RADFET
 - GPS
 - Antenna
 - Kommunikációs rendszer
 - Giroszkóp
 - Dozimetriai mérések

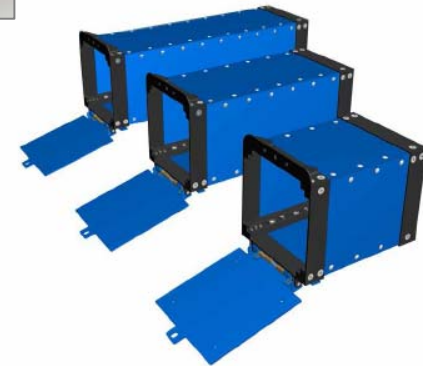


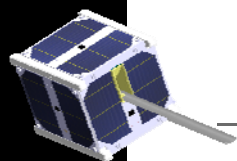
- Elsődleges célok:
 - **OKTATÁS**
 - Tapasztalatszerzés
 - Konceptiók kipróbálása



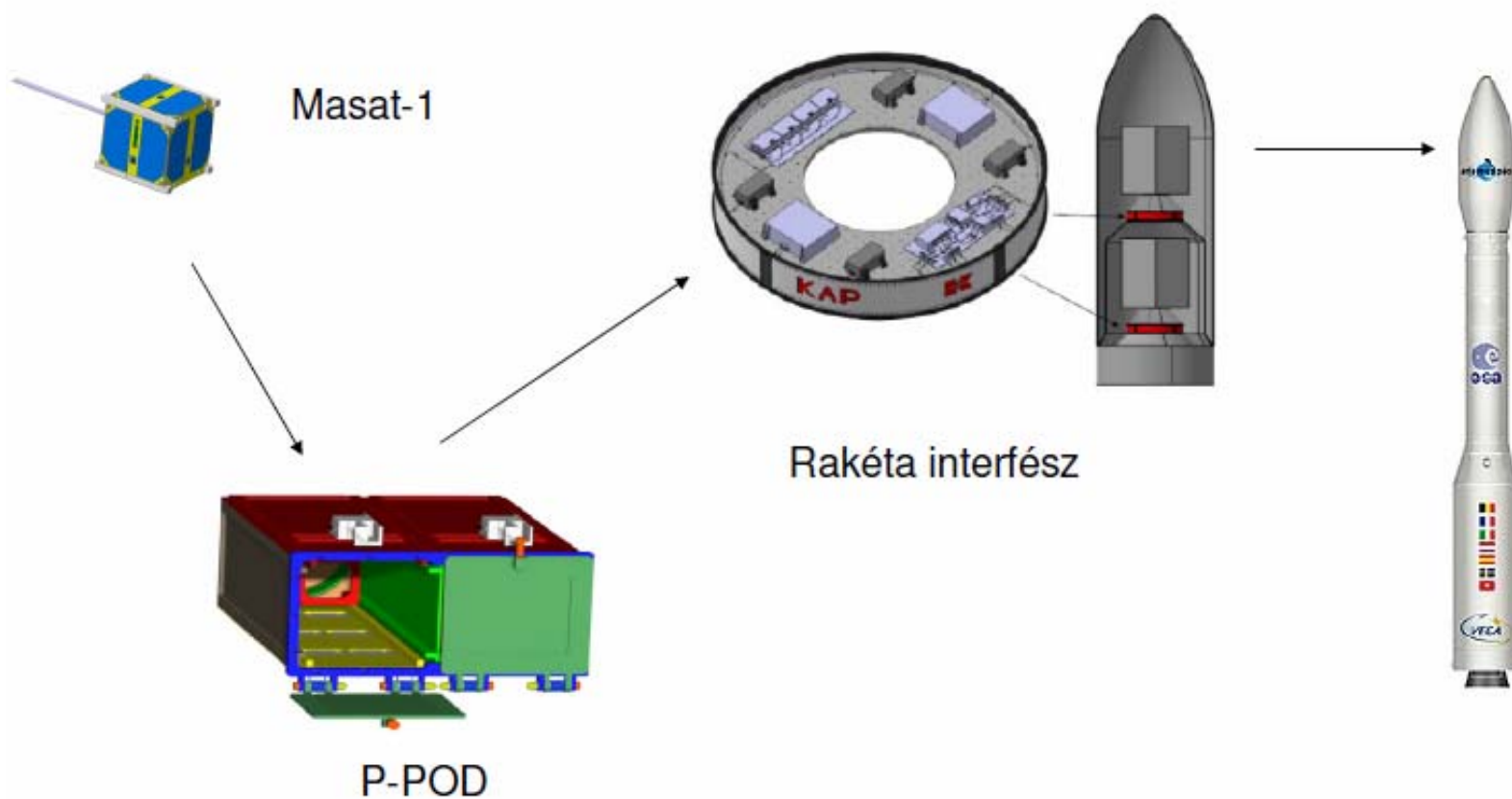
Rakéta adapterek

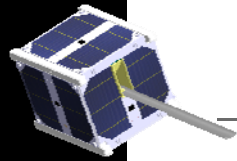
- P-POD (Poly-Picosatellite Orbital Deployer)
- T-POD (Tokyo Picosatellite Orbital Deployer)
- X-POD (eXperimental Push Out Deployer)
- SPL/Astrofein
- ISIPOD (ISIS)





