



# SUGÁRZÁSMÉRÉS MÁSKÉNT: A RADMAG FEJLESZTÉS AZ ŰRIDŐJÁRÁS VIZSGÁLATÁRA

*Zábori Balázs, Hirn Attila*

MTA Energiatudományi Kutatóközpont



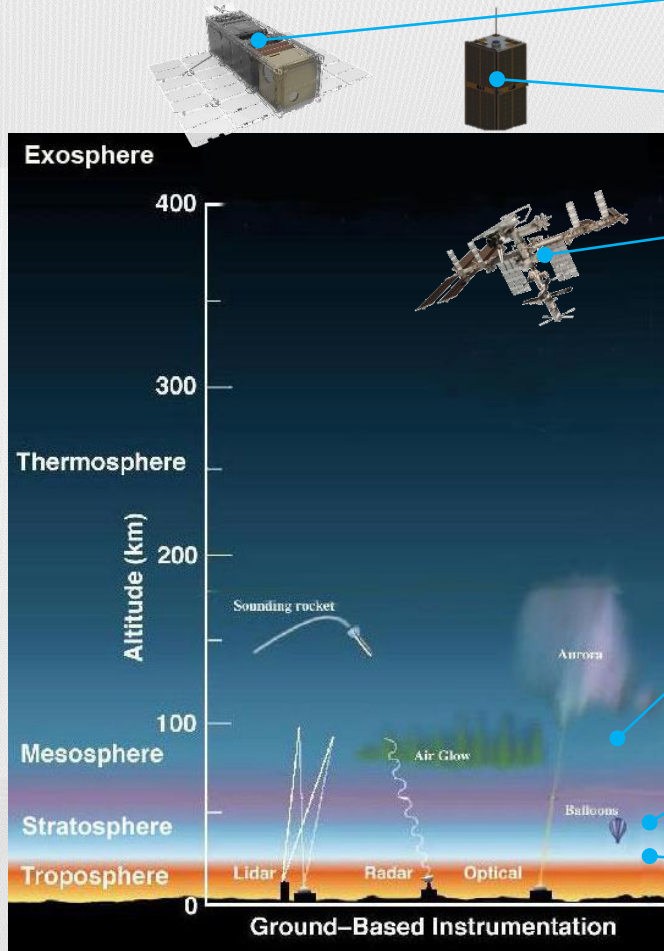
# Űrkutatás és MTA EK

# Űrkutatás és MTA EK

- Az MTA EK-ban és jogelődjeiben 1970 óta folyik űrkutatás / űrtevékenység
- A valaha űrbe juttatott magyar kísérleti eszközök ~70%-a az MTA EK-ban készült
- Az űrkutatás / űrdozimetria az MTA EK deklarált alaptevékenységei közé tartozik

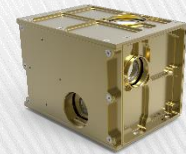


# Küldetéseink



## 2019 RADCUBE

- ~ 600 km, poláris pálya
- RadMag úridőjárási mérőműszer



## 2018 ESEO-TRITEL

- ~ 600 km, poláris pálya
- TRITEL szilícium detektor



## 2012 ISS Columbus (SURE) and 2013 Zvezda (RS)

- ~ 375 km
- TRITEL szilícium detektor



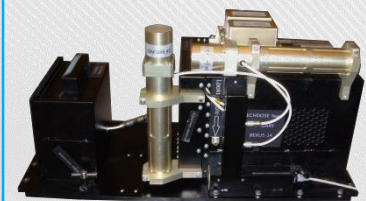
## 2015 REXUS-17 (REM-RED)

- 88 km magasságig
- Geiger-Müller (GM) számlálók



## 2012 BEXUS-14 (TECHDOSE)

- 28 km repülési magasság
- TRITEL szilícium detektor
- GM számlálók
- Passzív detektorok (TL, SSNTD)



## 2011 BEXUS-12 (CoCoRAD)


- 27 km repülési magasság
- TRITEL szilícium detektor
- Passzív detektorok (TL)



# Űrkutatási Tesztközpont

- Fejlesztő laborok, ISO7 tisztatér, termo-vákuum tesztlabor, vibrációs tesztlabor



A wide-angle aerial photograph of Earth from space, showing the curvature of the planet, a bright sun in the upper left, and a dense forest of clouds over a landmass.

