

ESEO-TRITEL: az ESEO műhold dózismérője

Hirn Attila

MTA EK SVL

Űrdozimetriai Kutatócsoport

hirn.attila@energia.mta.hu

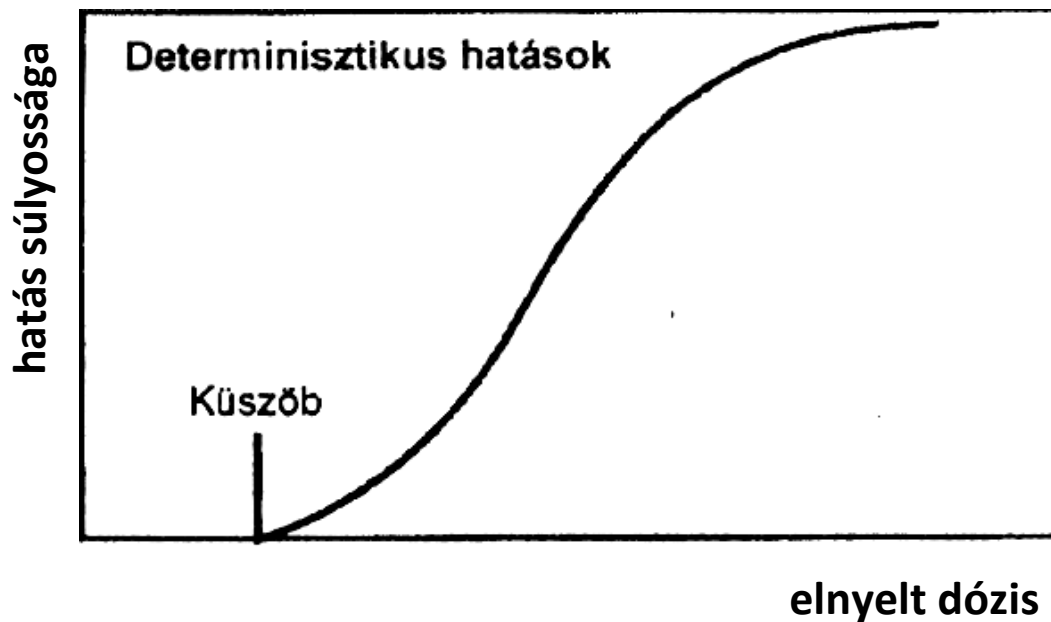
Tartalom

- Bevezetés
 - Alapvető dóziszfogalmak
 - A kozmikus sugárzási tér
 - Dózismérés
- A TRITEL dózismérő
- TRITEL az ESEO diákműhold programban
- A TRITEL további küldetéseiben



Alapvető dóziszfogalmak

- a sugárzás károsító hatását az általa az anyagban leadott energia határozza meg
- elnyelt dózis: $D = \Delta E / m$; [1 Gy = 1 J/kg]



De a biológiai hatás függ a sugárzás fajtájától is!

Alapvető dózisfogalmak

- egyenérték dózis: $H_T = \sum_R D_{T,R} \cdot W_R$
[1 Sv = 1

J/kg]

- w_R sugárzási súlytényező:

– β, γ : 1

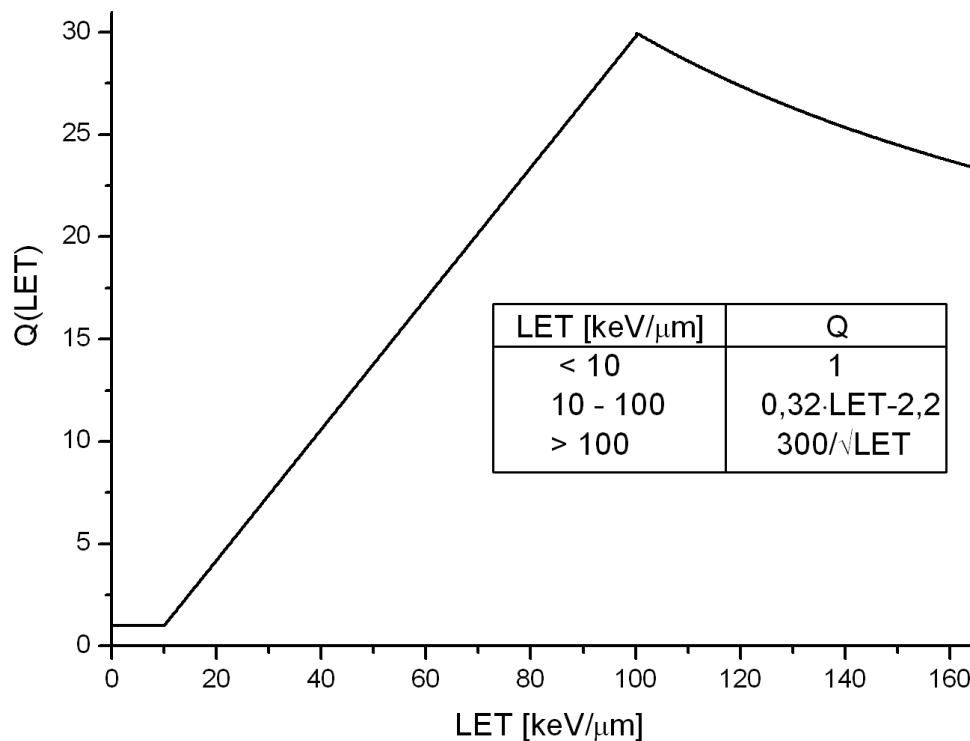
– α : 20

– n : energiatfüggő

- lineáris energia-átadási tényező (LET):

$$LET = \frac{dE}{dx}$$

a Q minőségi tényező



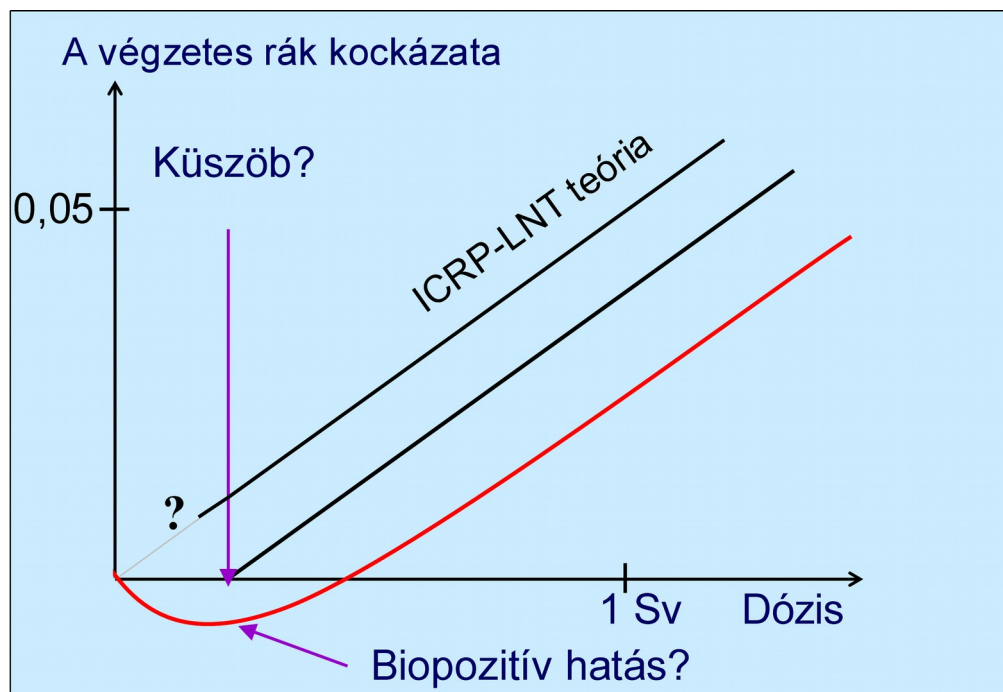
Alapvető dózisfogalmak

- effektív dózis: $E = \sum_T H_T \cdot w_T$; ahol $\sum_T w_T = 1$ [Sv]

- szöveti súlytényezők

[ICRP 103]:

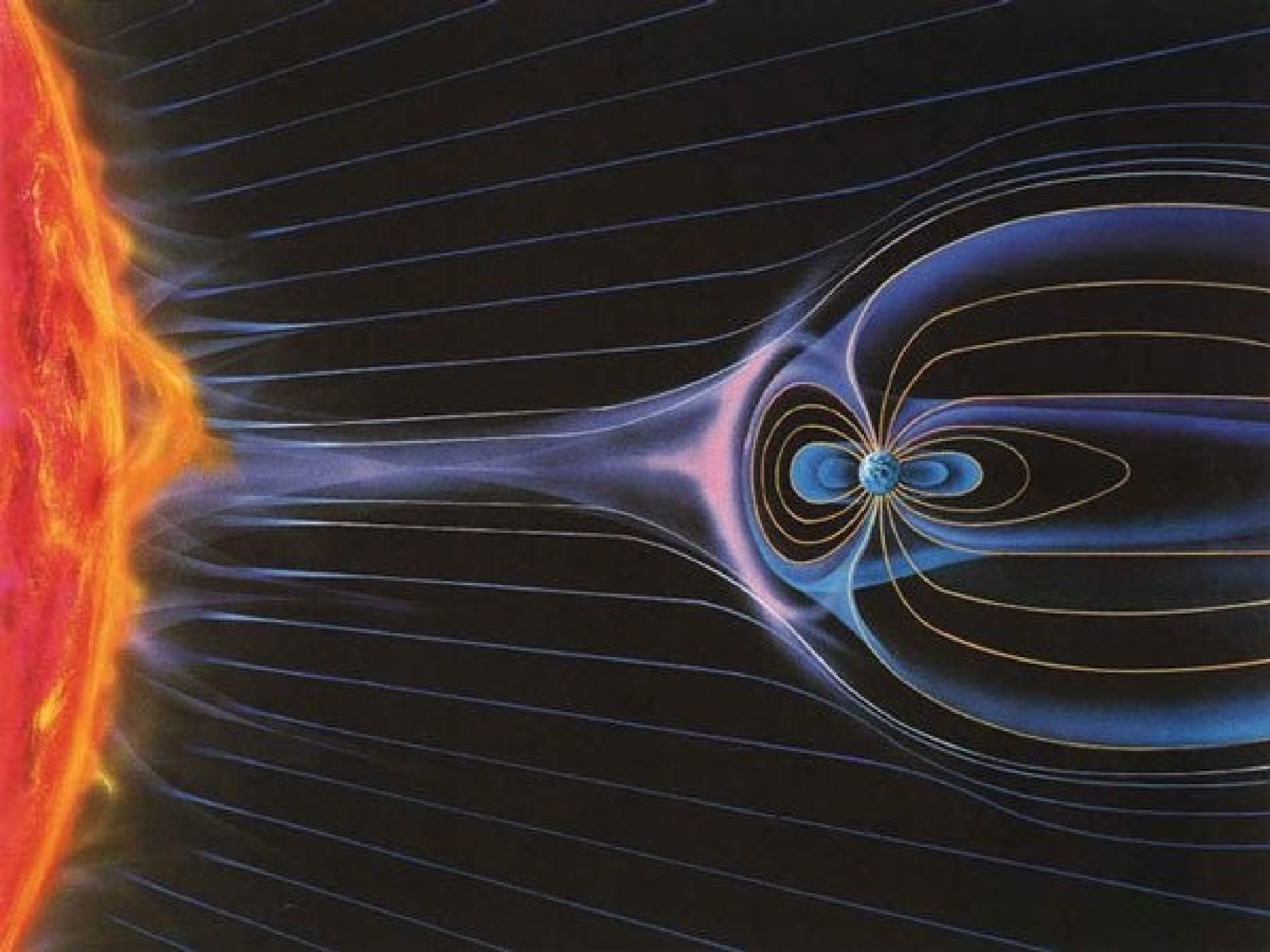
- vörös csontvelő, tüdő, emlő, vastagbél, gyomor: 0,12
- ivarszervek: 0,08
- pajzsmirigy, vese, máj, nyelőcső: 0,04
- csontfelszín, bőrszövet, nyálmirigy, agy: 0,01
- egyéb, össz.: 0,12



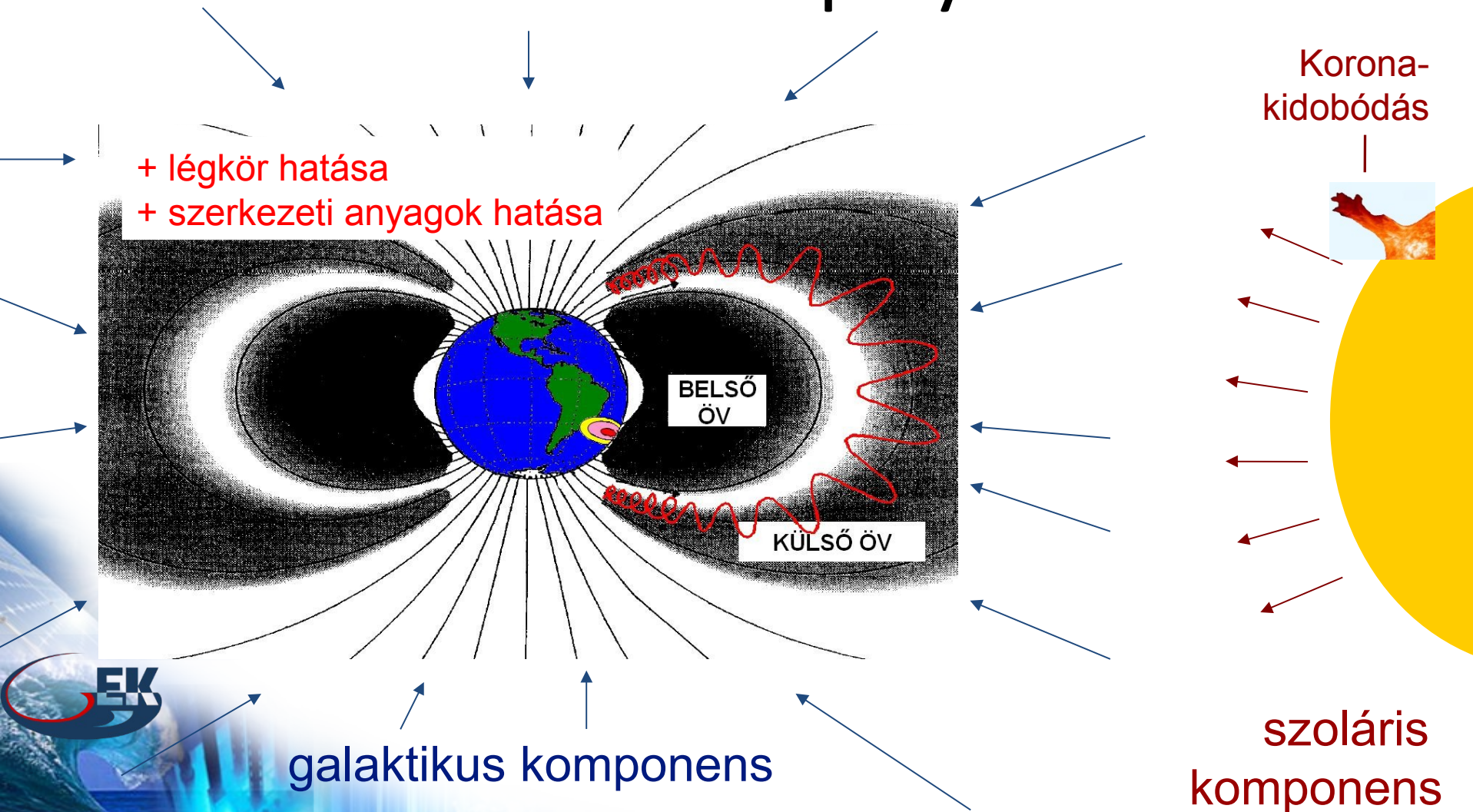
A bennünket érő sugárzás forrásai

- a Föld felszínén a háttér $\approx 2,5$ mSv/év
- lakossági korlát: +1 mSv/év
- a világűrben ez akár két nagyságrenddel nagyobb (űrhajósok dózisa a Nemzetközi Űrállomáson: 300-350 mSv/év)