CubeSat a rakétákon

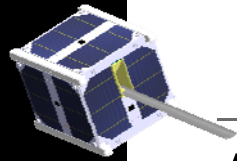




Hordozóeszközök

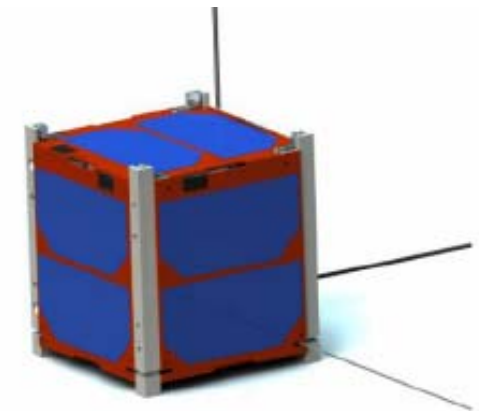
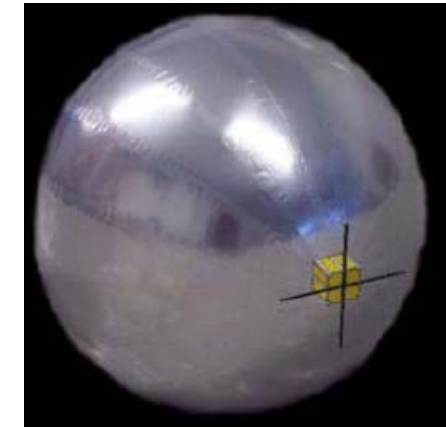
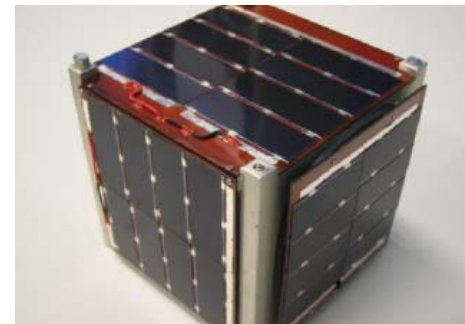
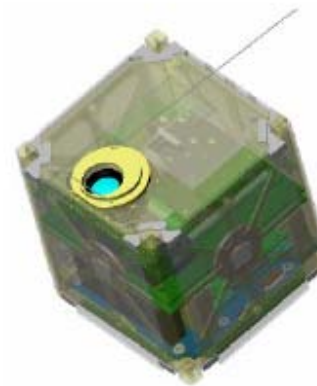
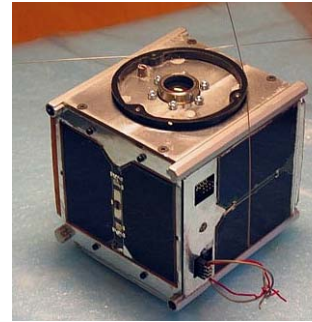
- VEGA
- Kosmos-3M
- Rockot
- PSLV
- M-V
- Dnepr
- Falcon-1

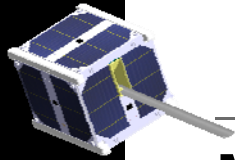




CubeSat műholdak a világban

- AAUSAT-III
(Dán, Navigáció)
- PW-Sat
(Lengyel, Deorbitáció)
- GOLIAT
(Román, Mikrometeorit
érzékelés, dozimetria)
- UWE-2
(Német, alaprendszer)
- X-IV
(Japán, fényképezés)

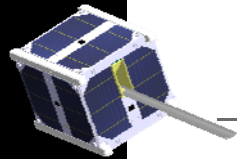




CubeSat projekt a Műegyetemen

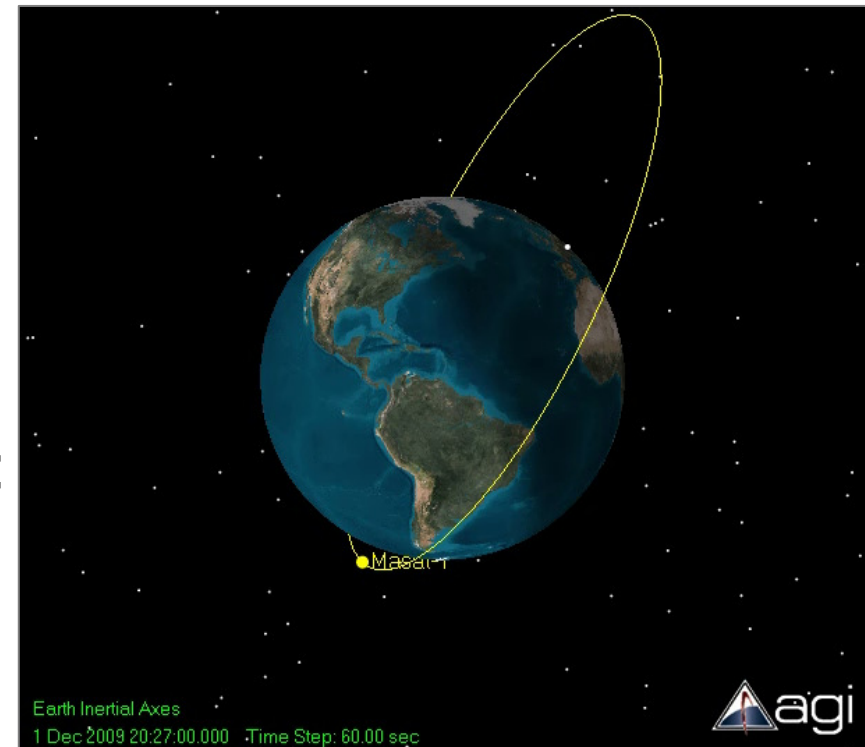
- **Minimális siker:**
 - Repülő példány elkészítése
 - A földi állomás megbízhatóan működjön 24 órában a hét 7 napján
- **Közepes siker:**
 - Műhold telemetria jelének vétele, dekódolása
 - Műhold vezérlése földi állomásról
- **Teljes siker:**
 - Fél-aktív mágneses szabályozás működésének igazolása

