

# Első mérések a TRITEL dozimetriai rendszerrel a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén

Hirn Attila<sup>\*1</sup>, Apáthy István<sup>1</sup>, Bodnár László<sup>†2</sup>, Csőke Antal<sup>1</sup>, Deme Sándor<sup>1</sup>,  
Pázmándi Tamás<sup>1</sup>, Szántó Péter<sup>1</sup>, Zábori Balázs<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA Energiatudományi Kutatóközpont (\*[hirn.attila@energia.mta.hu](mailto:hirn.attila@energia.mta.hu))

<sup>2</sup>BL-Electronics Kft.

XXXVIII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam  
Hajdúszoboszló, 2013. április 24.

# Finanszírozás



- A TRITEL-SURE kísérlet (feljuttatás, üzemeltetés):

EU FP6 terhére meghirdetett SURE program keretében (RITA-CT-2006-026069)



- Fejlesztés, megépítés, tesztelés:  
ESA PECS 98057



- Adatkiértékelés:  
ESA PECS (szerződéskötés folyamatban)



# Együttműködés



- MTA EK Űrdozimetriai Kutatócsoport



- BL-Electronics Ltd.

Bodnár László (1961–2012)

**BL-Electronics Kft.**

- Günther Reitz (DLR)



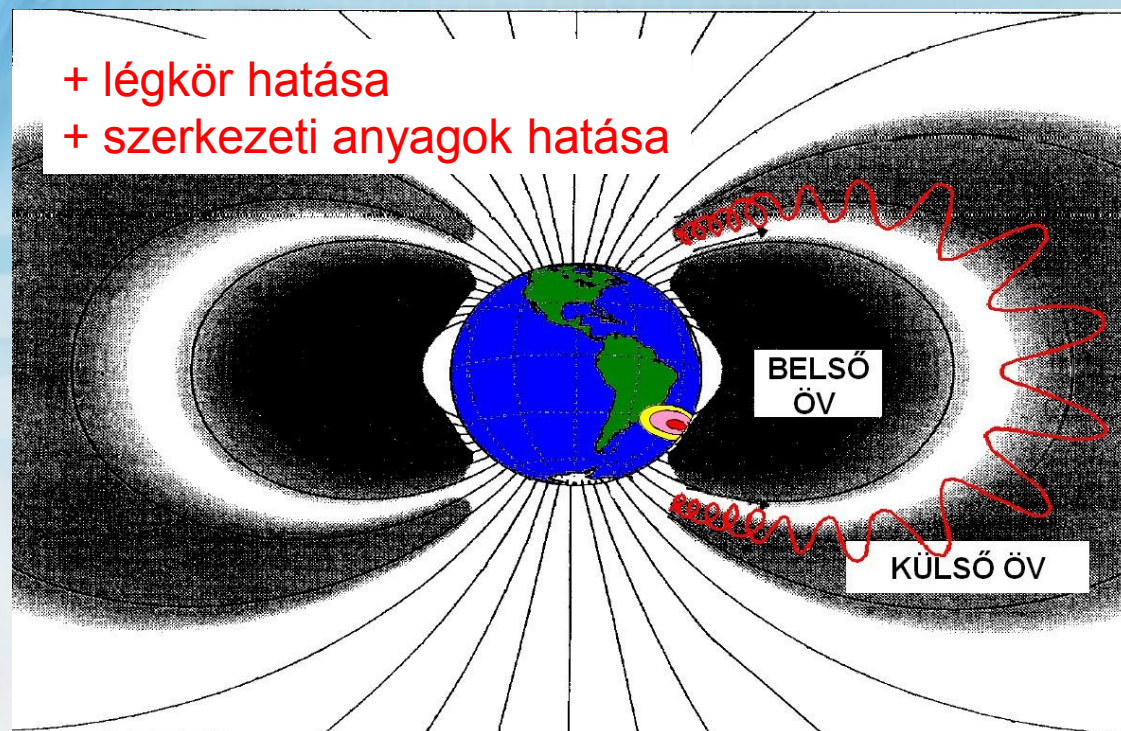
- Sönke Burmeister (CAU, Kiel)  
*DOSTEL*



# Cél

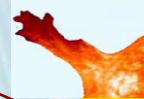
- Dozimetriai célú mérések a Columbus laboratóriumban  
(Európai Fiziológiai Modul, Utility Panel Area)
- Aktív és passzív dózismérőkkel, közel egyenletes érzékenységgel a tér minden irányában
- Összevetés, korrekciók, keresztkalibráció
- A sugárzás anizotrópiájának vizsgálata

# A kozmikus sugárzási tér alacsony Föld körüli pályán



galaktikus komponens

Korona-  
kidobódás



szoláris  
komponens

# Sugárvédelem a világűrben

## A földi szabályozásban

- egyenérték dózis:

$$H_T = \sum_R D_{T,R} \cdot w_R$$

$$[1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}]$$

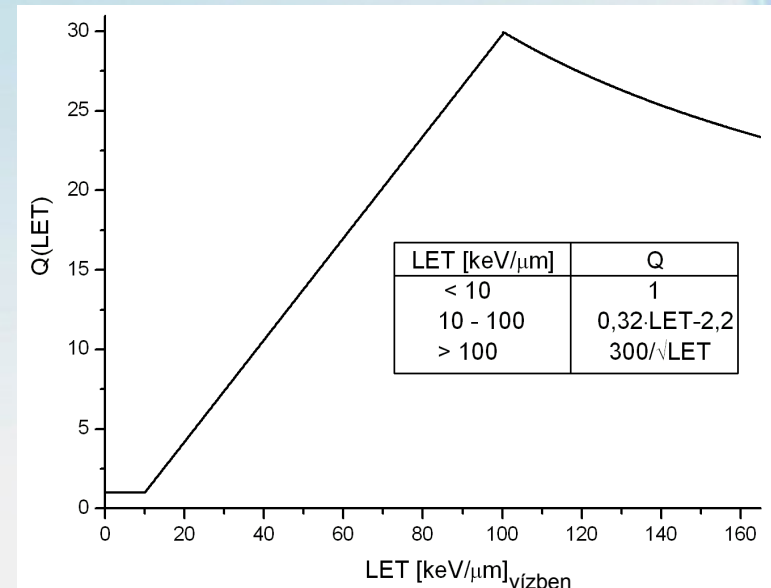
- $w_R$  sugárzási súlytényező:

- $\beta, \gamma$ : 1
- $\alpha$ : 20
- $n$ : energiafüggő

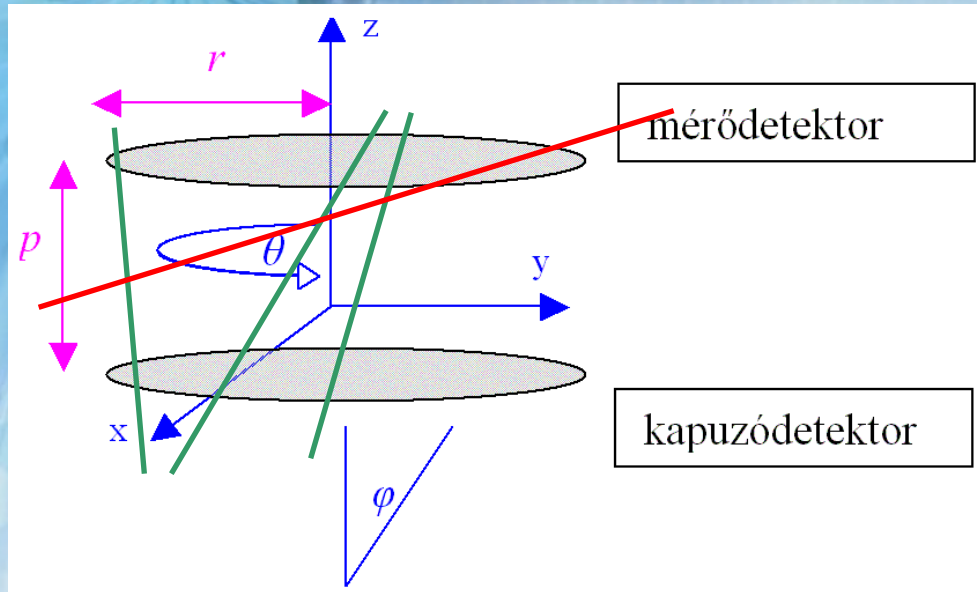
## Az űrügynökségek által alkalmazott megközelítés