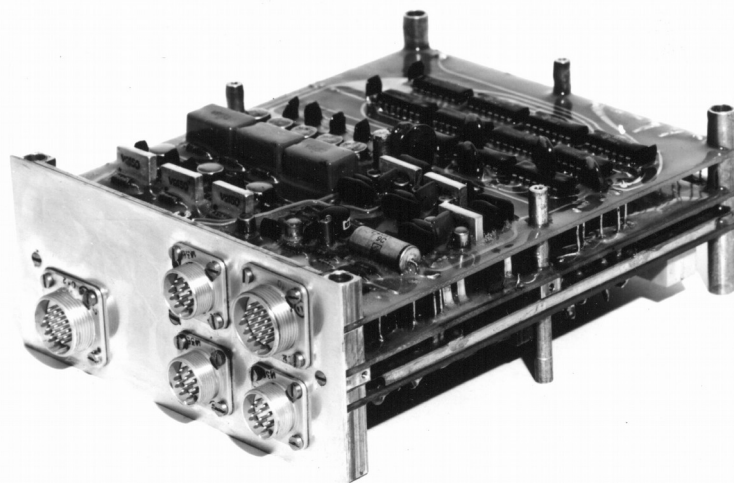
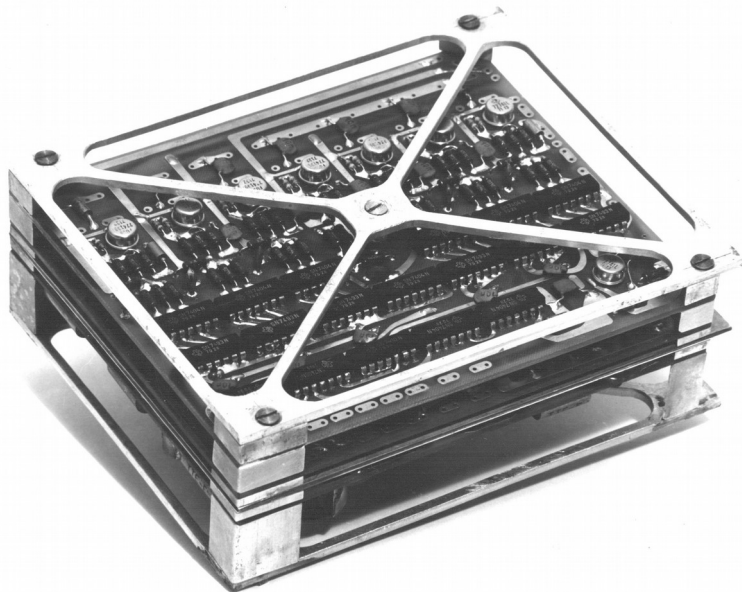




A kozmikus sugárzási tér alacsony Föld körüli pályán



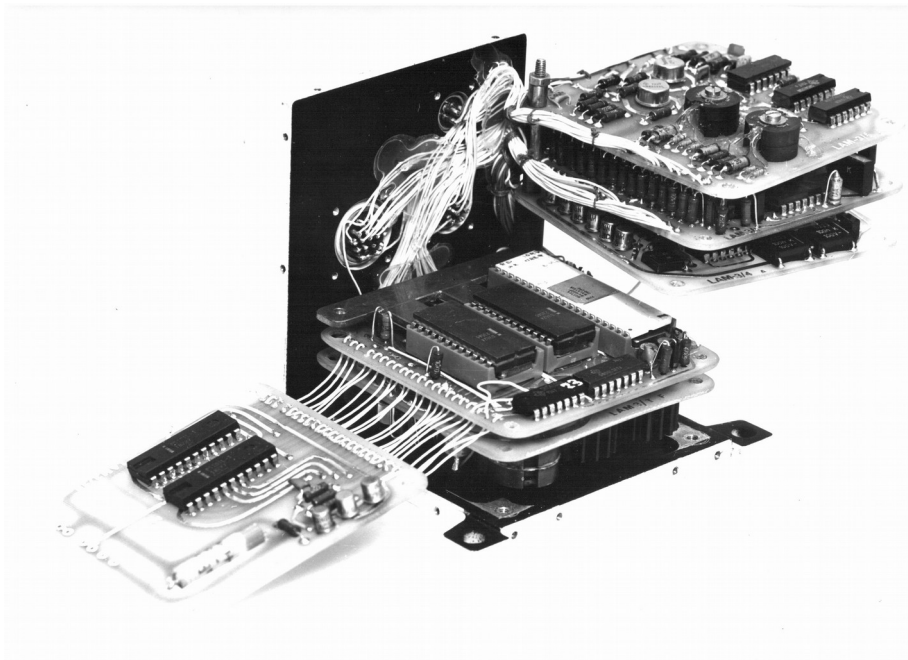
Történelem (hazai elsők...)



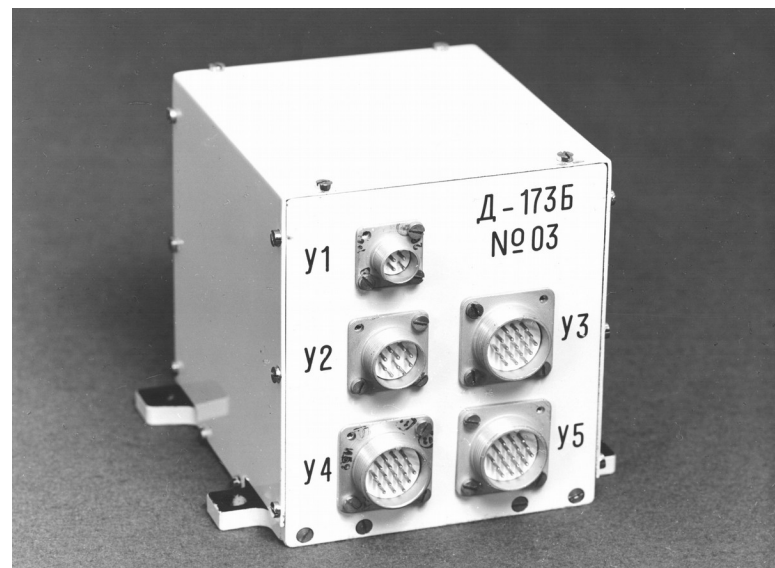
Mikrometeorit-detektor elektronika –
az első aktív magyar fedélzeti
berendezés a világűrben (1974)



Történelem (hazai elsők...)



Napszél analizátor elektronikája – az első mikroprocesszor-vezérelt eszköz a „keleti blokkban” (1977)



Dózismérők

Passzív dózismérők

- A méréshez nem kell áram
- A mérés után kiértékelést igényelnek
- Kiértékelésükhöz labor és képzett személyzet kell
 - TL (termolumineszcens) dózismérő
 - filmdoziméter
 - szilárdtest nyomdetektor

Aktív dózismérők

- Üzemeltetésükhöz áram kell
 - Azonnal, a mérés helyszínén szolgáltatnak eredményt
 - A kiértékelésük általában egyszerű
 - Geiger-Müller számláló
 - ionizációs kamra
 - proporcionális számláló
 - félvezető detektor
 - szcintillációs detektor
-



TL dózismérő

- szilárdtest dózismérő – kristályos por vagy tabletták szennyezővel (kristály- és elektronszerkezet)
- expozíció → melegítés → fénykibocsátás (kiolvasó)
- a fény mennyiség \sim az elnyelt (fizikai) dózissal
- reverzibilis: melegítés „törli”
- 10 keV/ μm felett érzékenysége csökken



TL tabletták

A Pille TLD rendszer



Egy laboratóriumi TL kiolvasó
és a Pille



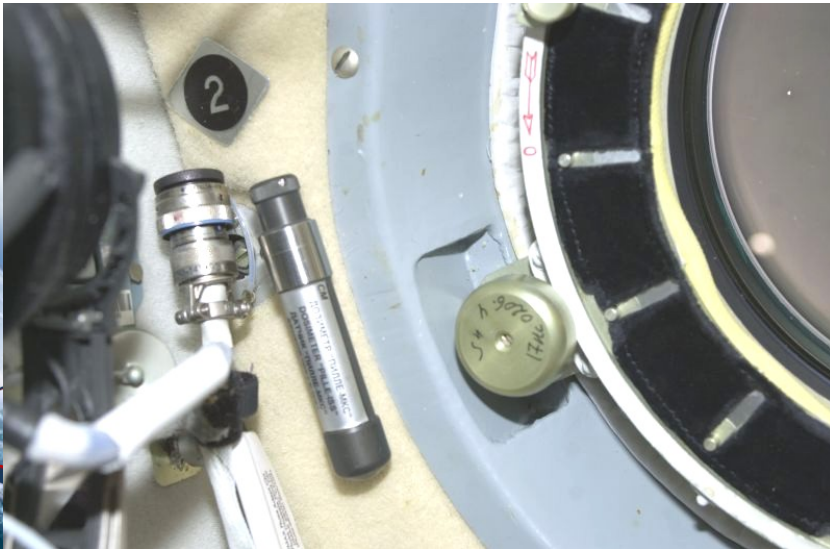
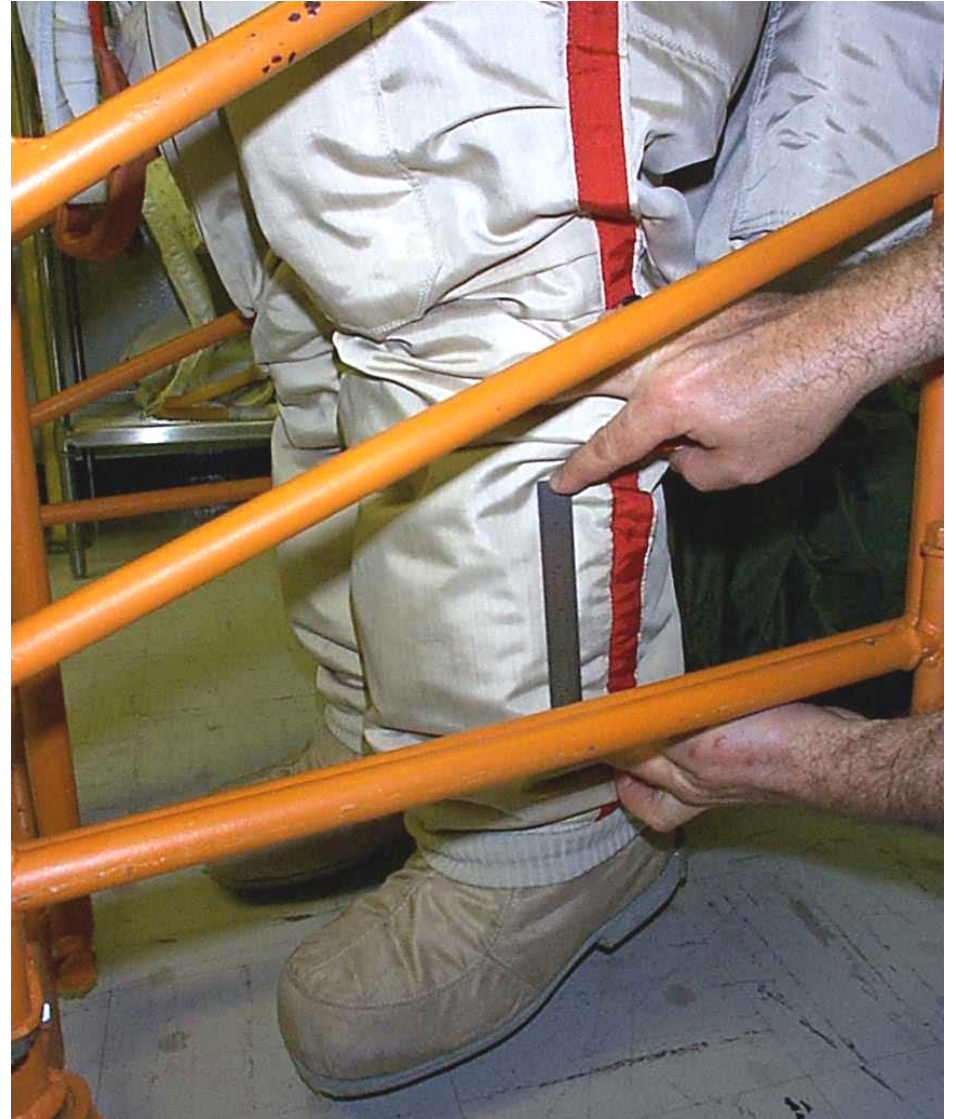
A Pille három generációja

