

# Mikro robotok

## MIKRO, NANO ŰR ROBOTOK MICRO, NANO SPACE ROBOTS

micro nano space robot  
микро-, нано, космос, робот  
微, 納米, 航天, 机器人  
マイクロナノ空間ロボット

Simonyi nap 2013  
2013.10.21. MTA Wigner FK

# Magamról

- KFKI RMKI Űrtechnológia - Wigner FK Űrfizikai és *Űrtechnikai* osztály
- CAD/CAM, Orosz marsjáró fedélzeti számítógéphez CAD/CAM PCB tervezése és fejlesztése 1989-1992.
- Spectrum Röntgen Gamma fedélzeti számítógép CAD/CAM PCB tervezése és fejlesztése.  
1993-1994. a Szaturnusz Cassini egyik EGSE Sun rendszergazda  
Fedélzeti és EGSE -k CAD/CAM PCB tervezések bevezetése és segítése  
1991-től.  
ESA Rosetta Lander fedélzeti táp PCB fejlesztés és ellenőrzése 2000-2003.  
Vega I és Vega II Halley üstökös videók.  
1999 – 2004 - repülő Rosetta Philae leszállóegység EGSE-k számítógépei és rendszer felügyelete  
2005- az ISS Obszhanovka kísérlet és EGSE-k fejlesztésben részvétel.  
RMKI TFO majd RMI UTCS számítástechnikai rendszermérnöke,  
űrmúzeumunk felügyelete

## KUTATÁS

A fenti munkák, kutatások mellett továbbá;

Saját kutatás, ZMNE majd NKE Kat. Műsz. Doktori Iskola;

- Új téma új tézisekkel: Mikro és nano eszközök előkutatás és

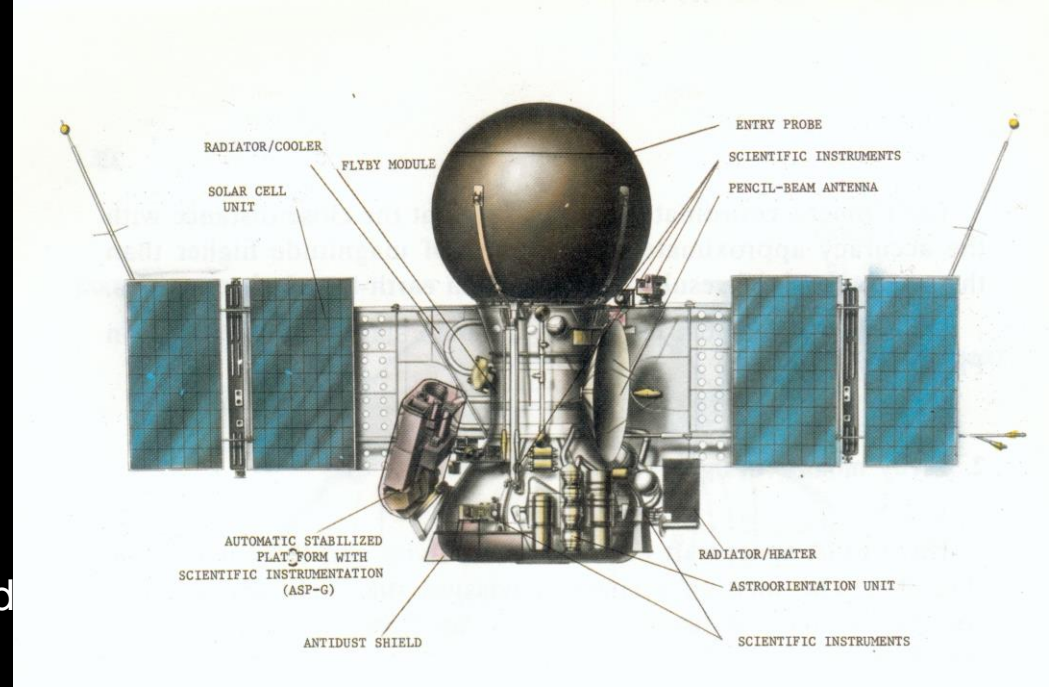
- megvalósíthatóság, jövő mérnökei és megvalósítható témák, ezekből versenyek: [magyarokamarson.hu](http://magyarokamarson.hu)

# Az osztályunkon, csoportunkban futó projektek

- Wigner FK Űrfizikai és Űrtechnikai osztály  
Múlt: VEGA-Halley, Phobosz, Cassini  
Jelen/jövő: ESA Rosetta, Obstanovka, Bepi Colombo, Solar Orbiter, Juice PEP (Jupiter moons), Luna Globe, Tritel, Metnet, ESA Mars rover

# VEGA 1,2 to Comet Halley

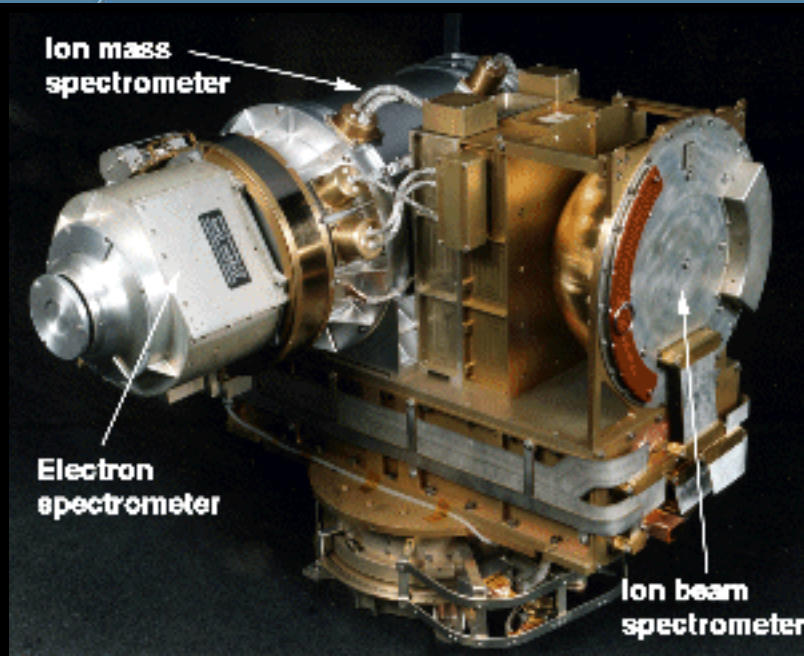
- Mission owners: Intercosmos
- Lunched: Baikonur cosmodrome, SU 15 and 21 December 1984
- Arrival date: July 1, 2004, UTC
- Our participation:
  - Imaging and Pointing System (TVS) nucleus of Halley's comet was observed for the first time in history
  - Particle Detector TÜNDE comet's ions, dist. 20 keV and 650 keV, Sun 3 MeV -13 MeV
  - new mechanism of particle acceleration sunward, more intense turbulence in the foreshock region



- Post processing:
- Model file reconstruction 1992
- Image post processing to video 2004



- Investigation of the plasma environment of Saturn and Titan
- Mission owners: ESA, NASA
- Launched: October 15, 1997, from Cape Canaveral Air Force Station, FL.
- Saturn arrival date: July 1, 2004, UTC
- Current status: Huygens probe Titan descent date was January 14, 2005. Cassini is orbiting around Saturn.
- Our participation:
- CAPS (Cassini Plasma Spectrometer) EGSE (electrical ground support equipment)
- MAG (magnetometer) EGSE (electrical ground support equipment)
- EGSE admin and communication software



# ESA Rosetta

- Rosetta
- The first soft landing on a comet nucleus Churyumov-Gerasimenko
- Mission owner: ESA
- Lunched: 2 March 2004
- Earth, Venus, Mars flyby, near asteroid Steins and Lutetia  
Rosetta is on its way to comet Churyumov-Gerasimenko in hibernation mode.
- Next planned event: Comet rendezvous manoeuvres 22 May 2014
- Planned landing on the comet: November 2014
- Our participation:
- RPC (Rosetta Plasma Consortium): plasma physical device on the orbiter
- CDMS (and Data Management Subsystem): central computer of the landing unit (Philae)
- Lander Power Supply CAD PCB developing
- EGSE administrator of computers & hardware



# „MIKRO” - BEVEZETÉS

- A kutatás témája **kis** méretű robotok, roverek, űrszondák, űrrobotok
- A minimalizáció itt a szükséges és elégséges méretre csökkentés
- Csak a szükséges méret
- A kis technológia a költséget csökkenti
- Együttműködés- felcserélhetőség - tartalékolás

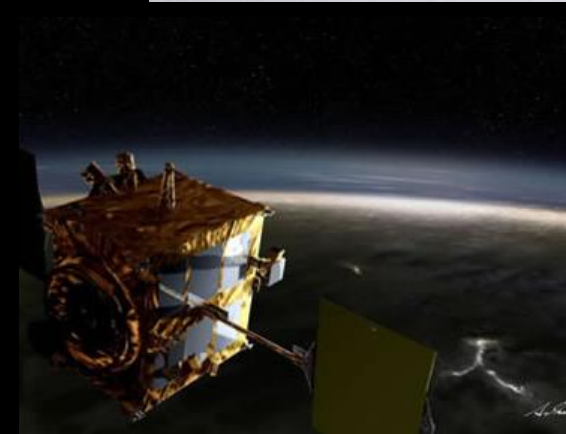
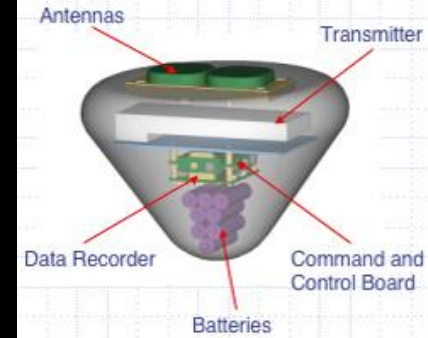
# A MIKRO ÉS NANO eltérő jelentése ebben a témakörben

- Mikro az SI rendszerben egymilliomod „micro-”  $\mu$   $10^{-6}$
- „nano-” n  $10^{-9}$  in SI system egymilliárdod.
- Az eredeti “kicsi” és “törpe”. Jelen esetünkben kicsit szabadon, az SI méret rögzített jelentésétől eltér.  
Így a mikro robotok a köbdeciméter nagyságrend, a nano robotméret körülbelül a ceruza mérettől a ceruzahegy pont méret között.



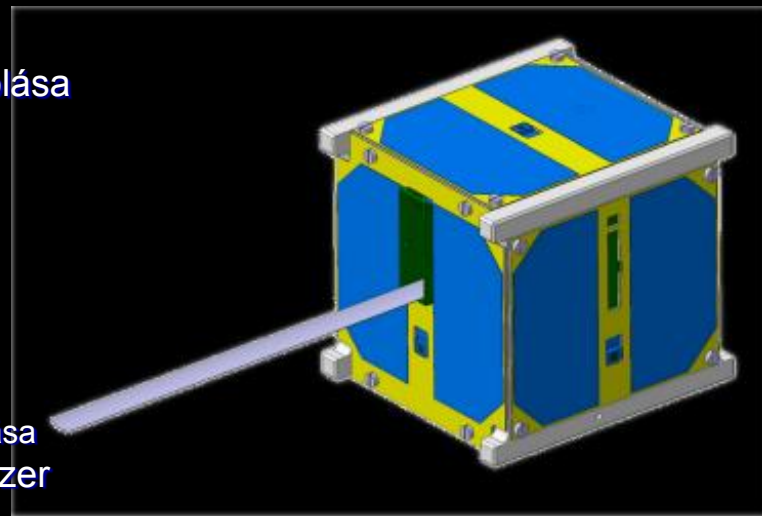
# A világ jelenlegi eredményei

- A teljesség igénye nélkül, példákkal:
- JAXA: Space Technology Demonstration Research Center 1998- MicroLabSat indult 2002-ben. 2004-ben, 50 kg
- The Aerospace Corporation, El Segundo, Californi
- MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), EADS N.V. group, the European Aeronautic Defence and Space Company eads.net, <http://www.eads-nv.com>
- Akatsuki (Hajnal), JAXA, 2010.05.20. A teljes indítási tömeg a hajtóanyaggal együtt 480 kg, 34 kg hasznos tömeg
- Robothangya EU keretprogram földi alkalmazásokra
- ROY, IKI, Oroszország
- EÜ: Sejtgyógyász nanorobotok



# A Masat-1 cubesat

- BME hallgatókból és doktoranduszokból álló csapat elhatározta, megtervezi és megépíti az ország első kisműholdját. Az Elektronikus Eszközök Tanszéke és a Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék segítségével.
- **A Masat-1 projekt célkitűzései**
- Minimális siker:
  - Repülő példány elkészítése
  - A földi állomás megbízhatóan működjön 24 óraban 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 kisműhold műszaki célkitűzései**
- Alaprendszereinek megtervezése és kivitelezése:
  - Nagy megbízhatóságú energiaellátó rendszer
    - MPPT (Maximum Power-Point Tracker)
    - Litium-Ion Polimer akkumulátorok in-situ tesztje
  - Kommunikációs egység
    - Kis fogyasztású rádiós alrendszer
    - ESA ajánlású kommunikációs adatformátumok kipróbálása
  - Redundáns fedélzeti számítógép és adatgyűjtő rendszer
  - Műhold orientációját monitorozó és vezérlő rendszer
- Egy kisműhold vezetési tapasztalatainak megszerzése több, mint 600 nap az űrben!
- Szert tenni logisztikai, tesztelési, start előkészítési és üzemeltetési rutinra



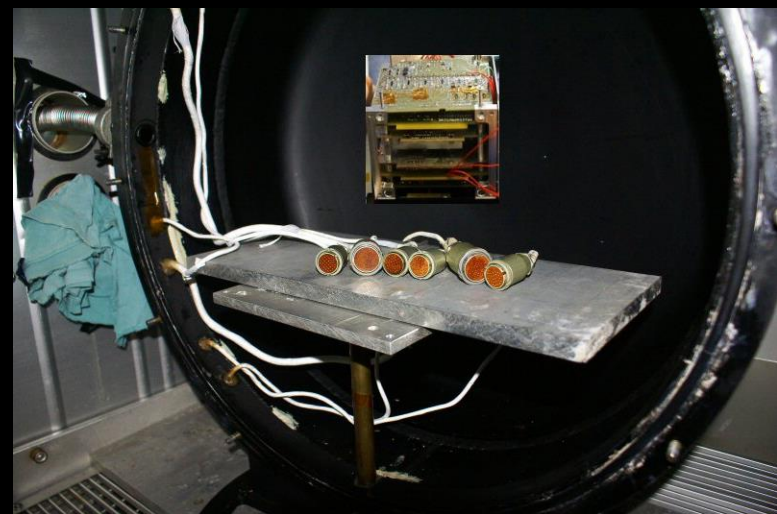
# A Masat-1 cubesat vákuum és klímakamrás mérés

- 2010. július 14-én kezdtük el előkészíteni a KFKI RMKI-ban (Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet ma MTA Wigner FK) a termo-vákuumkamrás kísérletét.

