



NÍVÓDÍJ pályázat

SZILÍCIUM DETEKTOROS TELESZKÓPOK A KOZMIKUS SUGÁRZÁS MÉRÉSÉRE

**Deme S., Apáthy I., Bodnár L.†*, Csőke A., Hirn A.,
Pázmándi T., Szántó P., Zábori B.**
deme@aeki.kfki.hu

MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

**BL-Electronics, Budapest*

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

Dózismérés a Nemzetközi Űrállomáson

**A mérés végcélja: az űrállomáson dolgozók
effektív dózisának becsléséhez adatok:**

- mérés az űrállomáson belül (állandó terhelés)**
 - mérés az űrállomáson kívül (eseti terhelés)**
-

***Az űrállomásokon történő dózisméréssel hazánk
1980 óta folyamatosan vesz részt az űrkutatásban***

Lépések (KFKI, AEKI, EK)

1. Az elnyelt dózis meghatározása termolumineszcens (TL) dózismérővel, földi dózismérő kiértékeléssel –TLD 04, 1970-es években.
2. Az elnyelt dózis meghatározása TL dózismérővel, fedélzeti kiértékeléssel – Pille, 1980-tól, jelenleg is, már szolgálati dózismérő az orosz szegmensben.
3. Űrállomáson kívüli tevékenység (ÜKT) dózismérése a Pille alkalmazásával 1990-es évektől.
4. A dózisegyenérték és dózisegyenérték-teljesítmény meghatározása szilícium detektoros teleszkóppal – TRITEL, 2012-től.
5. Az effektív dózis becslése a dózisegyenérték több mélységben történő mérése révén LINTEL, ~2014-2015-től.
6. Az űrállomáson kívüli dózisteljesítmény irányfüggésének mérése – PENTEL, ~ 2014-2015-től.

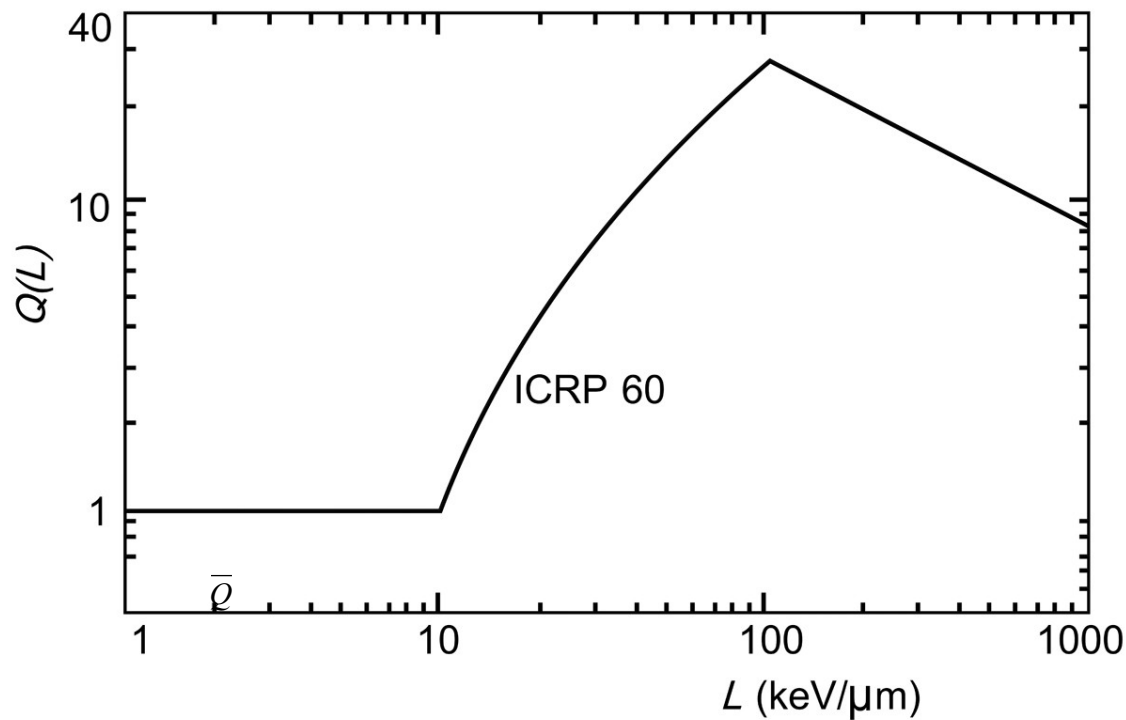
Egy kis kitérő: dózisegyenérték vagy egyenértékdózis?

Egyenértékdózis. A $H_{T,R}$ mennyiséget a $H_{T,R} = D_{T,R} * w_R$ kifejezés határozza meg, ahol $D_{T,R}$ az R típusú sugárzástól származó, a T testszövetre, illetve szervre átlagolt elnyelt dózis, w_R pedig az R típusú sugárzás súlytényezője.

Dózisegyenérték (H) a testszövet egy meghatározott pontján elnyelt dózis (D) és ugyanazon a helyen az adott sugárzás minőségi tényezőjének (Q) a szorzata.

Módszerünknel nem w_R sugárzási súlytényezőt használunk, ami például protonra 5 (ICRP 60) vagy 2 (ICRP 103), alfára 20, hanem a LET (lineáris energiaátadási) spektrum alapján átlag minőségi tényezőt számítunk és ezért dózisegyenértéket alkalmazunk.

Az ürdozimetriában a dózisegyenérték kifejezés az általános.



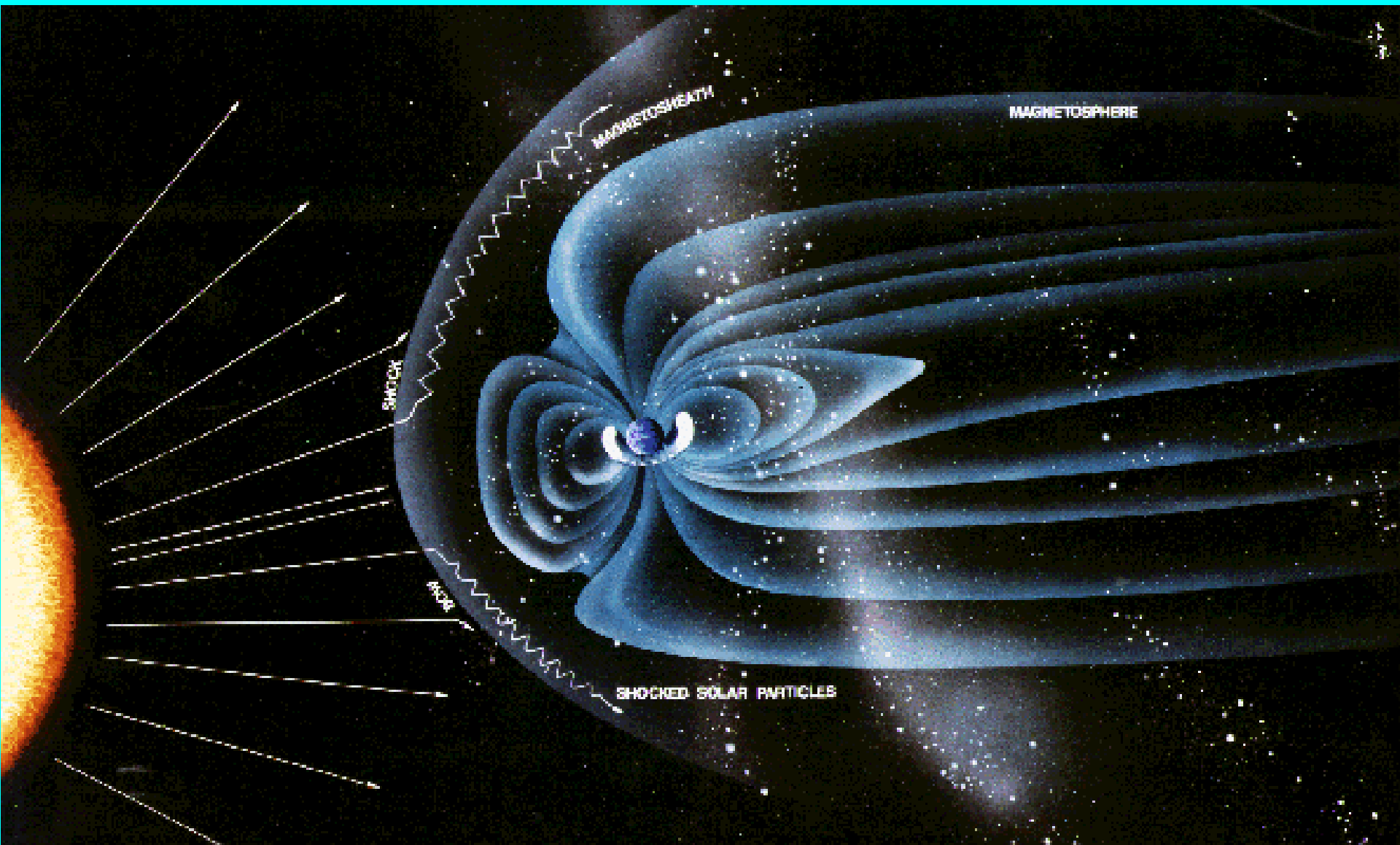
A minőségi tényező $Q(L)$ függése az L lineáris energiaátadási tényezőtől

A függvény segítségével tetszőleges minőségű és energiaeloszlású ionizáló sugárzás átlag minőségi tényezője a következő módon számítható ki:

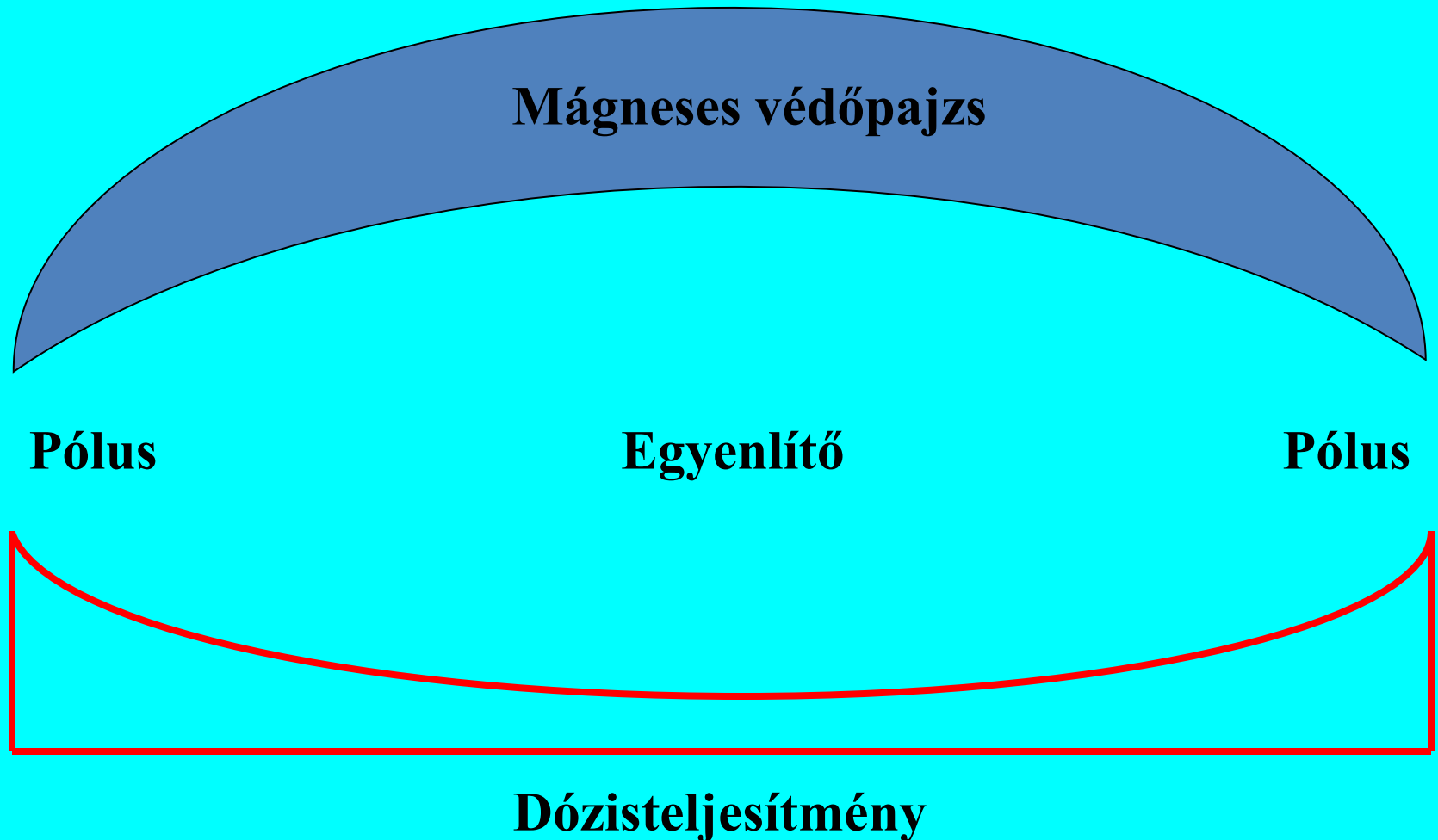
$$\bar{Q} = \frac{1}{D} \int_0^{\infty} Q(L) D_L \, dL$$