A Pille TLD rendszer

- Első verzióját 1980-ban helyezte üzembe Farkas Bertalan
- Azóta számos űreszközön használták
 - Szaljut-6, Szaljut-7, Space Shuttle, Mir, ISS
- 2003 óta a Pille-MKSz rendszer az ISS Zvezda moduljának szolgálati műszere

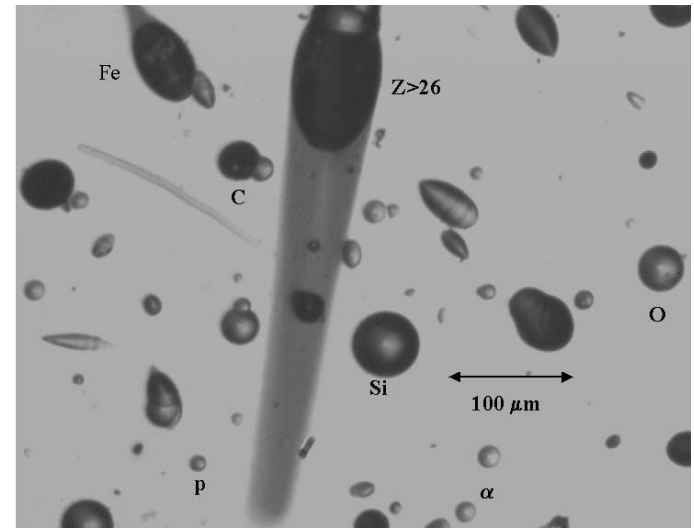


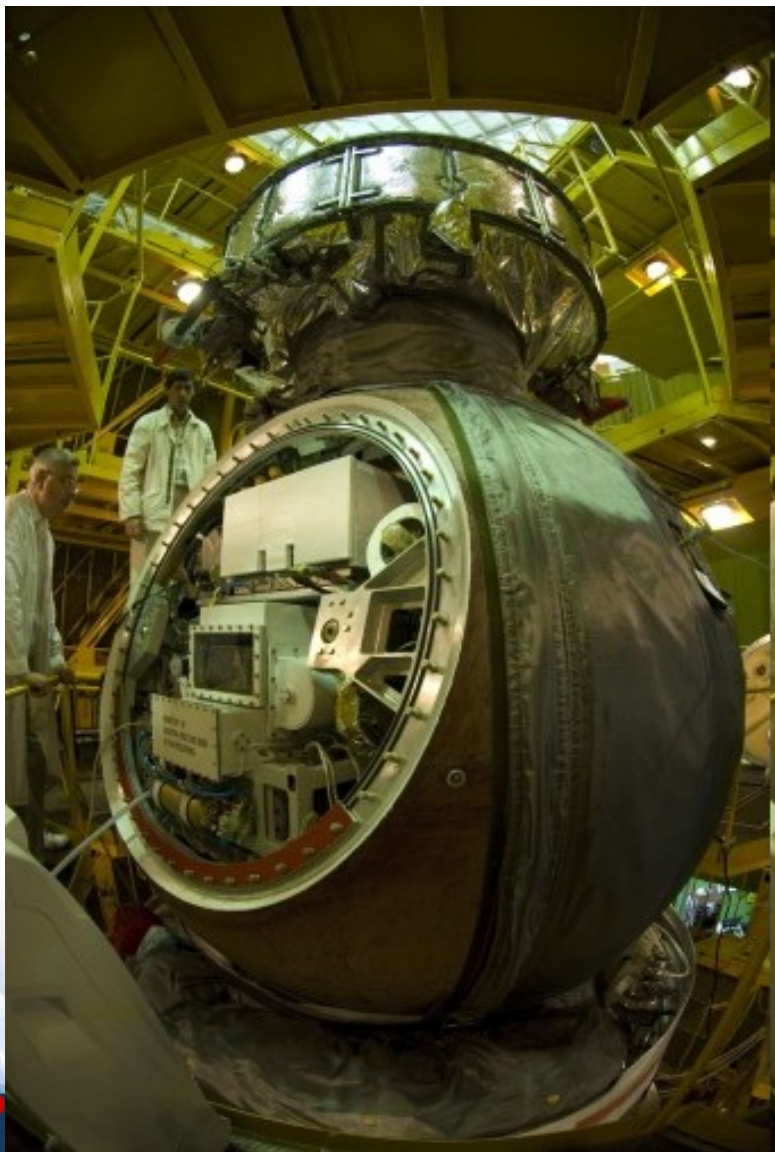
A Pille TLD rendszer



Szilárdtest nyomdetektorok

- szilárdtest szigetelők (egykristályok, üvegszerű anyagok, szerves polimerek)
- a nehéz töltött részecskék áthaladása maradandó változásokat hoz bennük létre
- az elváltozások kémiai maratást követően mikroszkóppal láthatóvá tehetők
- magyar részvétel a *Bradoz* (ISS), *Biopan* (Foton) és *Matrjoska* (ISS), *DosMap* (ISS), *BIOTRACK* kísérletekben (ISS)
 - személyi dozimetria (2011-)
TL és nyomdetektor, az orosz űrhajósok sugárterhelésének mérésére

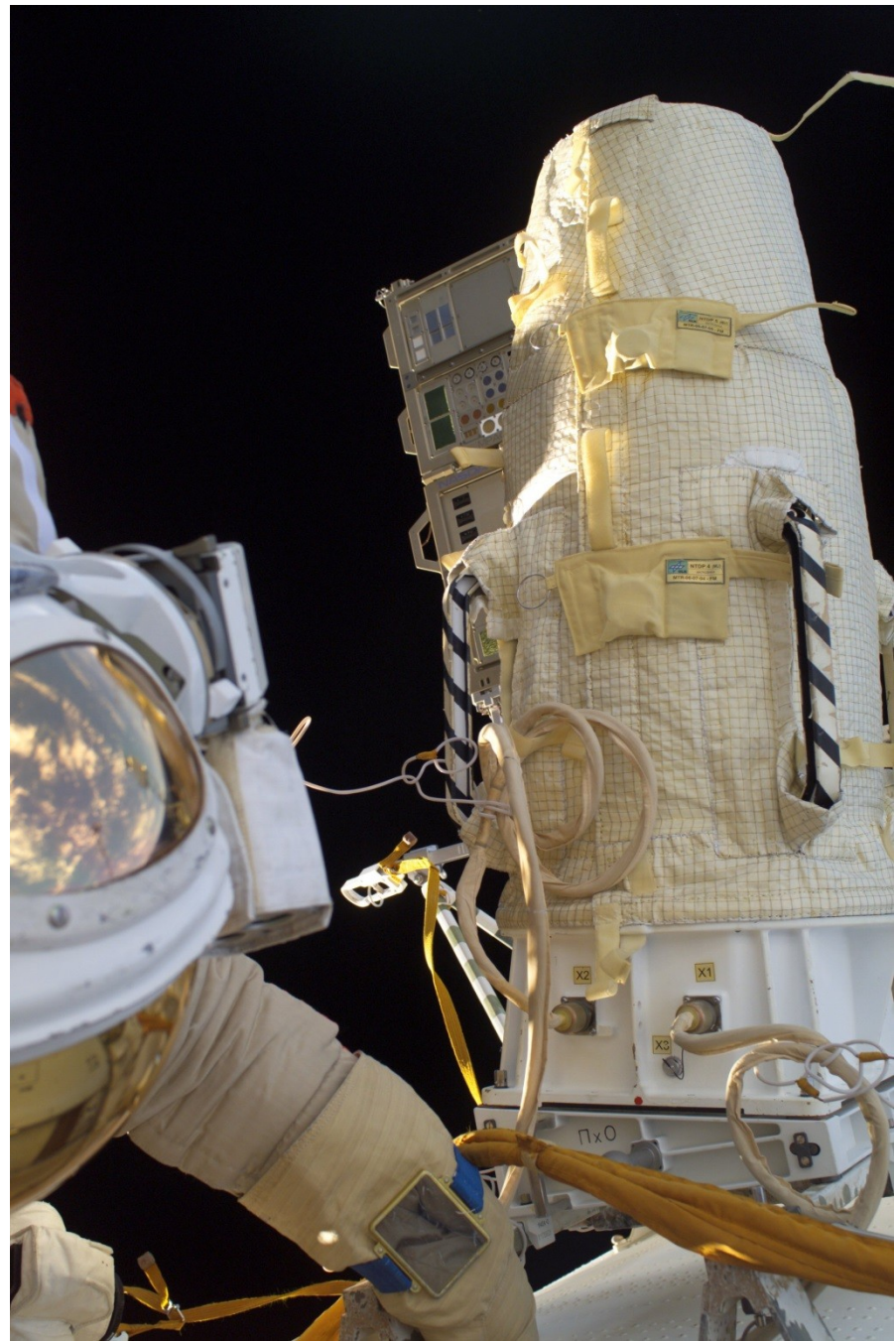
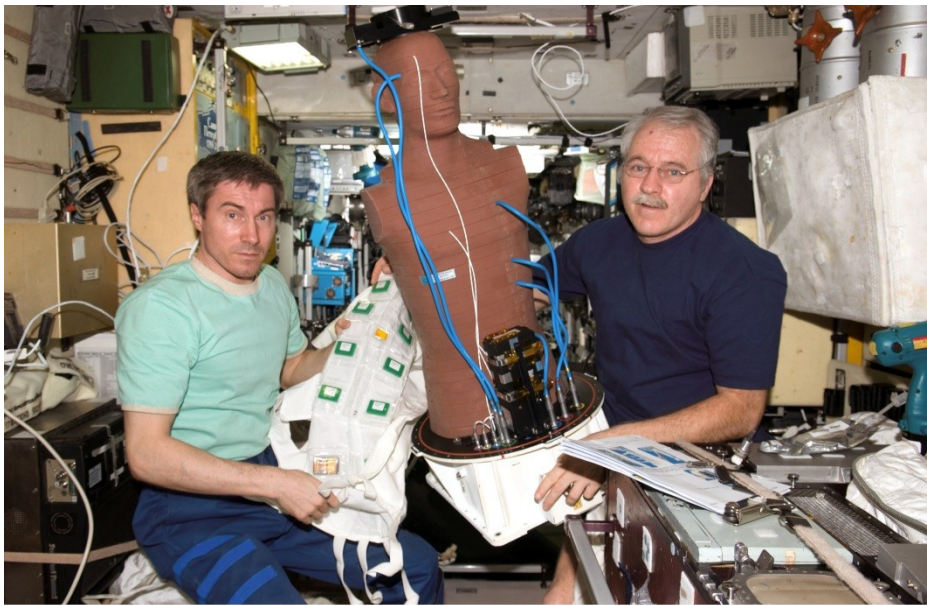


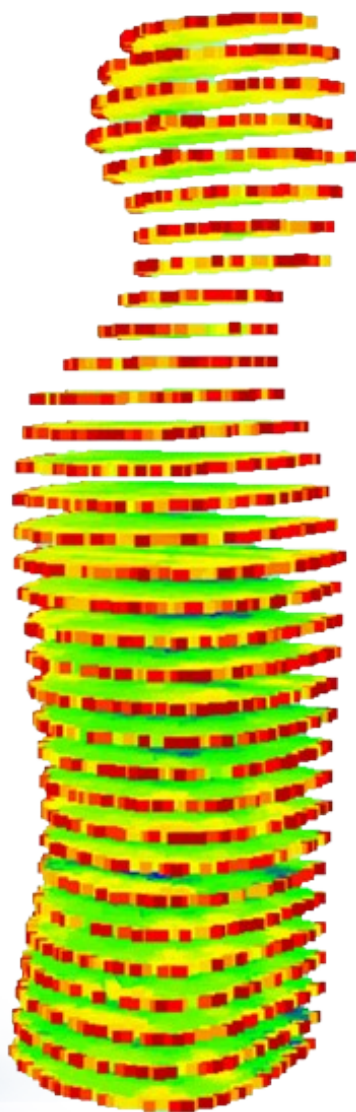


Forrás: ESA

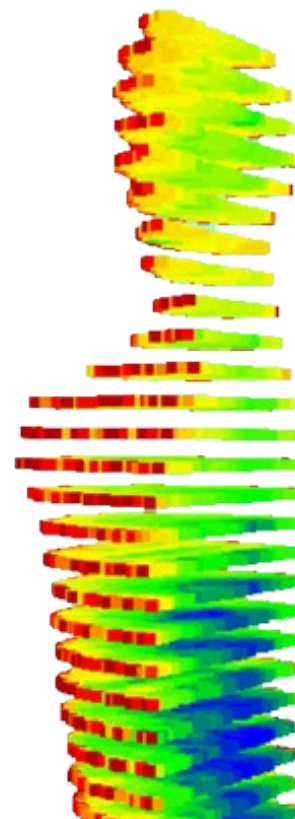
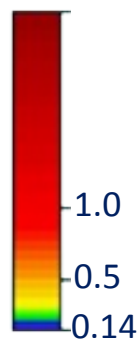


Forrás: www.science.uva.nl





Dose [mGy/day]