A mérés során vákuumban és különböző hőmérsékleteken vizsgáltuk, hogy mennyire kiegyenlített a műhold hőháztartása. Figyeltük, hogy megfelelően működik-e, azaz túlmelegszik-e illetve hidegben nem fagy-e le.

A mérések közel két héten keresztül tartottak. A mérés folyamatos, 24 órás felügyeletet igényelt és a műhold sikeresen kiállt minden próbát.

- **Sikeres működés Föld körüli pályán.  
GRATULÁLUNK A SIKERHEZ!**



# Mikro megvalósíthatóság kutatása

- A magyarokamaron.hu „űr” robotikai verseny a jelen űrkutatási meghatározás szerint „mikro” méretű robotokkal dolgozik  
Verseny, fiatal mérnök – kutatók
  - Felkérésre zsűrielnök, majd szervező is
  - Nemzetközi tudományos konferenciák, publikációk:

Vizi, P. G.: Simulated Mars Rover Model Competition 2011-2012, 43rd Lunar and Planetary Science Conference, March 19-23, 2012 Woodlands, Texas. LPI #1659, id.1825, 03/2012

Vizi, P.; G., Sipos, A.: Simulated Mars Rover Model Competition 2012-2013, 44th Lunar and Planetary Science Conference, March 18-22, 2013 Woodlands, Texas. #1719, p.2850

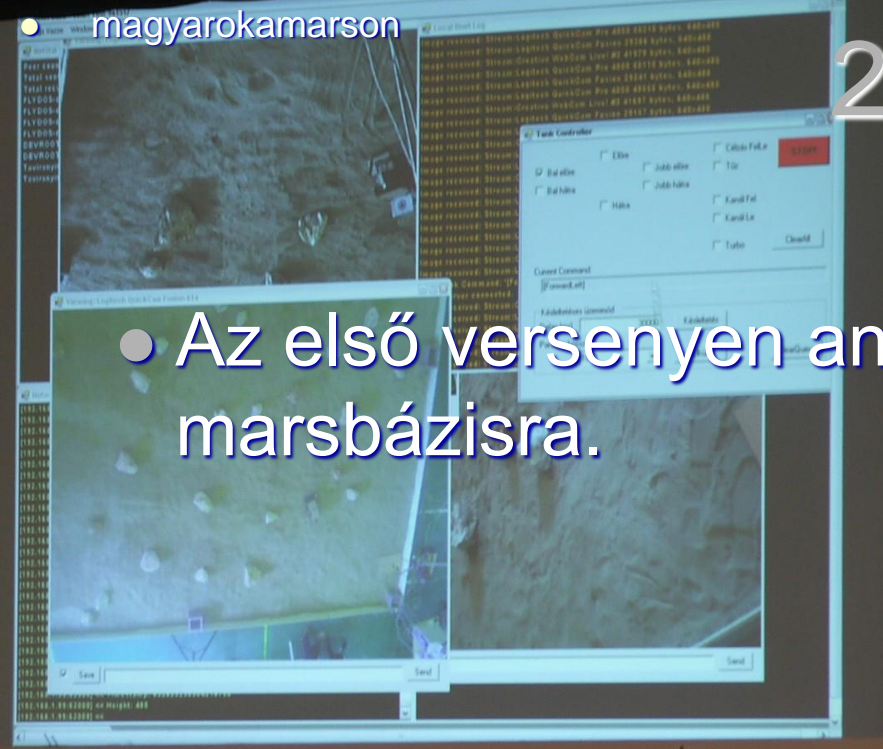
Sipos, A., Vizi, P. G.: Simulated Mars Rover Model Competition 2010-2011, 42nd Lunar and Planetary Science Conference, March 7-11, 2011 Woodlands, Texas. LPI #1608, p.2014, 03/2011

Sipos, A., Vizi, P. G.: Simulated Mars Rover Model Competition 2009-2010, 41st Lunar and Planetary Science Conference, March 1-5, 2010 Woodlands, Texas. LPI #1533, p.2649, 03/2010

Sipos, A., Vizi, P. G.: Simulated Mars Rover Model Competition, 40th Lunar and Planetary Science Conference, (Lunar and Planetary Science XL), March 23-27, 2009 Woodlands, Texas, id.2519; 03/2009

2006.

- Az első versenyen anyagmintát kellett hozni az alfa marsbázisra.

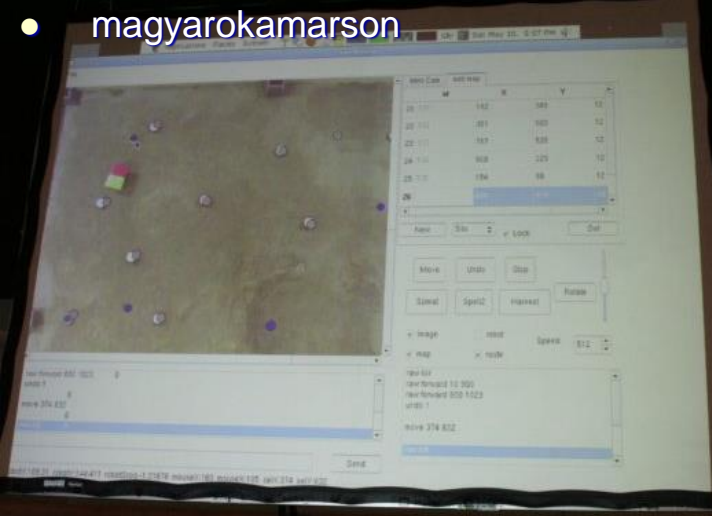


2007.

2007. A második küldetésben minél több energiakockát kellett kitermelni.



2008.



- A „terraformálás” következtében létrejött 'mars' tavakat” kellett végiglátogatni a 8x8 méteres pályán a rovereknek, vizet gyűjteni.



2009.



9600 liter „óceánnal és jéghegyekkel” kellett megbirkózni, hogy a lehető legtöbb „űrhajóst” sikerüljön megmenteni.





# 2010.

- 2010.: A célterület elérése, ahol egy 'élőlény' 'DNS' mintáját kellett leolvasni, majd talajmintát gyűjteni, és az űrliften az 'űrállomásra' juttatni.



2011.

- Piramist elfoglalni a saját területen és a másikon. Ehhez a pályák közti „csillagkapukon” kell átjutni. Egy „elbitorolt” piramist újra el lehet foglalni



- 2012: Olyan rovarszerű robotot kellett építeni, mely képes a zord 'marsi' körülmények között minimális emberi beavatkozással navigálni. A cél minél több területet benépesíteni és megvédeni a többi robottól az értékes 'utódokat'.



- Bármilyen lépegető mechanika  
9 szaporodási terület – 9 pete  
4 robot egyszerre a 'Mars'-on  
1 fps műholdkép nagy felbontásban  
15s késleltetett vezérlés.

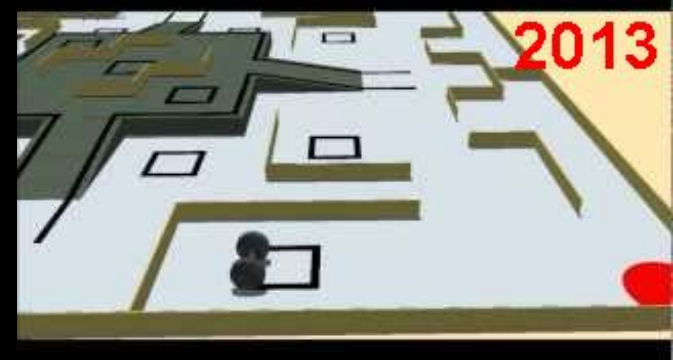
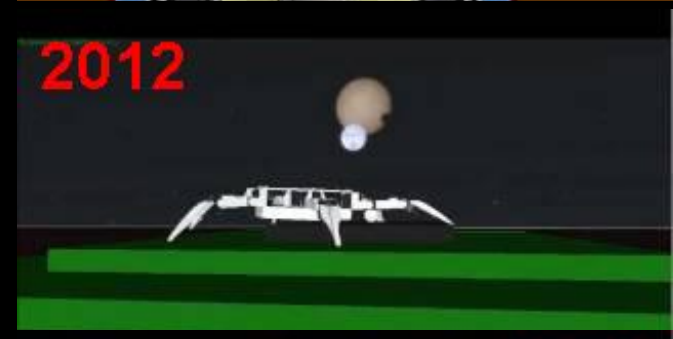
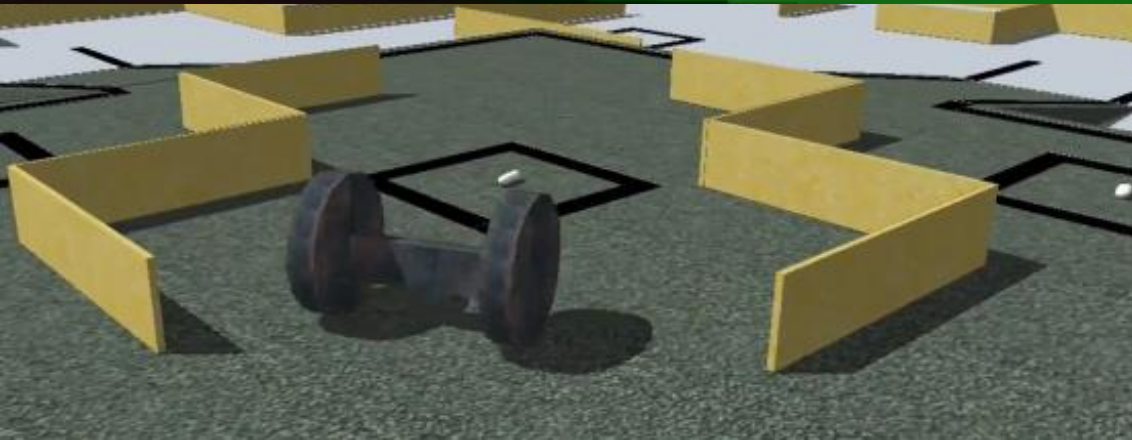
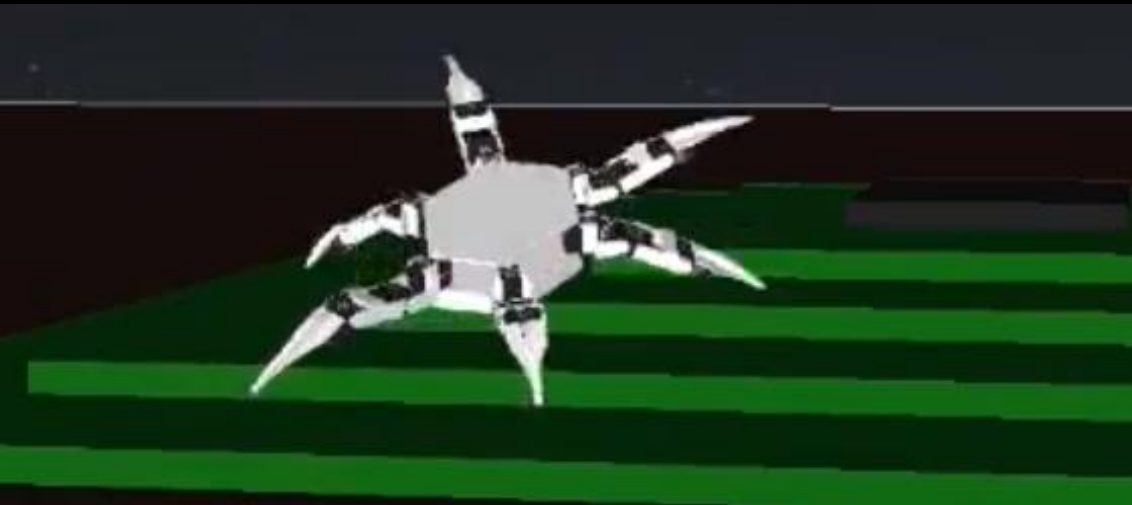
# 2013.