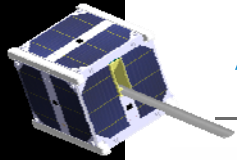




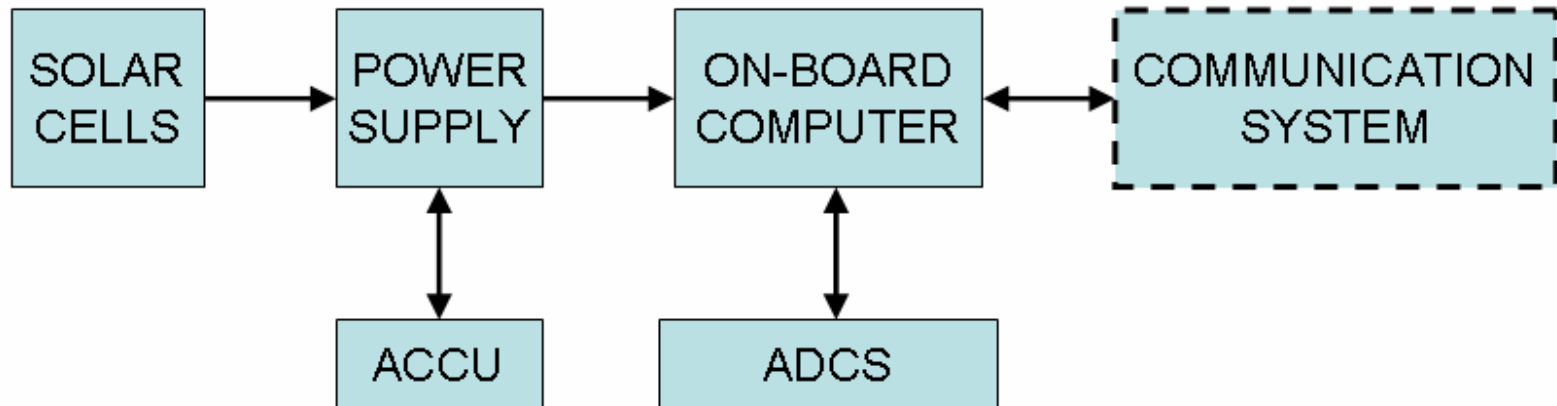
A Masat-1 pályája

- Optimális: 600-800km, napszinkron poláris pálya
- Fényviszonyok:
 - napsütés: 64%
 - árnyék: 36%
- Láthatóság a BME-ről (10 fokos eleváció fölött):
 - Minimum: 1,38 perc
 - Maximum: 8,62 perc
 - Átlagosan: 6,80 perc
 - 10 napra vetítve: 244,86 perc



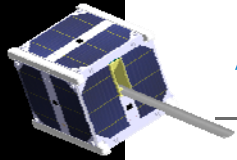


A Masat-1 alrendszerei

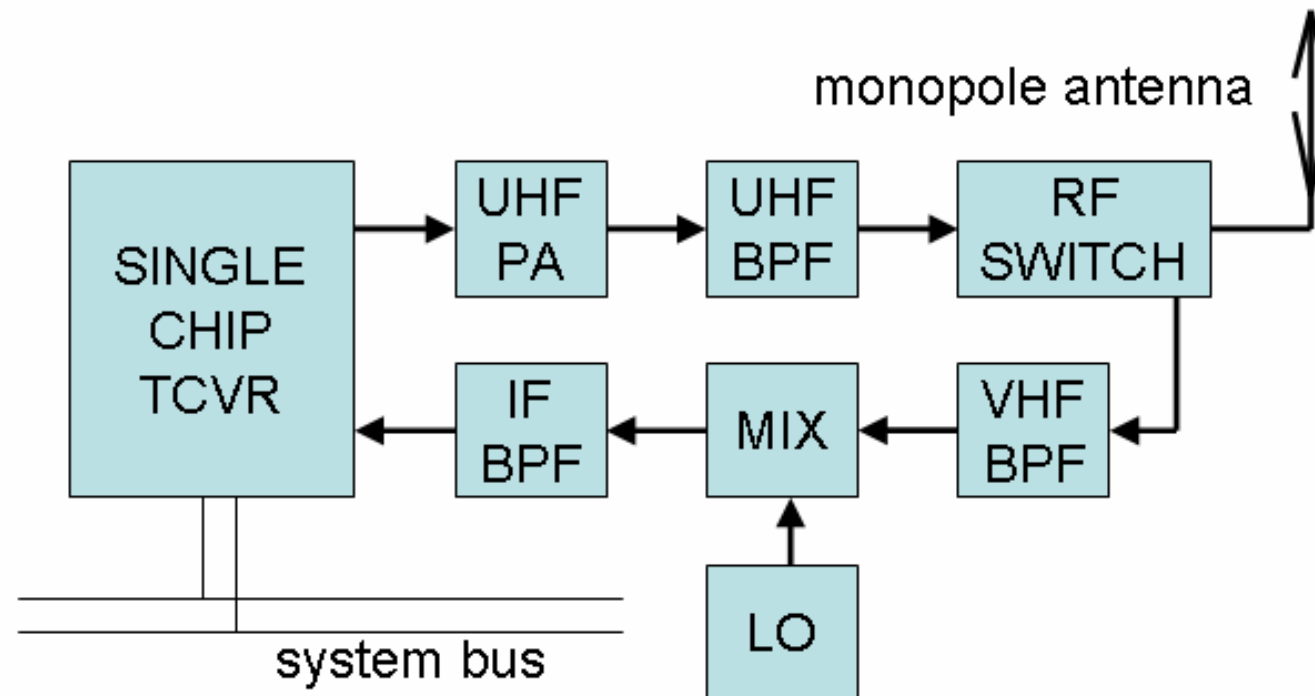


- energiaellátó rendszer: 1..3 W bemenő teljesítmény
- fedélzeti számítógép
- kommunikációs rendszer
- félaktív mágneses stabilizáló rendszer
- **redundancia!!!**