- T szövetben az átlagos dózisegyenérték :  $H_{T,Q} = Q_T D_T$

$$Q_T = \frac{1}{m_T D_T} \int_{m_T}^{L=\infty} \int_{L=0} Q(L) D_L dL dm$$



# 1D teleszkóp



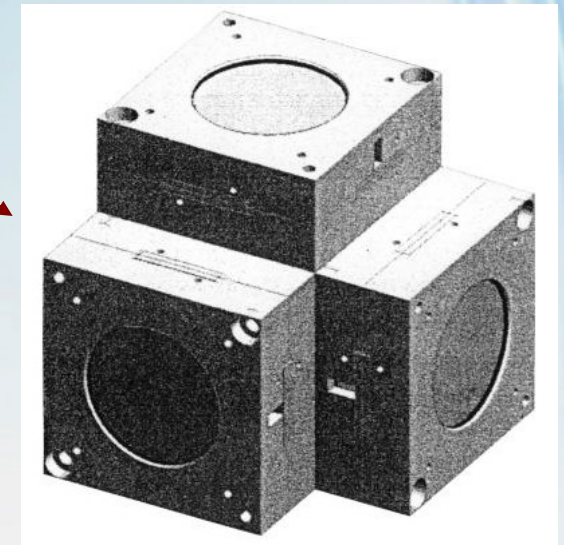
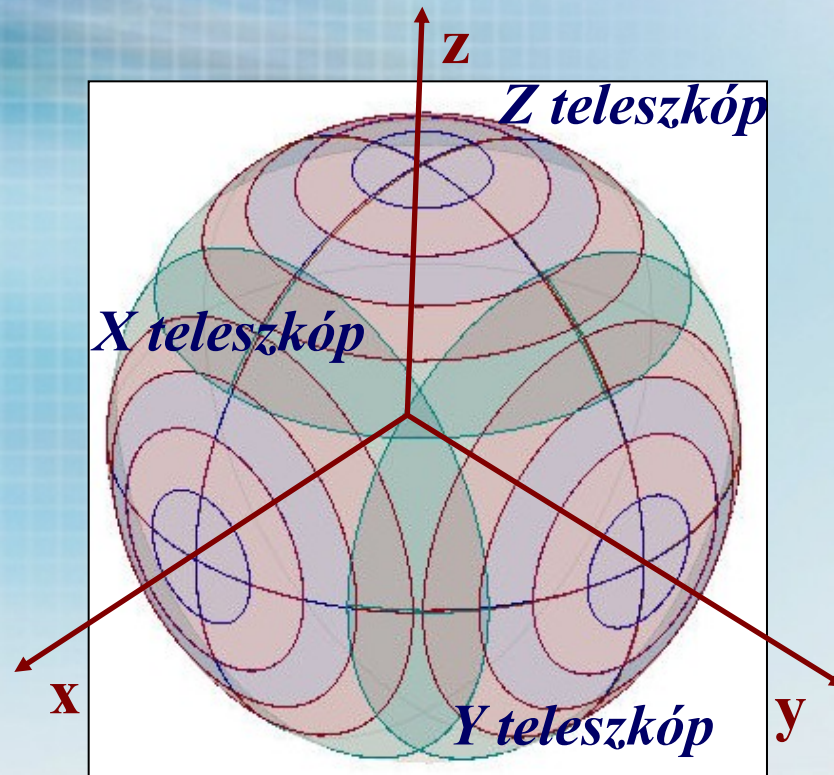
- Egytengelyű teleszkópok:  
 +: hosszú idejű stabilitás,  
 megfelelő jel/zaj viszony  
 -: erős irányfüggés

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

# TRITEL

## TRITEL

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

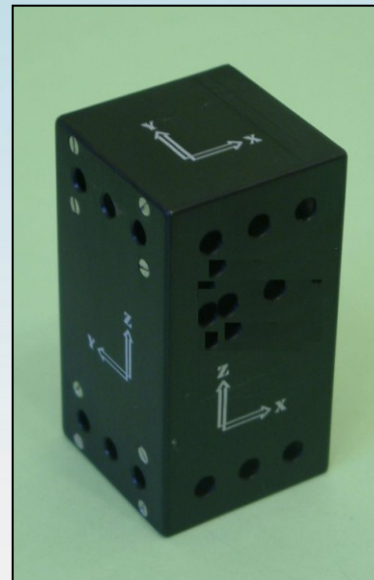
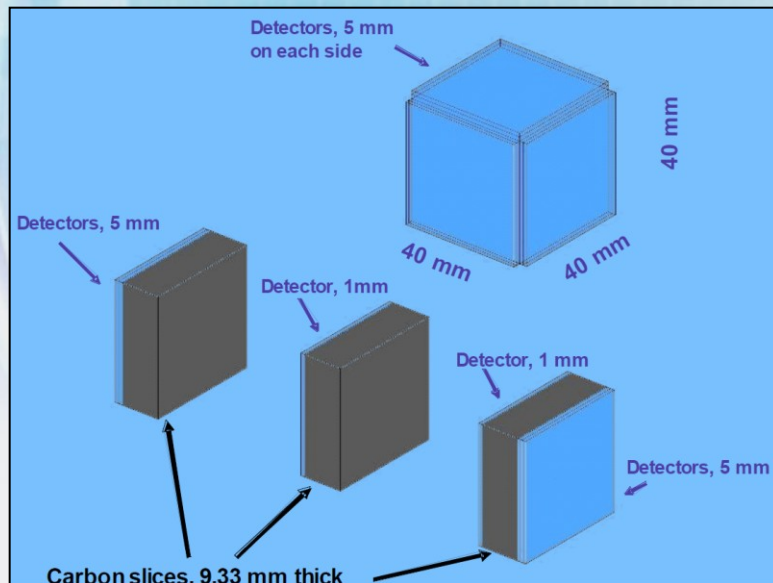
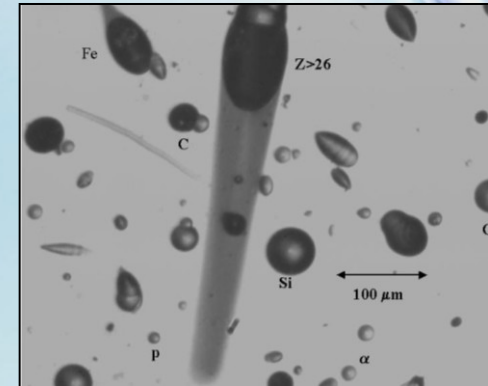


# TRITEL

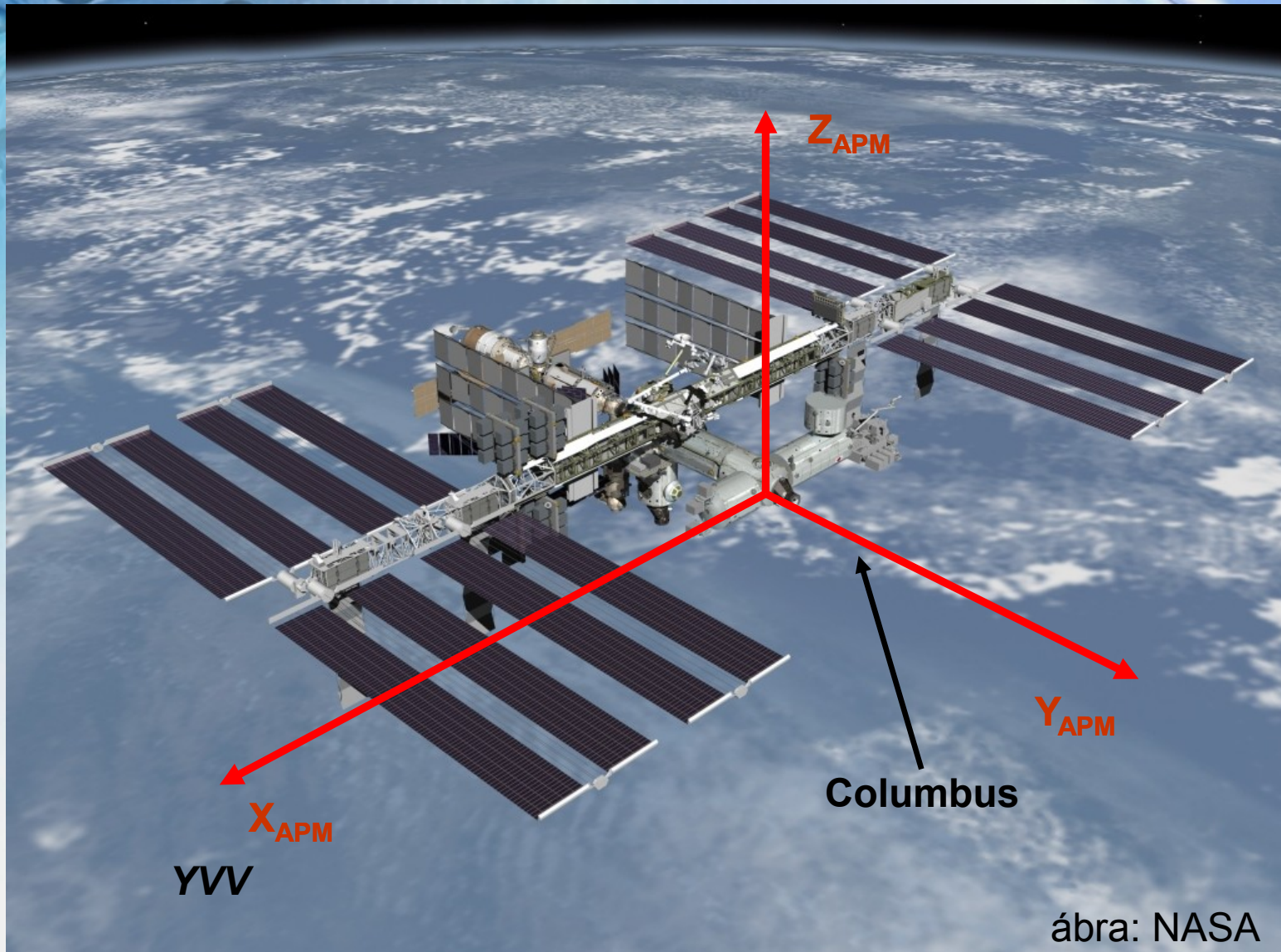
- $\Delta E$  mérés: 60 keV – 83 MeV  
(kvázilogaritmikus spektrumok)
- $\rightarrow$  LET: 0,2 keV/ $\mu\text{m}$  – 120 keV/ $\mu\text{m}$  vízben
- 10 percenként leadott energia spektrumok
- időspektrumok (1 perces időfelbontásban)
- a Dél-atlanti anomálián történő áthaladás járulékát külön spektrumokban gyűjtjük
- Energiakalibráció:  $^{210}\text{Po}$  ( $E_{\alpha}=5,3$  MeV);  $^{241}\text{Am}$  ( $E_{\gamma}=59$  keV)