- Építeni kellett egy kisméretű kétkerekű robotot, mely képes akár autonóm mozogni 'Mars City' utcáin. Igazi kihívás volt az instabil kétkerekű mechanika irányítása illetve a megvalósításra rendelkezésre állt rövid 3 hónap.
- A MANT fő támogatásával, TÁMOP és szponzorok.

# Előzetes szimuláció

- A szervezők előre kipróbálják
  - HW megvalósítást ( Sipos A.)
  - SW szimuláció (Vizi P.G.)



magyarokamarson.hu

## Egy-egy tapasztalat, érdekesség

- 2010-ben a versenyt a harc egészítette ki  
A végén mégsem „lőtték ki” egymást a robotok, csak „versenyeztek”
- A verseny eredeti célkitűzésének megfelelően rájöttek, EGYÜTT kell védeniük a területüket az „közös ellenfél” szemben
- **NINCS NEVEZÉSI DÍJ**  
- mert esélyegyenlőséget okoz

# Kutatás -> új ötletek

- „Azt nem szabad kutatni, ami kész van”
- Új, különös, különleges, úttörő ötletek
  - Kicsi, „nano” technológiák multidiszciplinárisan
    - elektronika
    - számítástechnika
    - mechanikai lehetőségek
  - Nézzünk utána az evolúciónak!
    - Agy – test arány
    - Racionalitás
    - Test struktúra



# PhD kutatás - bevezetés

- KUTATÁSI témám és világ jelenlegi eredményei
- újdonság, ötlet: minimál terv és nagy mennyiség

itt planetológiai alkalmazást ismertetek

- NPSDR Nano, Pico Space Devices and Robots  
**International Workshop on Instrumentation for Planetary Missions (2012)**  
**NASA Goddard Space Flight Center Greenbelt, Maryland (near Washington DC)**
- Meteorite Like NPSDR-s at the Polar Region of Mars  
**The Third Symposium on Polar Science, The 35th Symposium on Antarctic Meteorites (2012)** National Institute of Polar Research Tokyo
- 44th Lunar and Planetary Science Conference, Houston
- 
- Nano, pico mérettartomány **NASA, ESA, DARPA** kutatásaiban is megjelenik

# Mikro, nano és pico űrrobotok

alcím: Köbcenti méretű, árasztásos terjesztésű, meteorit szerű mikro, nano és pico űreszközök és robotok

A témában témavezetők, szerzőtársak:

Vizi P.G.<sup>1,7</sup>, Szabó J.<sup>7</sup>, Nagy J.Z.<sup>1</sup>, Horváth A.<sup>2,3</sup>, Horváth I.<sup>7</sup>, Lukács B.<sup>1</sup>, Hudoba Gy.<sup>4</sup>, Bérczi Sz.<sup>3,5</sup>, Sík A.<sup>3,5</sup>.

<sup>1</sup>Wigner Research Centre for Physics, H-1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 35. Hungary  
(vizi.pal.gabor@wigner.mta.hu),

<sup>2</sup>Konkoly Observatory, H-1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 13-17. Hungary,

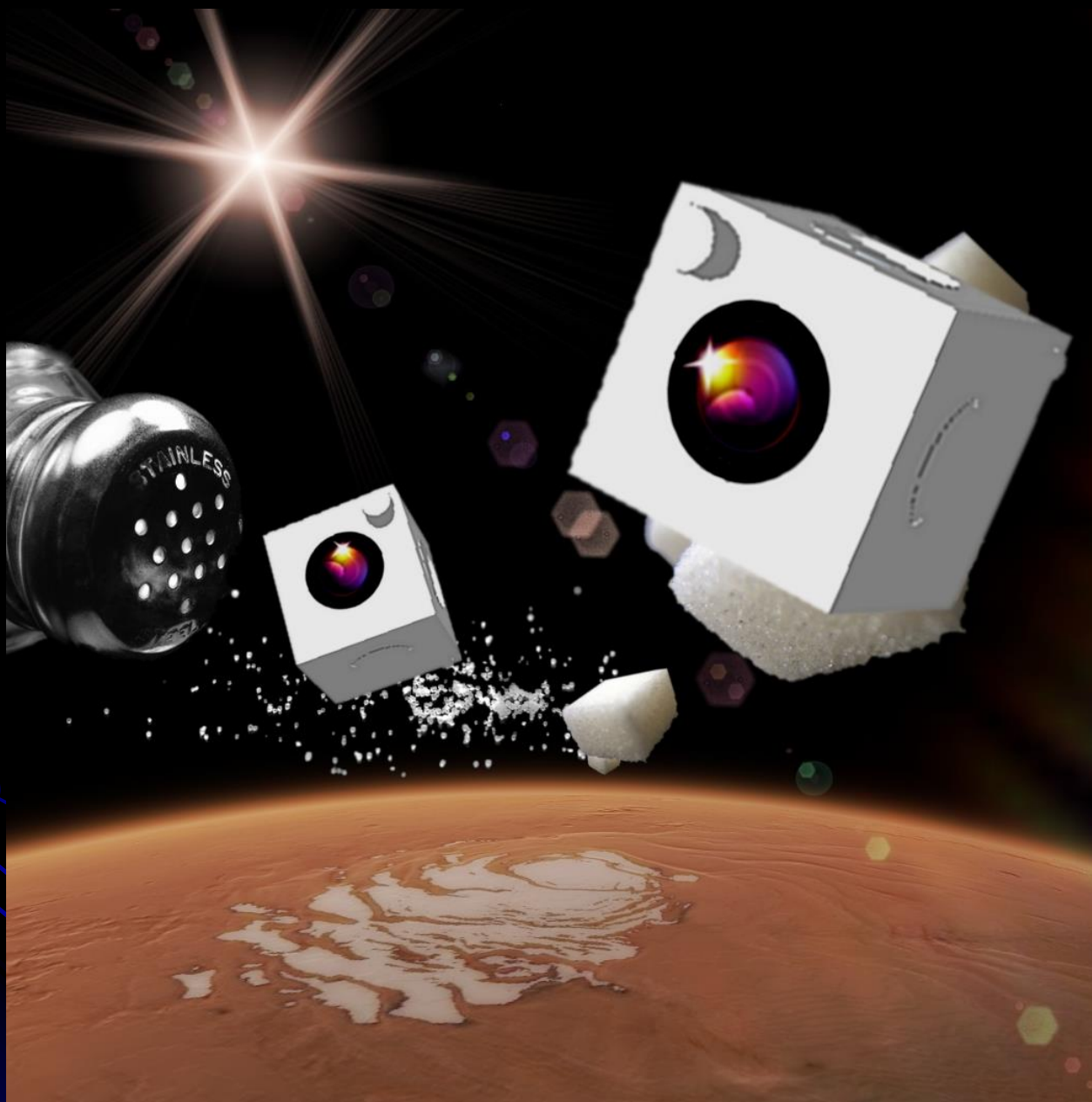
<sup>3</sup>NEST Foundation, Budapest,

<sup>4</sup>Óbuda University, Alba Regia University Center, H-8000, Székesfehérvár, Budai út 45., Hungary. <sup>5</sup>Eötvös University, Institute of Physics, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/a.,

<sup>7</sup>NKE HHK 1101 Budapest Hungária krt. 9–11.

# NPSDR bevezetés

- Nano-, Pico- Space Devices and Robots (NPSDR)  
azaz  
Nano-, Pico Űreszközök és Robotok
  - érzékelésre és mérésekre, planetáris felszíneken, új stratégiával
  - ezen eszközök többszörözött és párhuzamos alkalmazását jelenti.
- Mechanika-hardver-szoftver optimalizálás
- Az NPSDR eszközök nagy száma lehetővé teszi
  - égitest nagy felszíni lefedését,
  - több más mérés egyidejű elvégzését,
  - környezetbarát űreszközök.
- Kiválasztottunk egy ígéretes alkalmazási területet is, az olvadó jég jelenség tanulmányozását a Mars déli pólusának környékén. (Vizi et al)  
Javasoljuk az ESA ExoMars programjába két konténer NPSDR-t helyezni és a leszállás keringései közben lebocsátani őket a Mars északi és déli pólusainak közelében (Vizi, Bérczi, Dulai, Horváth A., Hudoba, Marshall)





# Név, elképzelés, cél és *felépítés*

- Felépítés:

A hordozó űreszköz

- tárolja, majd

- szétteríti

ezeket a köbcenti méretű eszközöket, mint a szóró a sót.

- A hordozó űrszonda

- megközelíti a planetáris felszínt

- kiszórja egyenletesen és véletlenszerűen a célfelületen rovarszerűen mozoghat, ugorhat.

- A felszín mélyebb régióihoz

- hosszúkás töltény szerű objektumokat alkalmazhatunk.

- a cél közelében lőszer töltettel is, amely a szögbelövőhöz hasonlóan mélyebbre érhet, függően a kinetikai feltételektől.

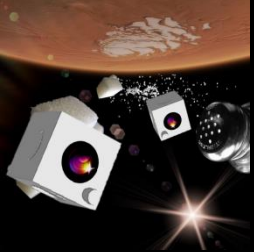
- Atmoszféra esetén

- repülő virágmag szerű érzékelő - véletlenszerűen

- rovarszerű célirányosan repülhet.

- A kockacukor méretű eszközök további belső részeket tartalmazhatnak, melyek só szemcse vagy hajszaál jellegűek és alakúak lehetnek. A hajszaál elemek elektromos vezeték vagy fénykábelek lehetnek, a mérést végző mag és a só szem méretű érzékelők között.





# Terv és szerkezet: 1.)

- Szerkezet:  
konténer, ebben sok eszköz:  
külső: keret  
belső: érzékelők, kamerák - hardver, szoftver
- redukált, kombinált elektronikai, kémiai és mechanikai felépítésű, hardver és szoftver együttesen.
- *Méret.* Az eszköz köbcenti méretű, kisebb része
- fő részei:
  - 1.) konténer
  - 2.) információ jeladó
  - 3.) mérő rendszer és érzékelőkA konténer többféle feladatú eszközt vihet és szórhat ki a célterületen.



- *Célba juttató eszköz* területhez a szállító ú leszállnia, csak kiszű szállító eszköz ki is h



Container



Distribution



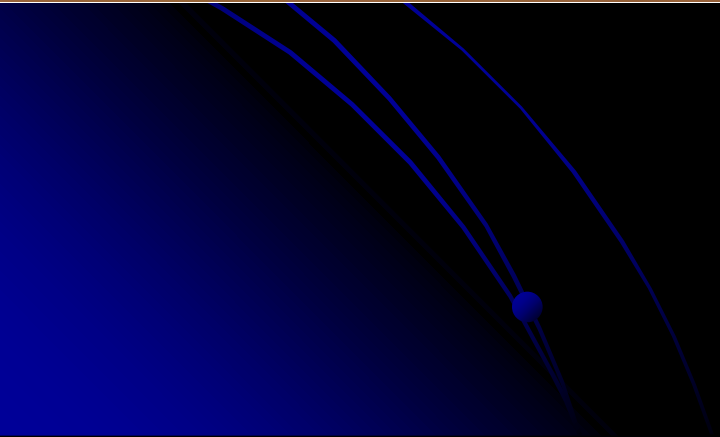
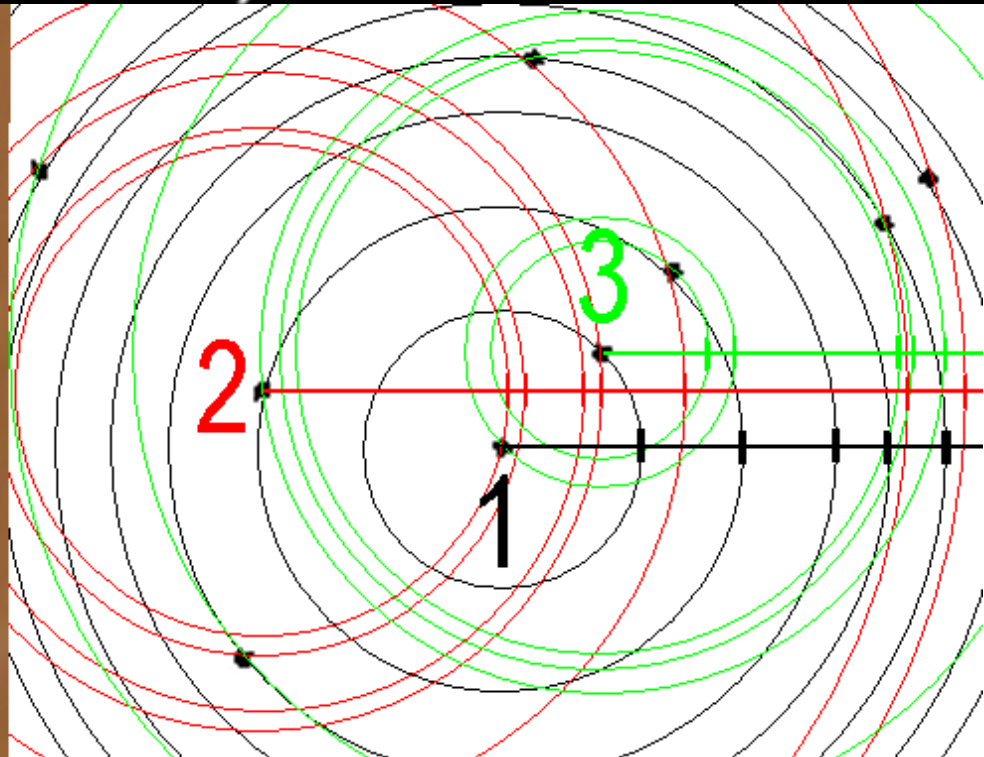
Spreading



Uniformly Distributed



# Terv 1b.)





# Terv és szerkezet: 2.)

- *Mozgató kialakítás:* Ha kell az NPSTR saját mozgása:
  - rovarok vagy repülő virágmagokhoz hasonlóak
  - Véletlenszerű ugró, sodródó, vagy célirányos

*Mechanikai kialakítás:* Csökkenti a szoftver és hardver igényt, pl.: rugós nyitású origami szerű kialakulás kémiai reagens érzékelőkkel.