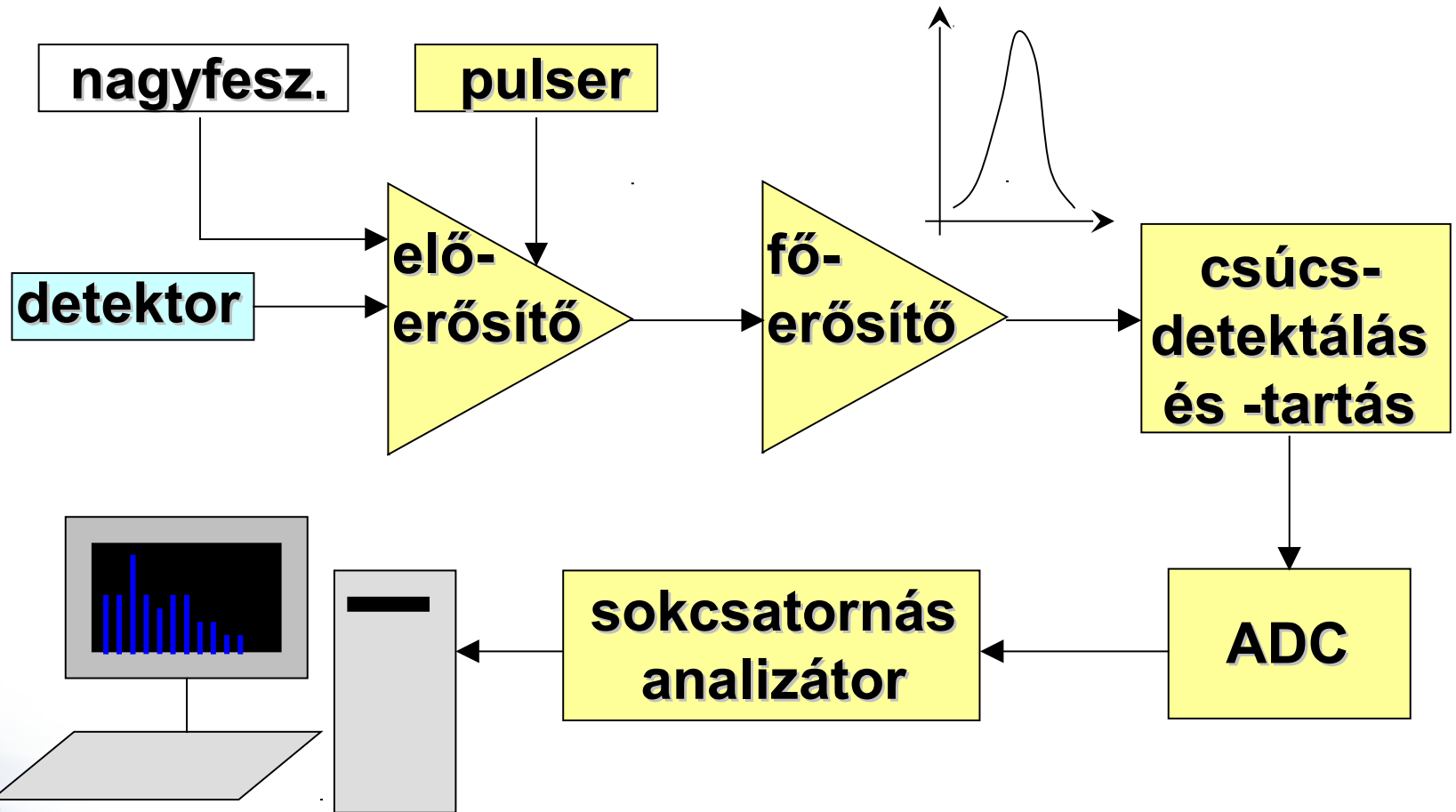
Dóziseloszlás az űrsétát szimuláló MATROSHKA fantomban TL és nyomdetektoros mérések alapján
(Készült a HAMLET projekt keretében)

Félvezető detektoros dózismérés

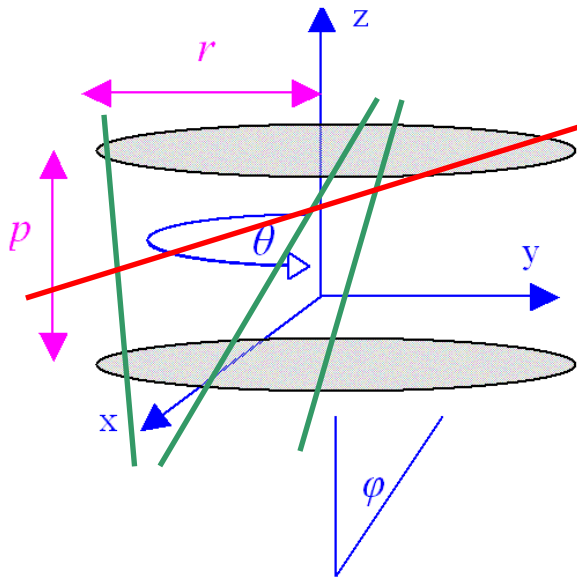
- ~dióda, leggyakoribb félvezető detektor típusok: Si, Ge
- a sugárzás elnyelődése lyuk-elektron párokat hoz létre
- a detektor kapcsain megjelenő töltésmennyiség \sim a részecske által leadott energia
- széles energiatartományban mér, stabil
- több detektorból irányérzékeny félvezető teleszkóp építhető → TRITEL



Félvezetű detektoros mérés technika



1D teleszkóp



mérődetektor

kapuzódetektor

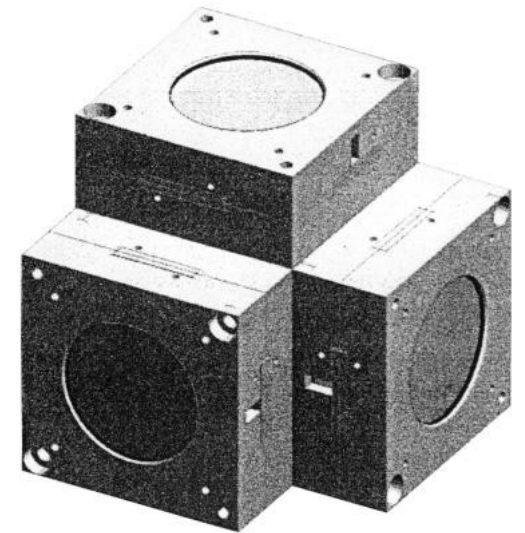
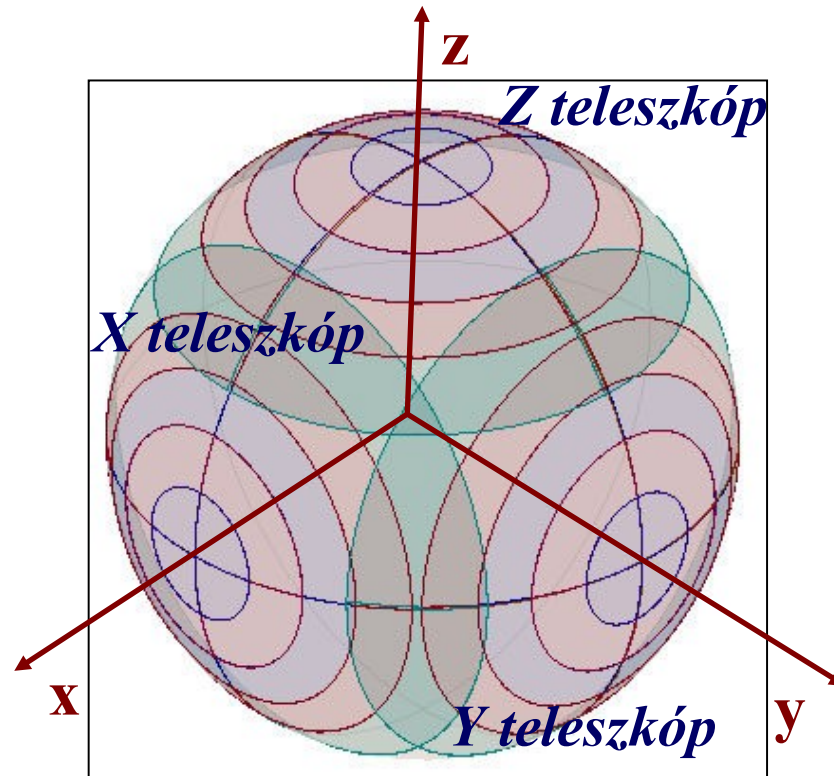
- Egytengelyű teleszkópok:
 - + : hosszú idejű stabilitás, megfelelő jel/zaj viszony
 - : erős irányfüggés

- „ ΔE - ΔE ” detektor
- $\Sigma \Delta E \rightarrow \sim D$
- $\Delta E / x_{\text{avg}} \approx \text{LET}_{\text{Si}}$

TRITEL

TRITEL

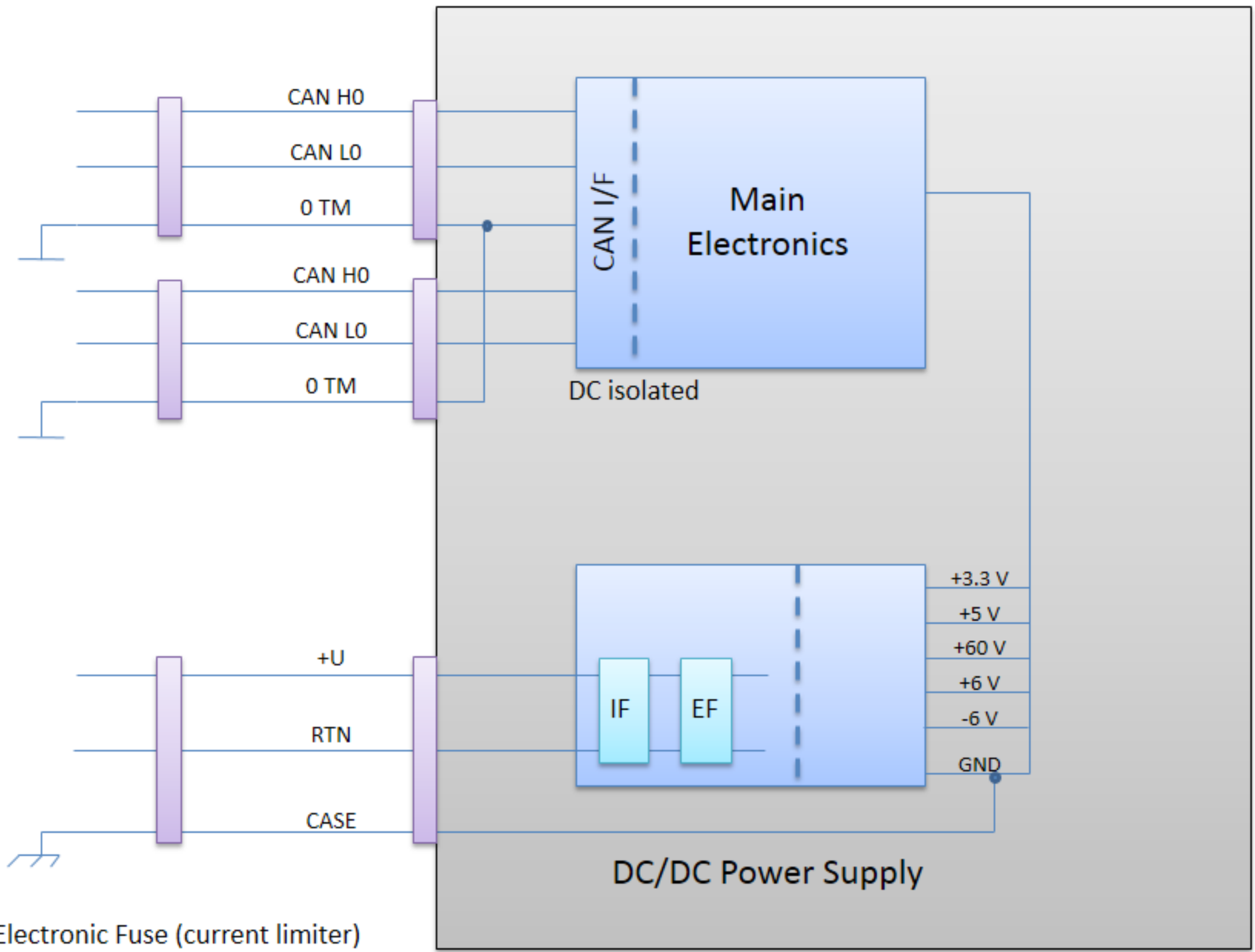
- $A = 222 \text{ mm}^2$
- $r = 8,4 \text{ mm}$
- $p = 8,9 \text{ mm}$
- $q = p/r = 1,06$
- $w = 300 \text{ }\mu\text{m}$



TRITEL

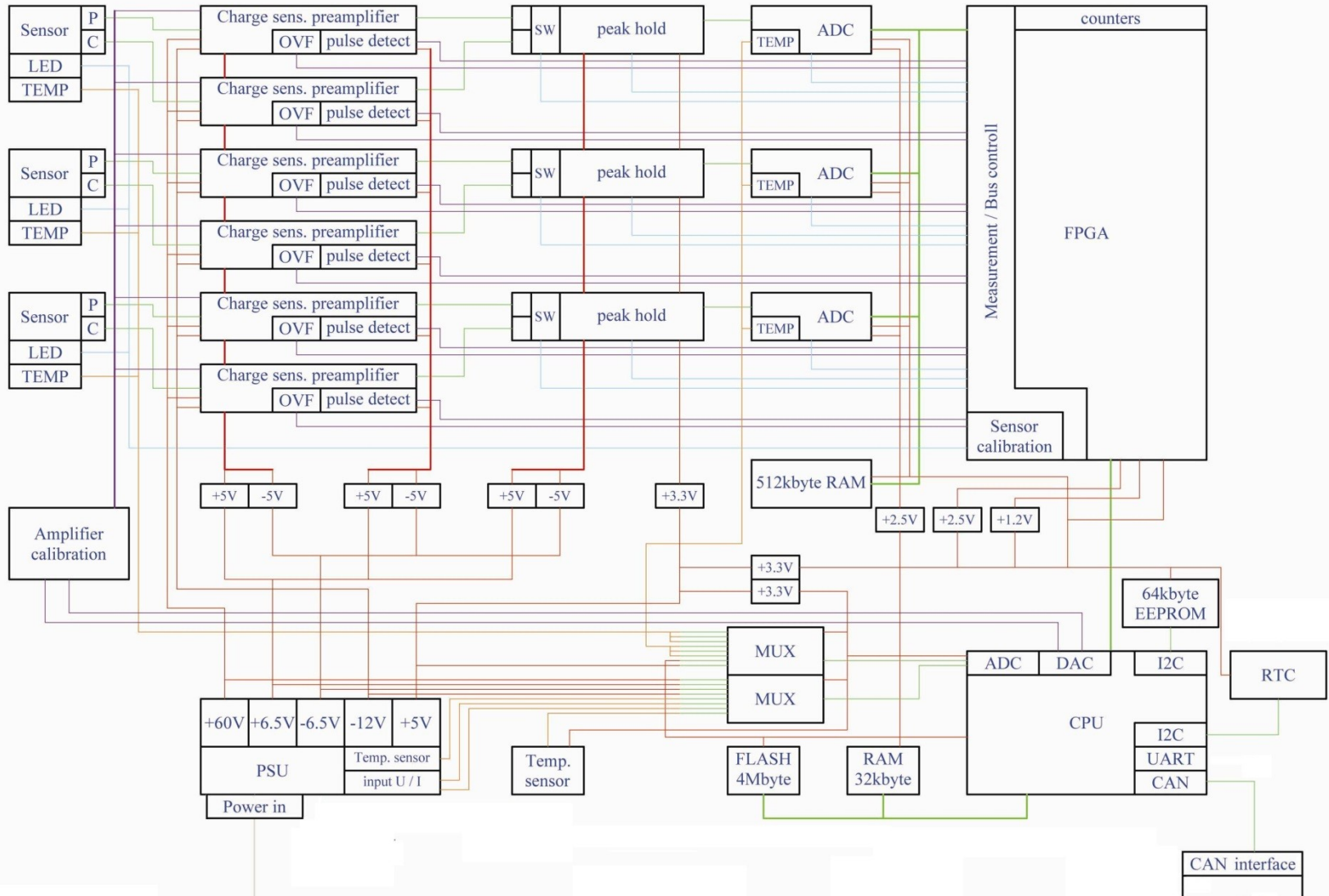
- ΔE mérés: 60 keV – 83 MeV
(kvázilogaritmikus spektrumok)
- → LET: 0,2 keV/ μm – 120 keV/ μm vízben
- 10 percenként leadott energia spektrumok
- időspektrumok (1 perces időfelbontásban)
- a Dél-atlanti anomálián történő áthaladás járulékát külön spektrumokban gyűjtjük