# Passzív detektoros összeállítás

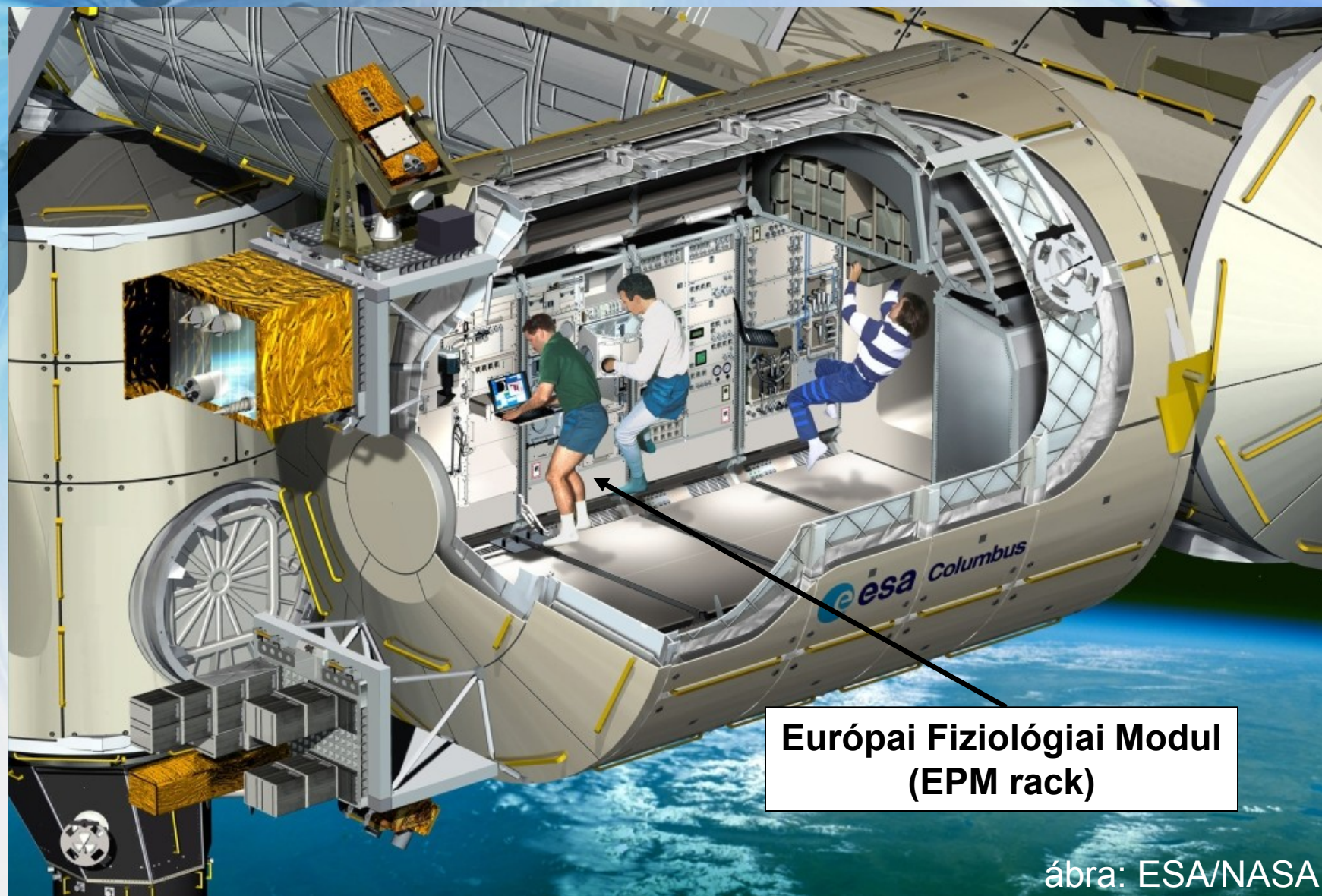
PDP: nyom- és TL detektorokat  
tartalmazó 3D összeállítás  
(kis és nagy LET-értékű sugárzások  
dózisának a mérésére)



# TRITEL a Columbus modulban



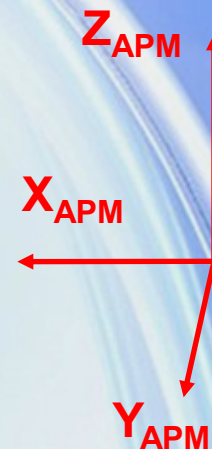
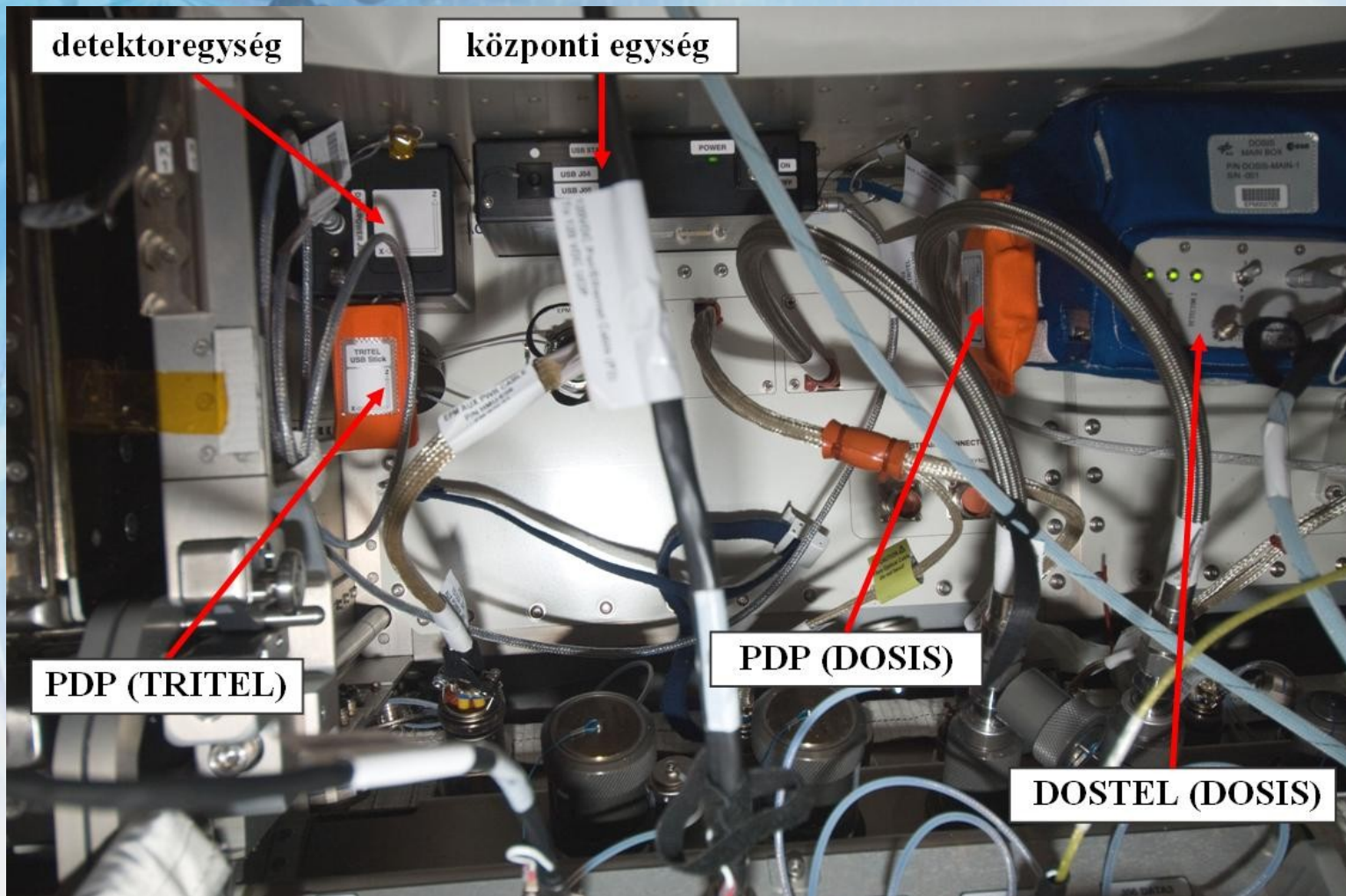
# TRITEL a Columbus modulban