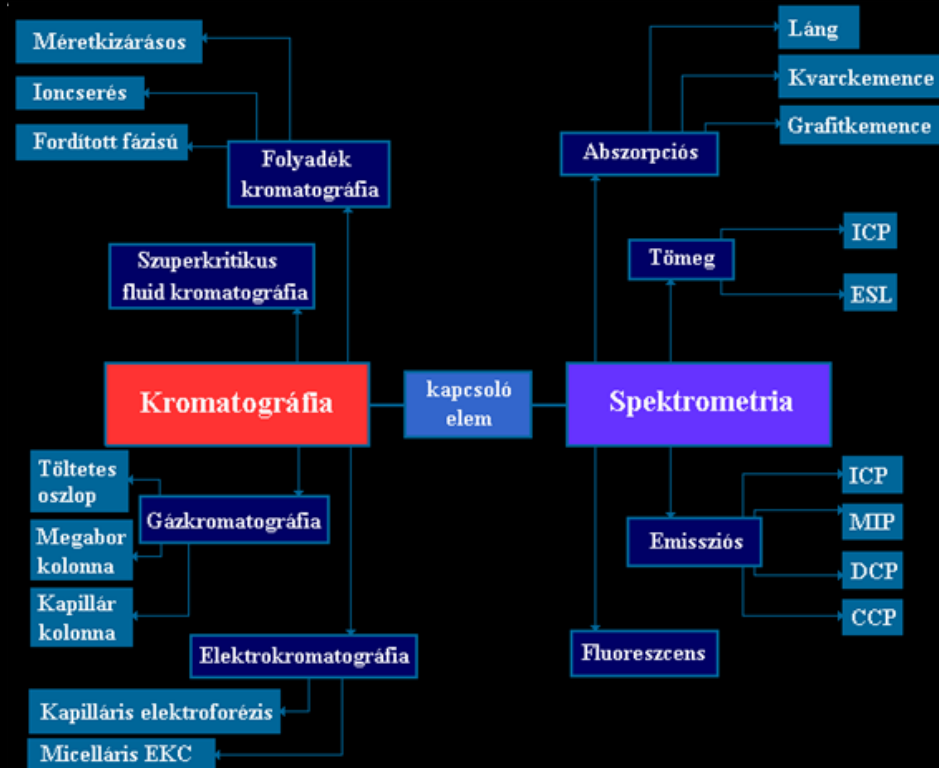
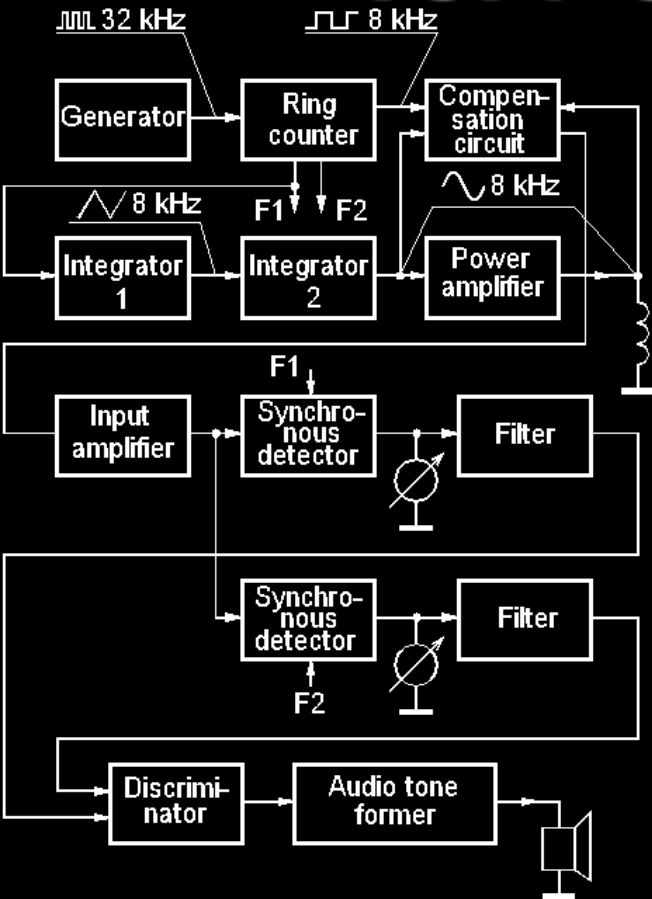
- *Funkcionális tartalom:*

Mind egy-egy speciális feladatra redukált, kombinált, elektronikai, kémiai és mechanikai felépítésű, hardver és szoftver együttest amely mér

Mind tartalmazhat kisebb részeket, milliméteres méretben, kijuttatja a helyszínen



# Terv és szerkezet: 2a.)



FREKVENCIA VÁLTOZÁS



$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

k: rendszer merevsége, mértékegysége: Nm<sup>-1</sup>  
 m: a rendszer tömege kg-ban  
 f: a rendszer frekvenciája Hz-ben



**Kémiai reakciós és mechanikus „szag” érzékelők**

# Terv és szerkezet: 3.)

- Indító jel előállhat:
  - célba érés, leszálláskor
  - a mérés végén új jel, a mért adat kész az adatátvitelre.

A legegyszerűbb mérés: 1 bit: 0/1, igen vagy nem

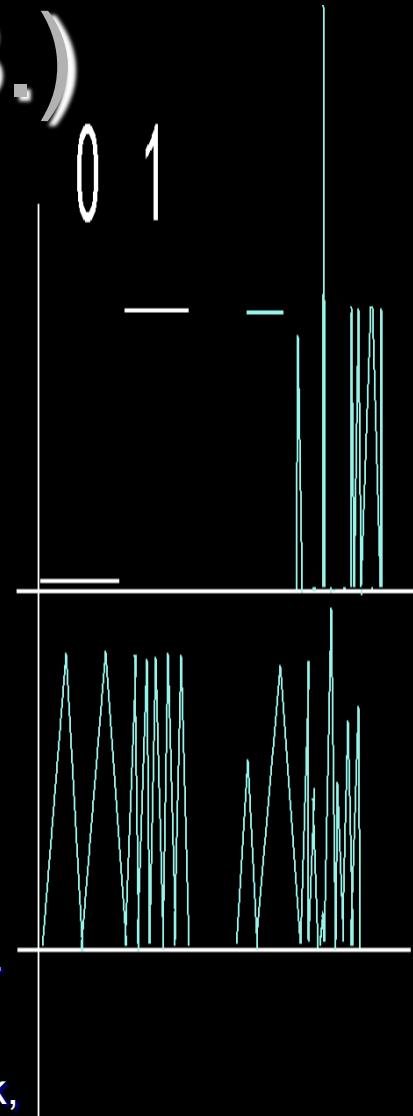
ha a kérdés „van-e itt az előre meghatározott mérendő dologból”

- A mérési módszernek megfelelően az igen/nem válasz lehet egy késleltetés vagy eltérő jel, vagy különböző frekvenciák az egyszerűségnek megfelelően.

Energiarendszer 2 feladat:

- mért eredmény gyors, rövid és erős továbbítása - 2 komp. telep
- kis energia igényű hosszabb folyamatokhoz másik telepek (gomb)

- *Információ jeladó:*
  - analóg vagy
  - digitális
    - szimpla igen/nem
    - egyszerű idő késleltetés
    - egyszeri vagy dupla szignál
    - vagy néhány speciális frekvencia, vagy a felsoroltak kombinációja.
- *Energia rendszere:*
  - két vagy több komponensből, amelyek az utazás során szeparáltak, csak a kellő időben aktiválódnak. Két folyadék, vagy folyadék és szilárd anyag, erős elektrokémiai vagy mechanikai reakcióval.

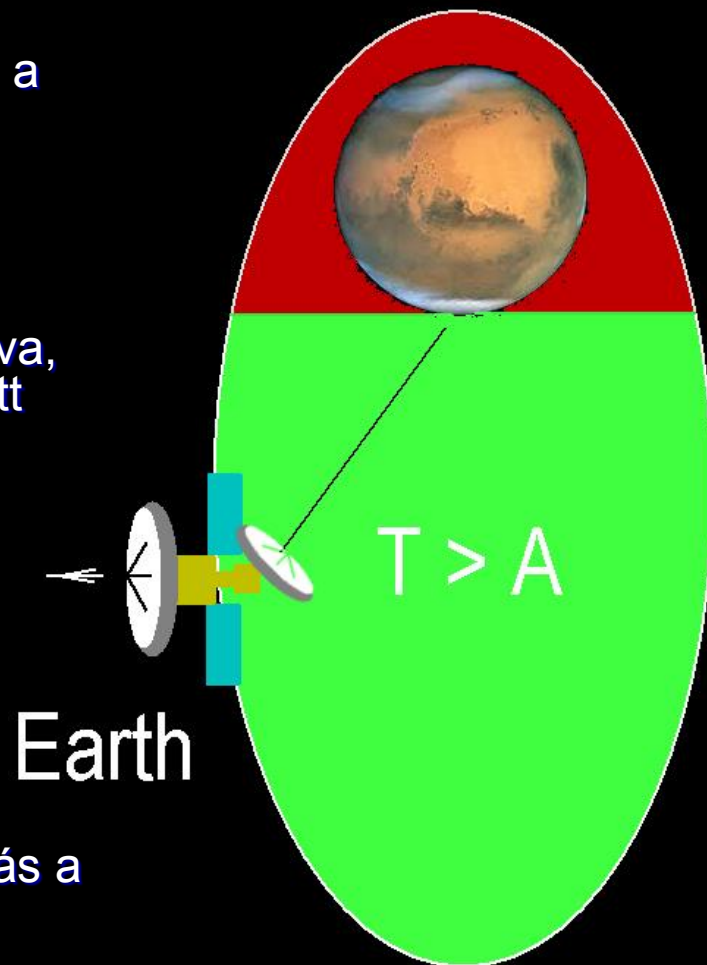


# Terv és szerkezet: 4.)

- *Távérzékelés:*
  - kis mérete -> egyszerűség fontos, az egyszerűtől a bonyolultabb és az egyedítől a közös felé.
  - egyedileg egyszerű, de az adat vevő és feldolgozó bonyolult lehet és az utófeldolgozásnak kiválónak kell lennie.

Az NPSDR helyszíni mérésre van célba juttatva, és a távoli radar érzékelők gyűjtik a kibocsátott adatokat például a távoli keringő egységen.

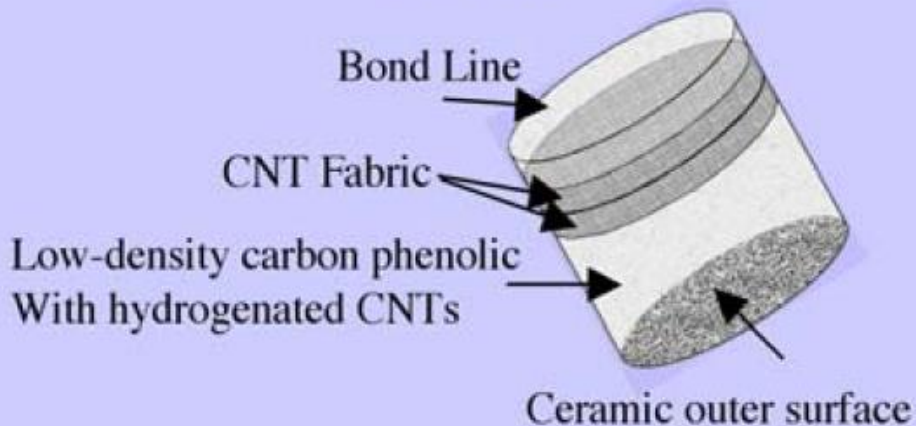
- A pálya
    - lehet elnyújtott a beszórt felület feletti magasságban,
    - így olcsóbb is pályára állítani a körpályához képest,
    - valamint hosszabb idejű a rálátás a beszórt területre.
- Energetikailag meggondolandó, mely megoldás a kedvezőbb adott esetben



# Meteorite szerű megközelítés és leszállás

- Fékezés szükséges – légkörös bolygóknál aerobraking, a nagyobb égitest légkörös  
A leválások a hőt is elvezetik. A felületen nano réteg, hőszigetelés a vidia fűrő- és szerszámhegyekhez hasonló 8x élettartam
- A meteorokhoz hasonlóan megtarthatják belső szerkezetüket.