# Űridőjárás

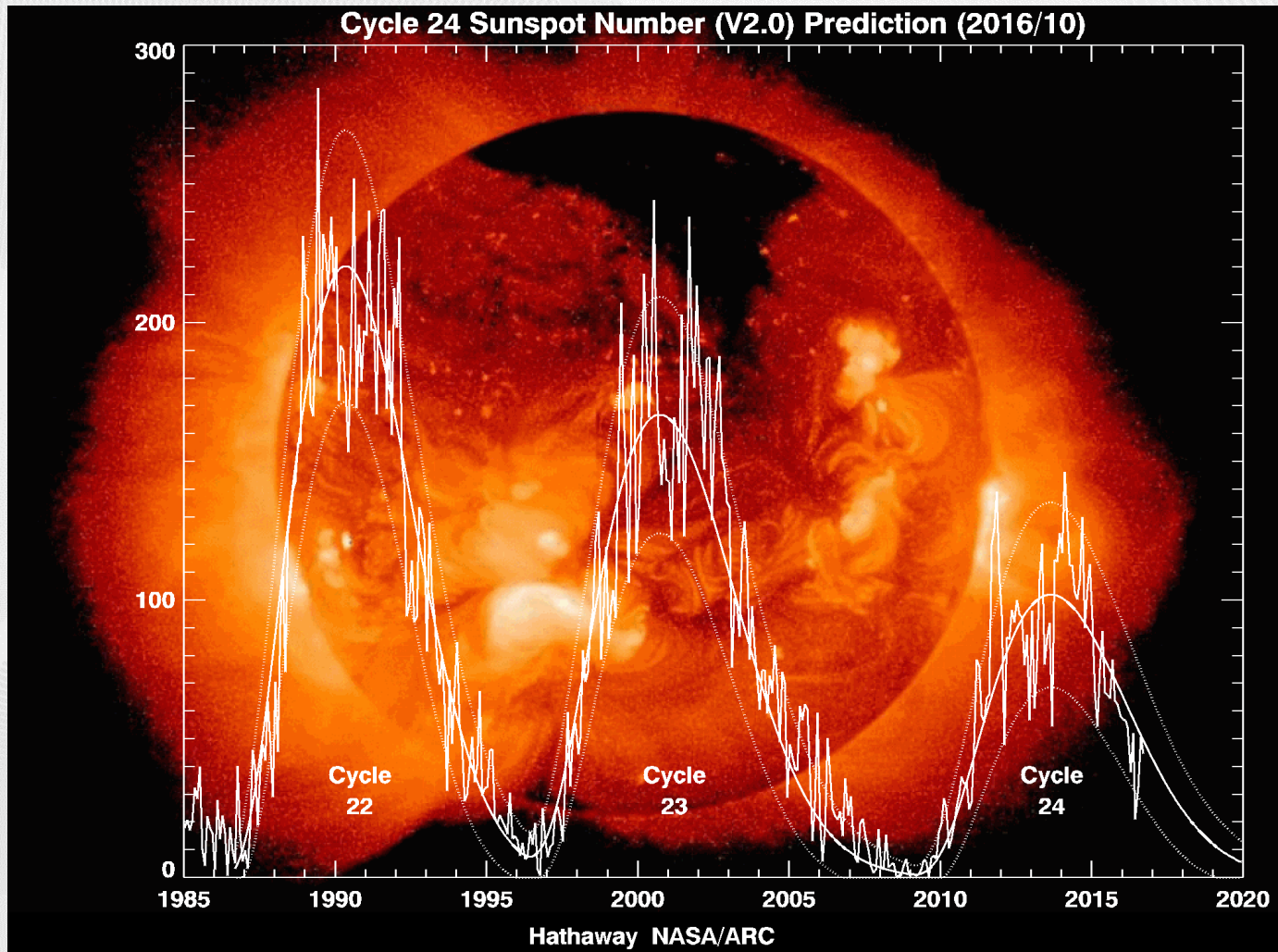
# Motiváció

- Föld körüli térség állapota folyamatosan változik
- Hatások:
  - Űrbéli infrastruktúrák (kommunikációs, navigációs, stb. műholdrendszerek)
  - Légi közlekedés (dozimetria is)
  - Földi infrastruktúrák (elektromos hálózatok, olajvezetékek)
- Fő hajtóerő:

## A NAPTEVÉKENYSÉG



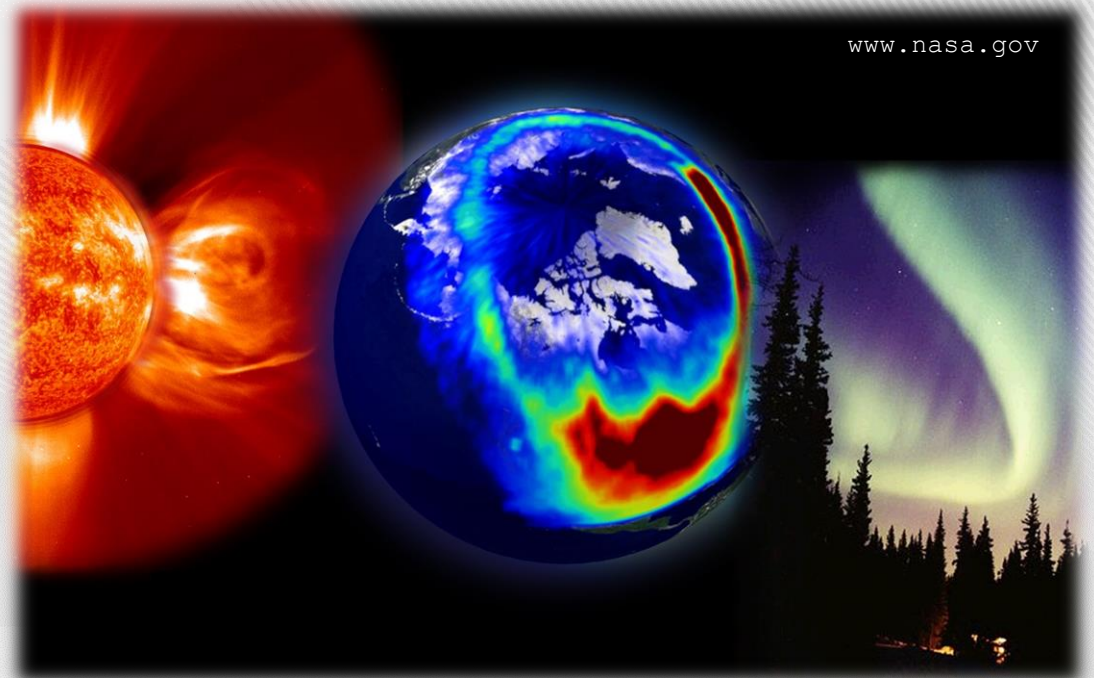
# Naptevékenység





# Összetett kölcsönható rendszerek

- Galaktikus kozmikus sugárzás
- Napszél
- Napkitörések
- Magnetoszféra
- Légkör
- Sugárzási övezetek
- ...



# Célkitűzés: CROSS rendszer

- Meglévő matematikai modellek pontosítása (előrejelző modellek pontosítása)
- Kombinált sugárzás és mágneses tér mérések
- Több pontban történő mérések (LEO, HEO, GEO, L1/L5)
- Helyszíni sugárkárosodás vizsgálatokhoz dózis + spektrális információk biztosítása



**CROSS: Cosmic Ray Observatory Satellite System**

A background image showing a view of Earth from space, with a bright sun or star in the upper left corner creating a lens flare effect. The Earth's surface is visible with clouds and landmasses.