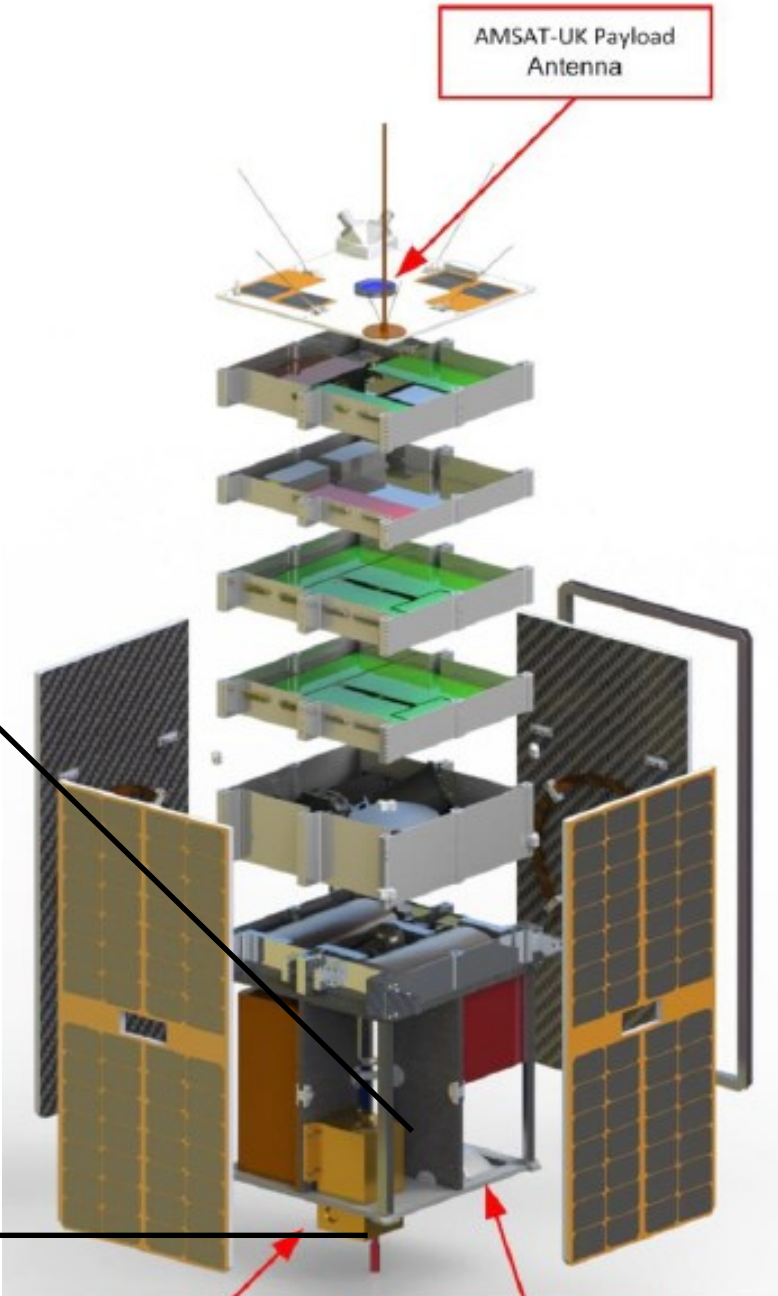
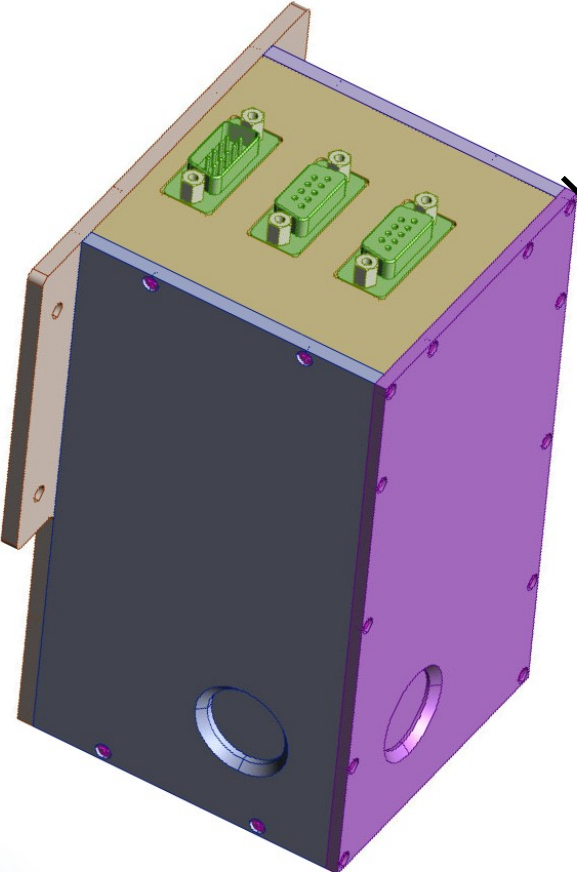


EF: Electronic Fuse (current limiter)
 IF: Input Filter

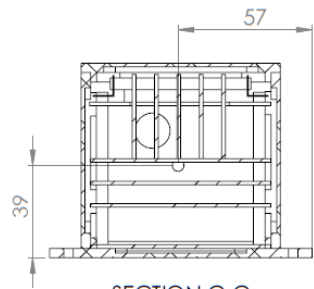
TRITEL blokkvázlat



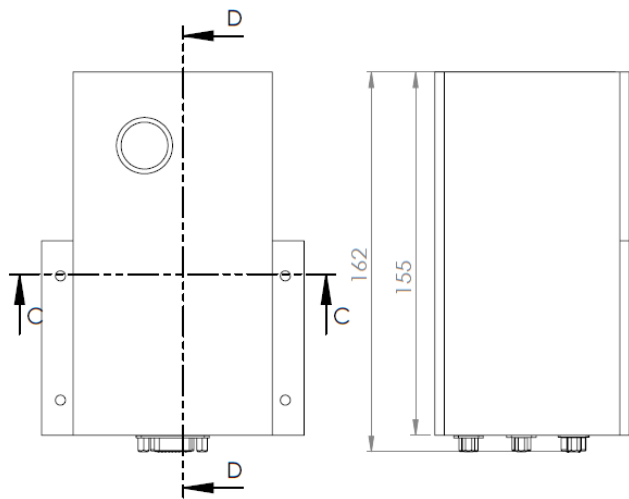
Elhelyezkedés az ESEO műholdon



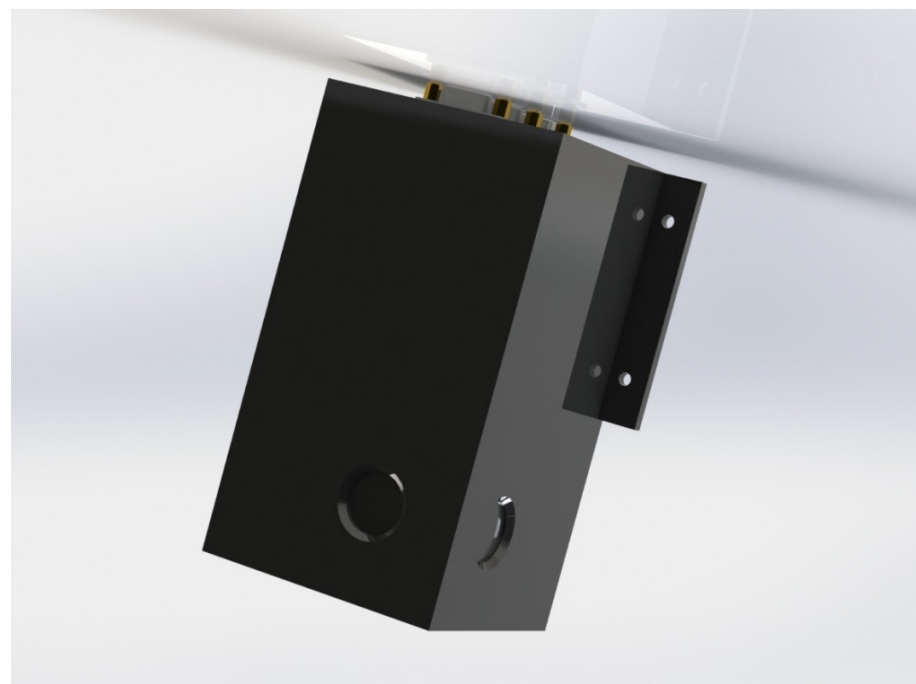
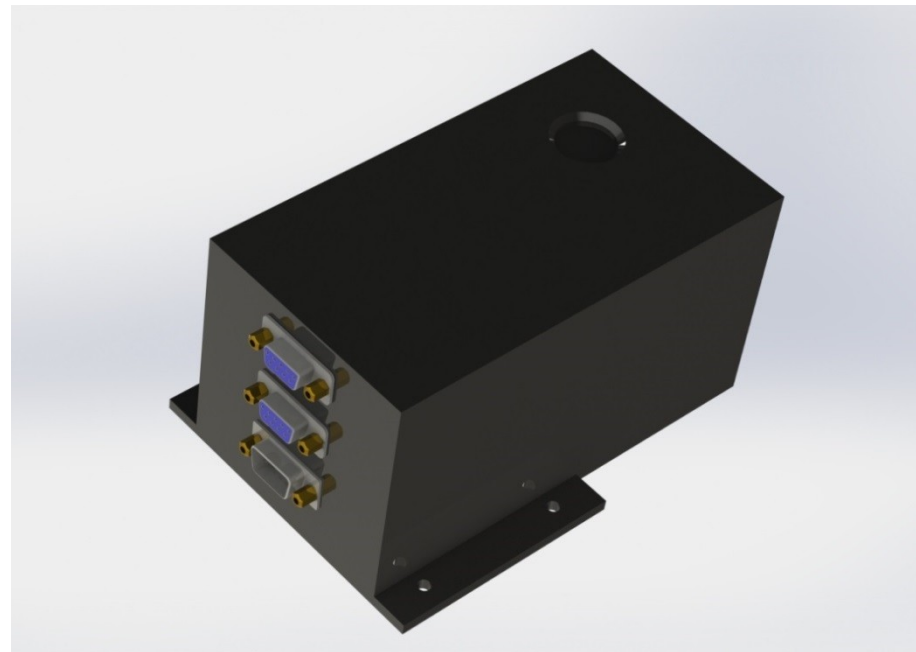
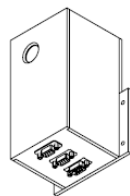
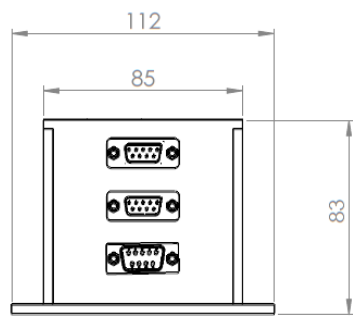