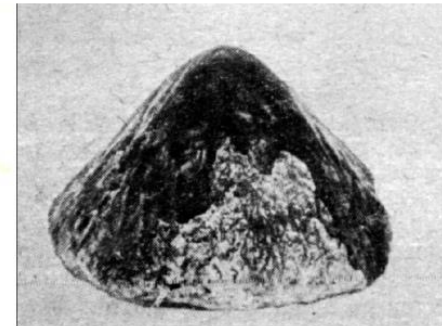
## TRIPS



## Heat shield shaped meteorites



Karakol



Zabrodely

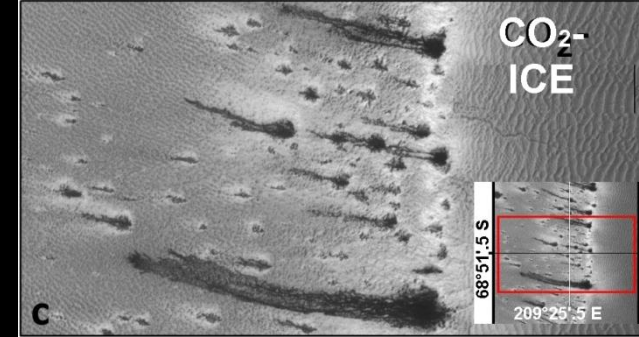
# Cél:

- Az NPSDR fő célja:
  - Érzékelni és mérni számos planetáris felszín jellemzőt, -- kémiai alkotóelemek
  - komplex egységek jelenlétét
  - alrendszerek tulajdonságait
  - élet nyomok után kutatva
- **Nagyra kiterjesztett felszíni területen egyidőben,** vagy a nyílt világűrben a Napból érkező plazma vagy mágneses mezőket és kozmikus sugárzást vizsgálni. Az in situ mért adatok kiegészülve távoli spektroszkópiai és radaros érzékeléssel olcsón, hamarabb több információhoz juttatja a kutatókat, az emberiséget

## Lehetséges célpont:

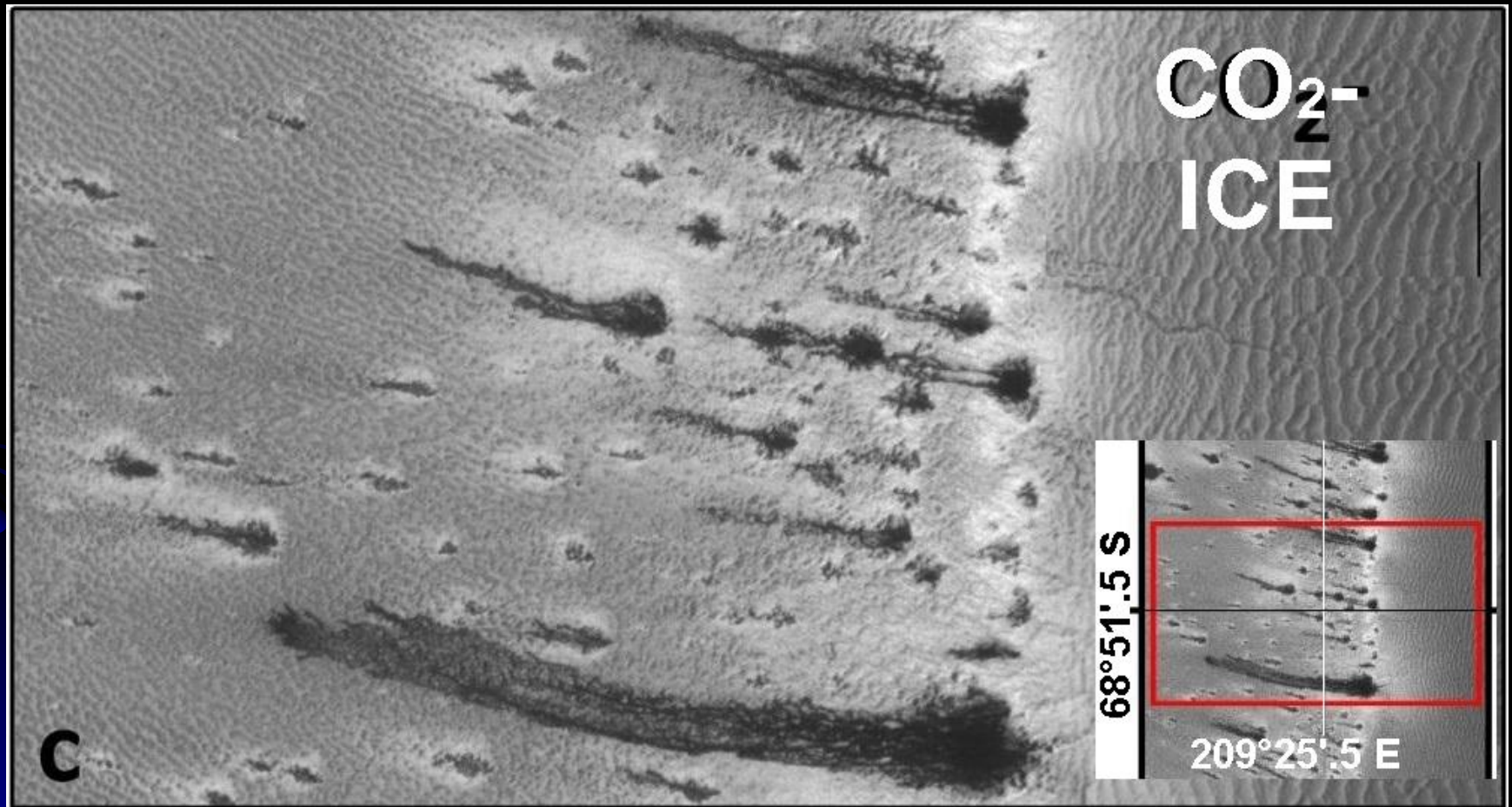
- A Mars déli poláris régiónál időszakos olvadások során feltételezhető élő organizmusokra utaló paraméterek és körülmények felderítése, KIZÁRÁSA:

# Lehetséges célpont:

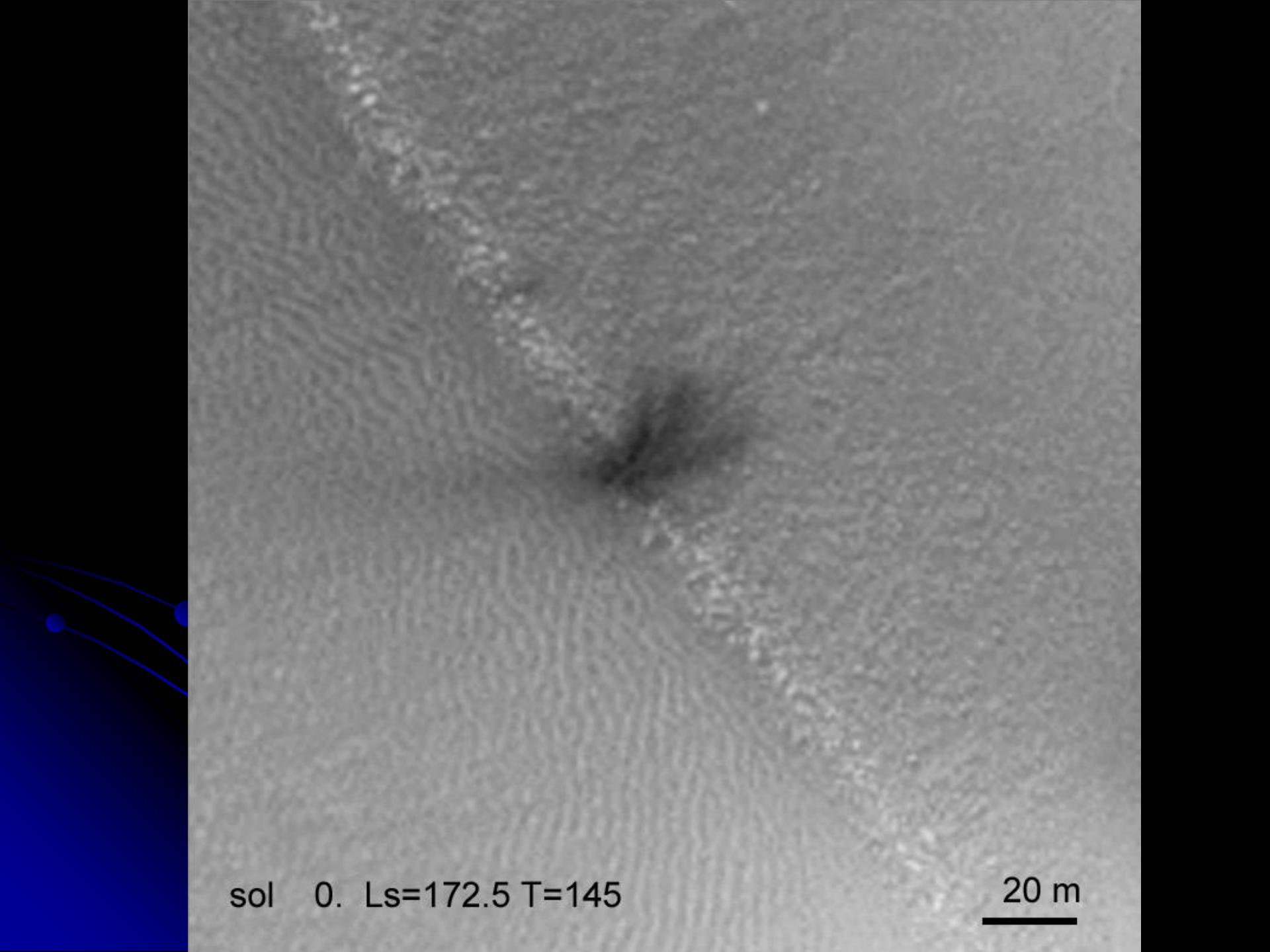


- A feltételezett Mars Surface Organisms (MSO) /Mars felszíni szervezetek/ jelenségek vizsgálata a Dark Dune Spots (DDS) /sötét dűnefoltok/ környezetében, amint ezt Horváth et al. (2001) [1][3], Gánti et al. [2], Kereszturi et al. [4] javasolta.
- A Dark Dune Spots
  - évszakos olvadási jelenségek a Mars poláris régióiban.
  - A felszíni anyag pár száz méteres kiterjedésű sötét bazaltos homok.
  - A DDS-ek késő téltől kora nyárig kezdenek el kifejlődni.
  - Foltok a lejtőn lassan áramló csíkok, ami a víztartalomra utal.
  - A legvalószínűbb összetevője sós víz.Az elképzelés szerint a szezonális aktivitást az MSO-k váltják ki, mely a szezonális aktivitásukkal kezdődik, amikor tavasszal felélednek a kifagyott elszigetelésükből.
- Egy DDS-eket tartalmazó felszíni területen reagens anyaggal felszerelt NPSDR egységeket érdemes bevetni. Olyan paramétereket érzékelve, mint
  - a sótartalom a sóoldatban
  - vezetőképesség változását a talajban a növekvő tavaszi hőmérséklet során,
  - valamint a gázkibocsátás változása az évszakos aktivitás alatt.

A kép a Konkoly kráter lejtőin levő  
DSS szivárgásokat mutatja [].