**Európai Fiziológiai Modul  
(EPM rack)**

ábra: ESA/NASA

# TRITEL a Columbus modulban

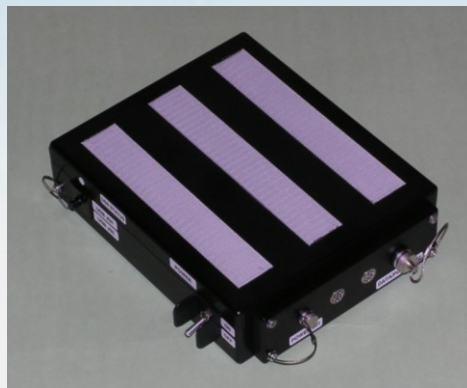
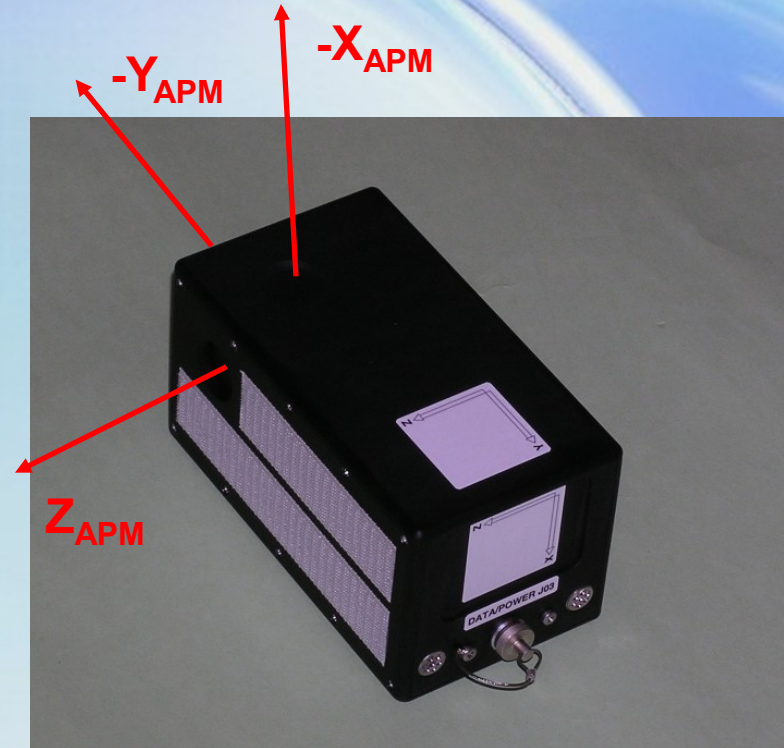
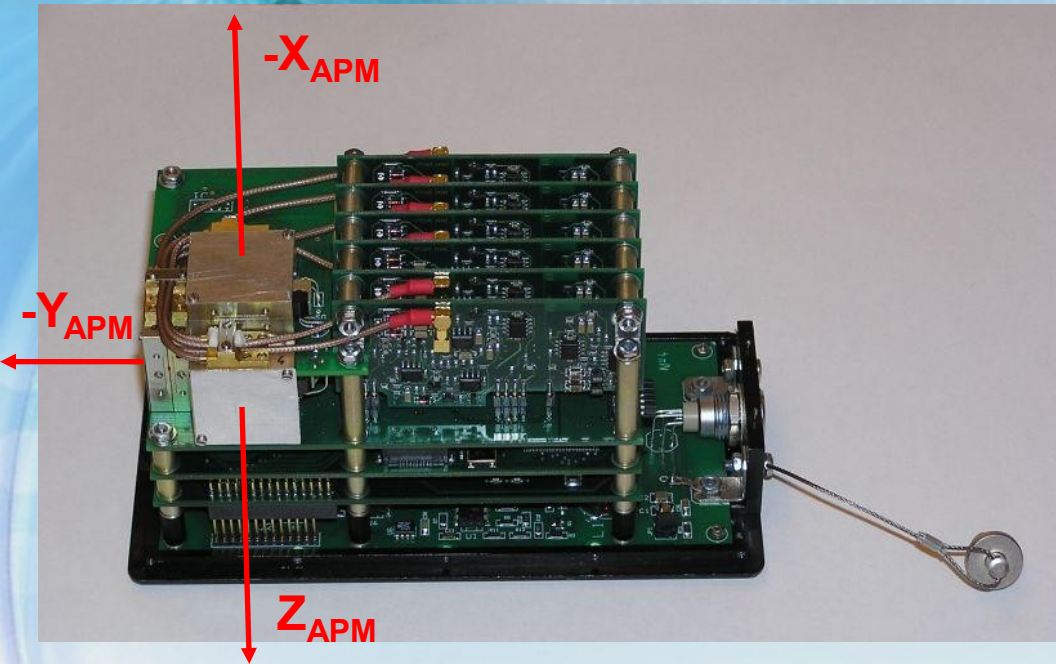


Teleszkópok:

- X irányban
- Y irányban
- +Z irányban

Fotó: ESA/NASA

# TRITEL a Columbus modulban

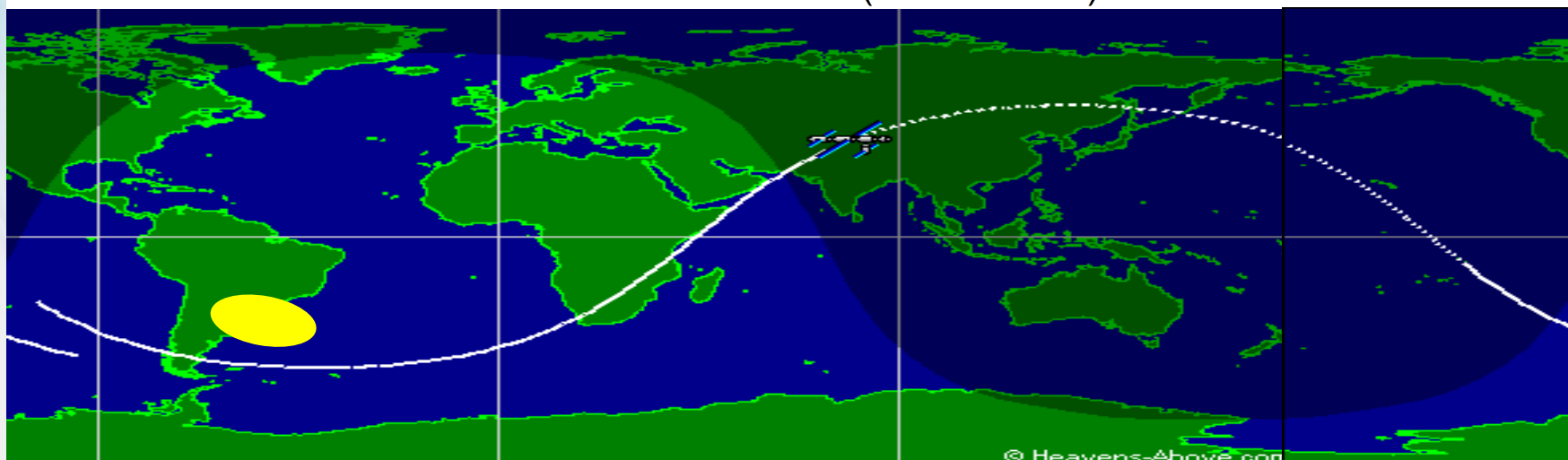
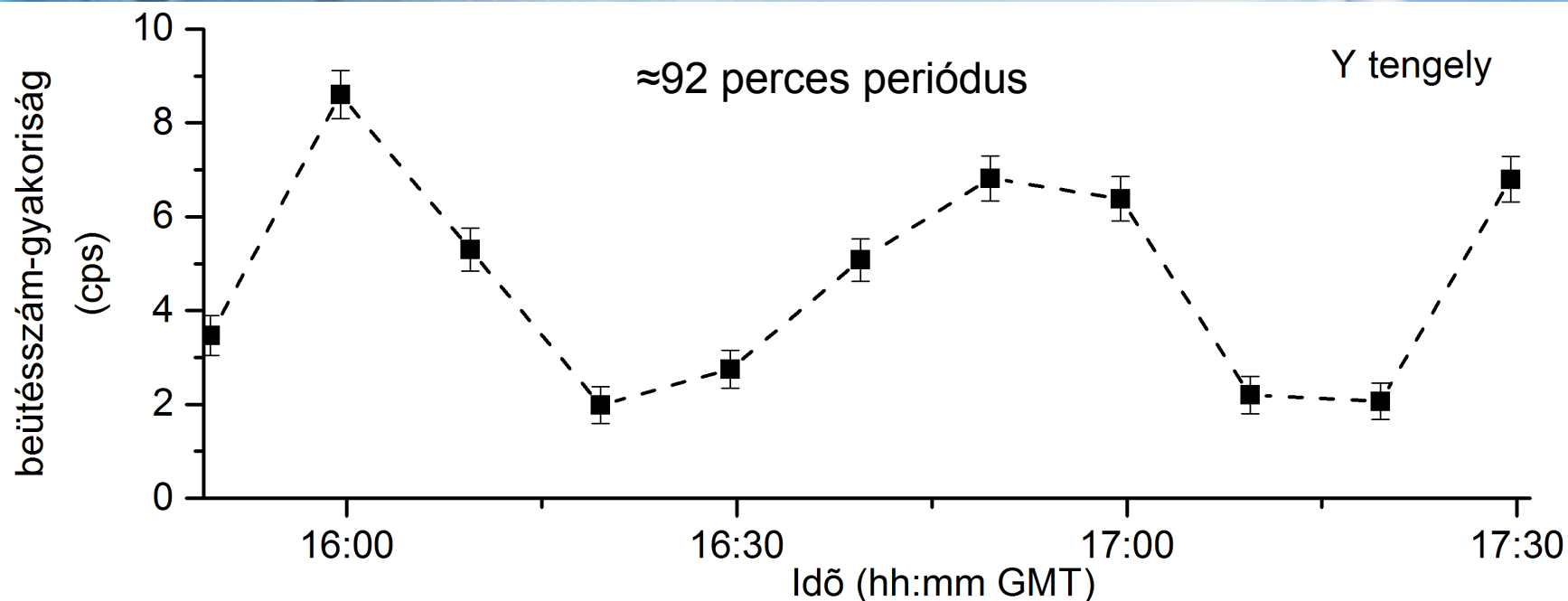


# TRITEL-SURE történelem (ISS)

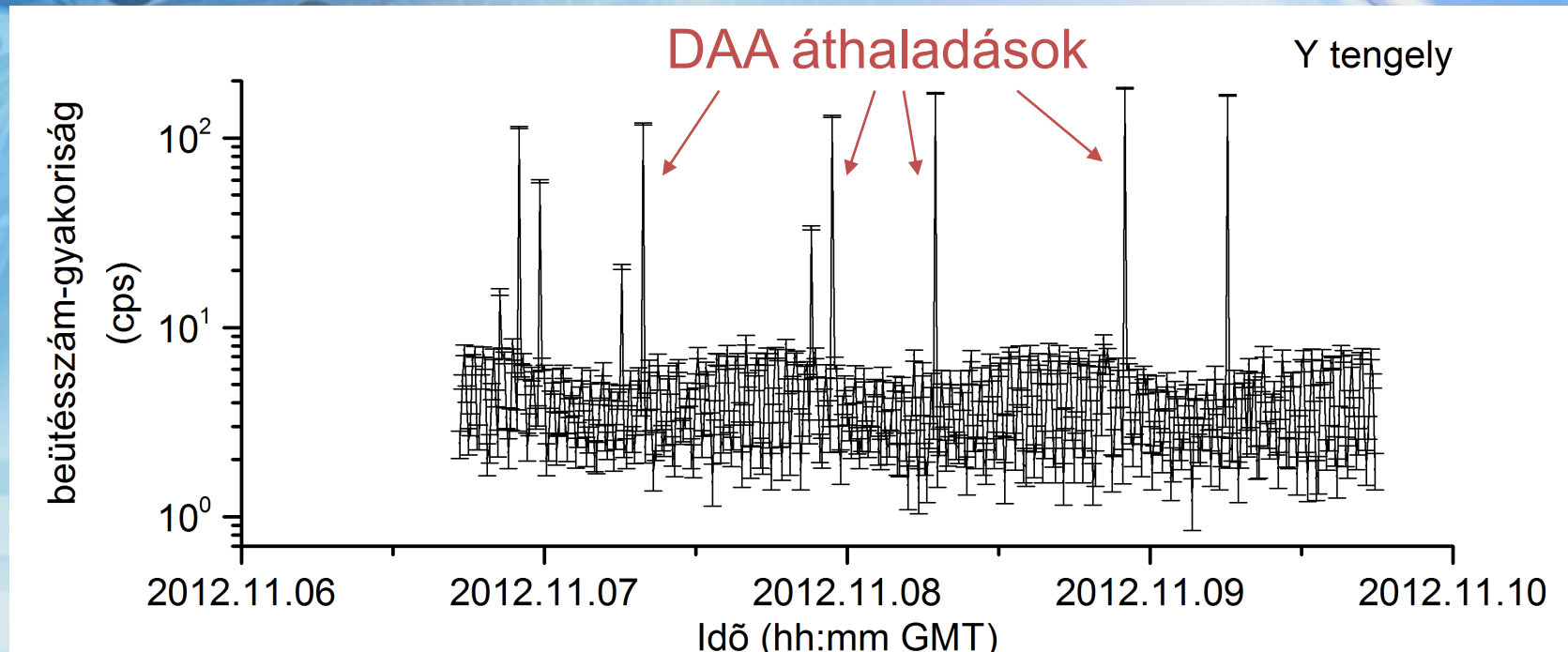


- Felbocsátás (aktív HW):  
Progressz M-17M (ISS-49P), 2012. október 31. ☺
- Telepítés/bekapcsolás (aktív HW):  
Columbus modul, 2012. november 6. ☺
- Előzetes adatletöltés  
Columbus modul, 2012. november 9. ☺
- Felbocsátás/telepítés (passzív HW)  
Szojuz TMA-07M (ISS-33S), Columbus modul, 2012. december 19. ☺
- „Bónusz” adatletöltés  
Columbus modul, 2013. március 17. ☺
- *Adatletöltés*  
*Columbus modul, 2013 májusa*
- *PDP és pendrive visszahozatal, detektoregység átadás?*  
*Szojuz TMA-07M (ISS-33S), 2013. május 14. (?)*