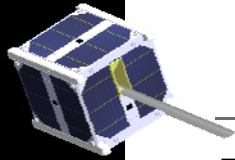


A kommunikációs rendszer



- hidegtartalékolt
- 2,5 szeres redundancia





HA5MASAT

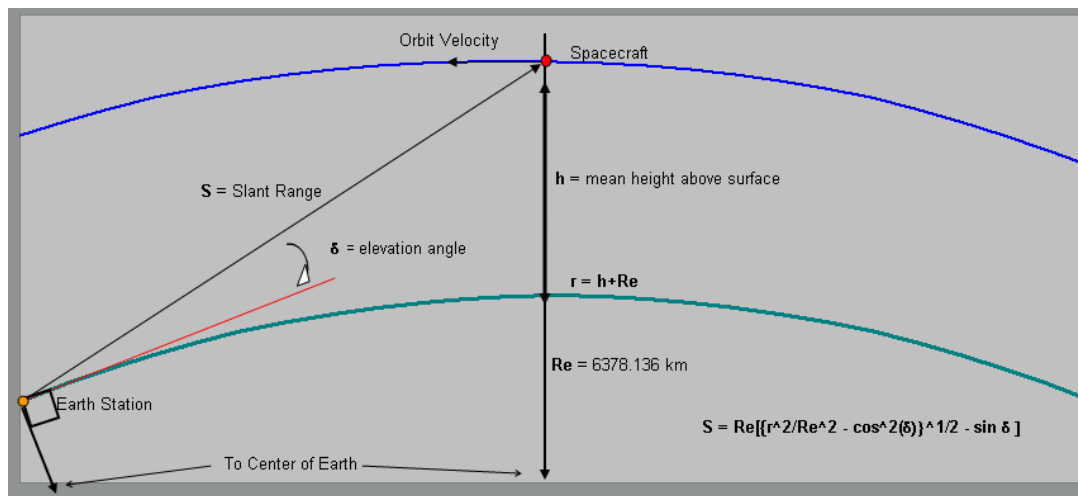
- Felmenő: 145 MHz, lejövő: 437 MHz
- Adatsebesség: 1200 bit/sec
- Moduláció: OOK, 2FSK
- Sáv szélesség: 12 kHz
- RF kimeneti teljesítmény: $> 0,1 \text{ W}$
- Antenna: negyedhullámú monopól

Doppler-hatás

437 MHz:

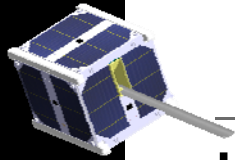
6..800 km 90 fok

2000 km 10 fok



152 dB
szakaszcsillapítás

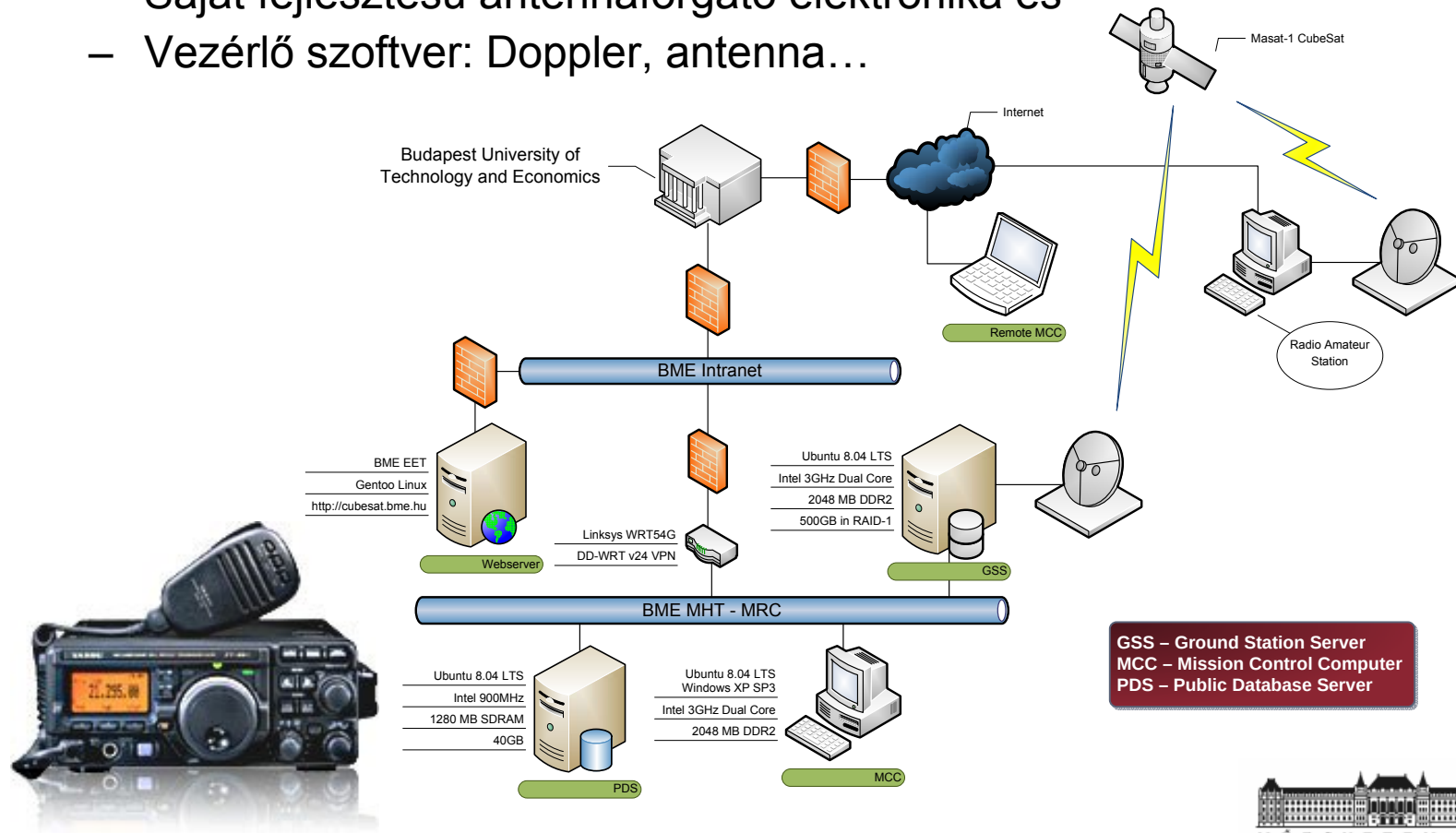


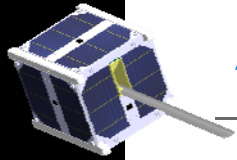


A sikerhez kell egy vevőállomás is...