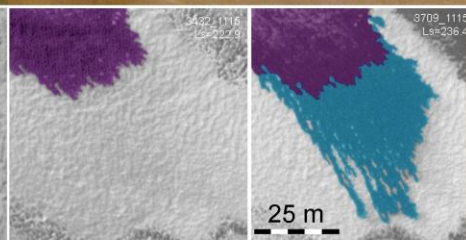
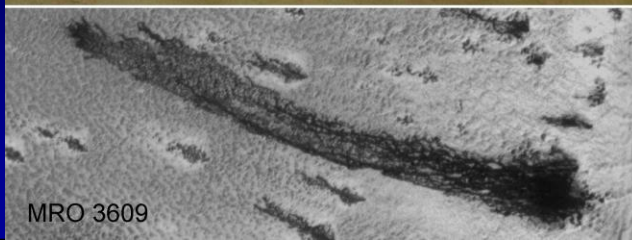
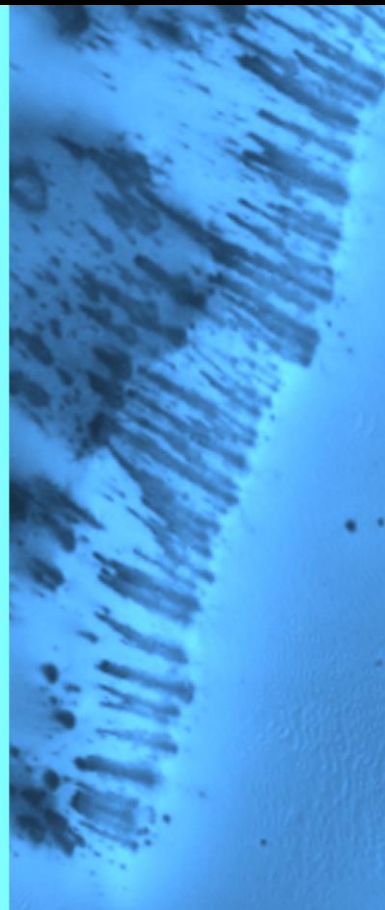
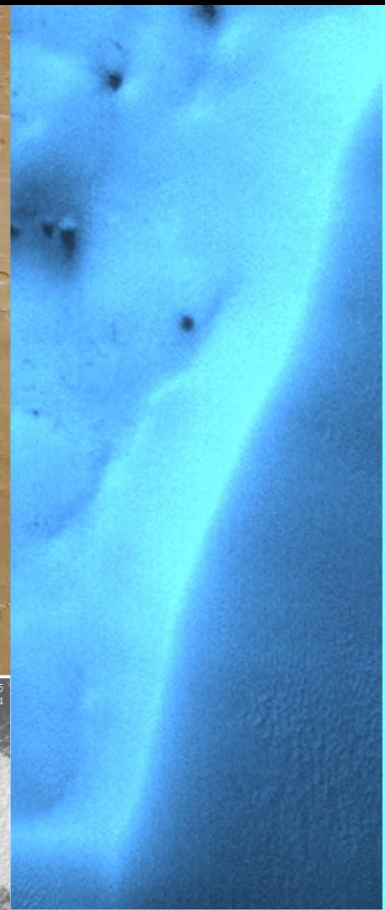
sol 0. Ls=172.5 T=145

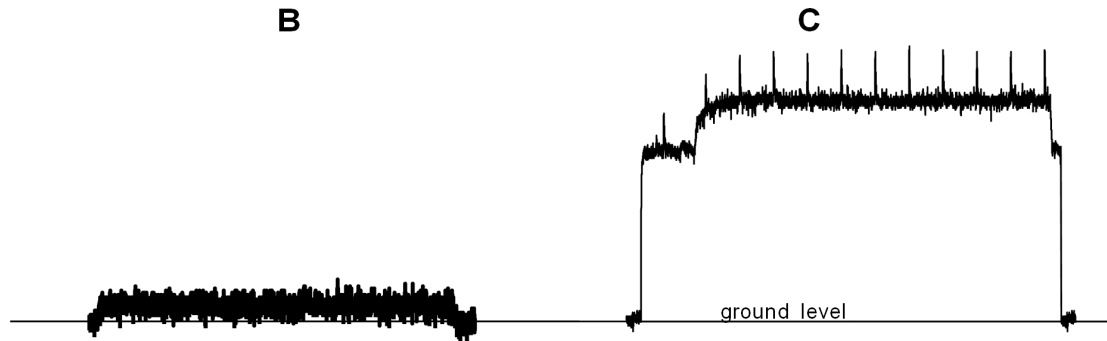
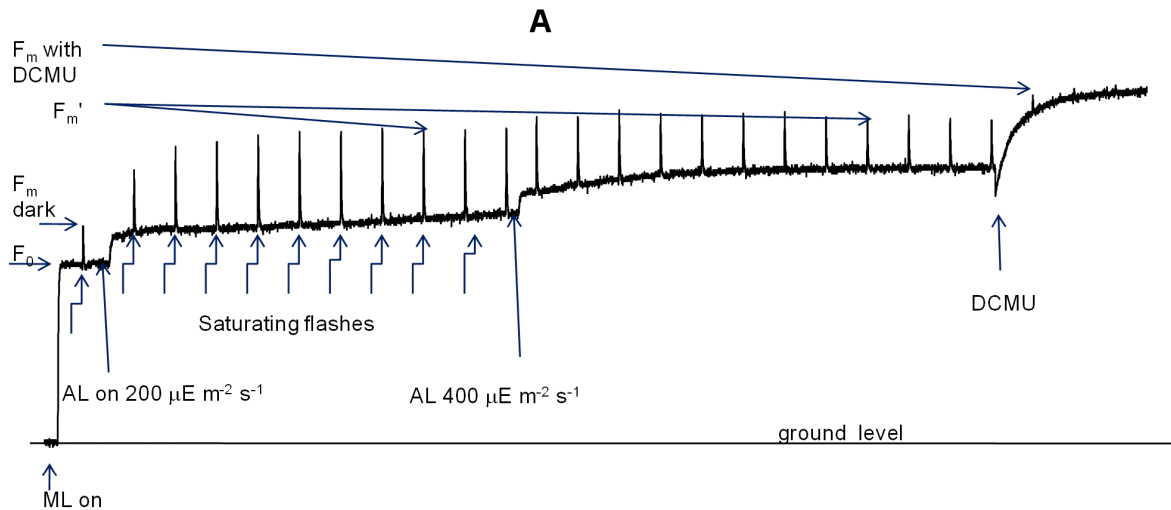
20 m

# Ür

# Mérés:

The target region to show these MSO theoretically photosynthesizing units are on the Dark Dune Spots (Horváth et al.)





## Cianobaktérium analízis fluoreszcens emissziós nyoma

(A) laboratóriumi körülmények között egy ép cianobaktérium kéreggel teli területen,

(B) a substrat fluoreszcencia intenzitása cianobaktérium nélküli kéreggel

(C) ugyanazon kéreg fluoreszcencia intenzitása a szimuláció után (24 h) a Mars Polar régióban feltételezett környezeti tényezőkhöz hasonló laboratóriumi körülmények között.

Vizi, P.G.<sup>1</sup>; Dulai, S.<sup>2</sup>; Marschall, M.<sup>2</sup>; Pócs, T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTA Wigner FK <sup>2</sup>Esterházy College, Inst. Biology,

# Környezetbarát:

- Az NPSDR környezetbarát
  - méretből
  - felépítéséből következően.Előállítható
  - a szerkezet
  - a tartalom.

Természetesen anyagokból, a kozmikus elem- és izotópgyakoriságnak megfelelően, amelyek egyébként is sűrűn érkeznek a világűrből:

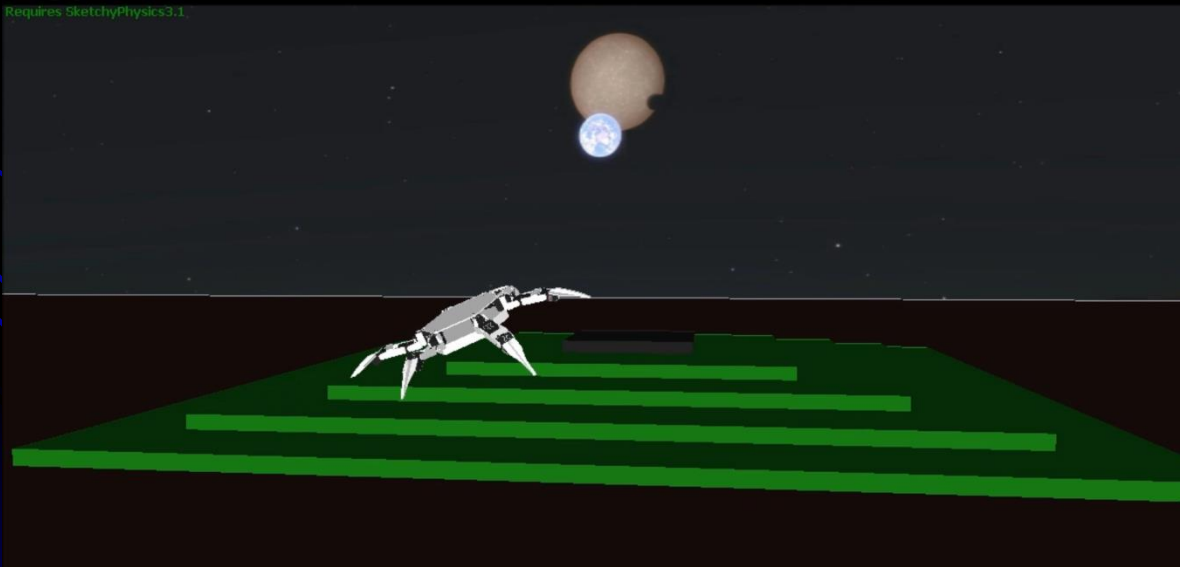
- meteoritek
- üstökös por.

N, O, C, Si, Mg, Ca, Al, Fe, ...

# Kik képesek elkészíteni ezeket a mikro, nano és pico űrszondákat?

- A Sipos Attila vezetésével szervezett szimulált Mars rover modell versenyek képesek az alkalmas mérnökök kiválasztására. [www.magyarokamarson.hu](http://www.magyarokamarson.hu) (Hungarians on Mars) [].
- Eredeti célként: Alkalmazott Mérnöki Tudományok Versenye. Hét év, számos csapat, főiskolai és egyetemi hallgatók, iskolák és tanszékek próbálták meg teljesíteni a küldetést. Néhányuk sikeres volt és a diákok sikeresen kezdhették, és fejezhették be Ph.D. tanulmányaikat. **Közülük egy sikeres Cubesat tervező csoport lett.**