A sugárzási tér a földközeli pályákon

A Föld magnetoszférája és hatása a Nap részecske sugárzására

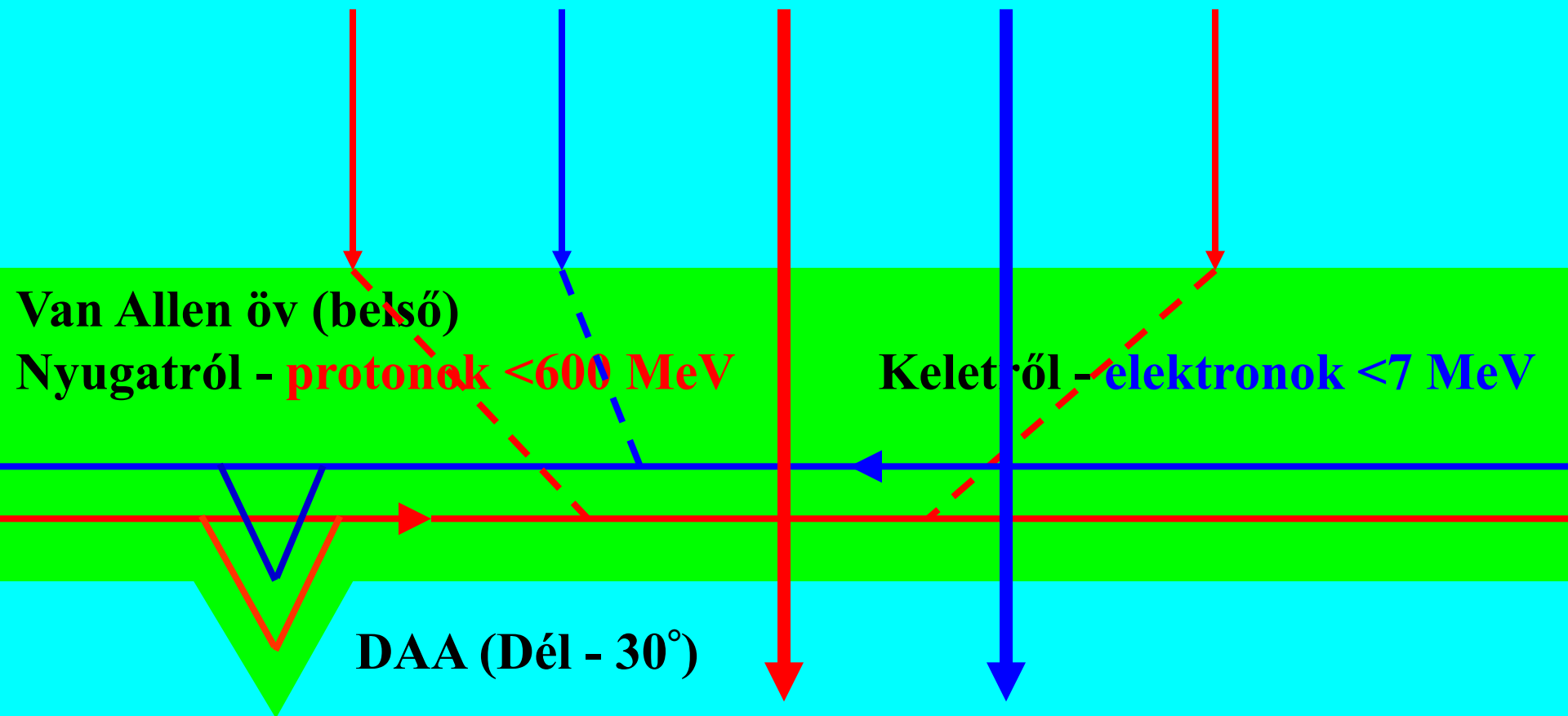


Sugárzás az űrállomás magasságában

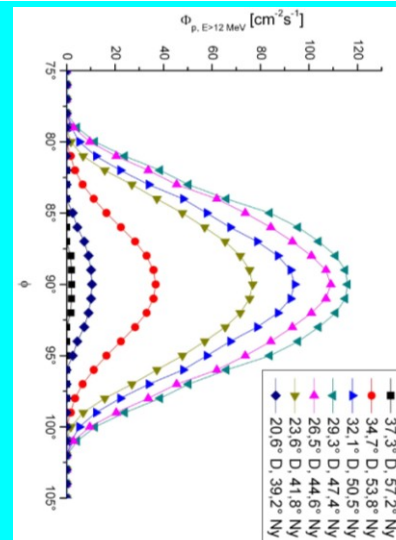
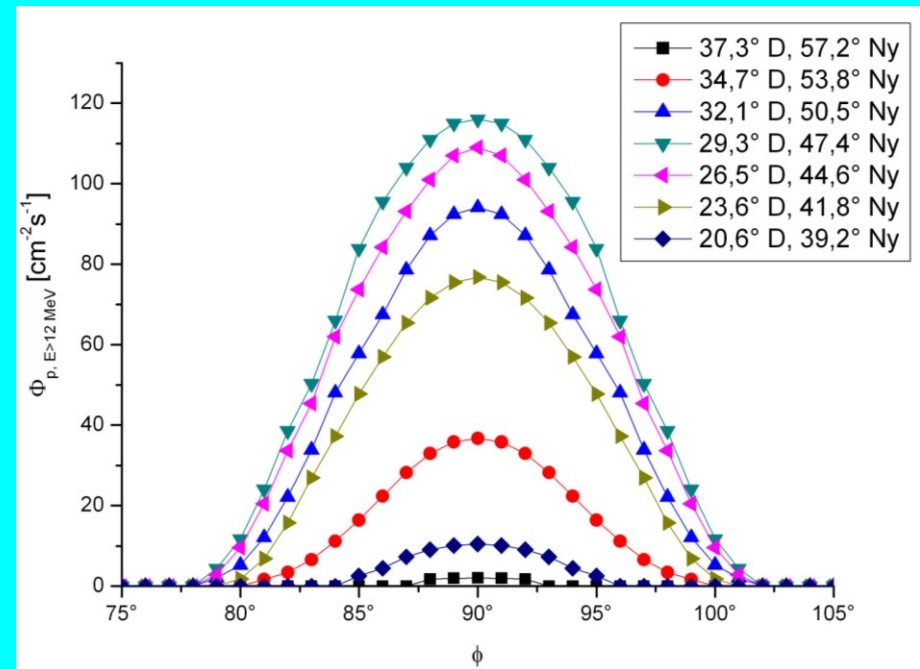
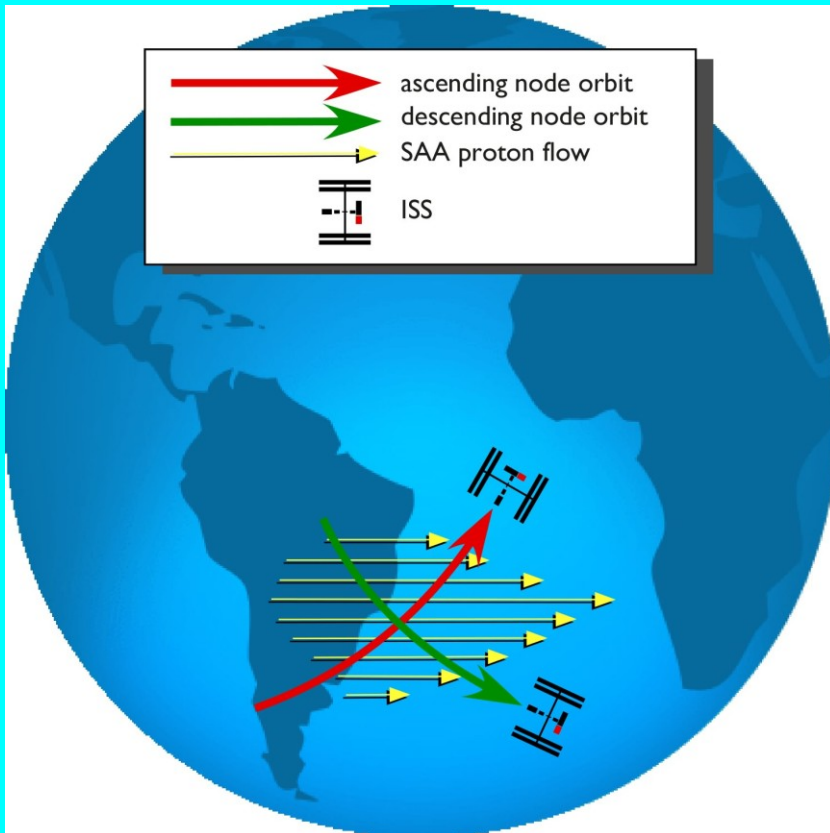


Sugárzás a földközeli pályákon

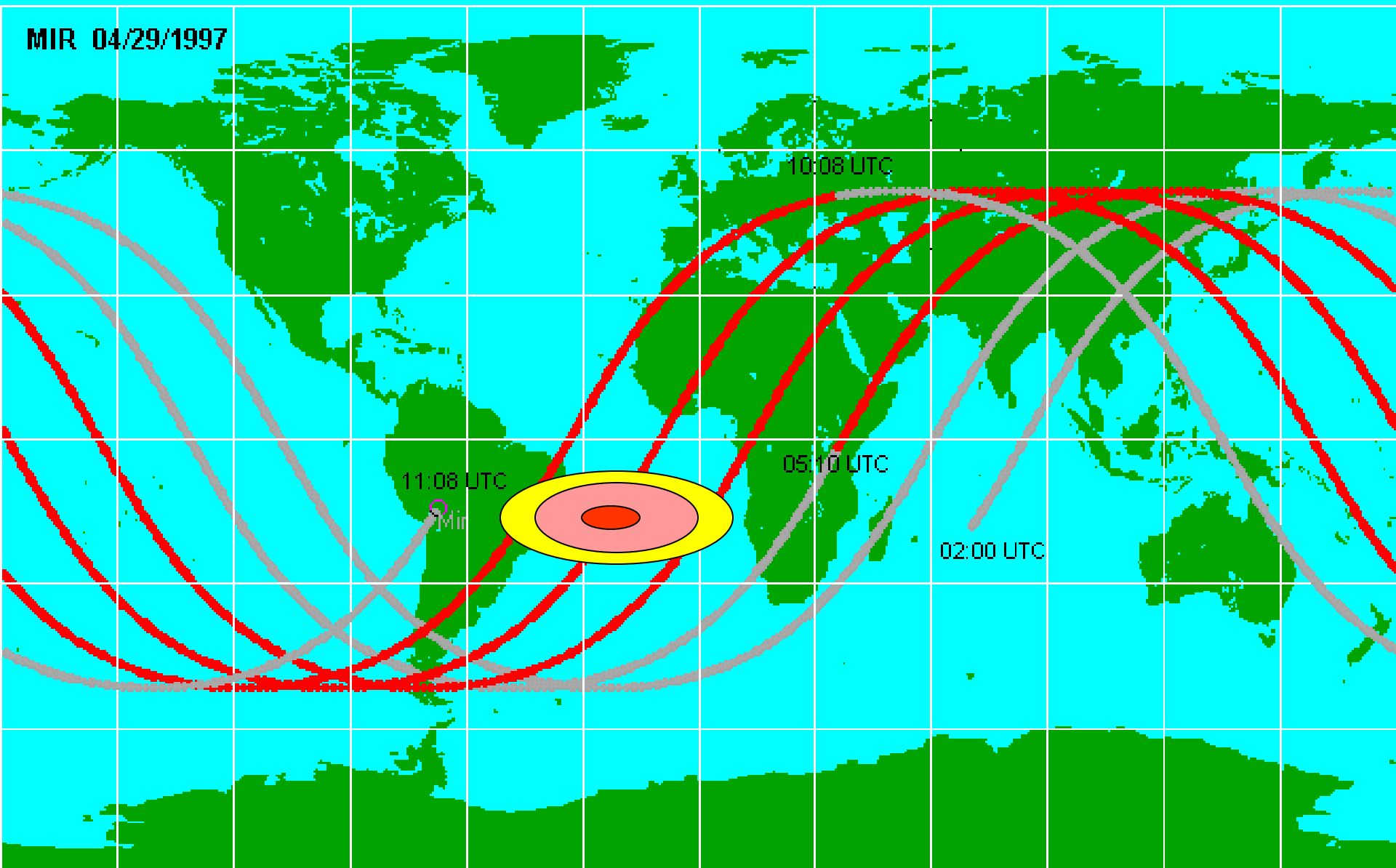
Galaktikus (időben állandó) és szoláris (időben változó) részecskesugárzás