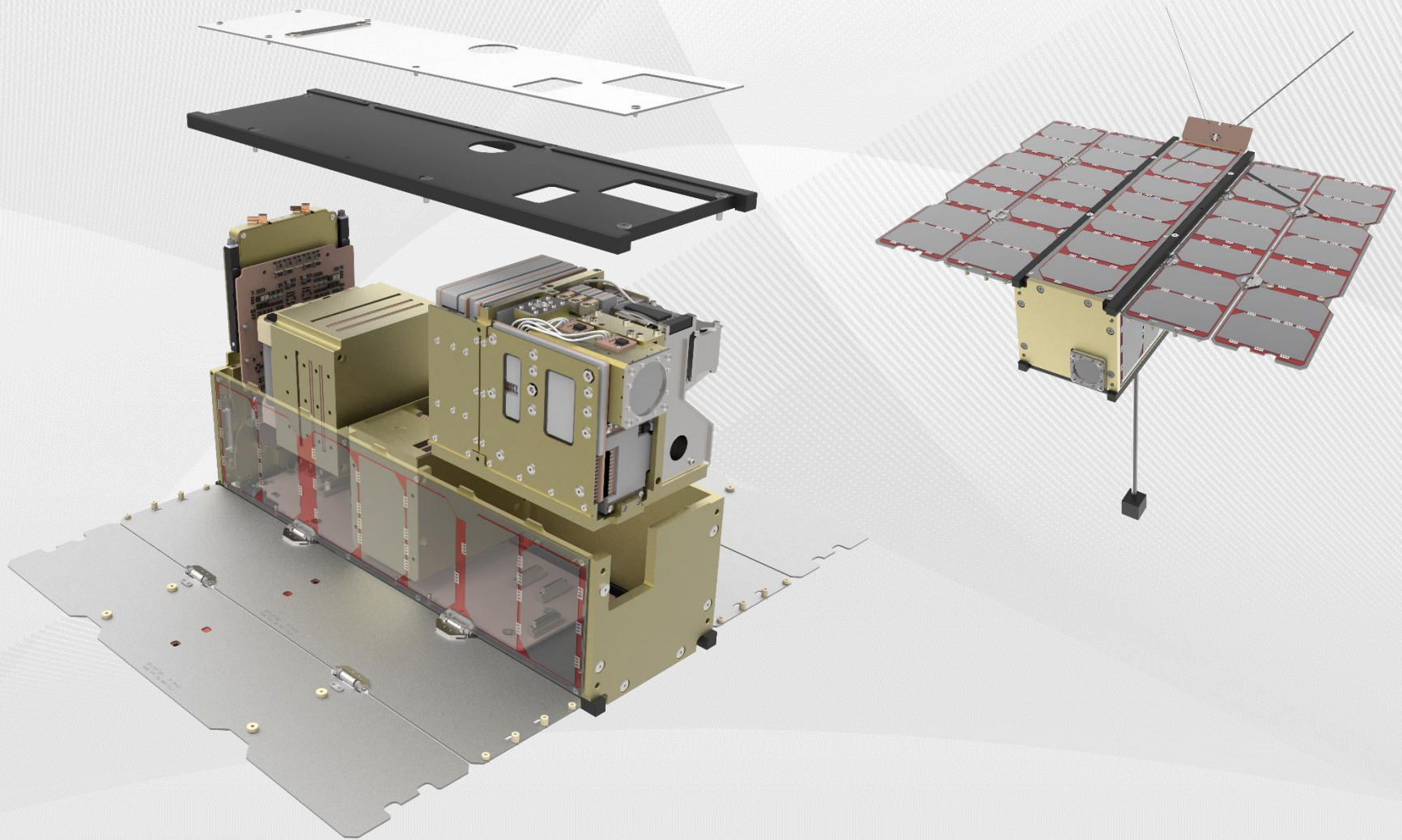
# RADCUBE küldetés

# RADCUBE demonstrációs küldetés

- Az ESA általános technológiafejlesztést segítő programja (GSTP) keretében
  - Választható program (HU feliratkozás)
  - RADCUBE – GSTP 6.3 IOD (In-Orbit Demonstration) CubeSat Mission
- RADCUBE 3U CubeSat platform → 
- **RadMag** műszeregyüttes →  
- ~500-600 km napszinkron pálya
- Miniaturizálás + együttes „**Rad**” + „**Mag**” mérés
- 2019