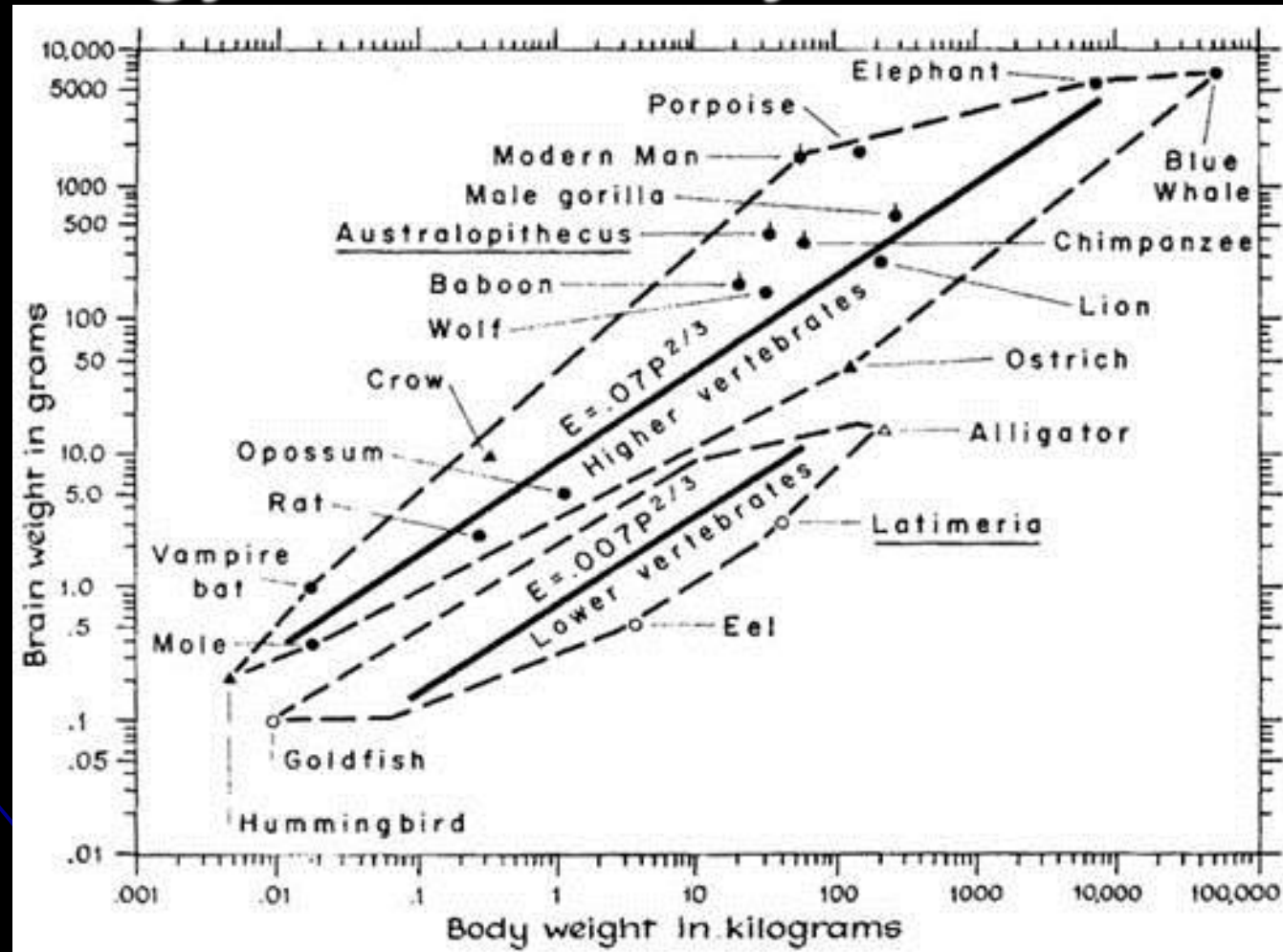
Requires SketchyPhysics3.1

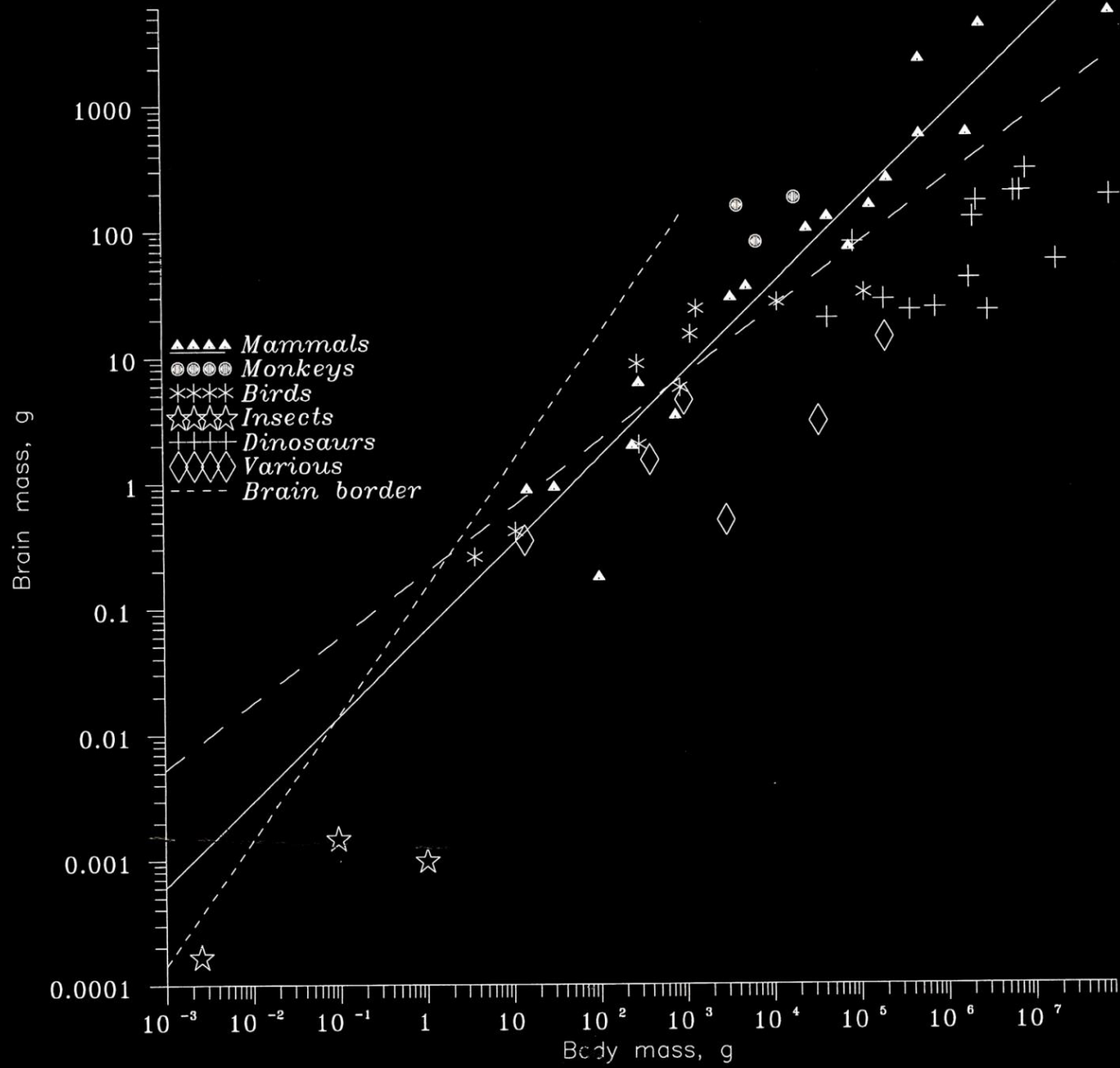


# Tanuljunk az Evolúciótól

## -- Agy – test arány

- A teljes robot nem lehet egészében egy agy
- Meghatározhatjuk-e a logikai összefüggésben a funkciót?



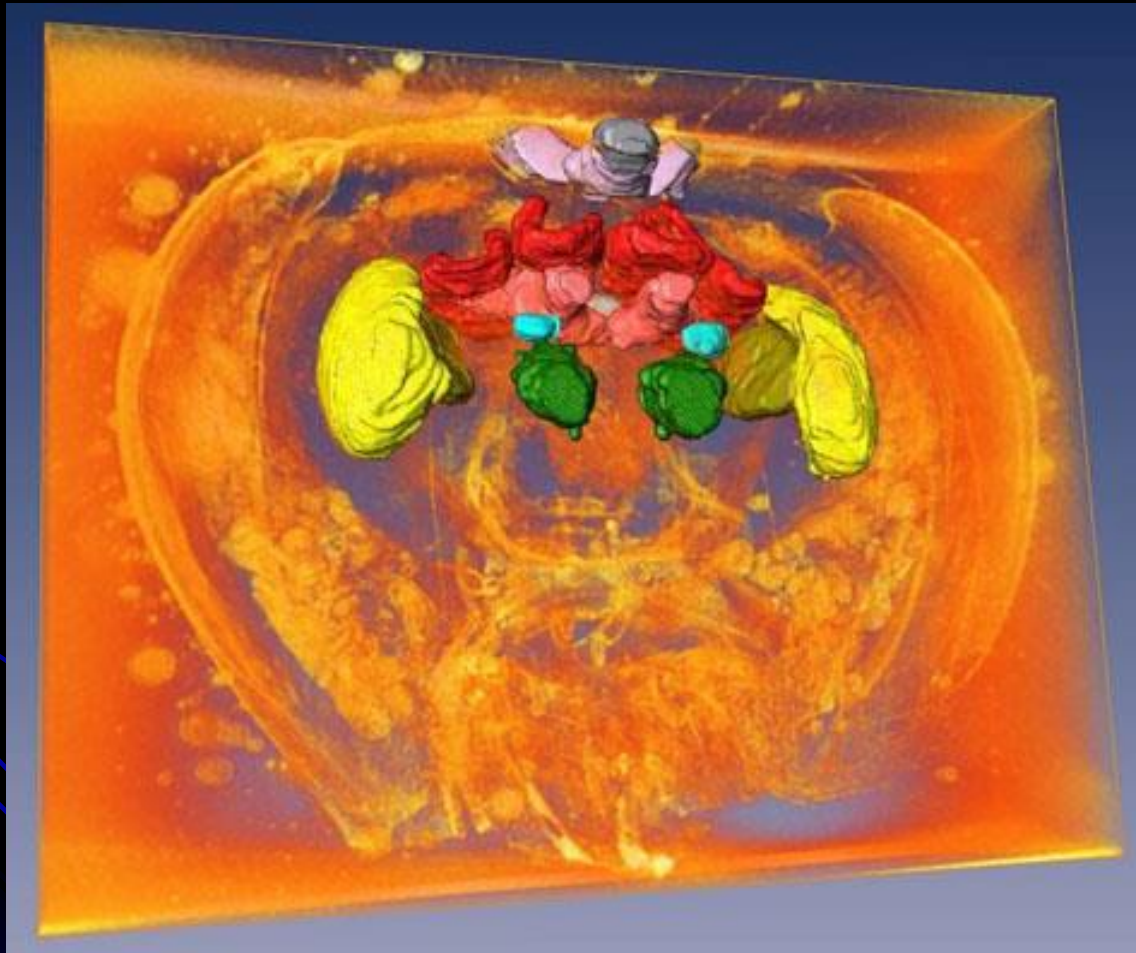


# Elosztott idegrendszer és agy

- A rovar maradandó sérülése esetén is a maradék rész képes kimerüléséig saját rész működést végezni.  
Klasszikus példa: Petéző nőstény fejét leválasztva tovább folytatta
- Gerinceseknél, emlősöknél is három „agyat” találhatunk.  
Az agy a gerincvelővel, de a keresztcsonti gerincvelő és az emésztőrendszer „agya”
- A fejbeli aggyal nem lehetne apólékosan elvégezni a feladatot.



# Méh agya



# Biológiai ( -> ) elektronikai

- Axon info áramlás 10m/s nagyságrend
- Elektronikus: min 1/100 fénysebesség  
- nem a „gondolkodása” jobb, hanem  
‘csak’ gyorsabb

# Robothangya FP7-es EU program

- 2 mm három a halad 0,2mm amelyeket piezoelektromos rendszer működtet. egy láb érzékel
- Nevéből eredően a rezgő érzékelő láb feladata az, hogy felismerje az akadályokat és a robothangyatársakat. Egy ilyen robothangya mindössze négy négyzetmilliméter felületű hátán helyeztek el egy speciális integrált áramkört, egy napelemet, egy kommunikációs eszközt, és még egy GPS-egységet is. Az ilyen robothangya egyedekből álló boly vagy kolónia ugyanúgy központi vagy külső irányítás nélkül tudja majd szervezni a tevékenységét, mint az igazi hangyaboly az életét