Sugárzás a földközeli pályákon – DAA



A Dél-atlanti anomália



AOS: 11:36 Az: 258 El: -48 Rg: 9921 Lat: 14.22 S Lon: 67.20 W Alt: 388 Dop: 2255

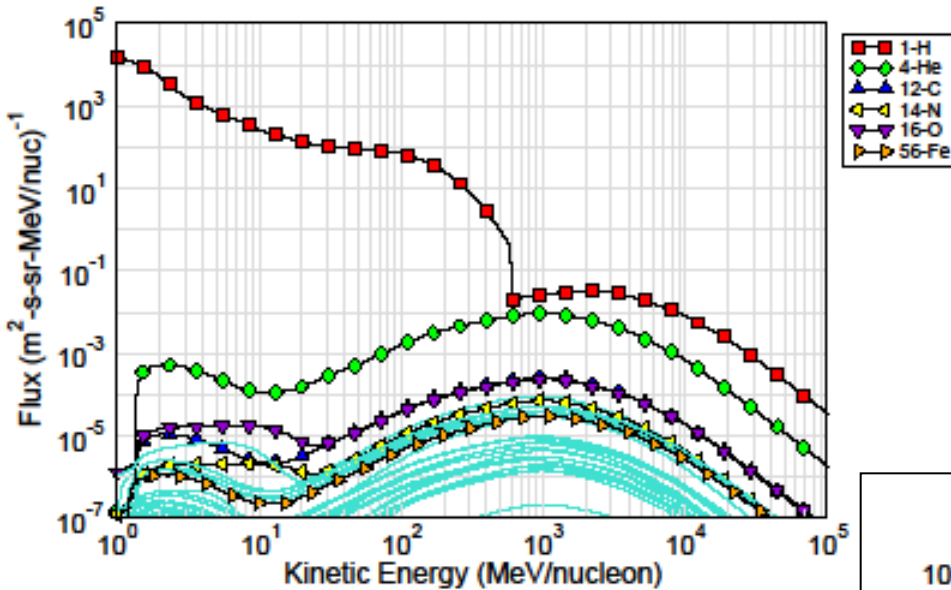
Sugárzási tér az űrállomáson

Eredet: galaktikus és szoláris.

A sugárzást torzítja a Föld mágneses tere:

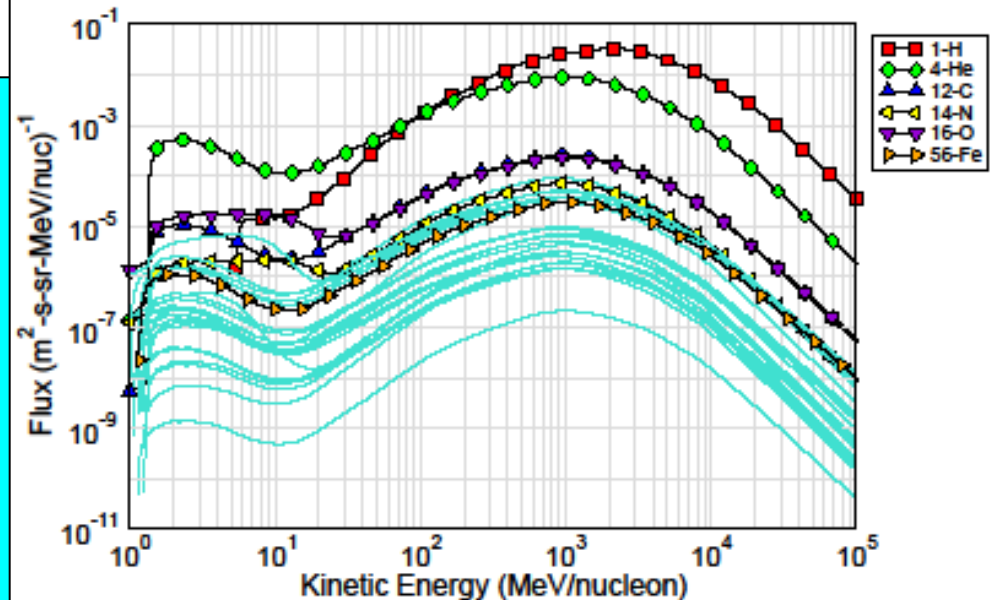
- **a kisebb energiájú részecskéket nem engedi át (az egyenlítőnél erős szűrés, a mágneses pólusoknál nincs szűrés)**
- **a sugárzás egy részét befogja – ez a Van Allen öv, a déli mágneses pólusnál az űrállomás magasságában is van befogott sugárzás, nyugati irányból intenzív, nagyenergiájú protonsugárzás, keletről kisebb intenzitású és energiájú elektronsugárzás**

Részecskefluxus (fluens teljesítmény) az űrállomáson

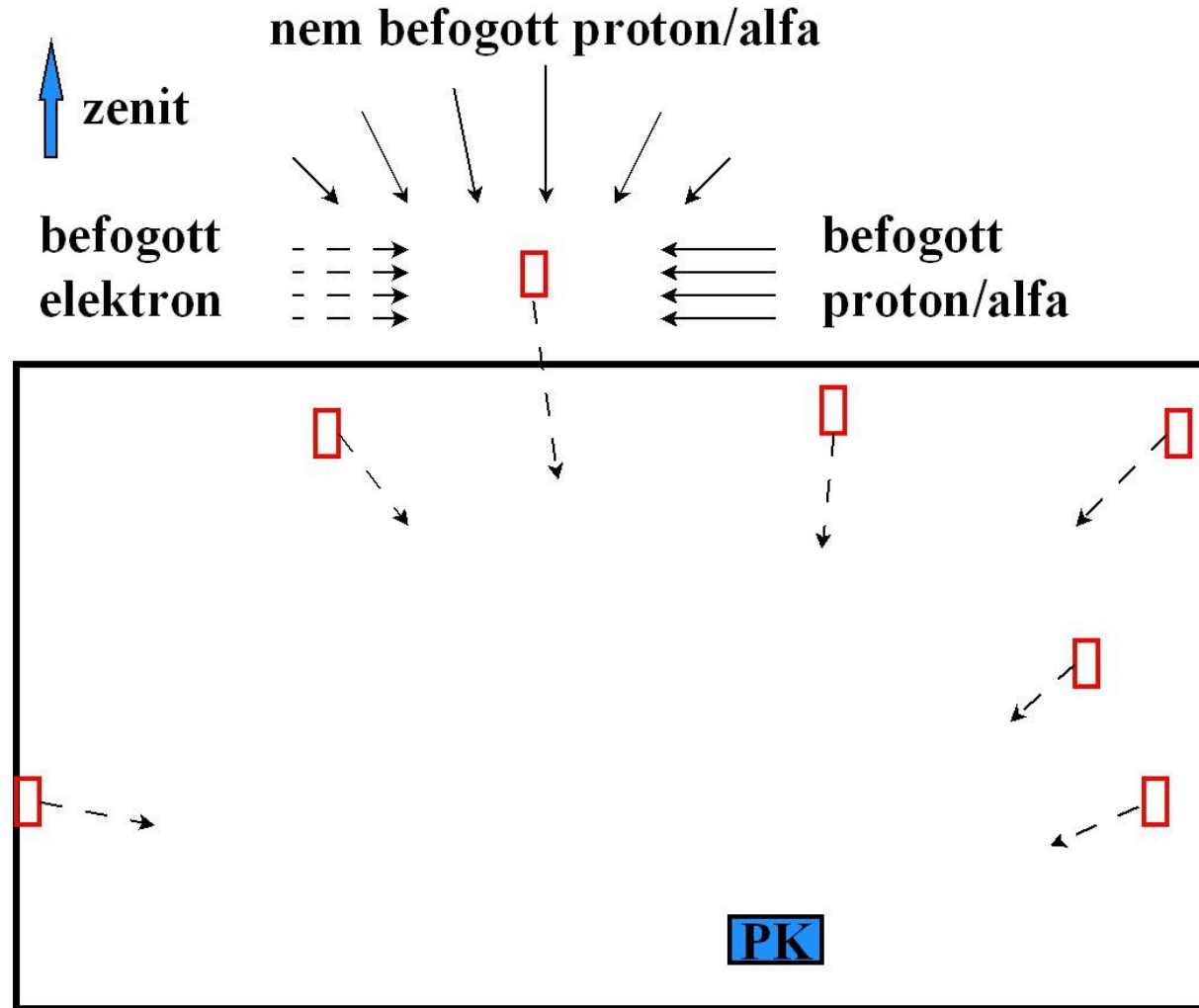


teljes

*a befogott
komponens nélkül*



**1. lépés – földi kiértékelés TLD 04,
2. és 3. lépés mérés a Pillével. Elnyelt dózis sok ponton és ŰKT is**



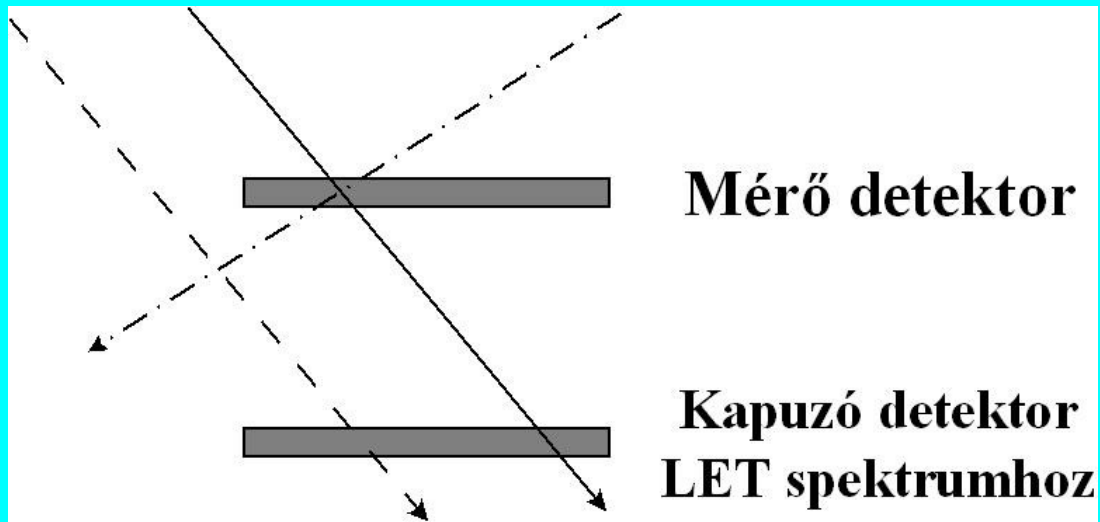
Jelölés: - Pille dózismérő

**PK- Pille
kiolvasó**

További lépések a szilícium detektoros teleszkópokkal

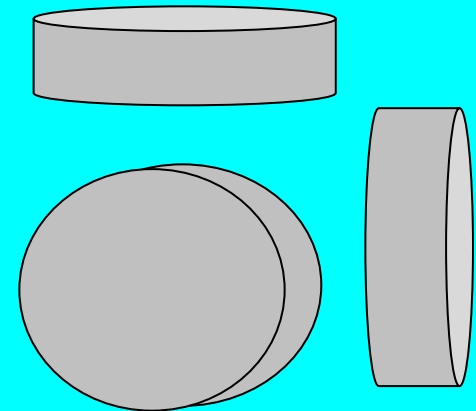
- 4. A dózisegyenérték és dózisegyenérték-teljesítmény meghatározása szilícium detektoros teleszkóppal – TRITEL, 2012-től.**
- 5. Az effektív dózis becslésének lehetősége a dózisegyenérték több mélységben történő mérése révén – LINTEL, ~2014-2015-től.**
- 6. Az űrállomáson kívüli dózisteljesítmény és irányfüggés mérése – PENTEL, ~ 2014-2015-től.**

4. lépés – dózisegyenérték mérés a TRITEL-lel.