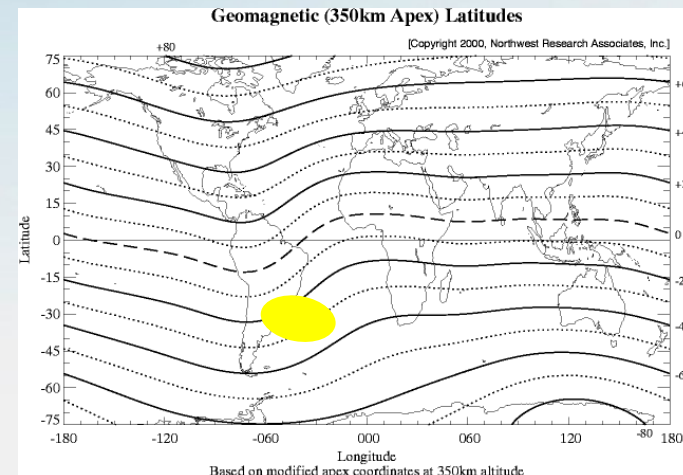
# TRITEL időspektrumok



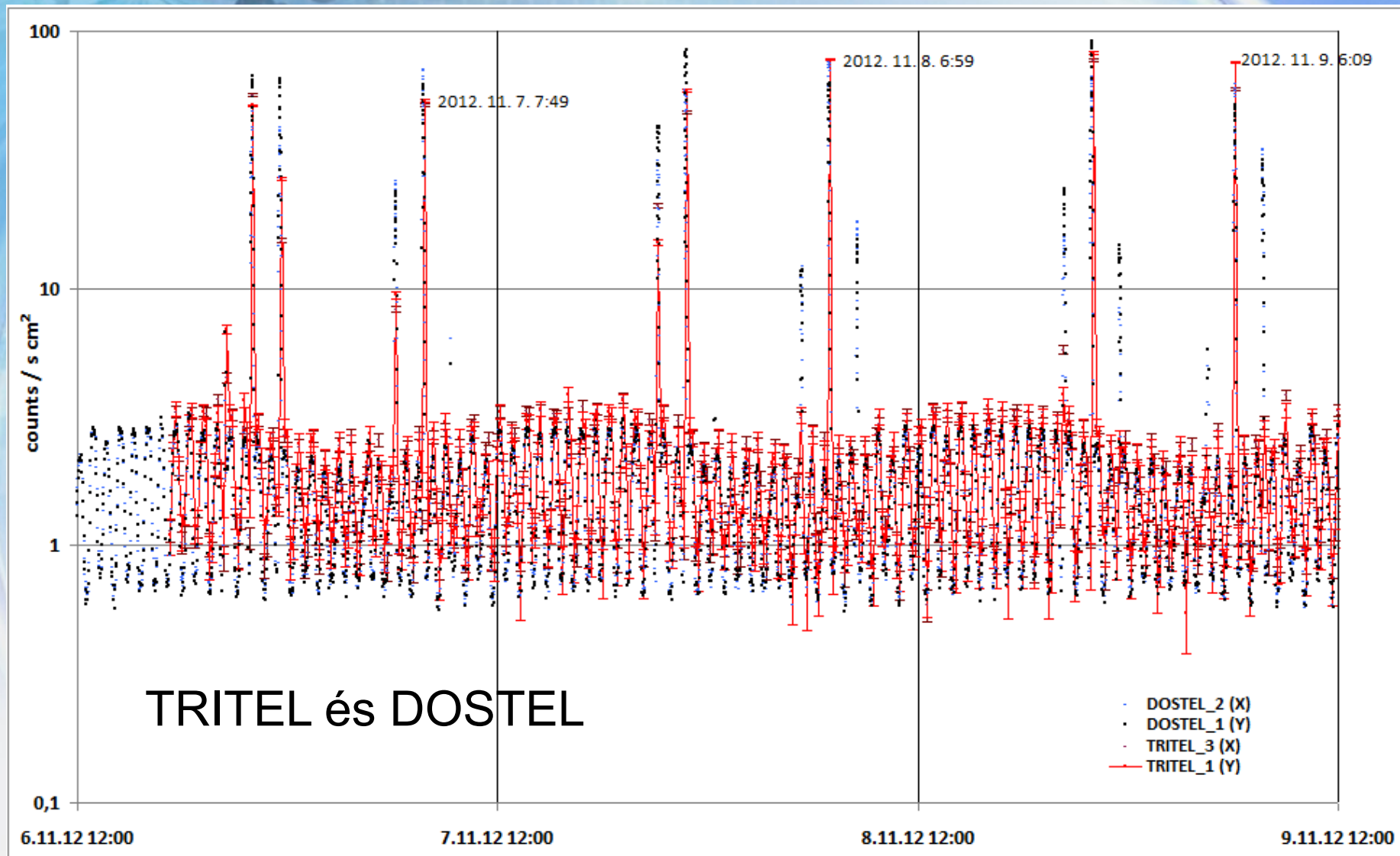
# TRITEL időspektrumok



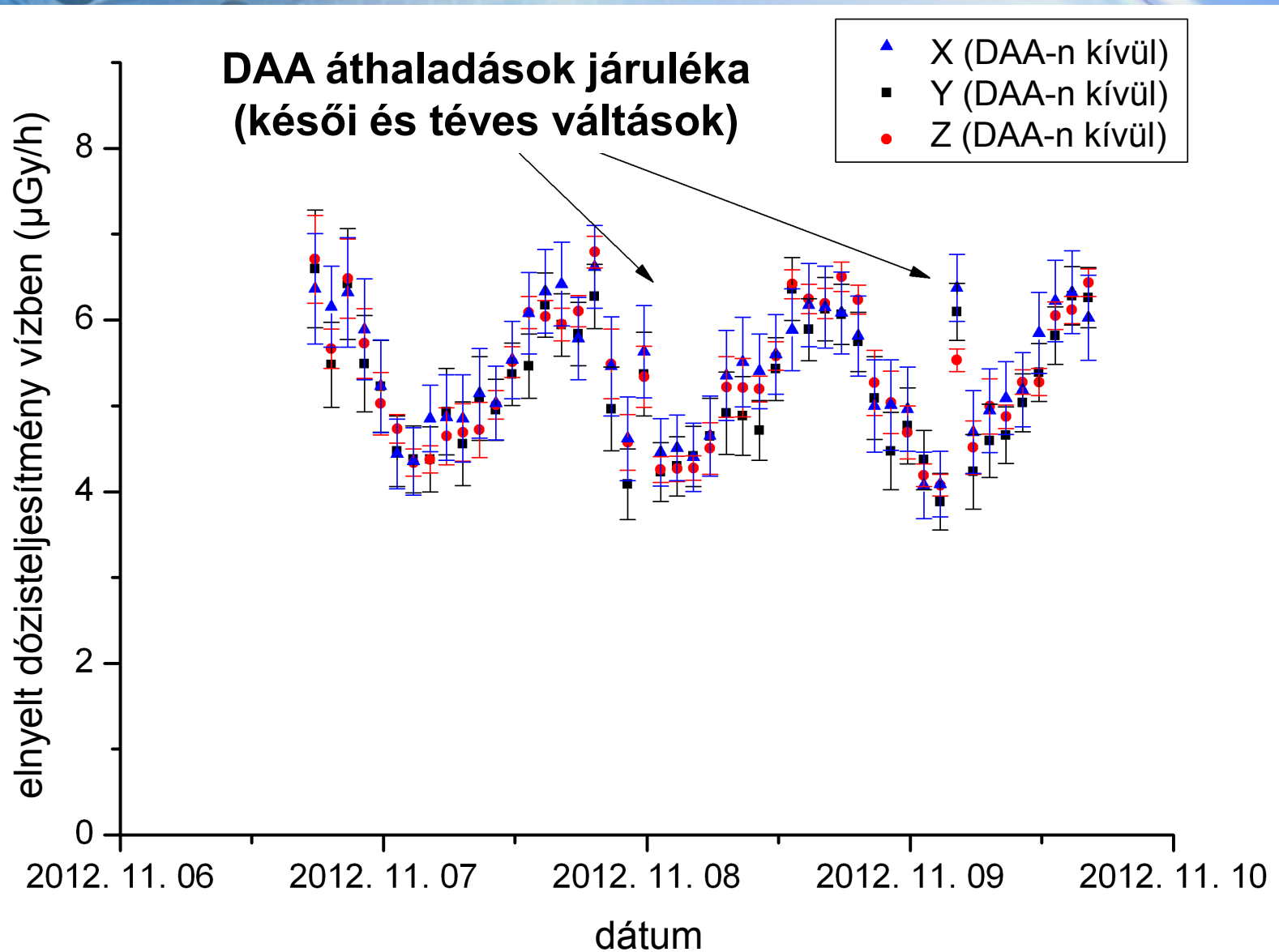
- $\approx 24$  órás periódus
- DAA áthaladások:
  - 8 h; 16 h; 8 h; 16 h ...