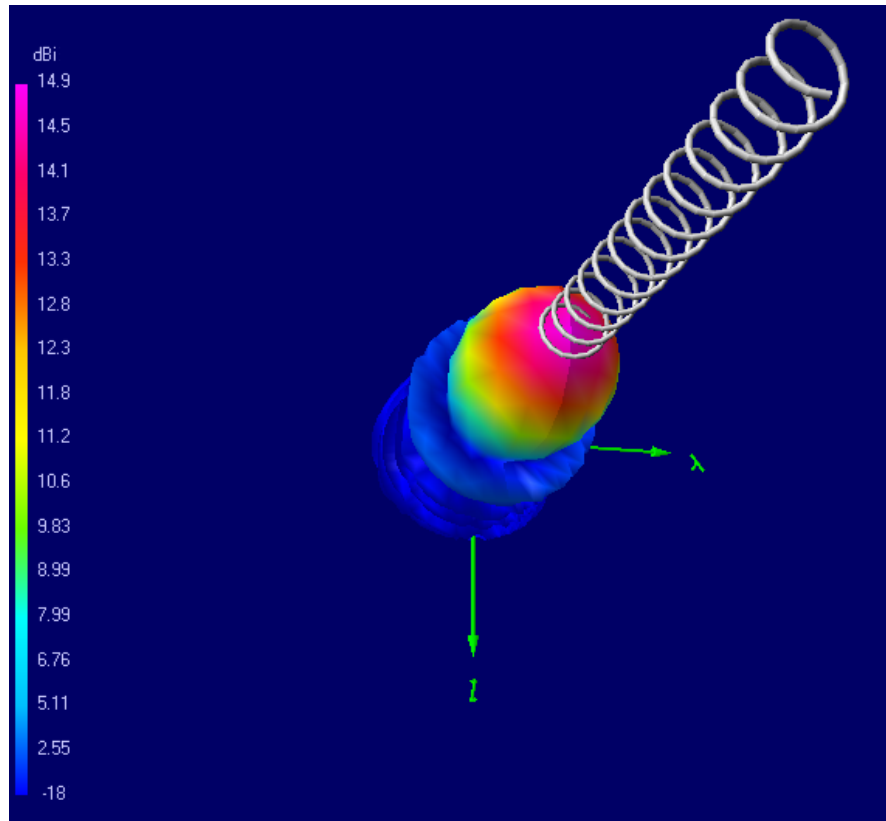
- **HA5MRC**

- Antennapark a V2 épület tetején
- Saját fejlesztésű antennaforgató elektronika és
- Vezérlő szoftver: Doppler, antenna...