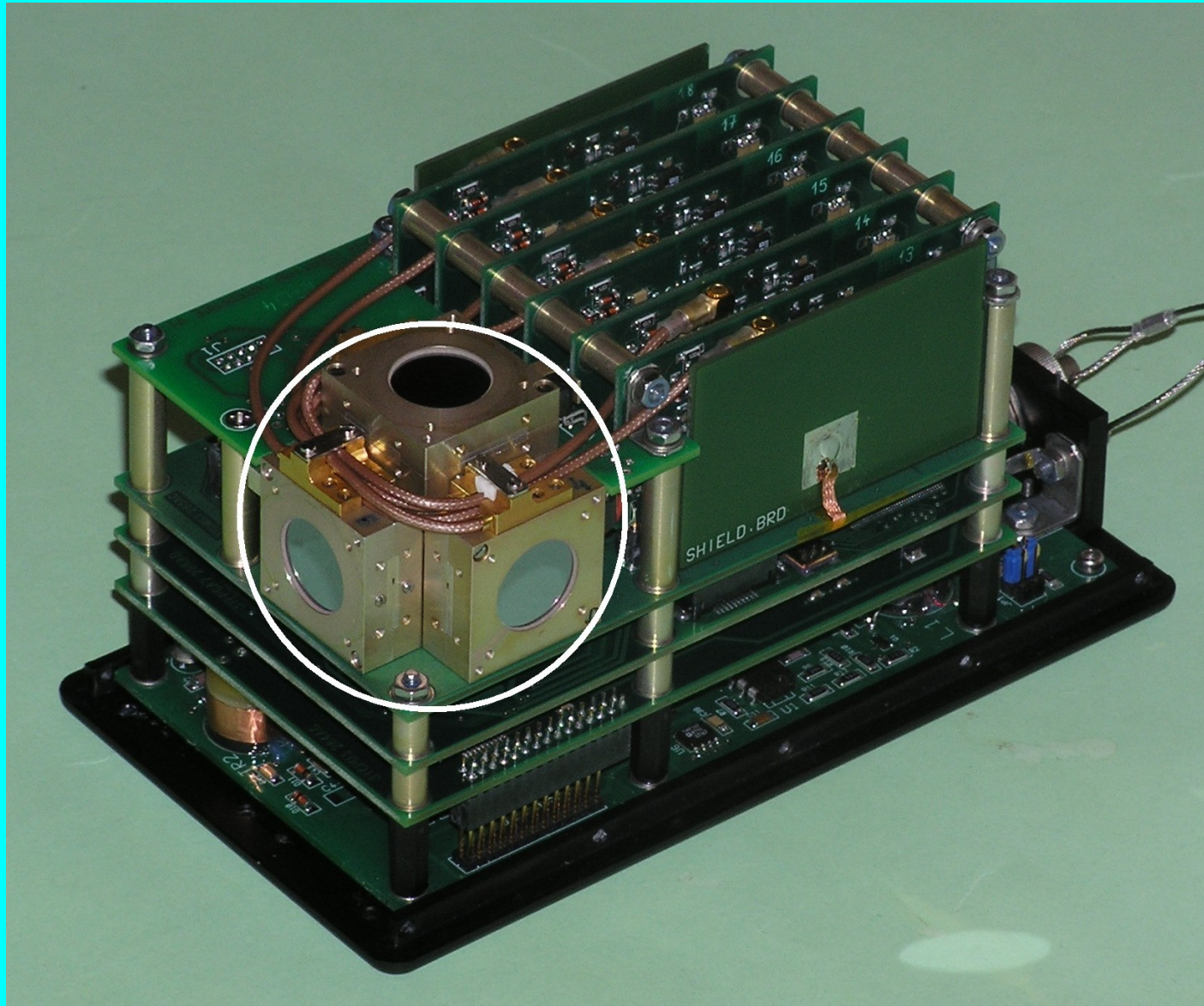


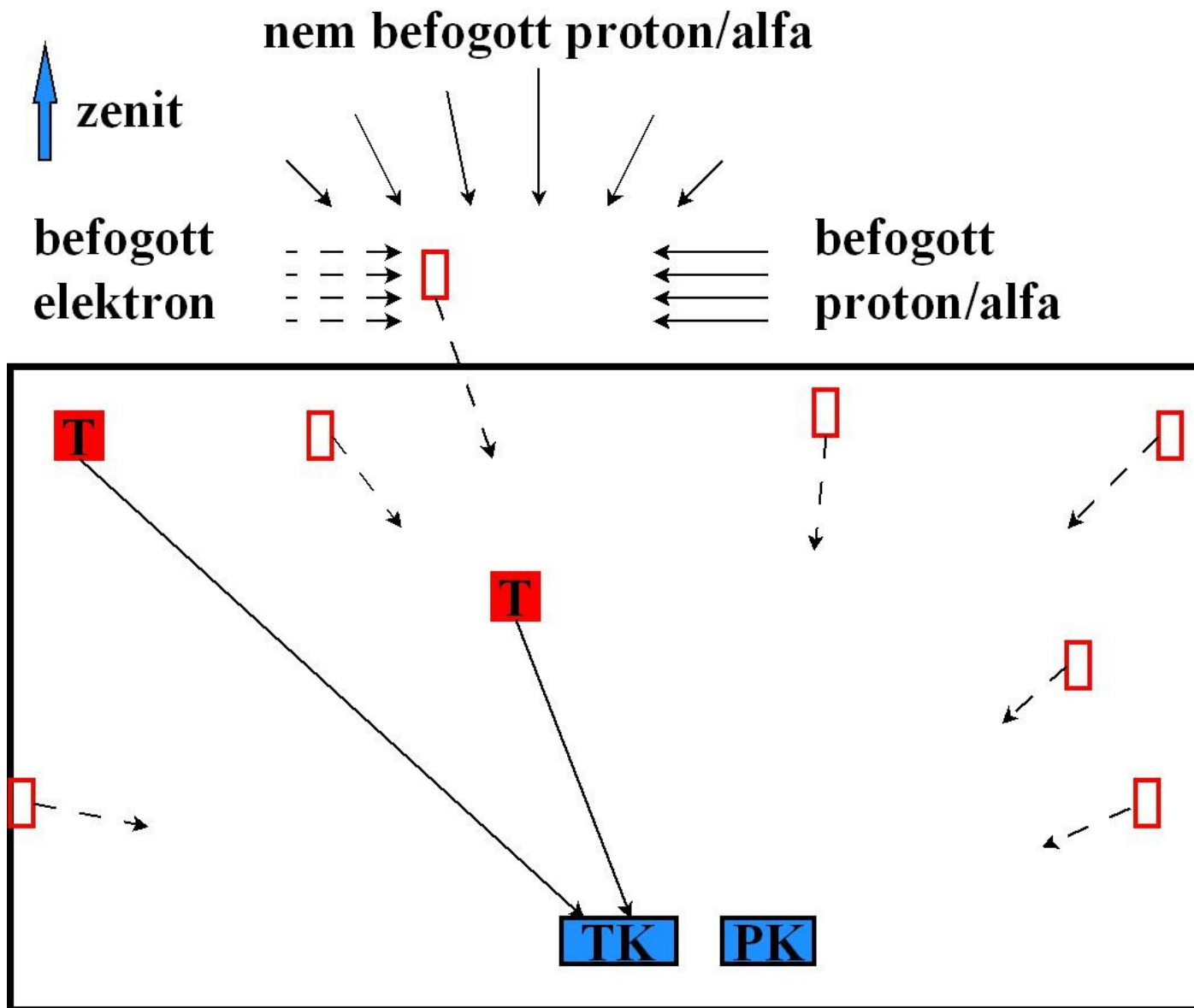
**DOSTEL (német)
mérési elve:
kapuzott (LET) és
kapuzatlan (dózis)
energiaspektrum**