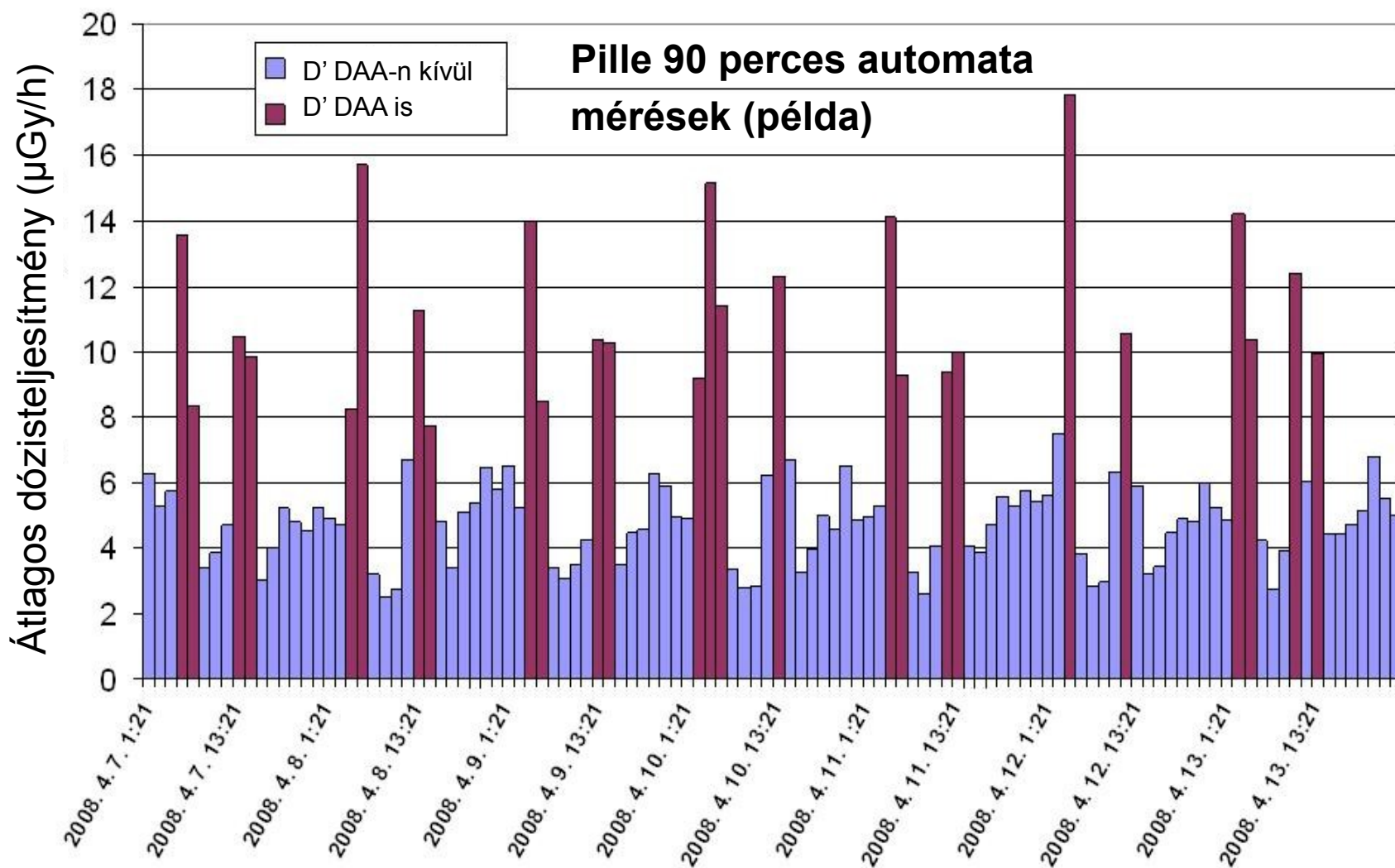
# TRITEL időspektrumok



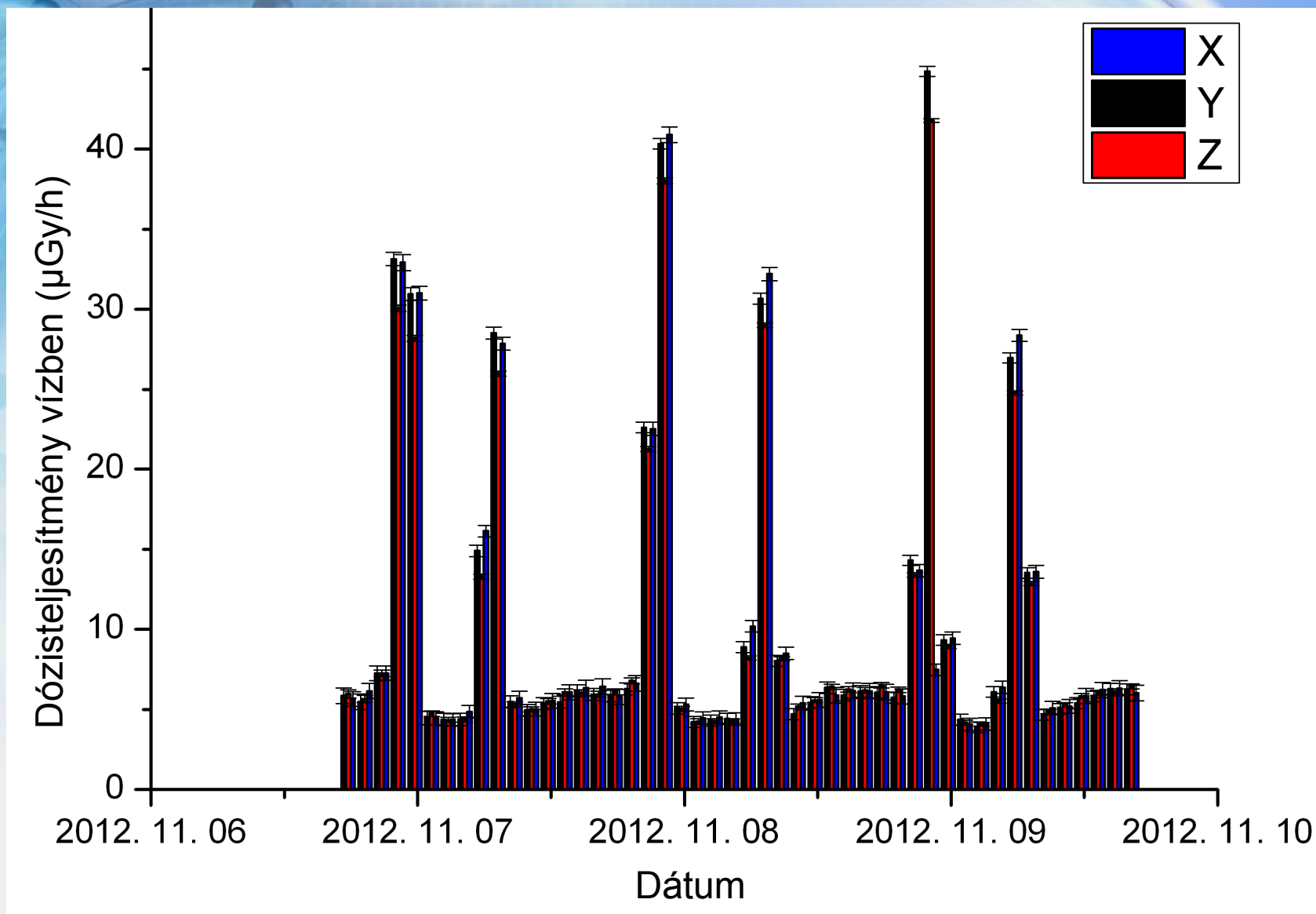
# TRITEL dózisteljesítmények



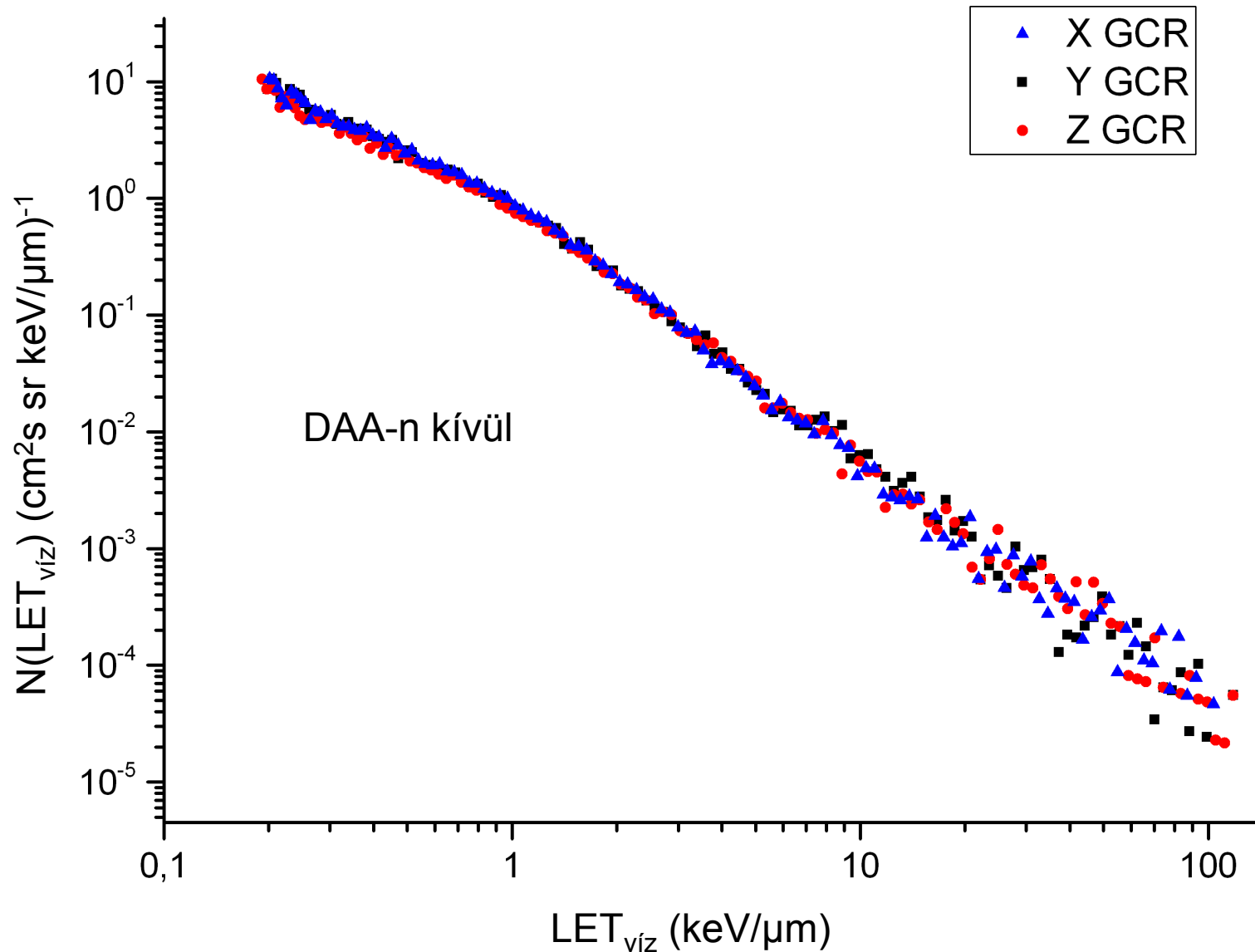
# 90 perces átlagos dózistelj.



# 90 perces átlagos dózistelj.



# Példa LET spektrumokra



# Összehasonlítás korábbi DOSTEL mérésekkel

2012. november 8.:

- DAA járulék a napi átlagban:
  - X:  $130 \mu\text{Gy/d} \pm 10 \mu\text{Gy/d}$
  - Y:  $130 \mu\text{Gy/d} \pm 10 \mu\text{Gy/d}$
  - Z:  $117 \mu\text{Gy/d} \pm 10 \mu\text{Gy/d}$
- DAA-n kívüli járulék a napi átlagban:
  - X:  $123 \mu\text{Gy/d} \pm 10 \mu\text{Gy/d}$
  - Y:  $148 \mu\text{Gy/d} \pm 8 \mu\text{Gy/d}$
  - Z:  $124 \mu\text{Gy/d} \pm 4 \mu\text{Gy/d}$

Küldetésre átlagolt dózis-  
teljesítmények a MIR-en  
(DOSTEL, Oct. '97–Jan. '98)

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12440435>)

- DAA járulék a napi átlagban:

$123 \mu\text{Gy/d} \pm 13 \mu\text{Gy/d}$

- DAA-n kívüli járulék a napi átlagban:

$126 \mu\text{Gy/d} \pm 4 \mu\text{Gy/d}$

# Összehasonlítás korábbi DOSTEL mérésekkel

- Minőségi tényezők:

- 2013. november 7.  
(nem DAA):

- X:  $3,4 \pm 0,3$

- Y:  $3,2 \pm 0,1$

- Z:  $4,5 \pm 0,2$

- 2013. november 8.  
(nem DAA):

- X:  $3,5 \pm 0,4$

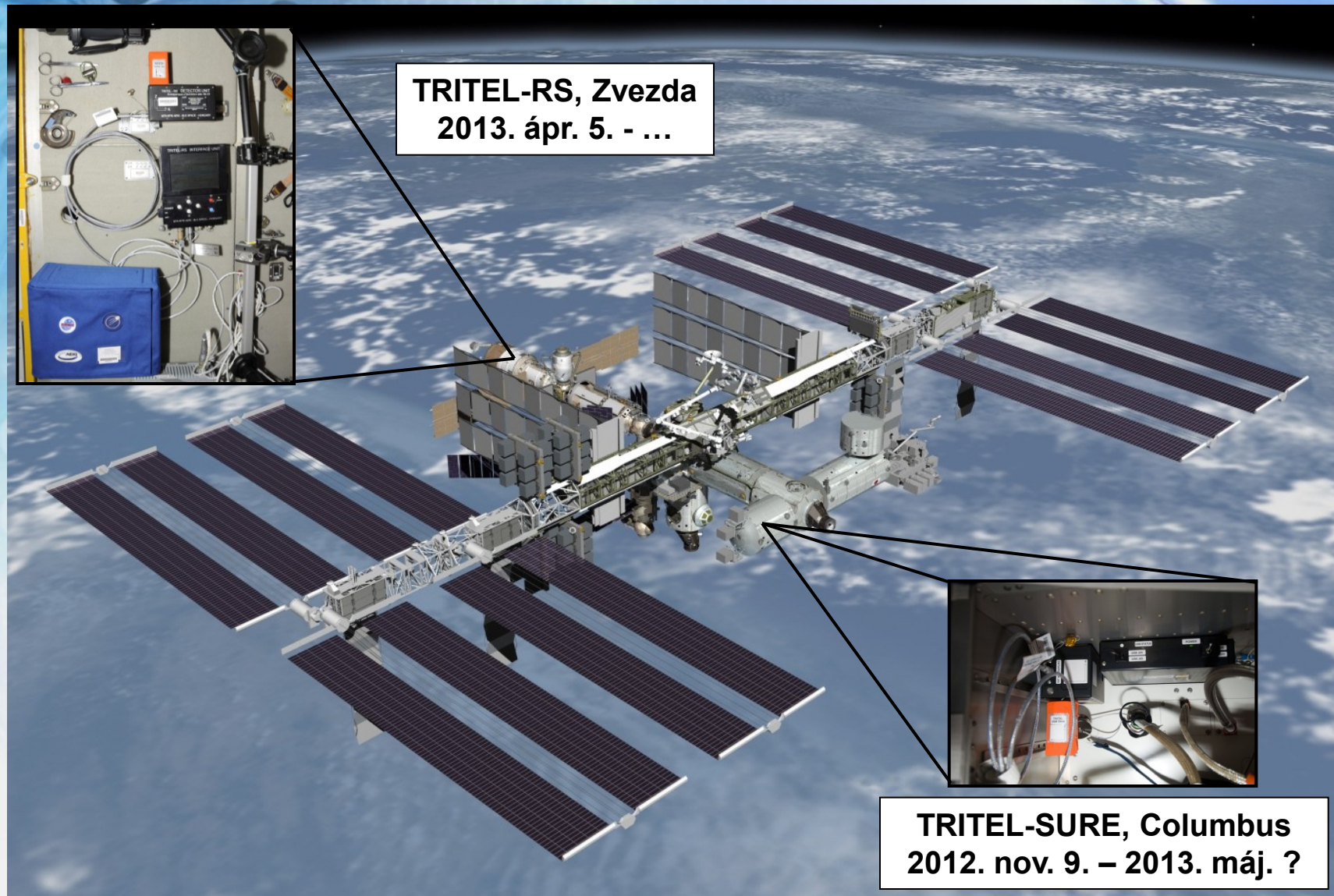
- Y:  $3,6 \pm 0,1$

- Z:  $4,3 \pm 0,2$

- Küldetésre átlagolt dózis-  
teljesítmények a MIR-en  
(DOSTEL, Oct. '97–Jan. '98)  
([http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/  
12440435](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12440435))

(nem DAA):  $3,5 \pm 0,2$

...és 2013. április 5. óta



**TRITEL-RS, Zvezda**  
2013. ápr. 5. - ...

**TRITEL-SURE, Columbus**  
2012. nov. 9. – 2013. máj. ?

The background of the slide is a photograph of a Space Shuttle launching. The shuttle is ascending vertically, leaving a large, bright orange and yellow plume of fire and white smoke. It is flanked by two tall, slender service towers. The launch takes place in a flat, open landscape under a clear blue sky.

*Köszönöm a megtisztelő figyelmet!*

[hirn.attila@energia.mta.hu](mailto:hirn.attila@energia.mta.hu)