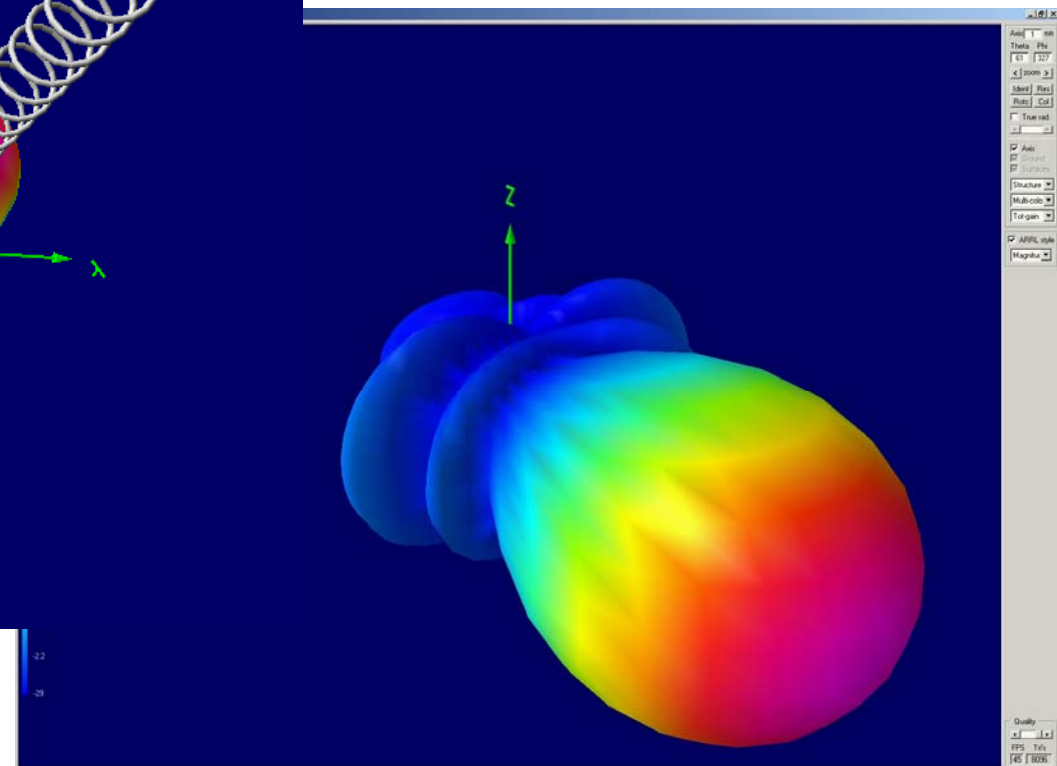


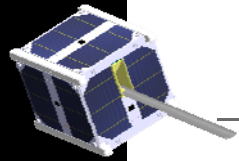
Antennák



70 cm helix

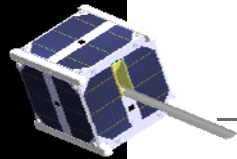
2 m Yagi



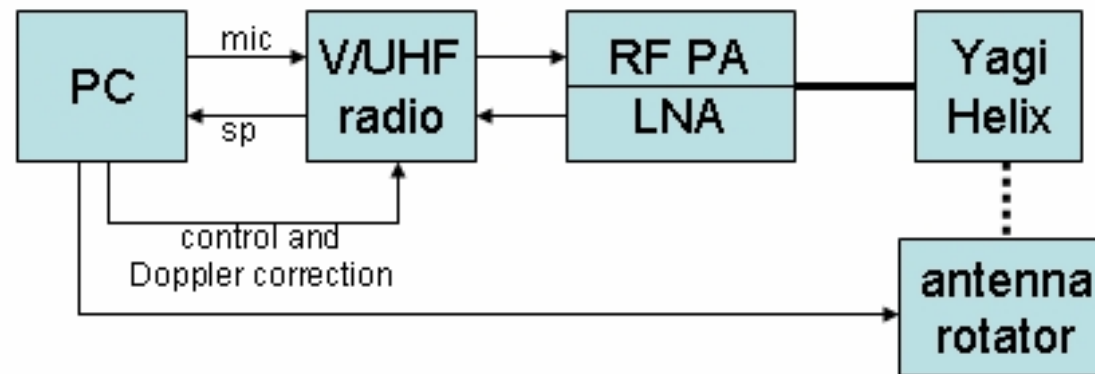


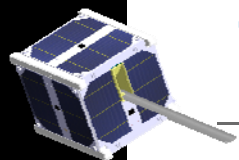
BME földi állomása



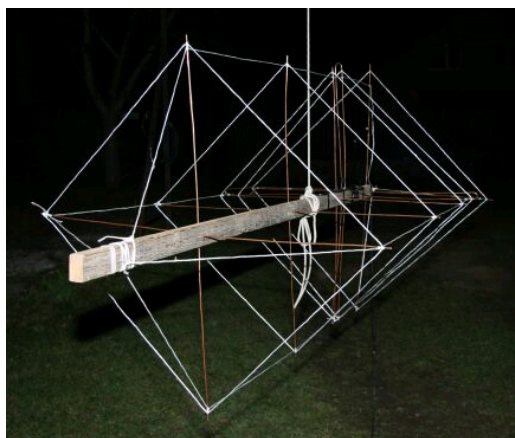
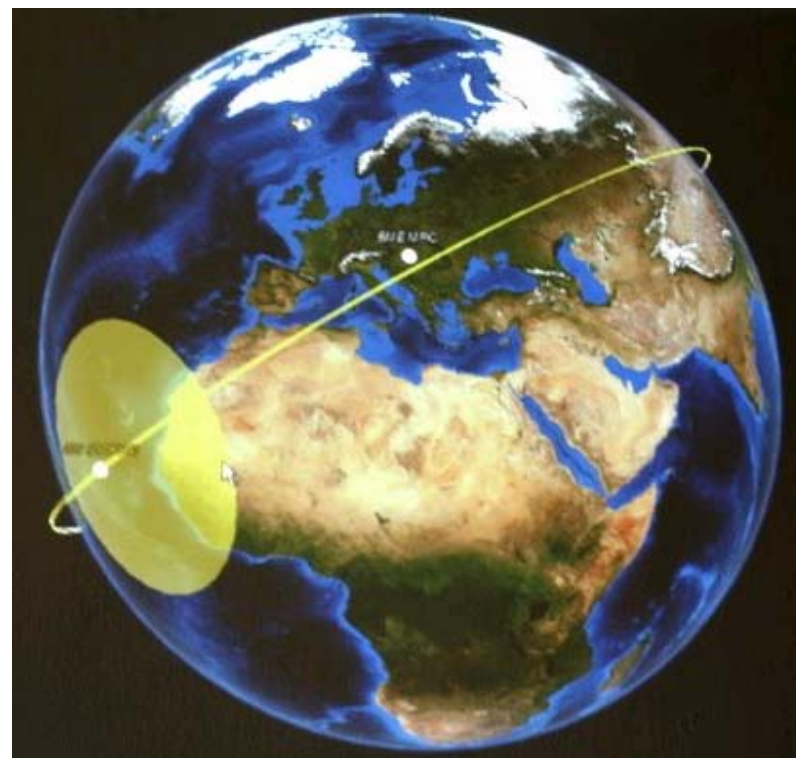