**Dózisteljesítmény és LET spektrum
három ortogonális tengely szerint =
dózisegyenérték**



A TRITEL detektor egysége



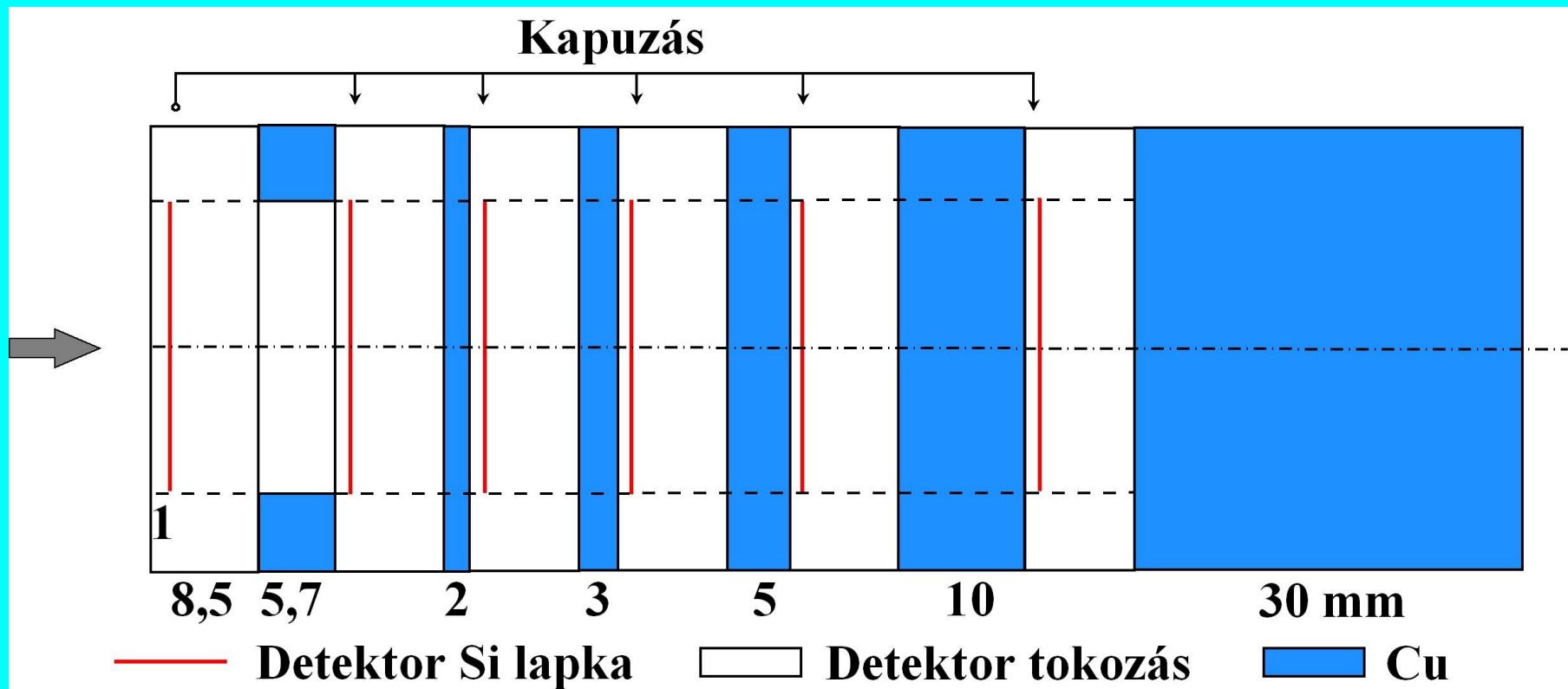


**Pille
+
TRITEL**

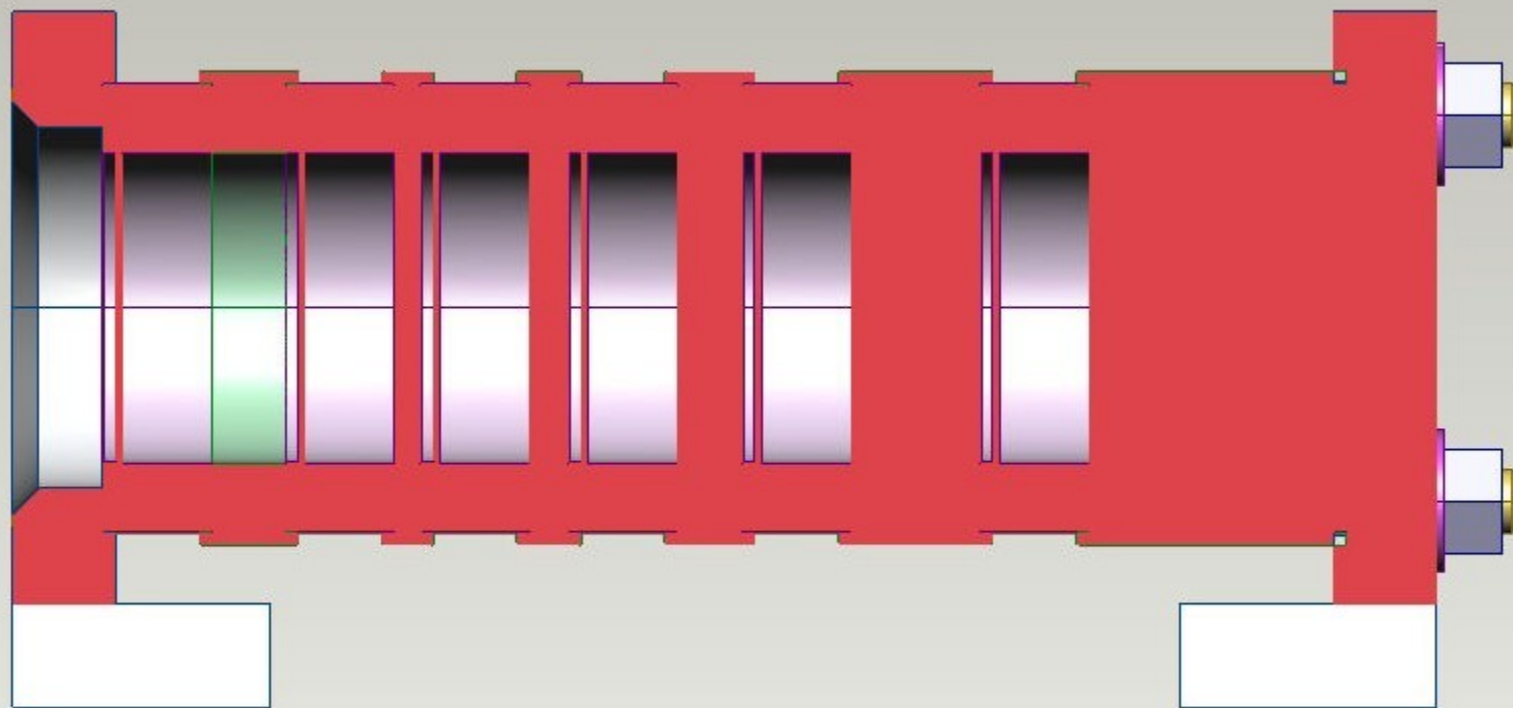
**PK - Pille
kiolvasó,
T - TRITEL
detektor
egység,
TK - TRITEL
központi
egység**

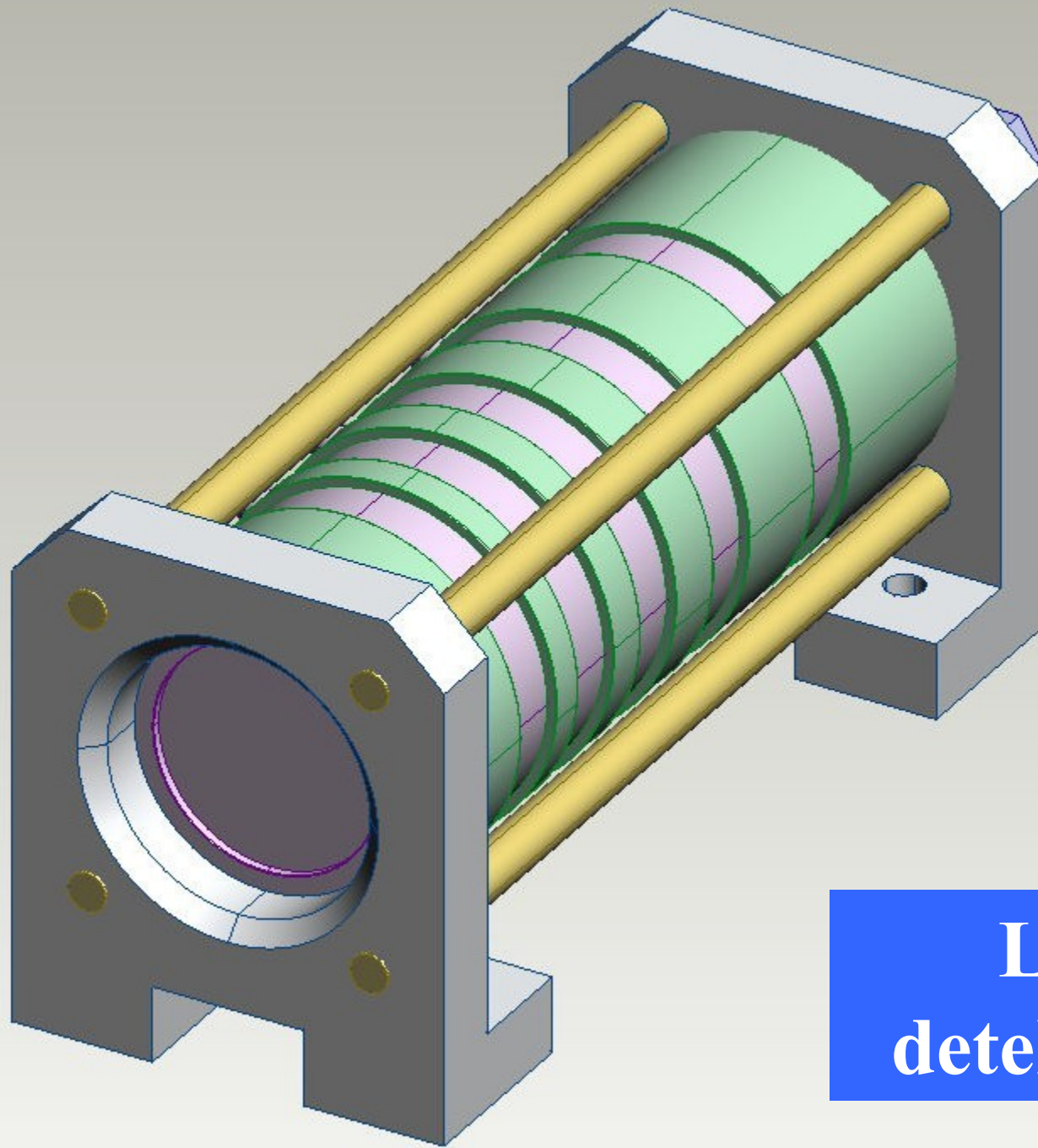
Jelölés: - Pille dózismérő

5. lépés – Az effektív dózis becslésének lehetősége a dózisegyenérték több mélységben történő mérése révén – LINTEL