# RADCUBE demonstrációs küldetés



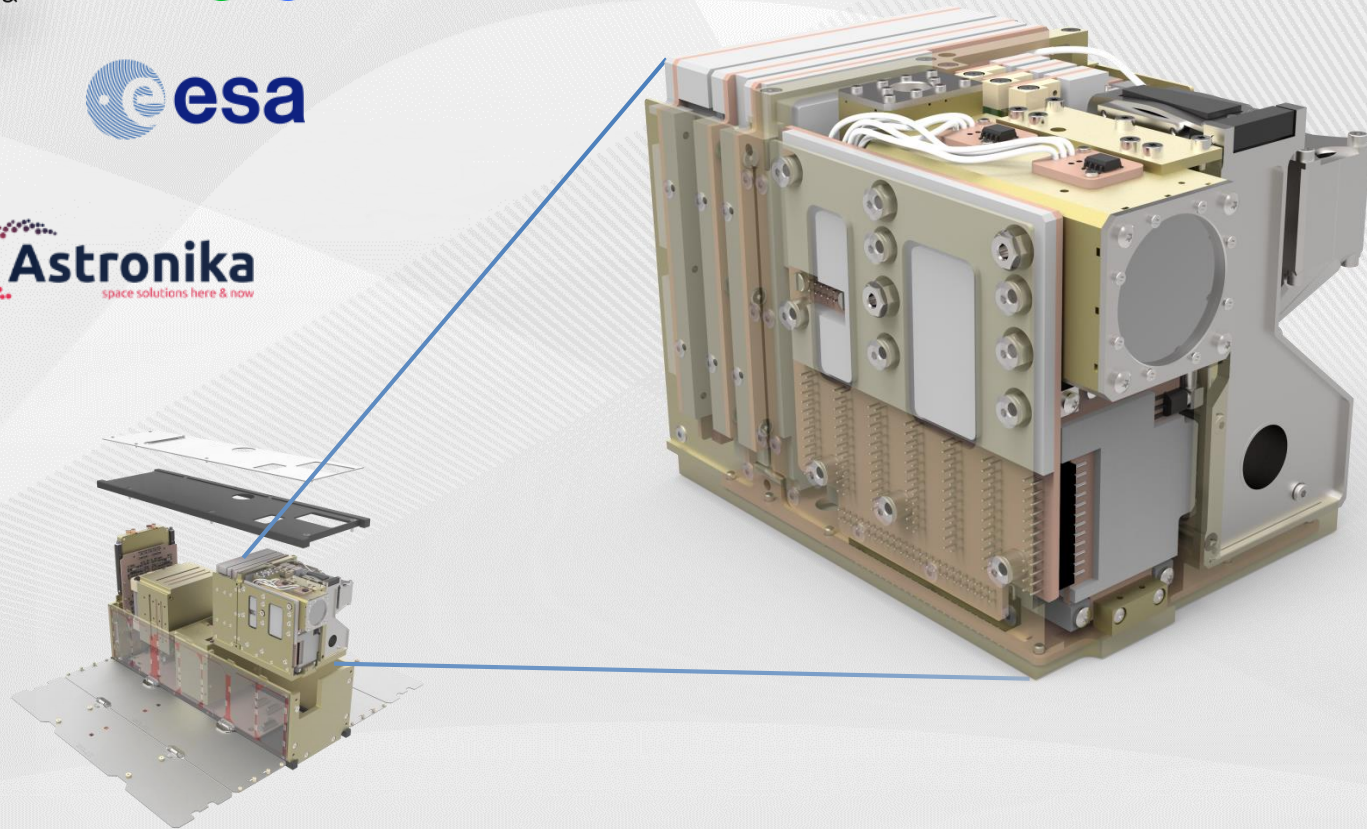
A wide-angle aerial photograph of Earth from space, showing the curvature of the planet and a bright light source (the sun) creating a lens flare and illuminating the surface. The text "RadMag mérőműszer" is overlaid in the center.

# RadMag mérőműszer

# A RadMag műszeregyüttes



Imperial College  
London



2018.03.14.