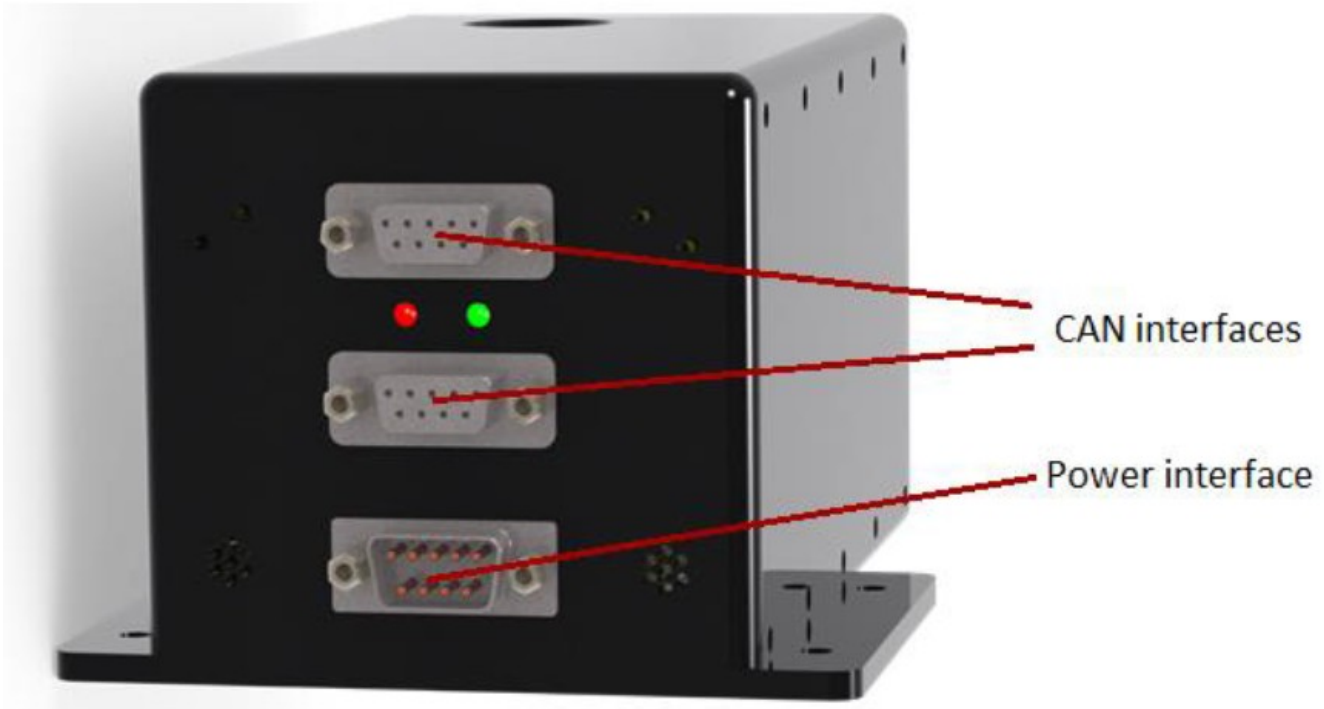


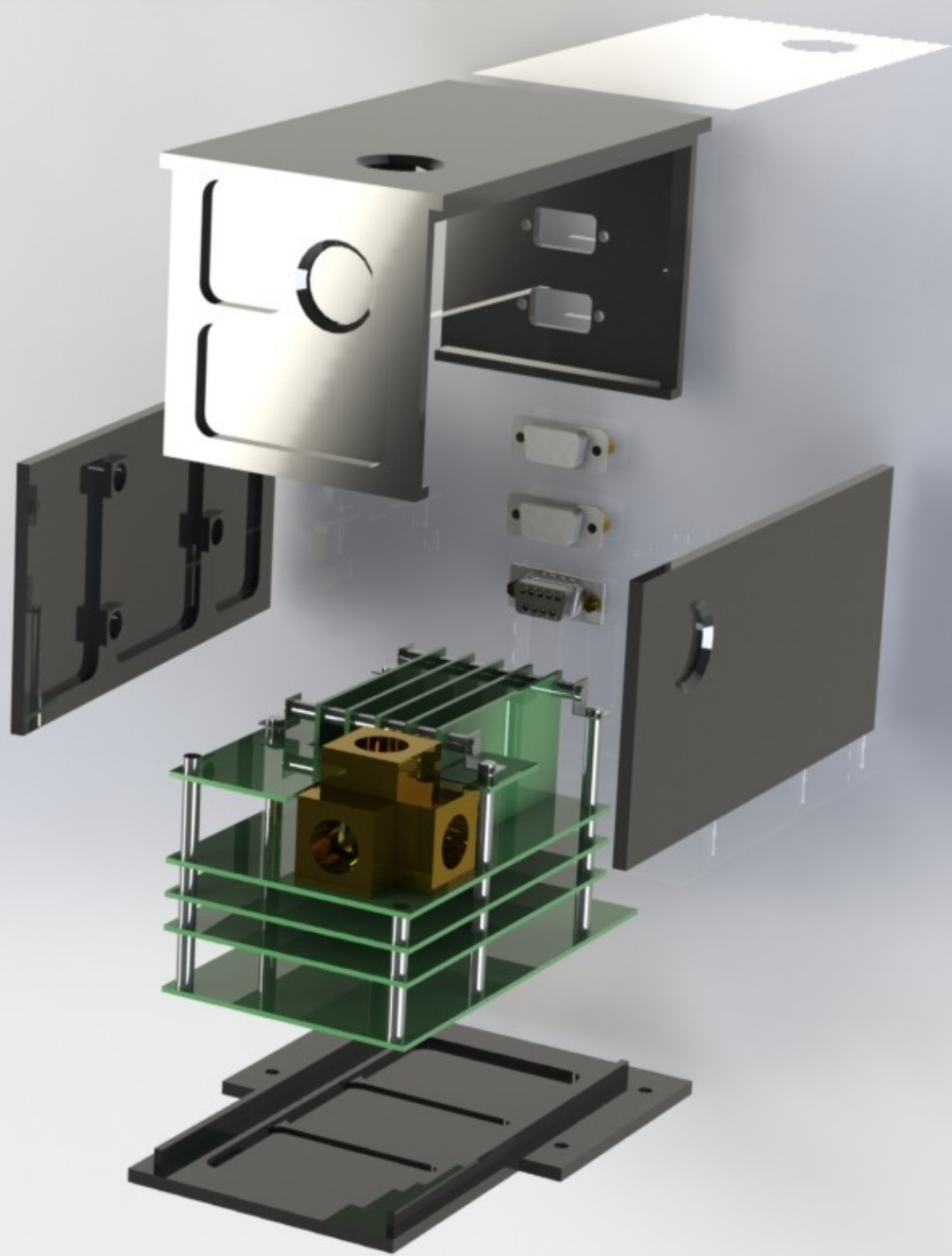
SECTION C-C



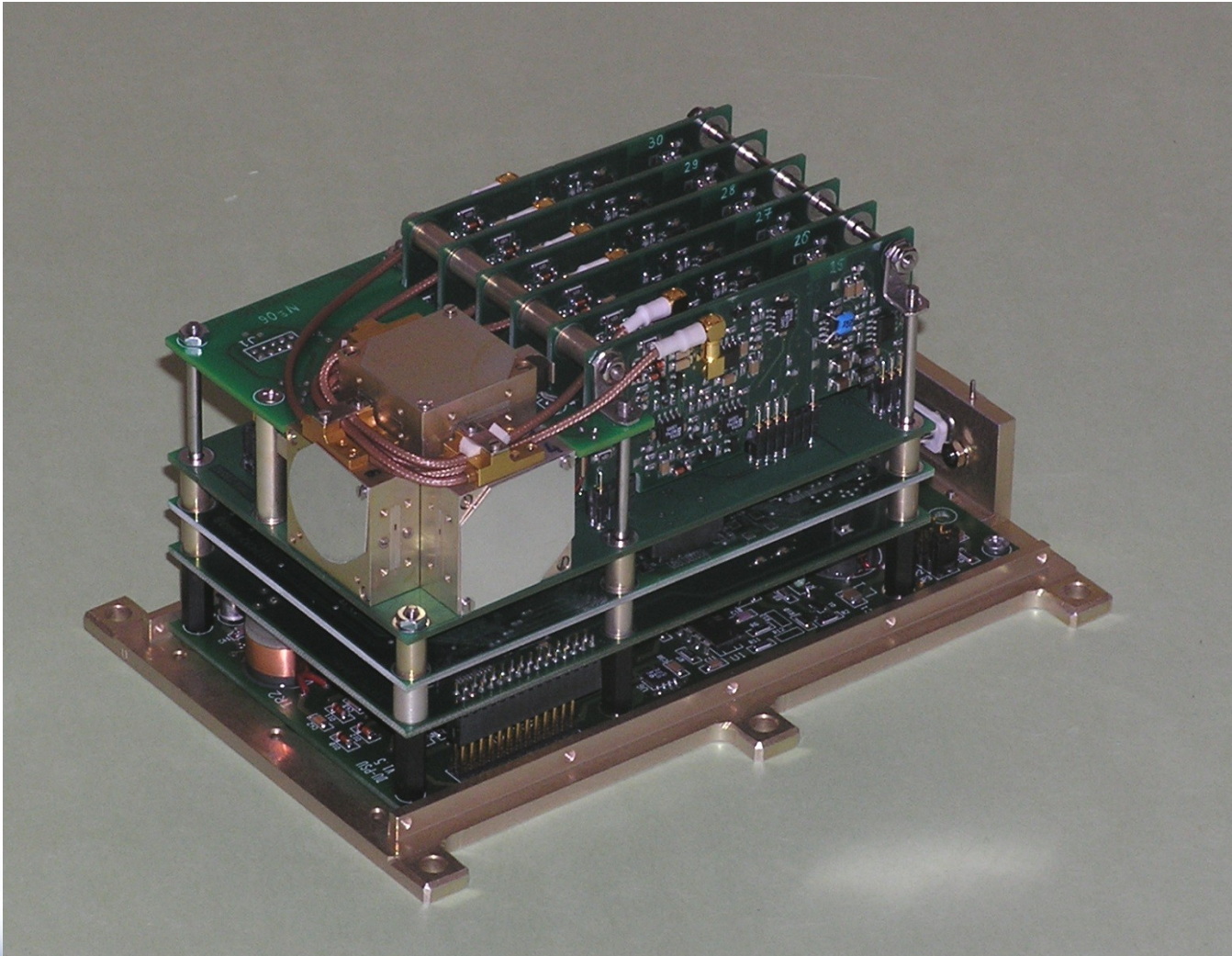
SECTION D-D





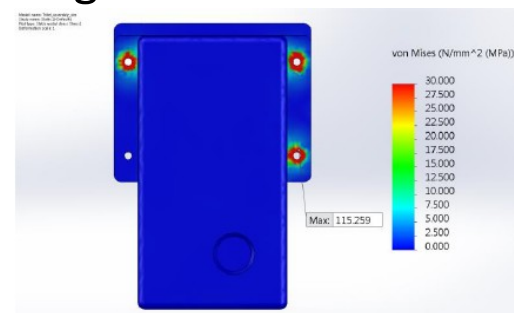
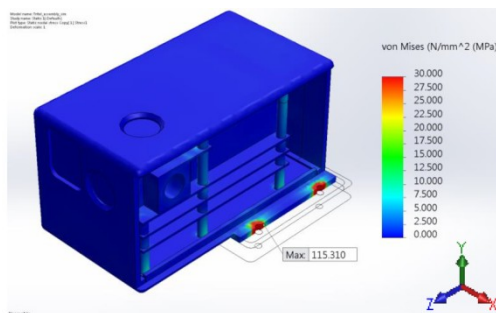
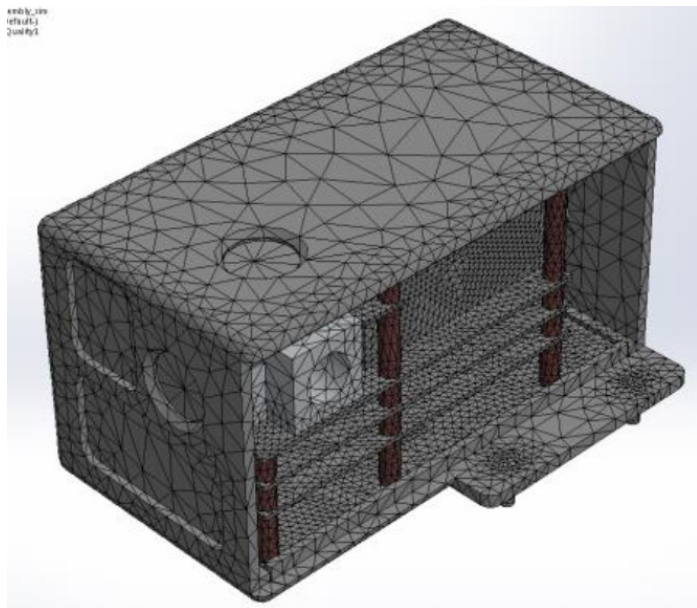


TRITEL belülről

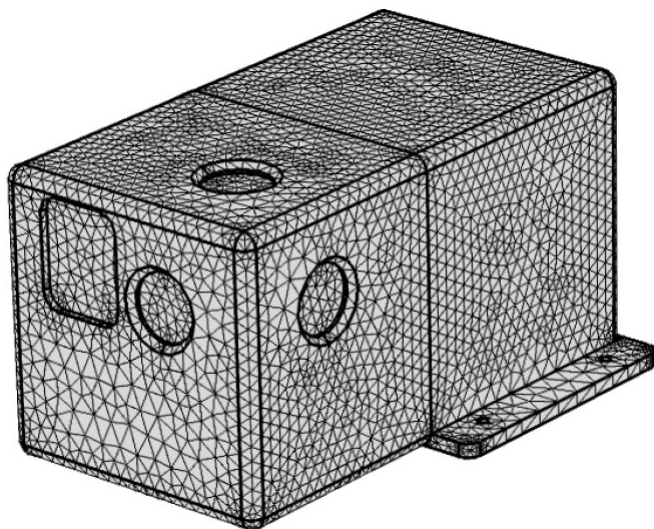
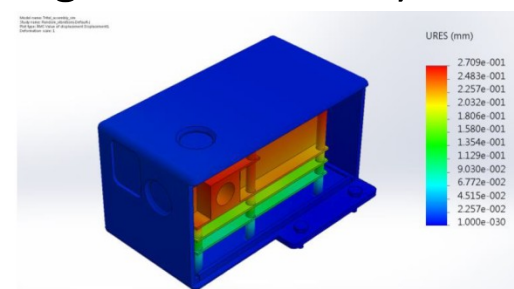
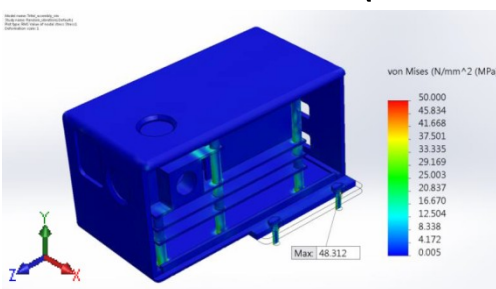


ambly.com
refault3
Zsolt Palya

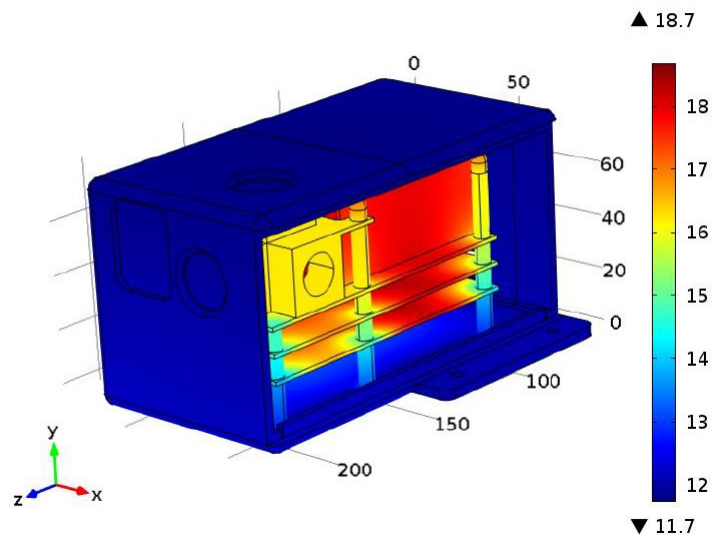
statikus 16 g



random vibr. (feszültség és elmozdulás)