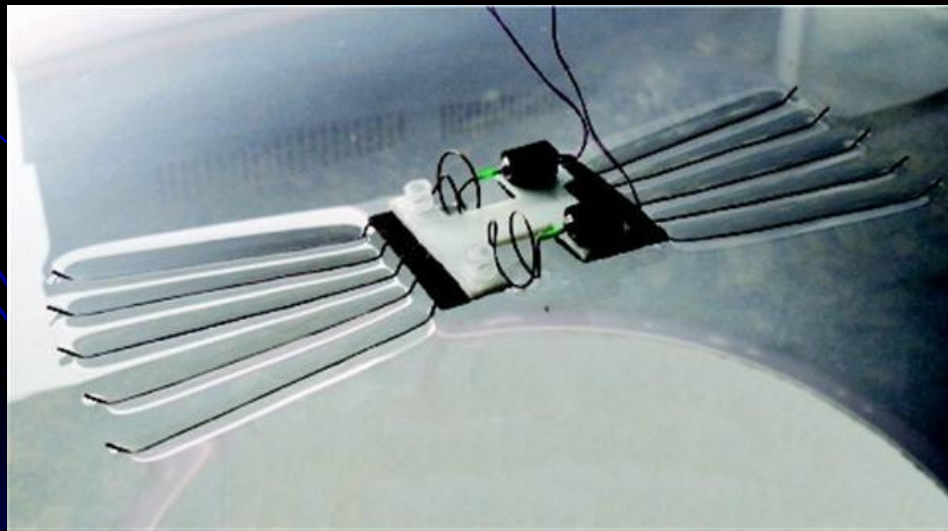


# Példák

- Egyszerű példák: Hexbot

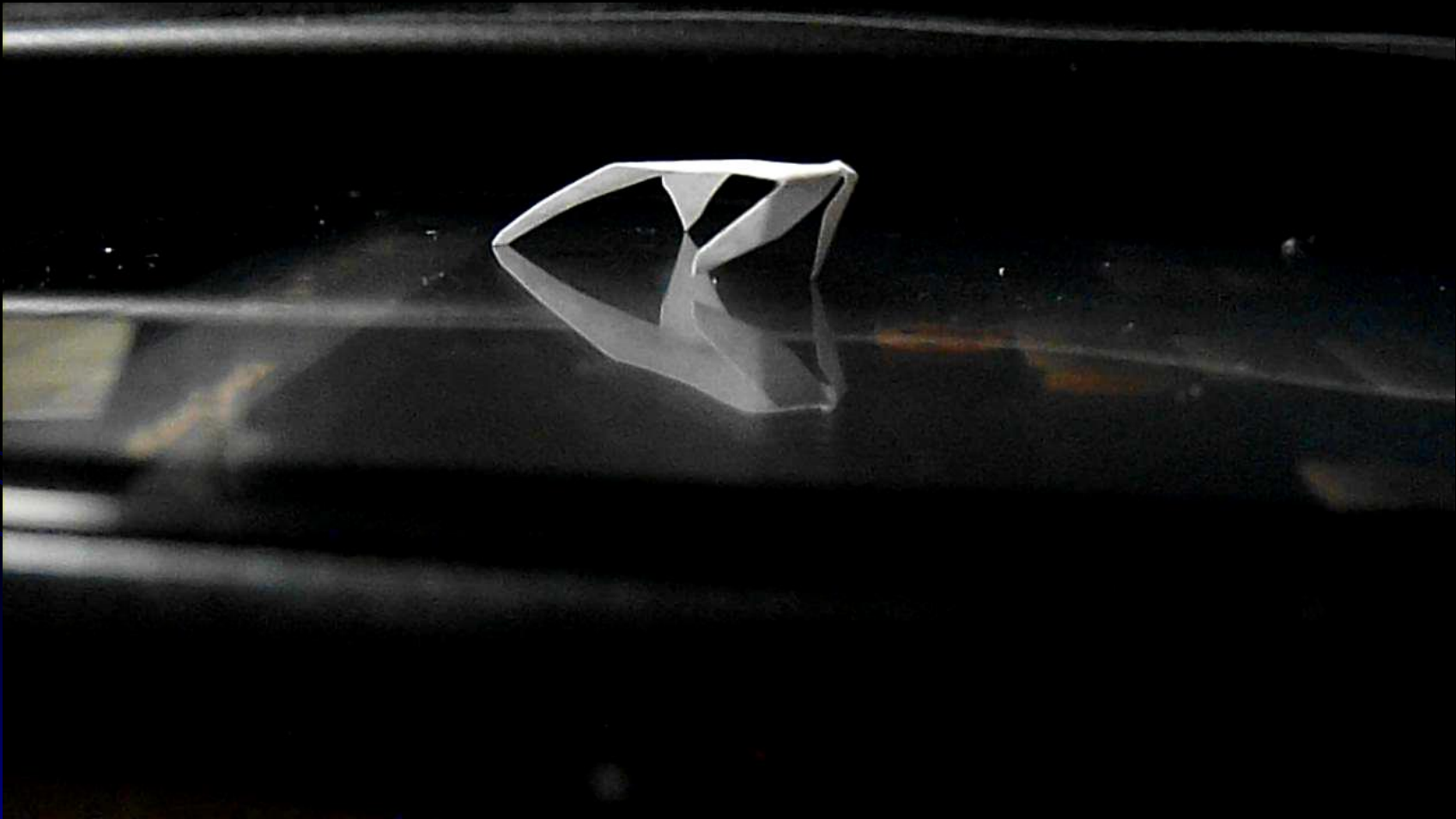


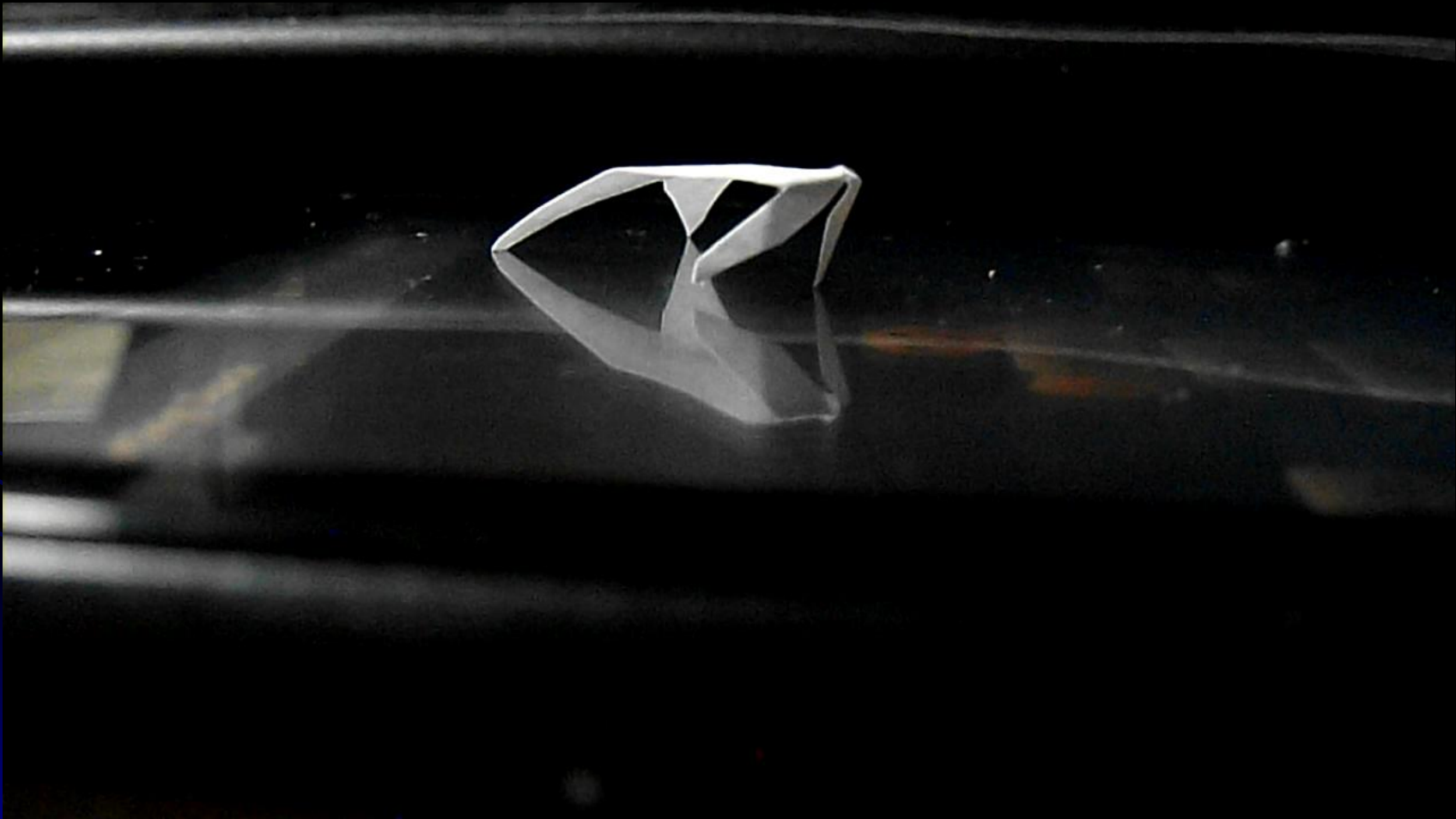
Harbin Industrial - China



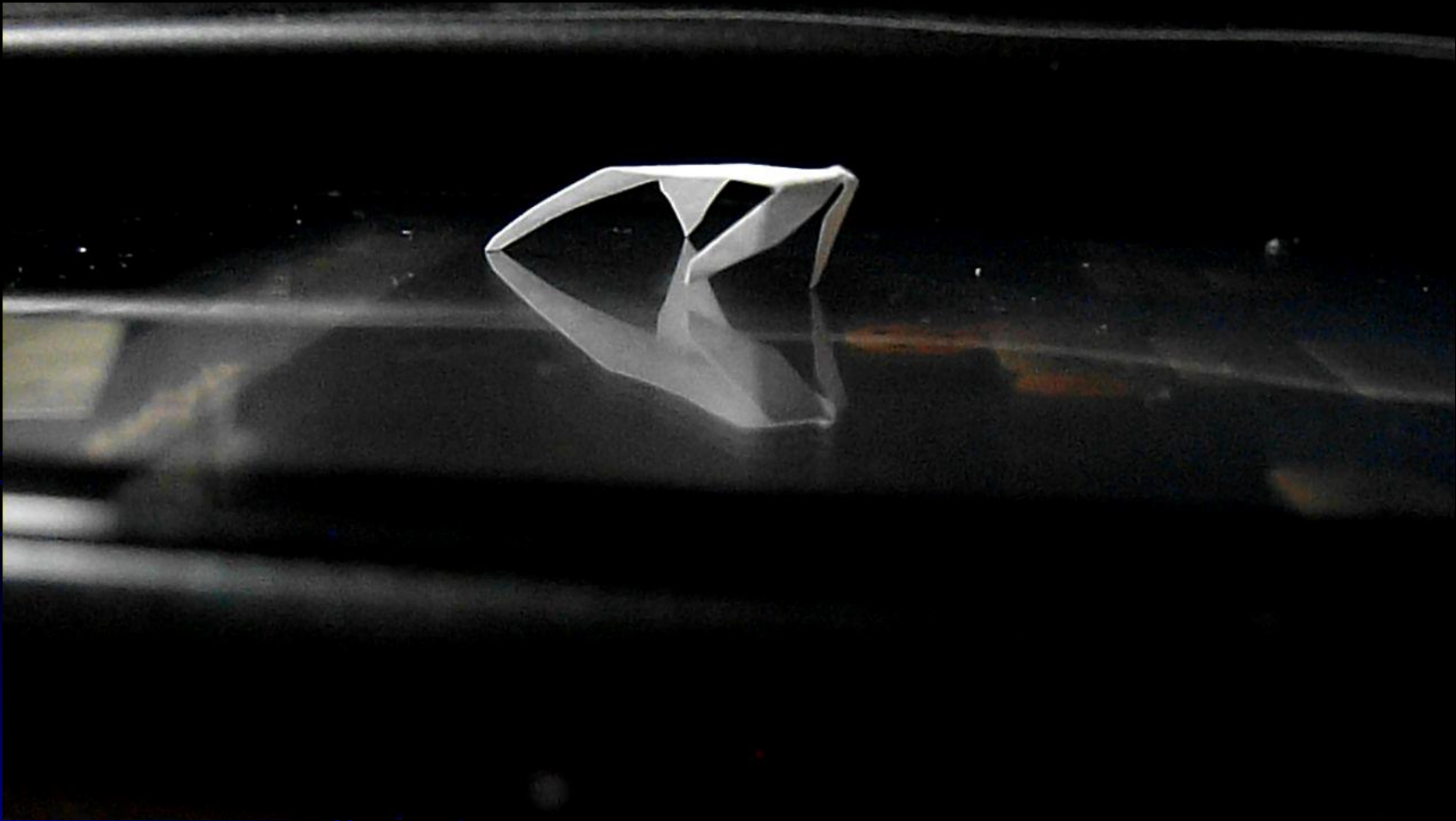








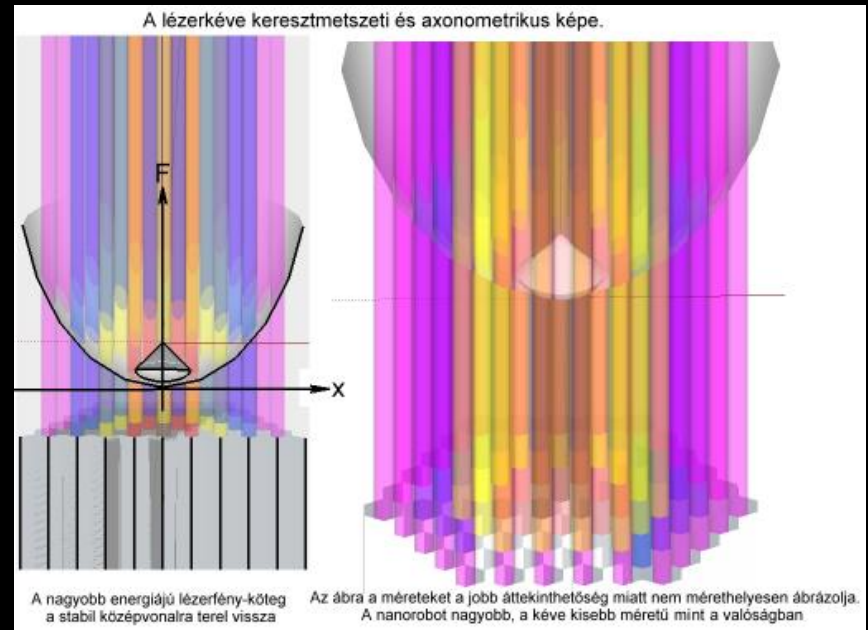




# A jövő trendjei

## Nano Space Crafts – nano méretű űreszköz elgondolások

- Az idáig esetleg kevésbé ismert, de itt elhangzottak alapján a nano, azaz a milliméternél kisebb méretű robotok kifejlődése és elterjedése biztos.
- A nano méretű, főleg űralkalmazásokat kutatom a továbbiakban.
- Fentieket további előadásomban fejtem ki.



# Nyitott kérdések

- Nyitott, kutatandó:
  - Méretcsökkentési határok
  - kvantumgravitációs kérdéskör
  - Többszörözés okosít-e (okosítson)
  - Szaporodás, reprodukciós kényszer
  - Ha a fentiek megvalósíthatóak, másutt megvalósulhatott-e?
  - Megfigyelhető-e csillagászati (rádió) módszerekkel nyoma?

# Köszönöm a figyelmet!

## Források:

Micro-, nanorobots and spacecrafts:

<http://www.lpi.usra.edu/meetings/ipm2012/pdf/1122.pdf>, 2012

M. Kaku, Both E.: A jövő fizikája. Akkord kiadó, 2012.

Kaku, Michio. Physics of the future, Doubleday, 2011.

The exploration of the solar system”: Vint Cerf, “One Is Glad to Be of Service,” in Denning, pp. 229–30.

POTENTIAL APPLICATIONS OF MICRO AND NANO

TECHNOLOGIES ON SPACE TRANSPORTATION SYSTEMS <http://www.silicondesigns.com/pdfs/spacepaper.PDF>

EADS N.V. group, the European Aeronautic Defence and Space Company (see <http://www.eads-nv.com>)

Magyar Alkalmazott Mérnöki Tudományok Versenye ([magyarokamarson.hu](http://magyarokamarson.hu))

<http://www.magyarokamarson.hu>

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

Google GLXP, Google Sketchup, SketchyPhysics, NASA, ESA, Youtube, SpaceX, Űrhajózási lexikon, Orbiter Martin Schweiger, Celestia Development Team, Firefox – DWHelper, Ulead Videostudio 8, FÖMI KGO, [urvilag.hu](http://urvilag.hu), [origo.hu](http://origo.hu), etz.

Tanulmányaim során felhasznált művek, publikációk szerzői:

Dr. Szalai Sándor, Dr. Szegő Károly, Balázs András, Dr. Nagy János Zoltán, Dr. Horváth István,

Dr. Lukács Béla, Dr. Utassy Sándor, Dr. Solymosi József, Dr. Szabó József, Dr. Kovács László, Dr. Ványa István,

Dr. Berek Lajos, Dr. Zsigmond Gyula, Dr. Haig Zsolt, Dr. Makkay Imre;

Dr. Horváth András, Dr. Bérczi Szaniszló, Dr. Hudoba György, Dr. Sík András