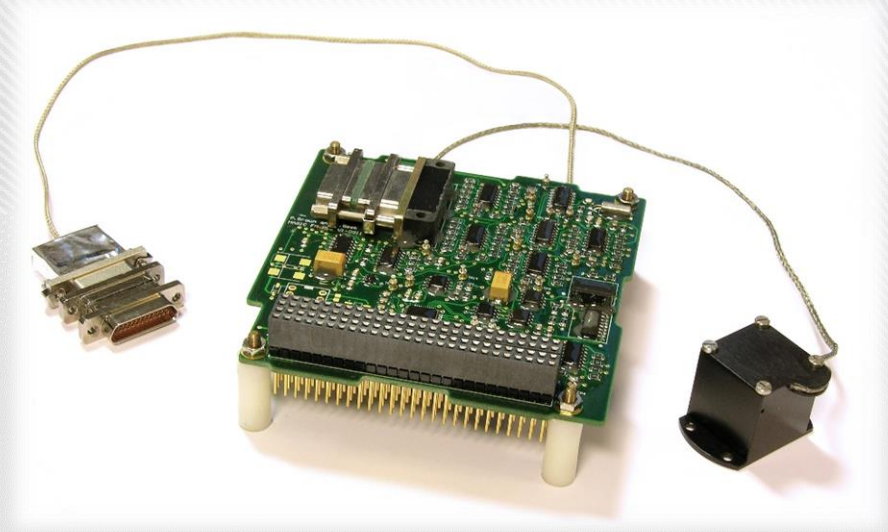
GISOpen 2018, Székesfehérvár

15

# Magnetométer

- Az Imperial College London (ICL) csapatával együttműködésben
- Földünk mágneses terének mérése ( $\pm 60,000$  nT)
- Mindhárom térbeli komponens vizsgálata
- Elérhető legjobb pontosság (<5%)