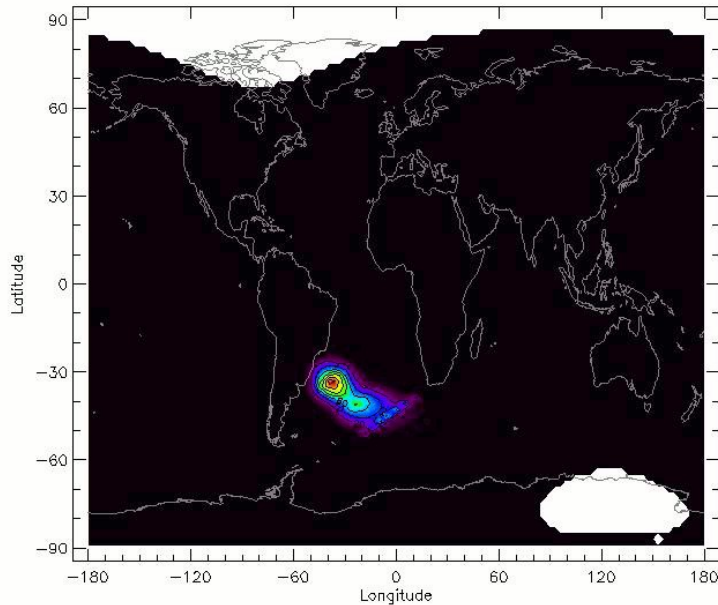


Time=5000 s Volume: Temperature (degC)

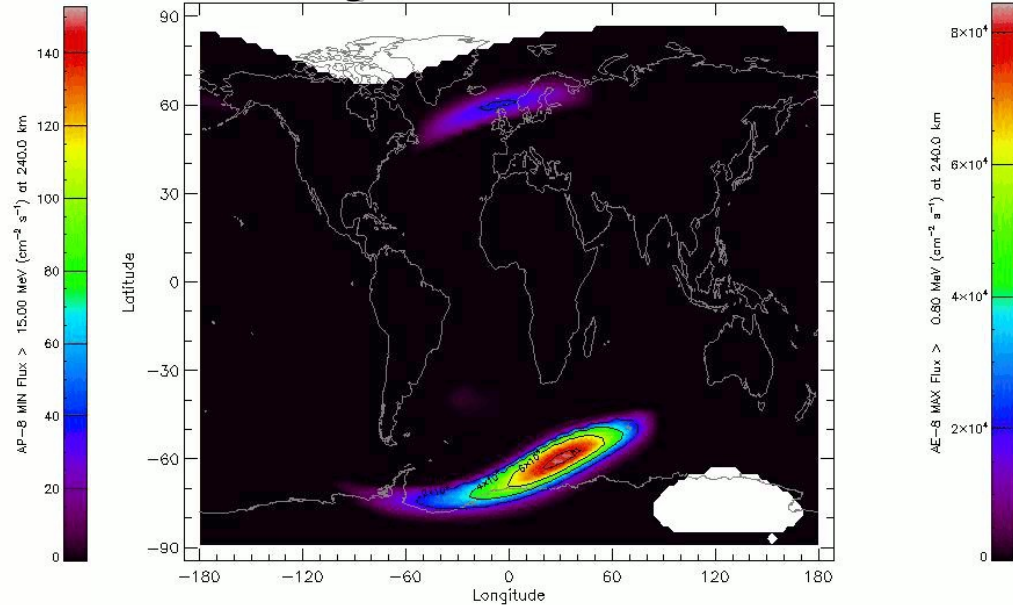


Mit várhatunk?

Befogott protonok fluxusa



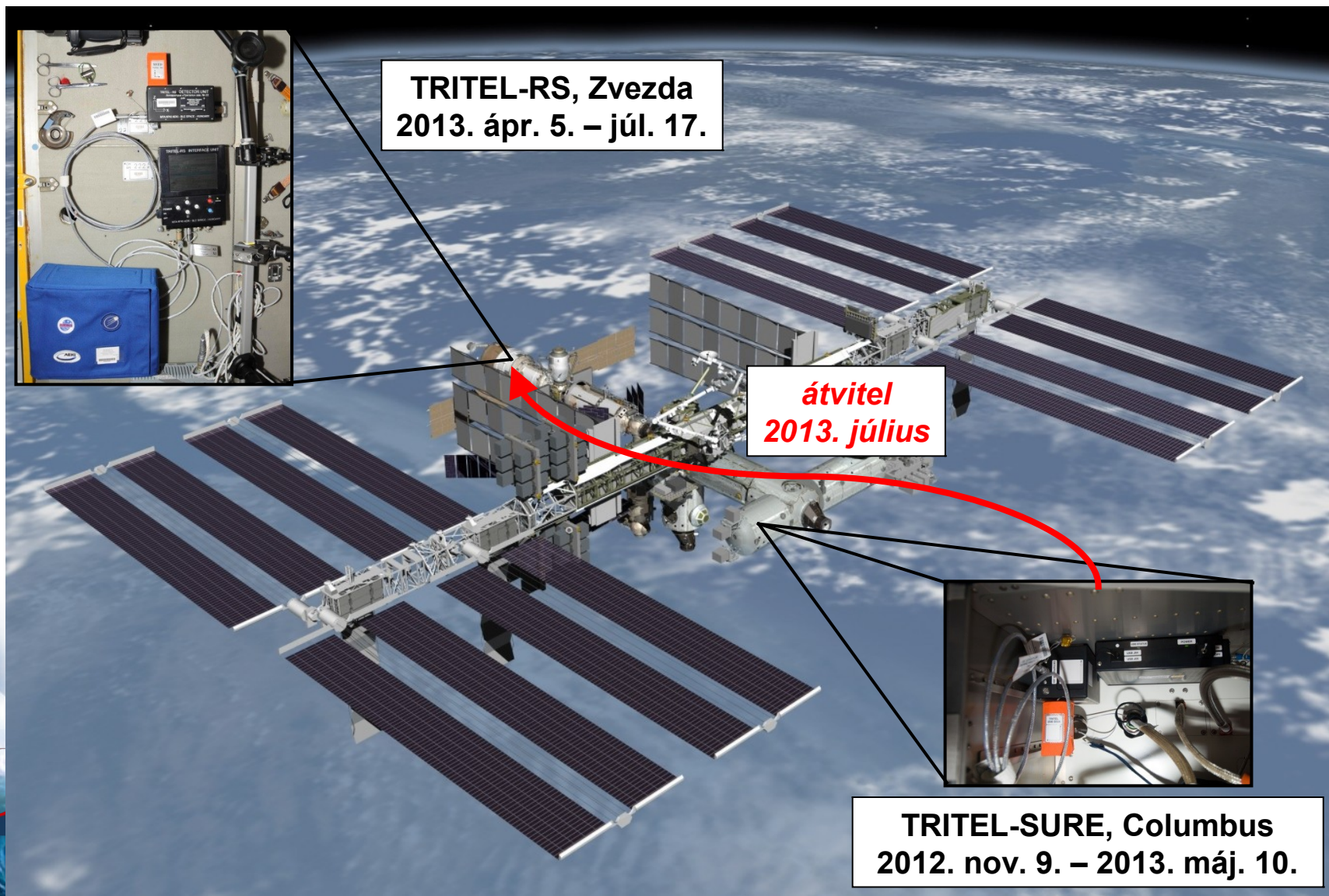
Befogott elektronok fluxusa



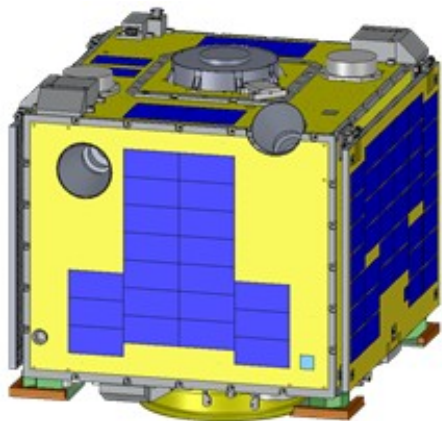
*Készítette: Zábori Balázs (TRITEL-ESEO csapat), SPENVIS
(1,2 mm Al árnyékolás mögött a pályamagasság függvényében
a naptevékenység maximuma idején)*



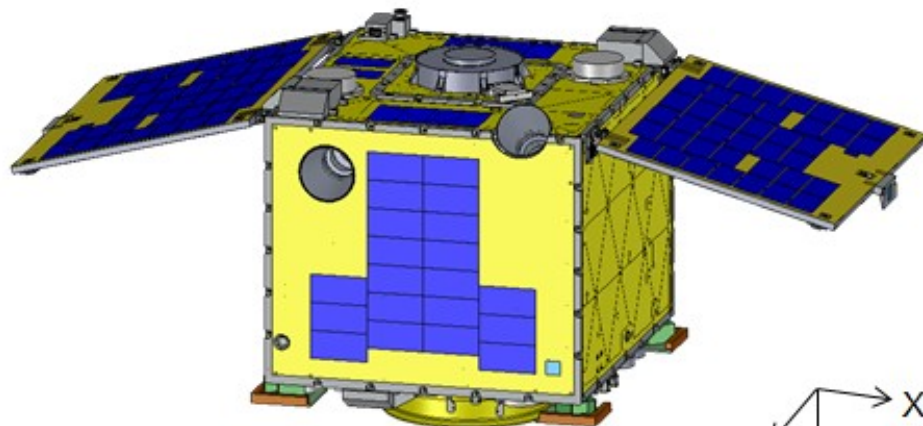
TRITEL az ISS-en (kitekintés)



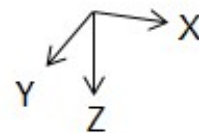
RISESAT műholdon



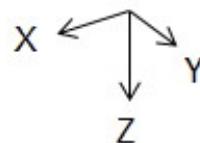
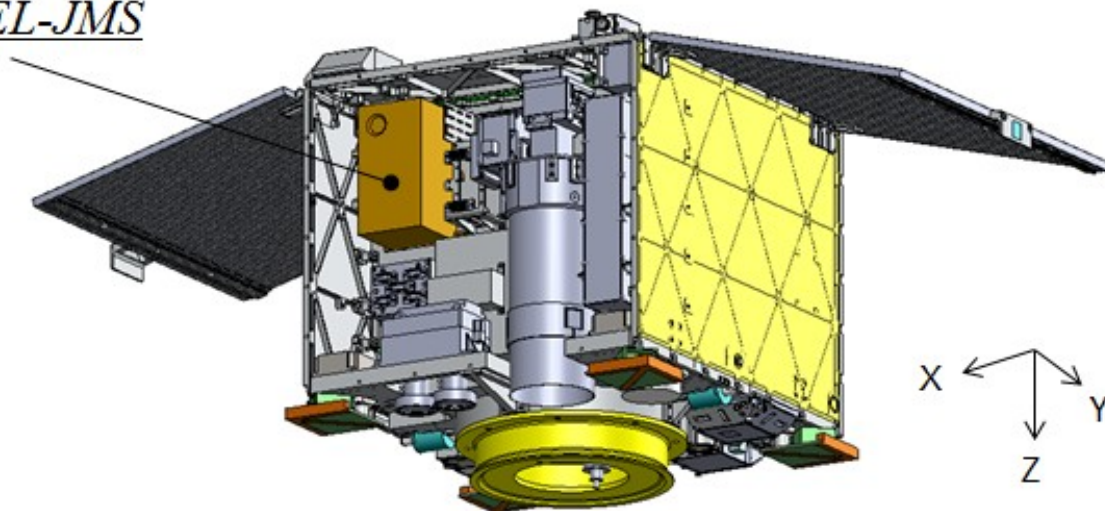
Start konfiguráció



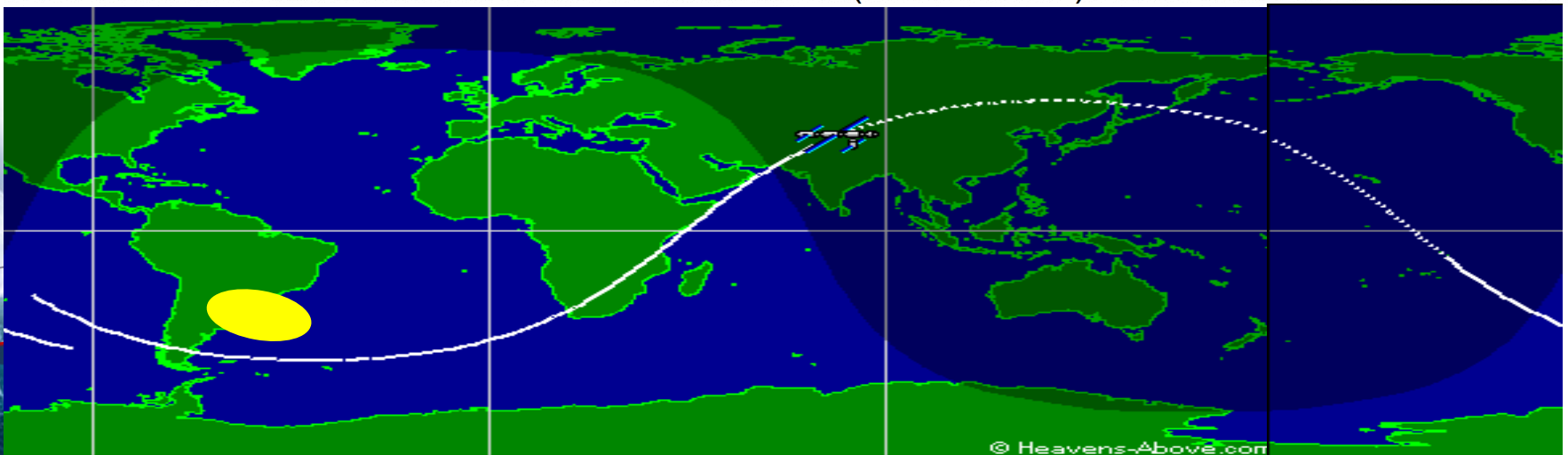
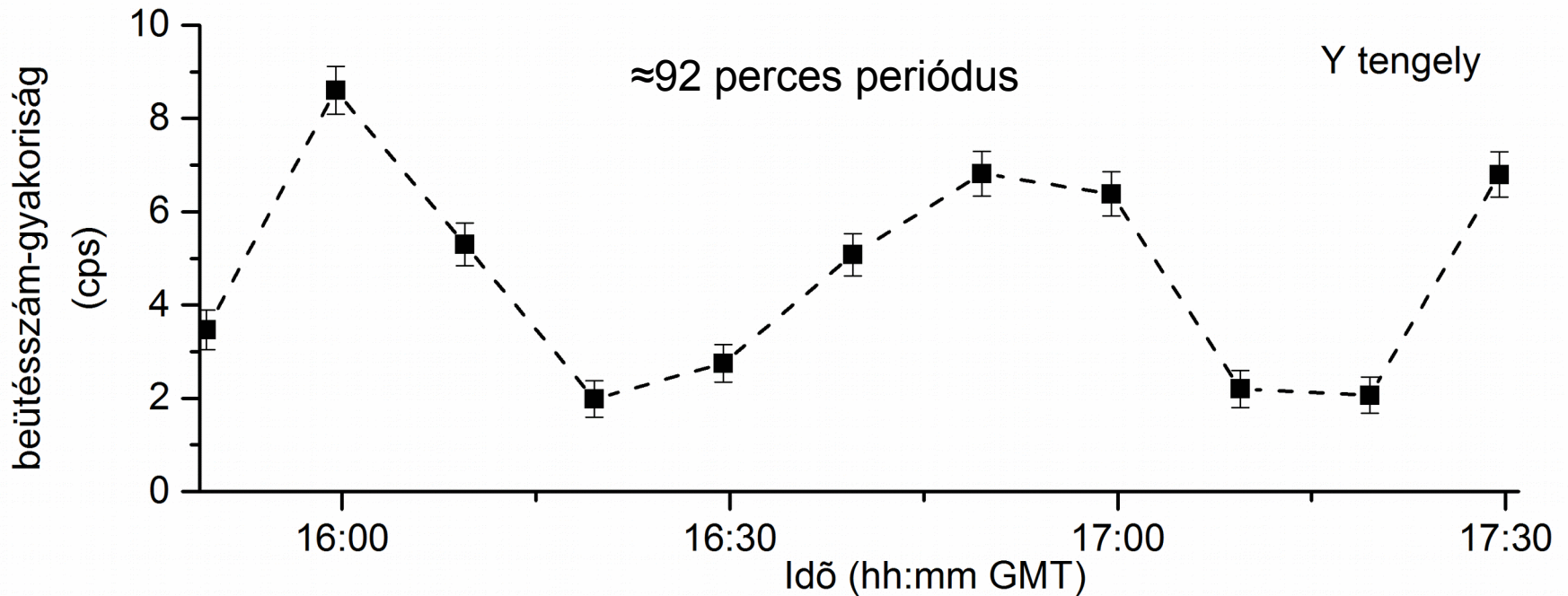
Üzem közbeni konfiguráció