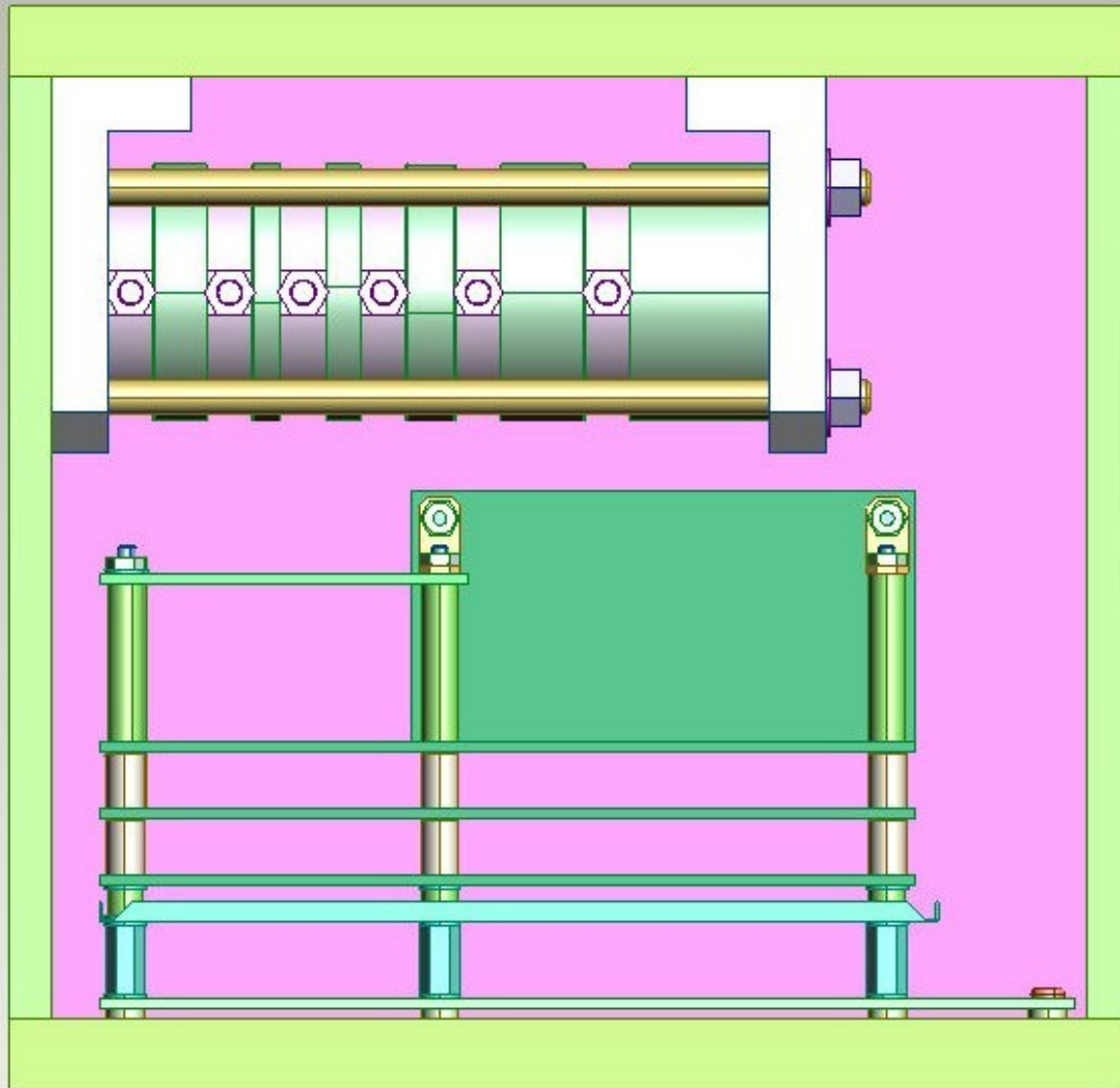


LINTEL detektoregység, metszet





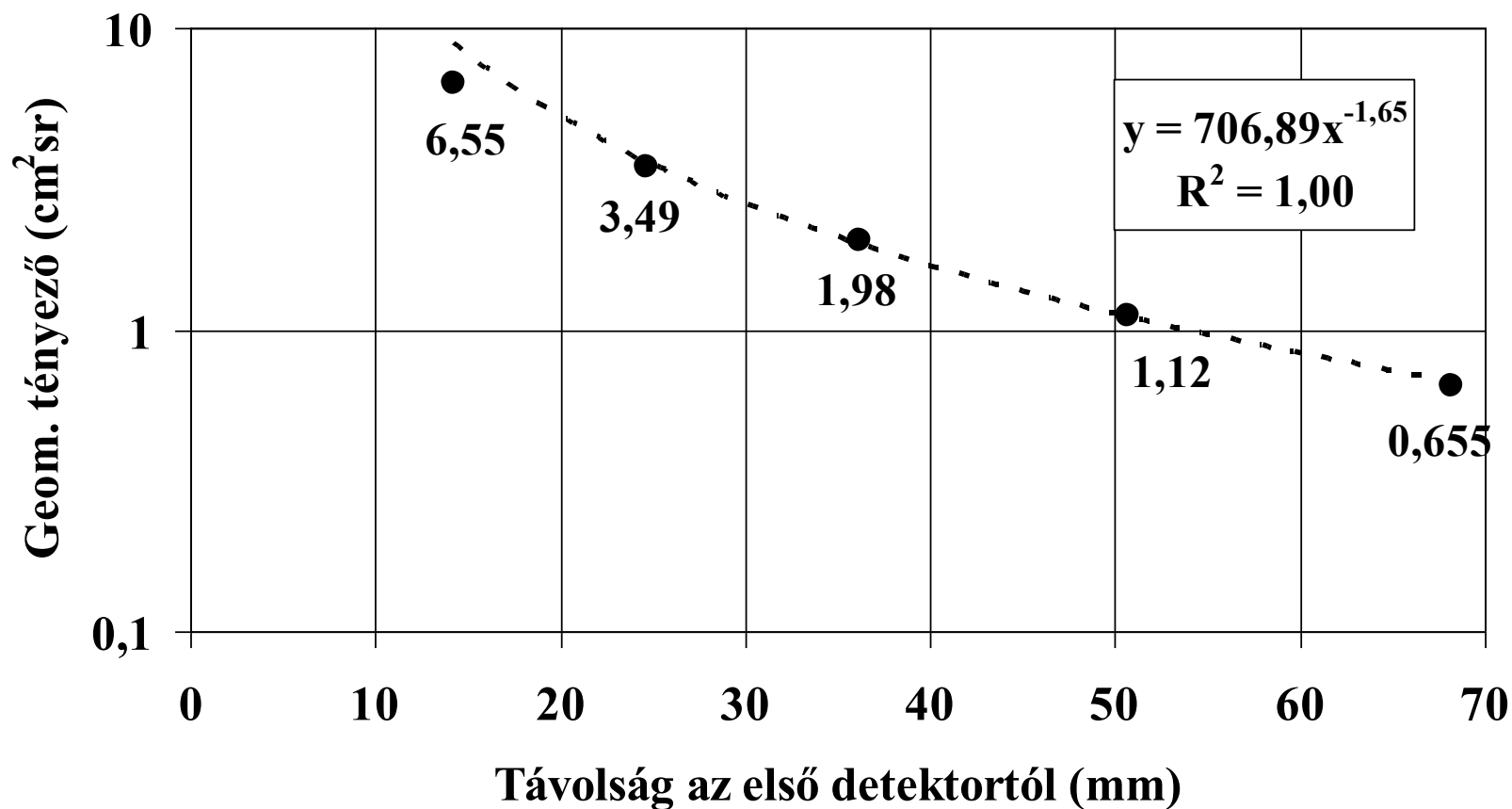
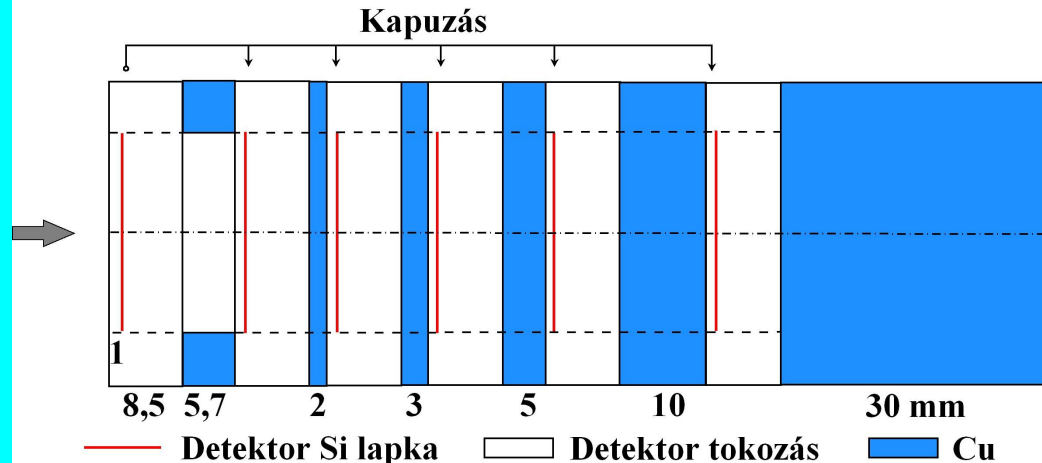
LINTEL
detektoregység



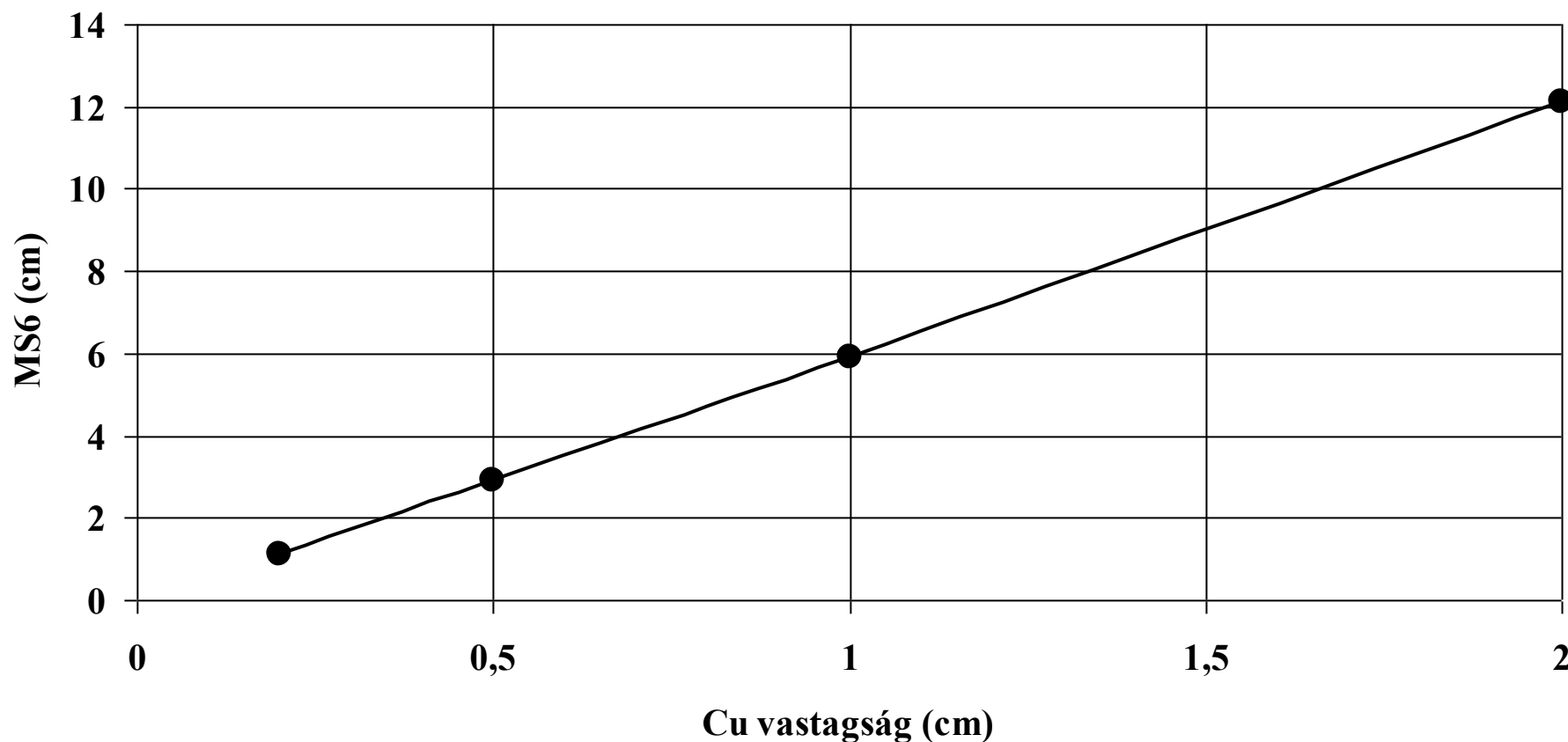
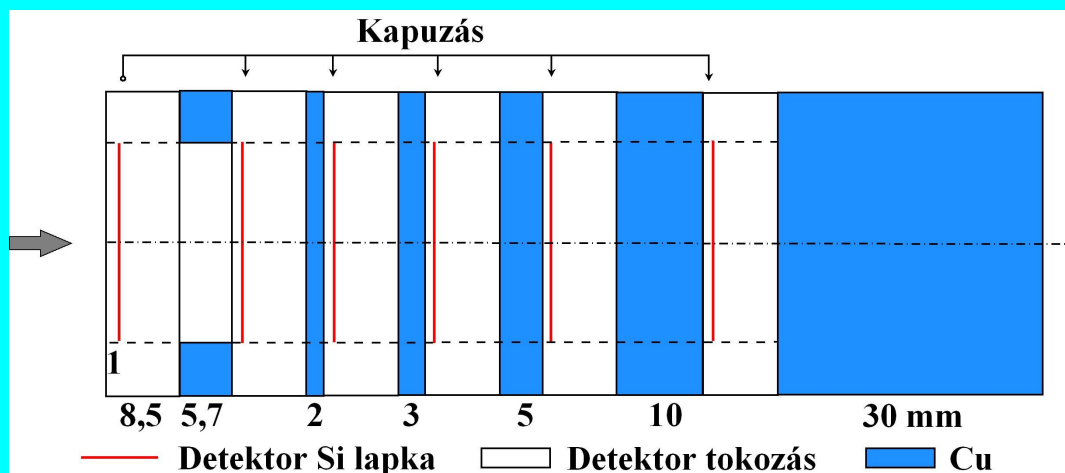
LINTEL