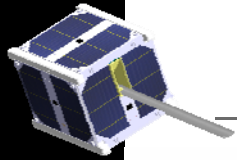
Teszt: HA5SIK – HA5MRC



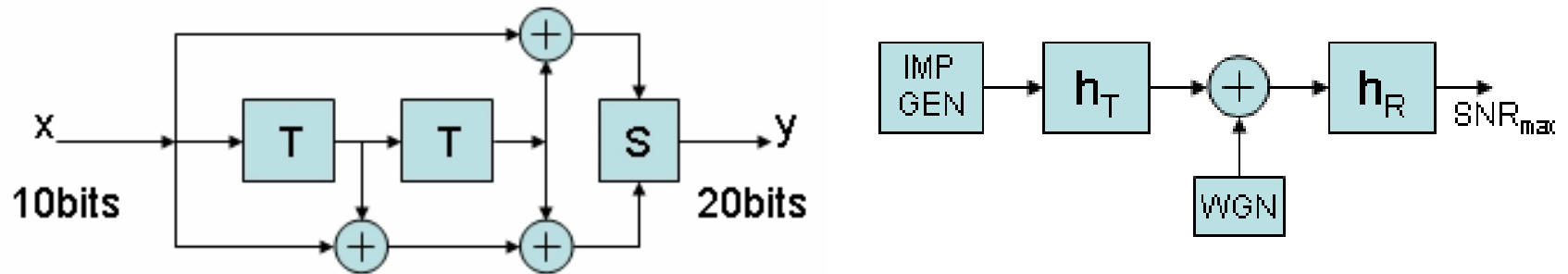


Teszt: HA5SIK – HA7WEN



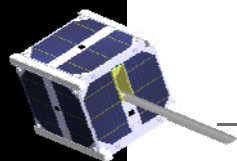


Hibajavítás – kódmoduláció

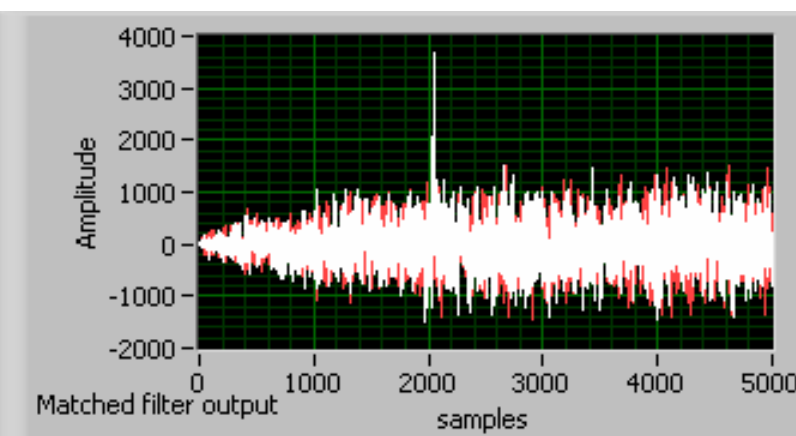
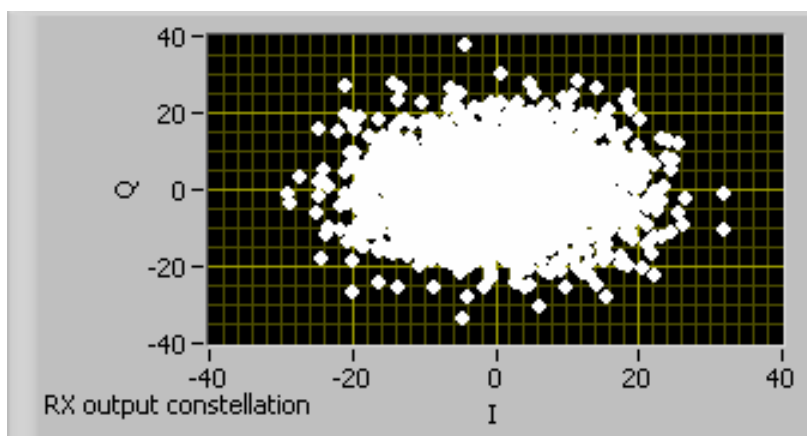
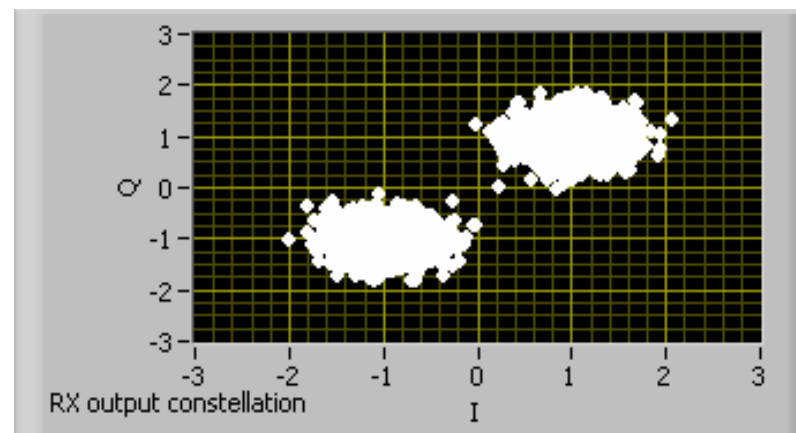
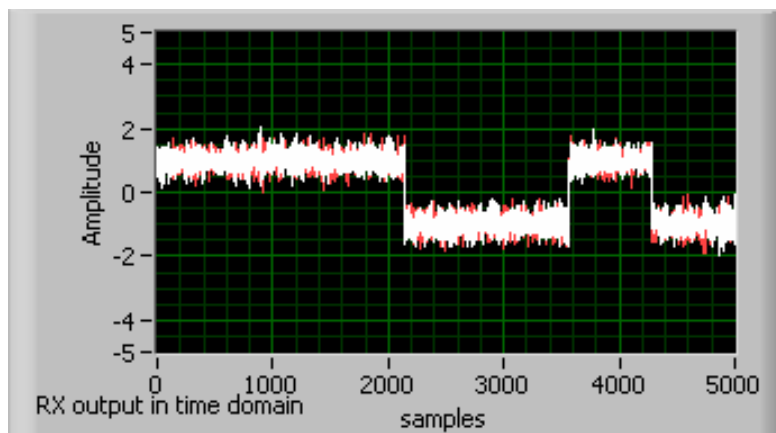


- Konvolúciós kódoló + Viterbi dekóder
- Bináris kódmoduláció és illesztett szűrős vevő → zajszint alatti kommunikáció!!!
- Vészadó ← ha csak tápfeszültség van és minden más halott!