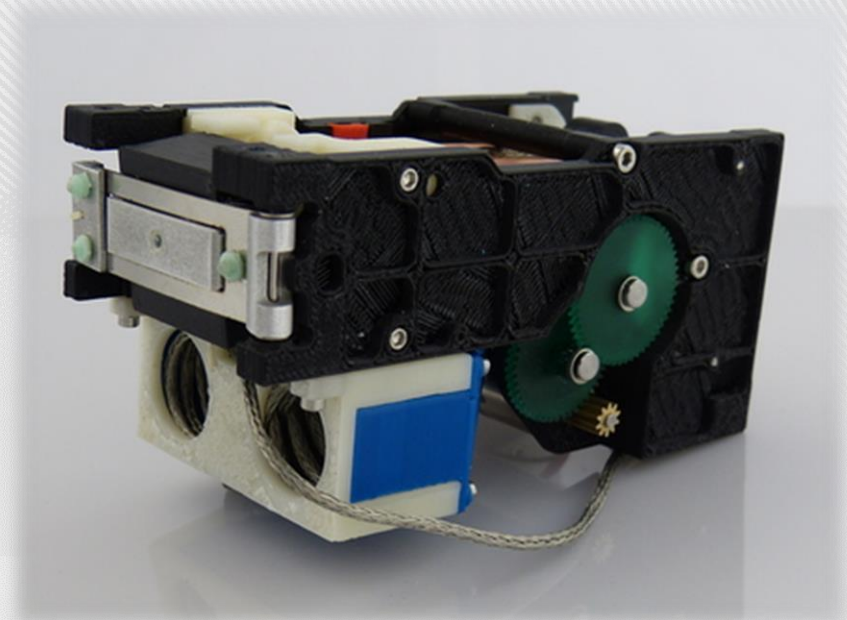
Imperial College  
London






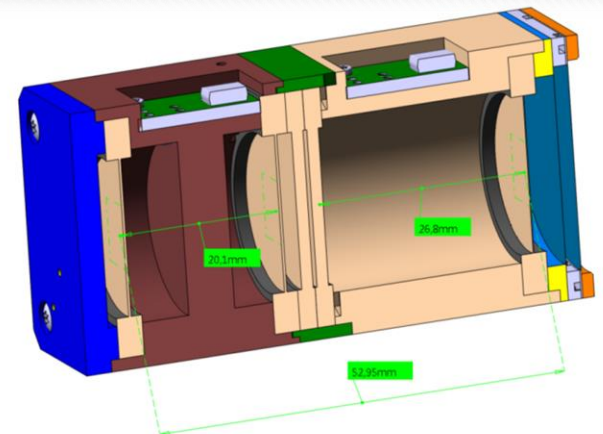
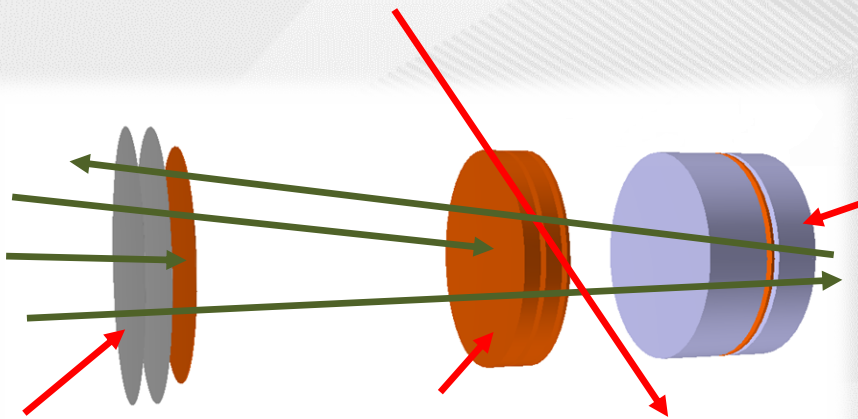
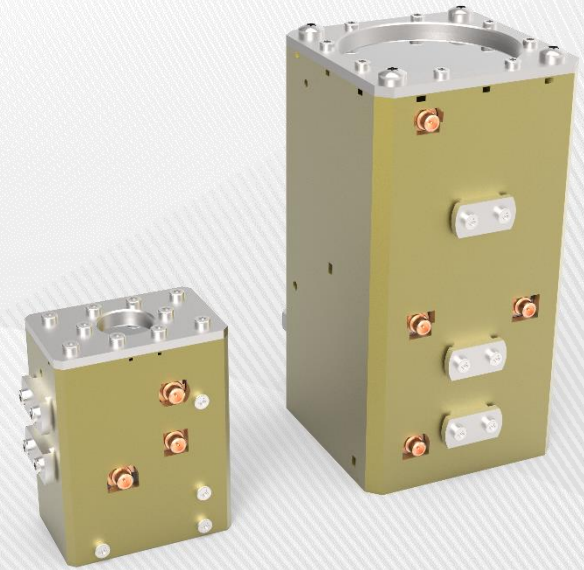
# Árbóc rendszer

- Astronika csapatával együttműködésben
- Nyitható árbóc mechanizmus a 3D külső magnetométer szenzor számára (nem visszahúzható)
- 80 cm maximális hossz
- Rendelkezésre álló térfogat mindösszesen  $4 \times 4 \times 7 \text{ cm}^3$



# Kozmikus sugárzás mérése

- MTA EK feladata 
- Protonok, elektronok, nehézionok mérése
- Két teleszkóp eltérő érzékenységgel
- Merőleges teleszkóp elrendezés

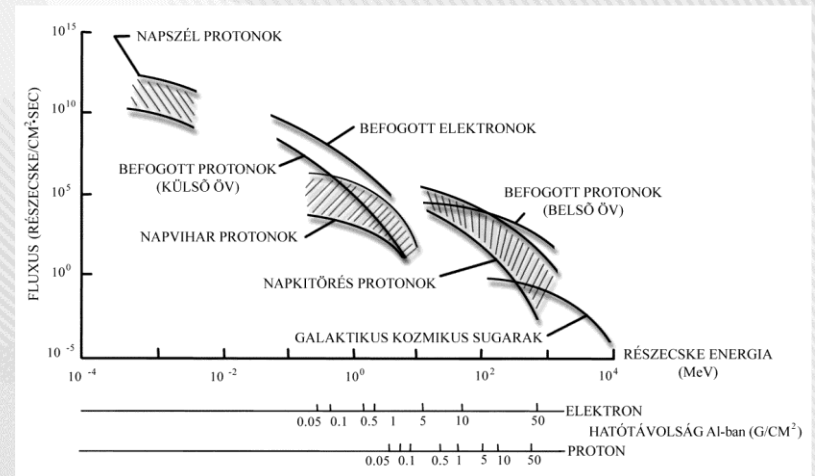


# Sugárkárosodás vizsgálatok

- MTA EK és ESA együttműködés



- Teljes elnyelt dózis (TID)
  - $^{60}\text{Co}$  gamma besugárzók
- Egyetlen részecske által kiváltott hatások (single events)
  - Diszkrét proton energiákon
  - Nehéz töltött részecskékkel



- Földi gyakorlat:
  - Drága, jelentős mérnöki tartalékolások, COTS
- RadMag
  - In situ vizsgálatok, akár CubeSat-ek fedélzetén (TID és spektrális információ)



***Köszönöm a figyelmet!***

Web: [spacedosimetry.com](http://spacedosimetry.com)

E-mail: [zabori.balazs@energia.mta.hu](mailto:zabori.balazs@energia.mta.hu)