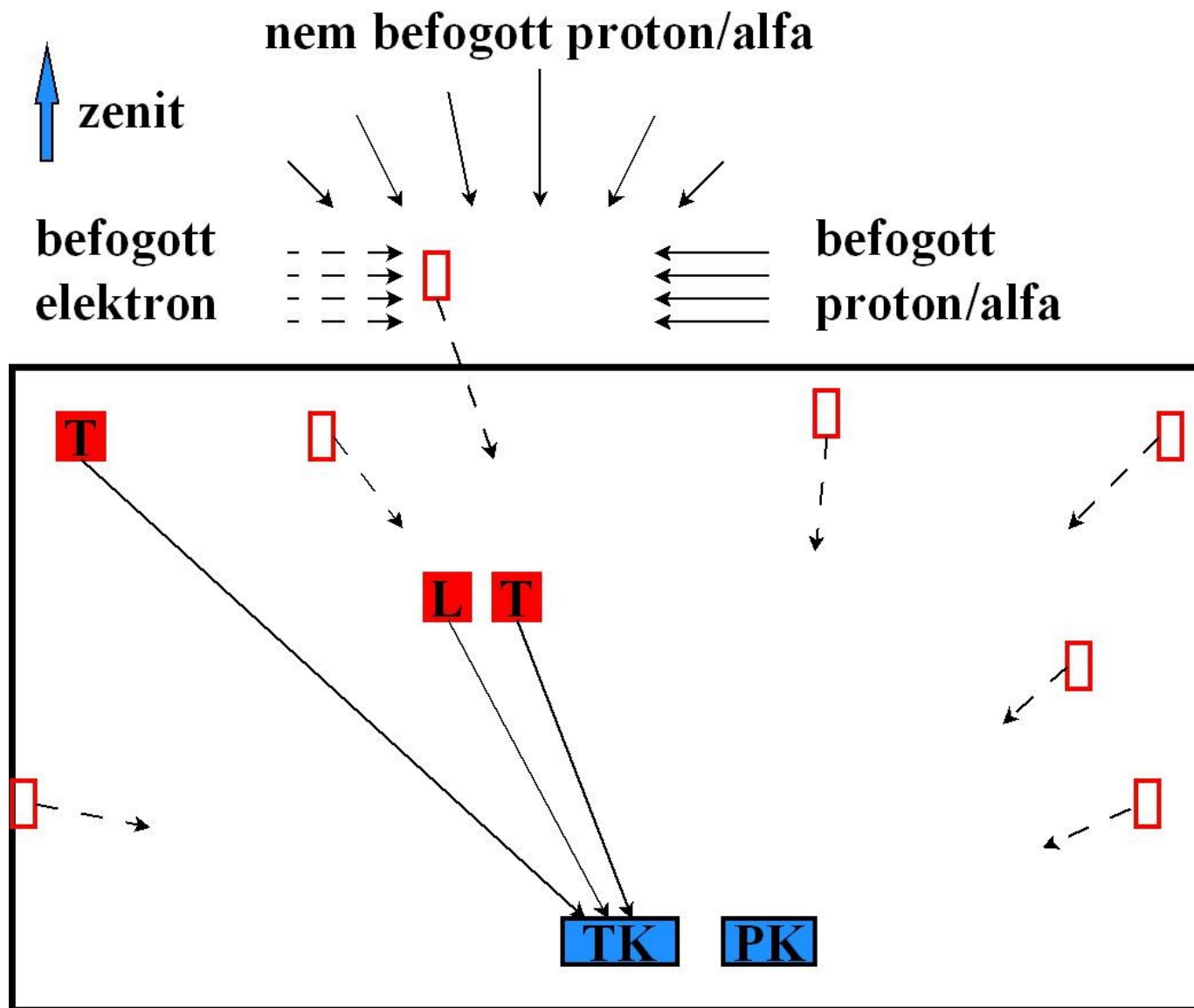
LINTEL

Geometriai hatások



A rézréteg testszövet (MS6) egyenértéke





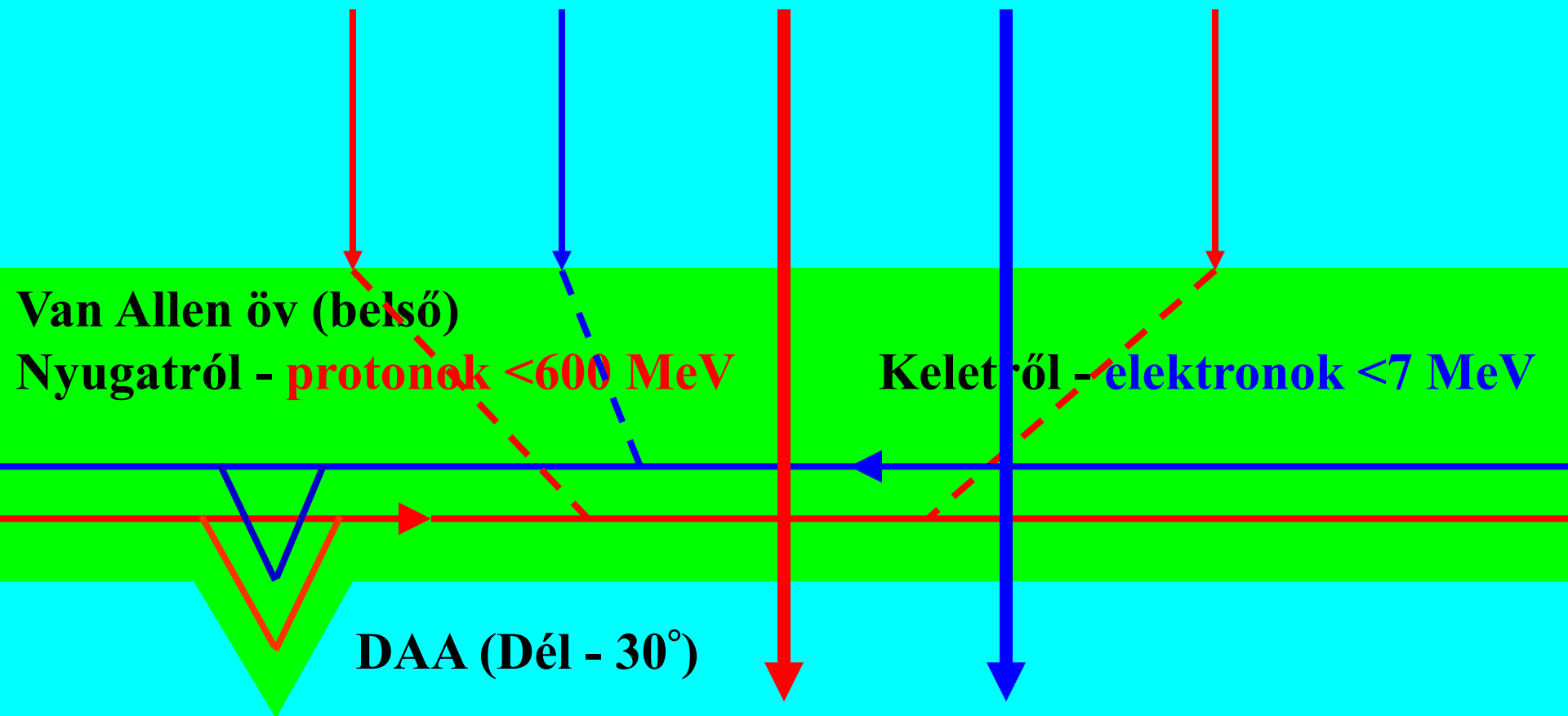
Jelölés: - Pille dózismérő

Pille
+
TRITEL
+
LINTEL

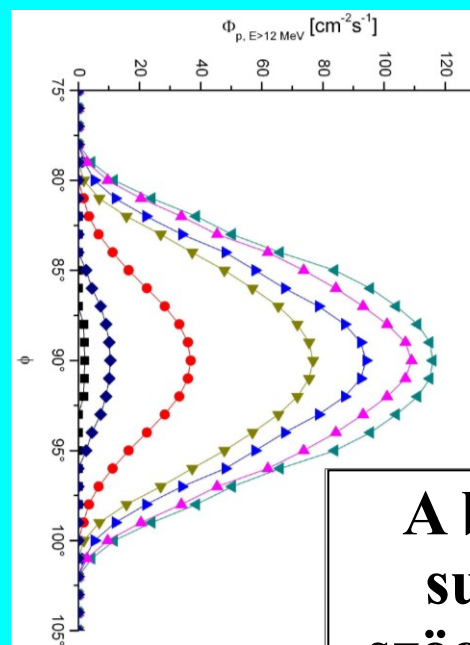
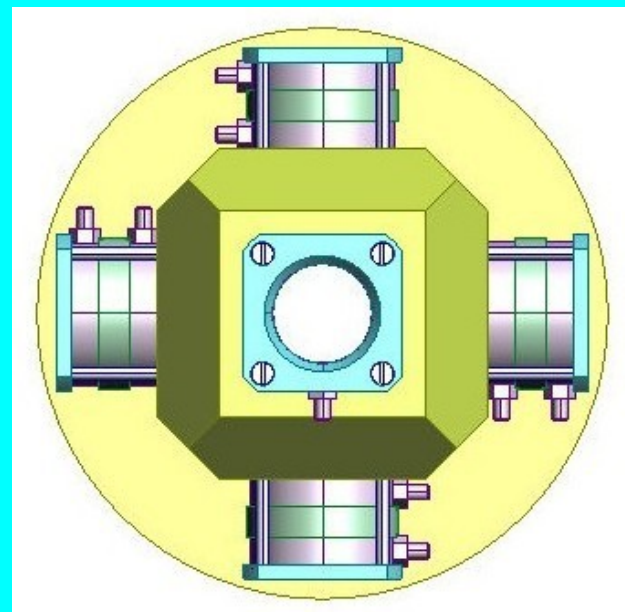
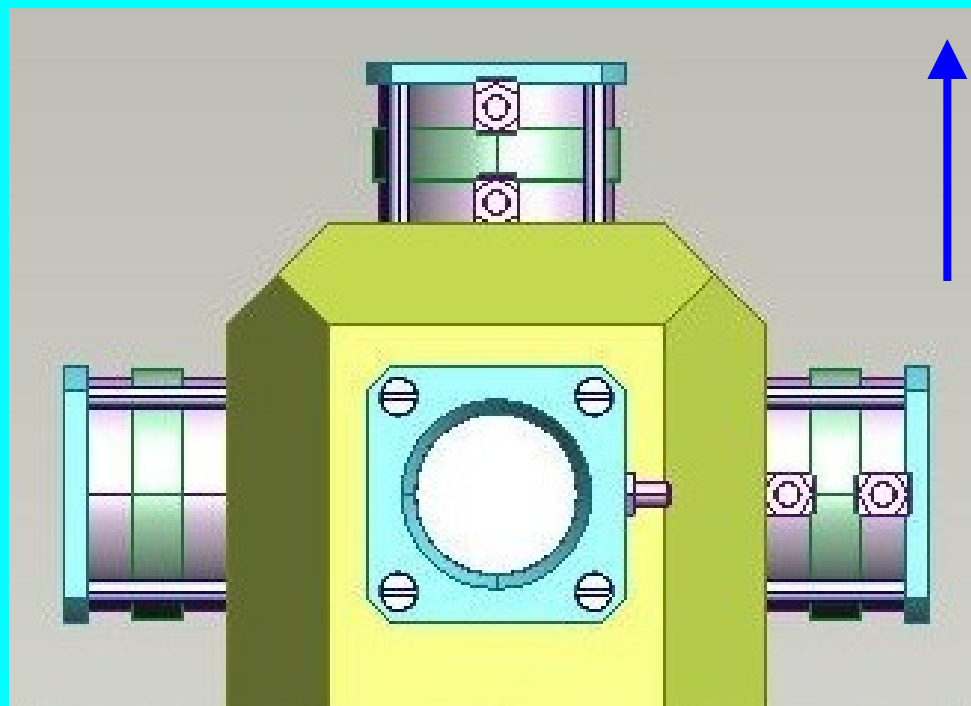
PK - Pille
kiolvasó,
T - TRITEL
detektor
egység,
TK - a
teleszkópok
központi
egysége,
L - LINTEL
detektor
egység

6. lépés – Az űrállomáson kívüli dózisegyenérték irányfüggésének mérése – PENTEL

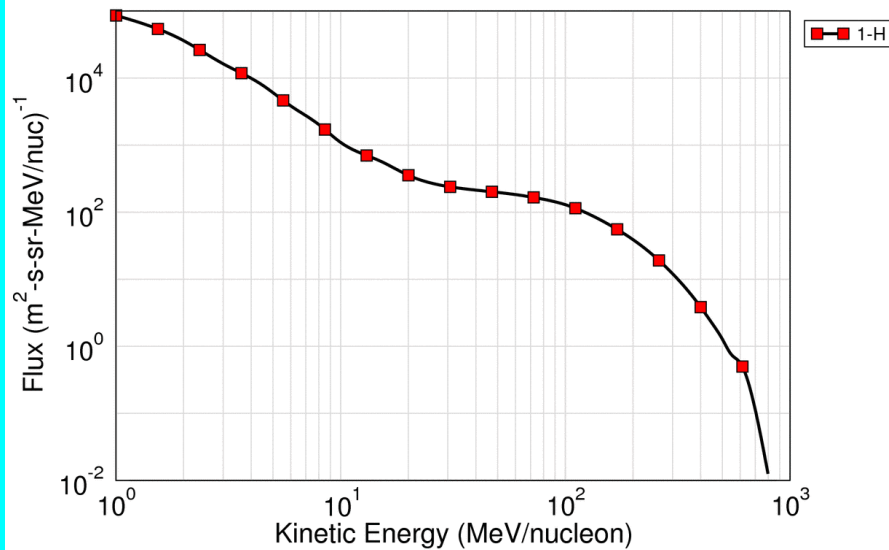
Galaktikus (időben állandó) és szoláris (időben változó) részecskesugárzás