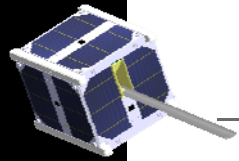


Detektálás kézirádióval!



512 hosszú kód $\rightarrow$ 25 dB nyereség!



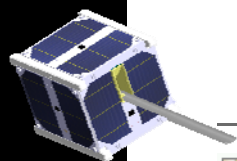


Hőléggallonos repülés

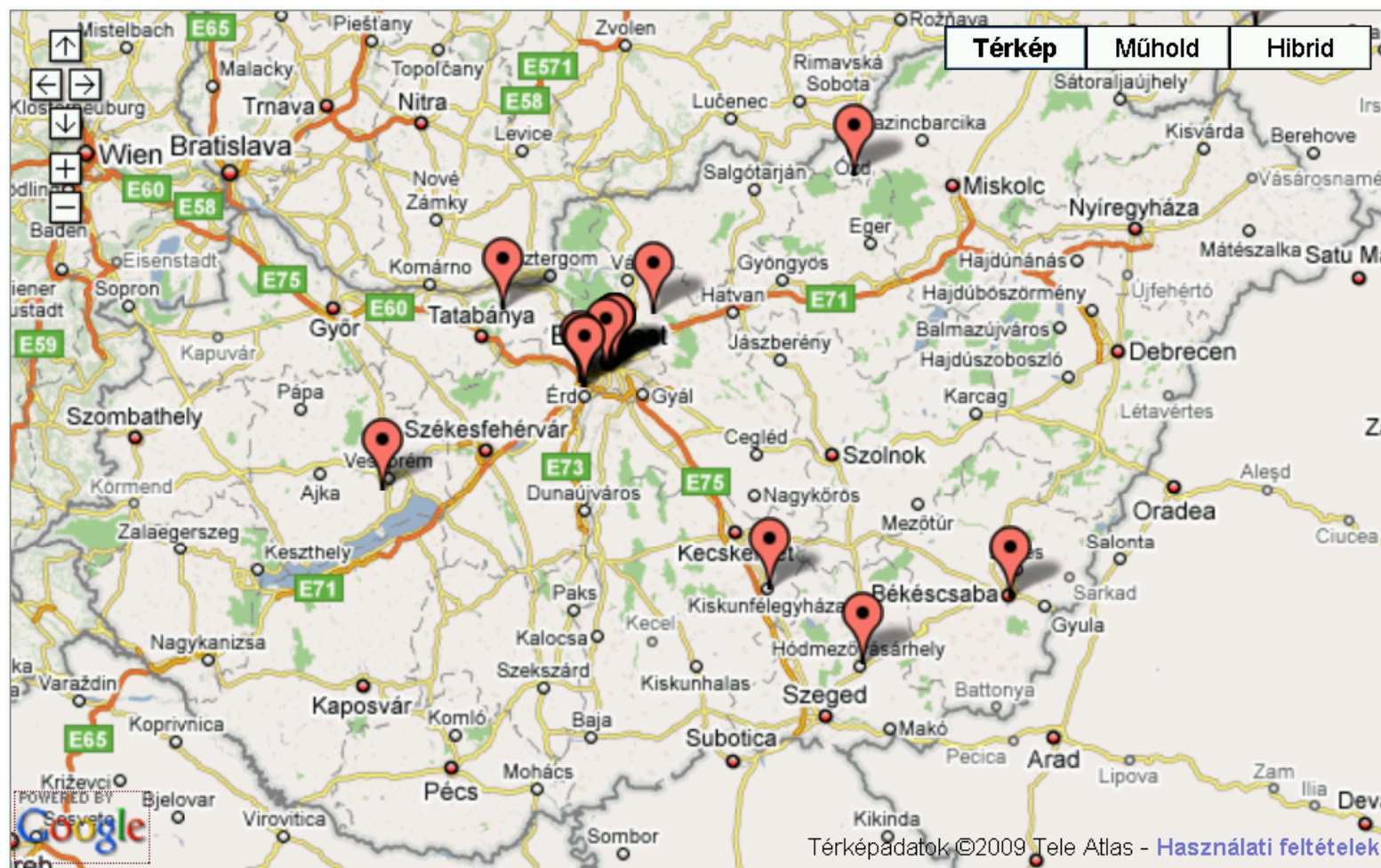


```
101100100101000111010
001000111110011111011
110110001011010010101
011000111100010100101
110100110011000000111
011001101000110010100
111111111000011010111
111001011111000111000
000011001110001000011
100100011011011000001
111110110101001101110
101110110111000110000
101100001111010100010
101101011011110010011
100110010000101000011
000110100111011101111
111010010001001111011
100111010101010000010
011010101110010101111
010000000010001011110
000010111000010010010
000001010100100110001
001011001011011010000
100000110111110101100
111100
```



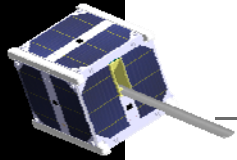


Regisztrált rádióamatőrök



<http://cubesat.bme.hu>

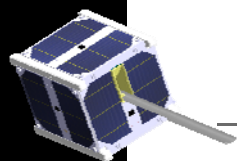




Mit várunk a jövőben?

- A Masat-1 sikerét ☺
 - Fellövés 2009 végén 2010 elején
 - Tárgyalások folynak a részletekről
 - Startköltségek még nincsenek fedezve
- Szeretnénk bevinni az oktatásba
 - Új szabadon választható tárgy(ak)
 - Önálló laboratórium
 - TDK, diploma
 - Figyelve az ipari igényeket
- További együttműködés az ESA-val
 - Kapcsolódás más nemzetközi kezdeményezésekhez: GENSO, Constellation, Ballon, stb.





<http://cubesat.bme.hu>