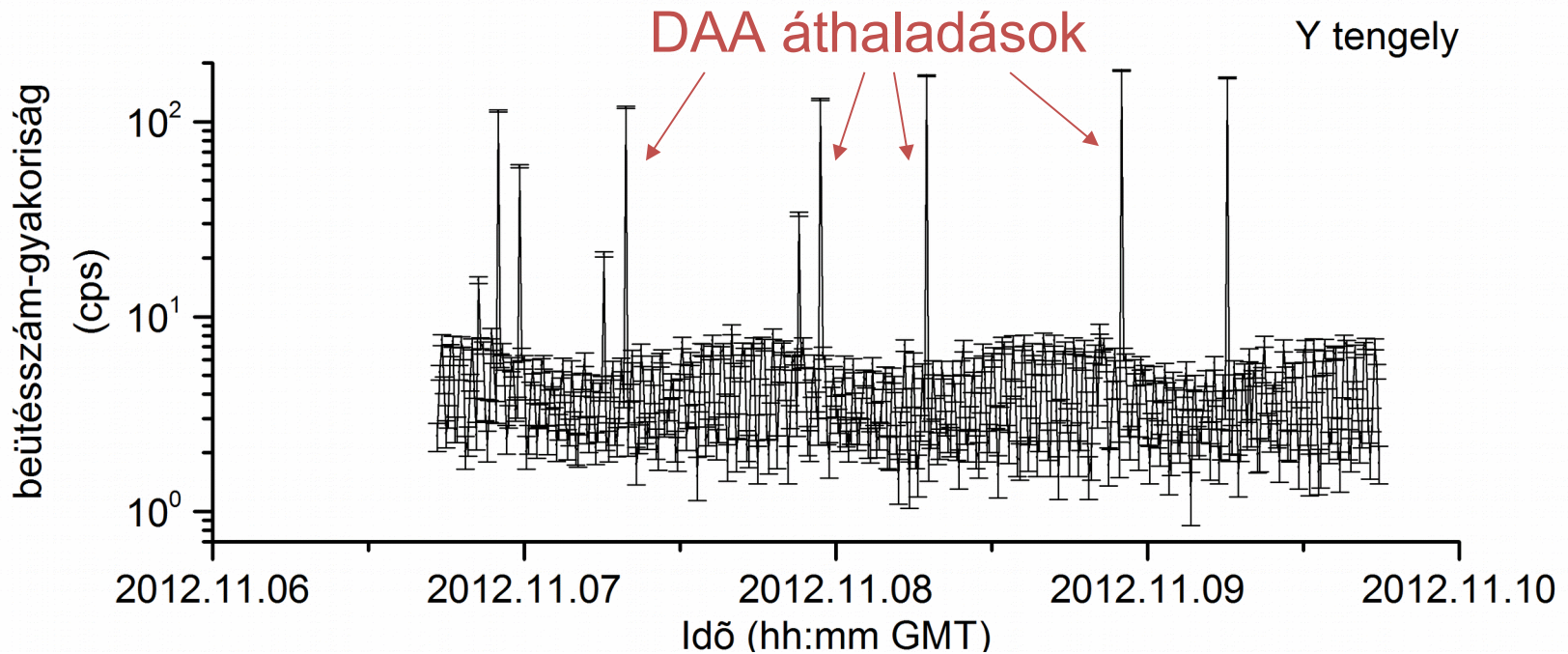
TRITEL-JMS



TRITEL időspektrumok (ISS)



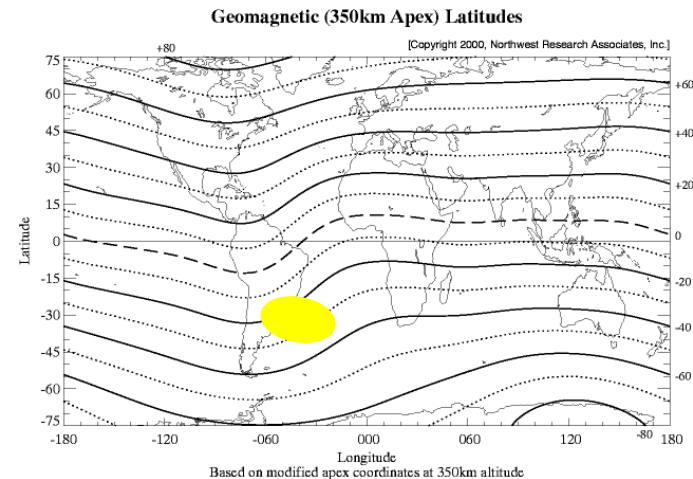
TRITEL időspektrumok

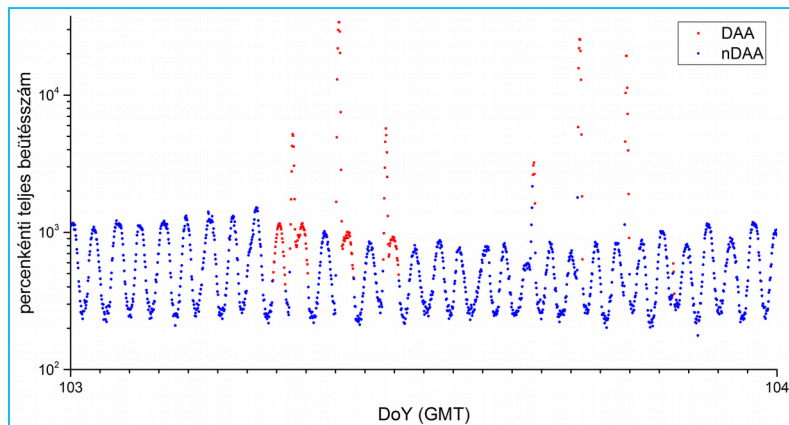
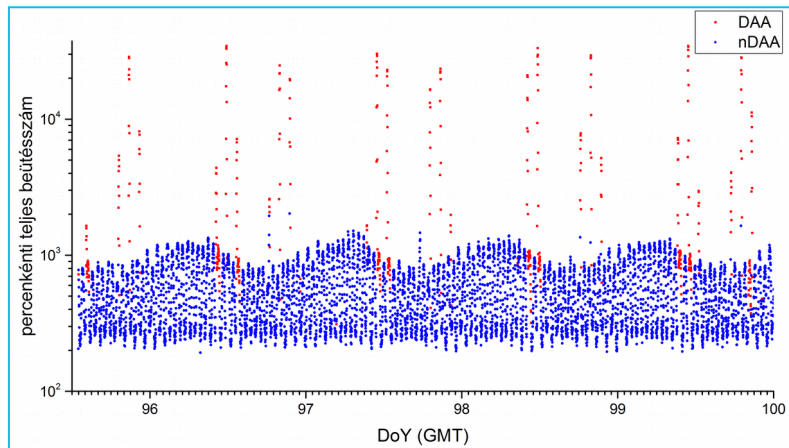
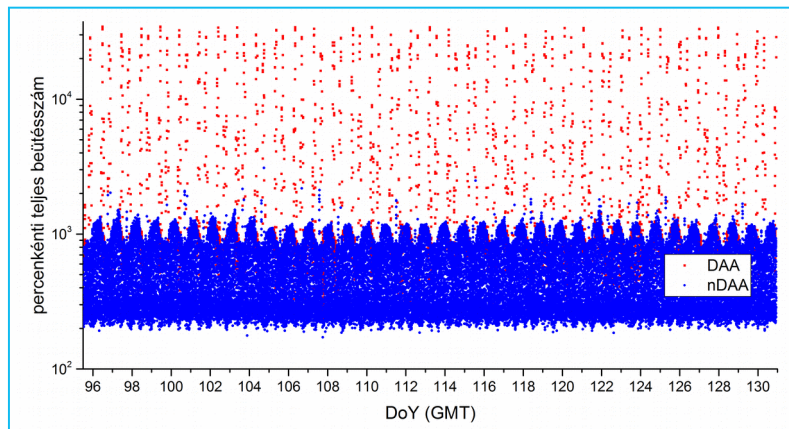
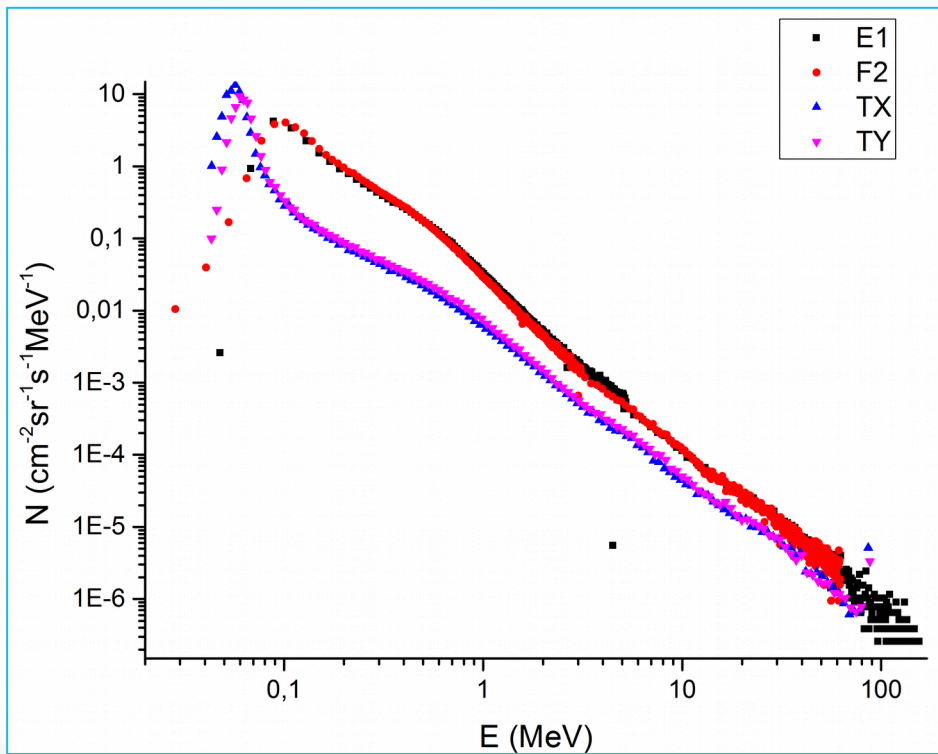


➤ ≈24 órás periódus

➤ DAA áthaladások:

➤ 8 h; 16 h; 8 h; 16 h ...





Kapcsolat

ESEO TRITEL csapat:

e-mail: zabori.balazs@energia.mta.hu
(Zábori Balázs)

<http://eduspace.energia.mta.hu>

MTA EKI Űrdozimetriai Kutatócsoport:

e-mail: hirn.attila@energia.mta.hu
(Hirn Attila)


Web: <http://energia.mta.hu/hu>

Szervezeti egységek

→ **Sugárvédelmi Laboratórium**

→ **Űrdozimetriai Kutatócsoport**



A photograph of a Space Shuttle launch. The shuttle is ascending vertically, leaving a large, bright orange and yellow plume of fire and white smoke. The launch is taking place on a launch pad with several tall service towers visible in the background. The sky is clear and blue.

Köszönöm a figyelmet!

hirn.attila@energia.mta.hu

Kérdések?

- Mi a kozmikus ugárzás elleni természetes védelem három eleme/szintje?
 - a Föld légköre
 - a föld mágneses tere
 - a napszél (a galaktikus komponenst gyengíti)
- Soroljon fel két, a Nemzetközi Űrállomáson jelenleg is méréseket végző magyar fejlesztésű dózismérő rendszert!
 - Pille
 - TRITEL



Kérdések?

- Milyen típusú detektorok alkotják a TRITEL teleszkópjait?
 - félvezető (szilícium) detektorok
- Miért kell a TRITEL-ben három teleszkóp?
 - A tér minden irányában érzékeny legyen (a kozmikus sugárzási tér anizotróp).
- A földi háttérsugárzás okozta dózishoz képest nagyságrendileg mennyivel nagyobb az űrhajósok dózisa a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén?
 - Közel két nagyságrenddel nagyobb.