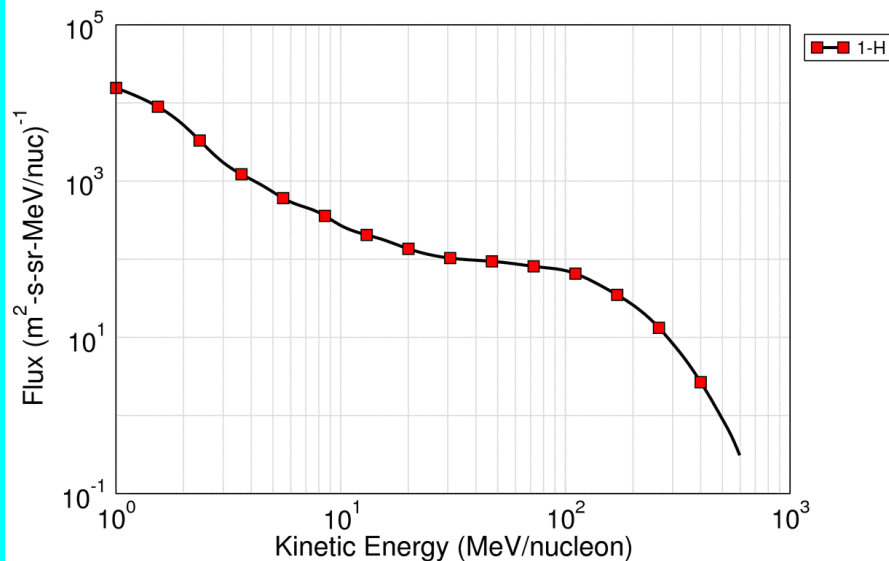
PENTEL, detektor egység



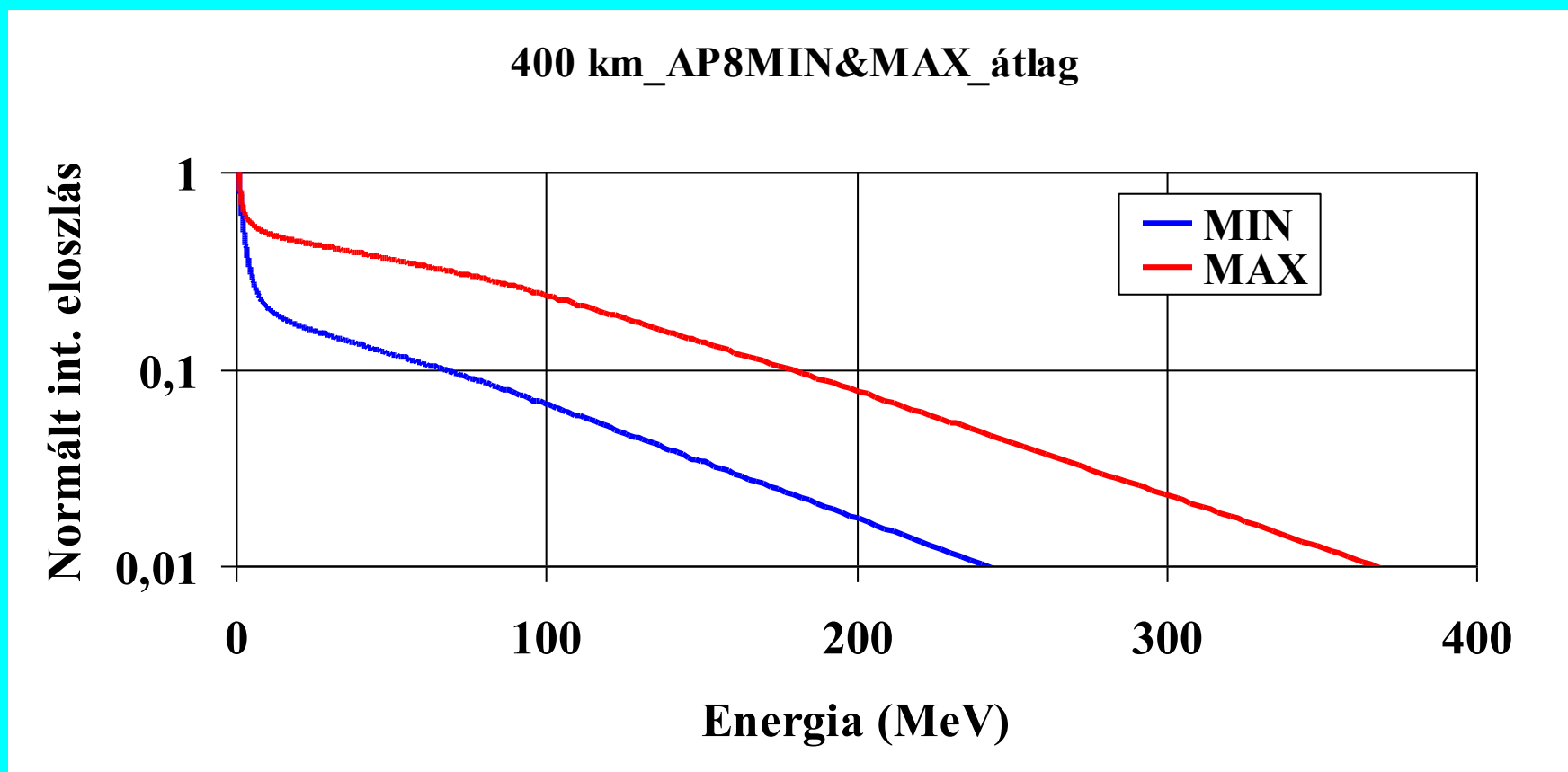
A befogott
sugárzás
szögeloszlása



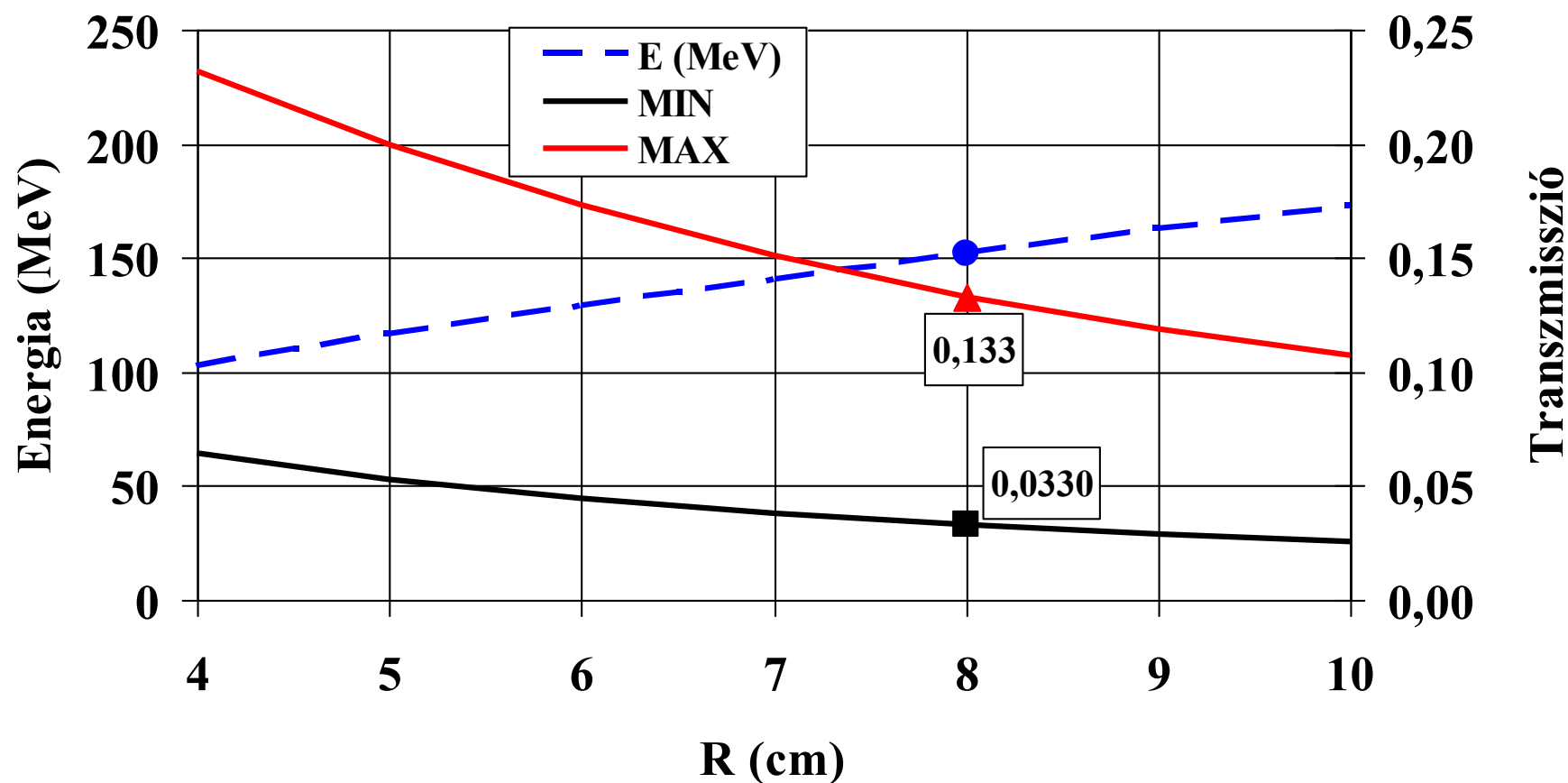
**A befogott protonok
energiaspektruma
naptevékenység
minimumnál (felső ábra)
és maximumnál (alsó ábra)**



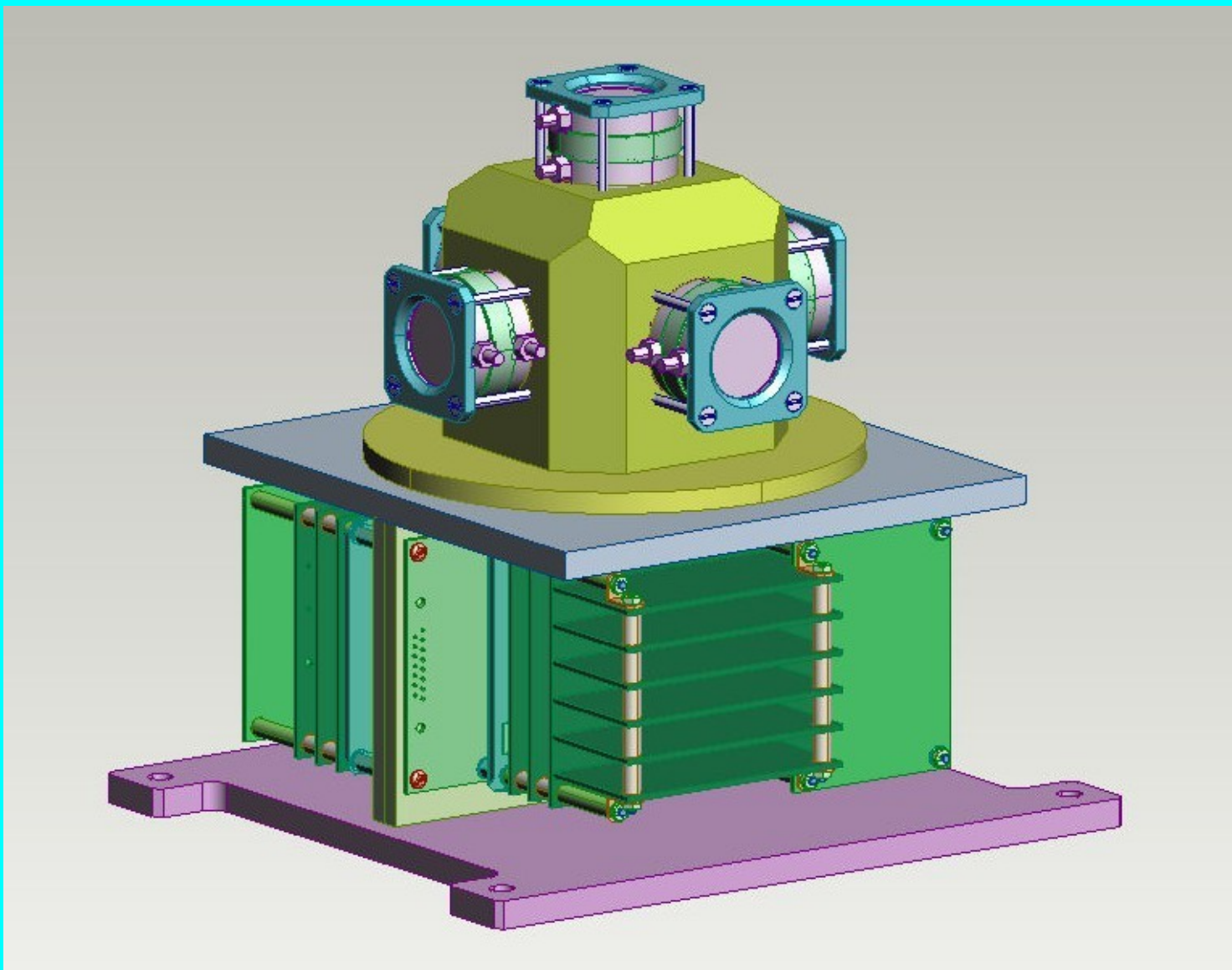
A befogott protonok normált integrális energiaspektruma naptevékenység minimumnál (MIN) és maximumnál (MAX)



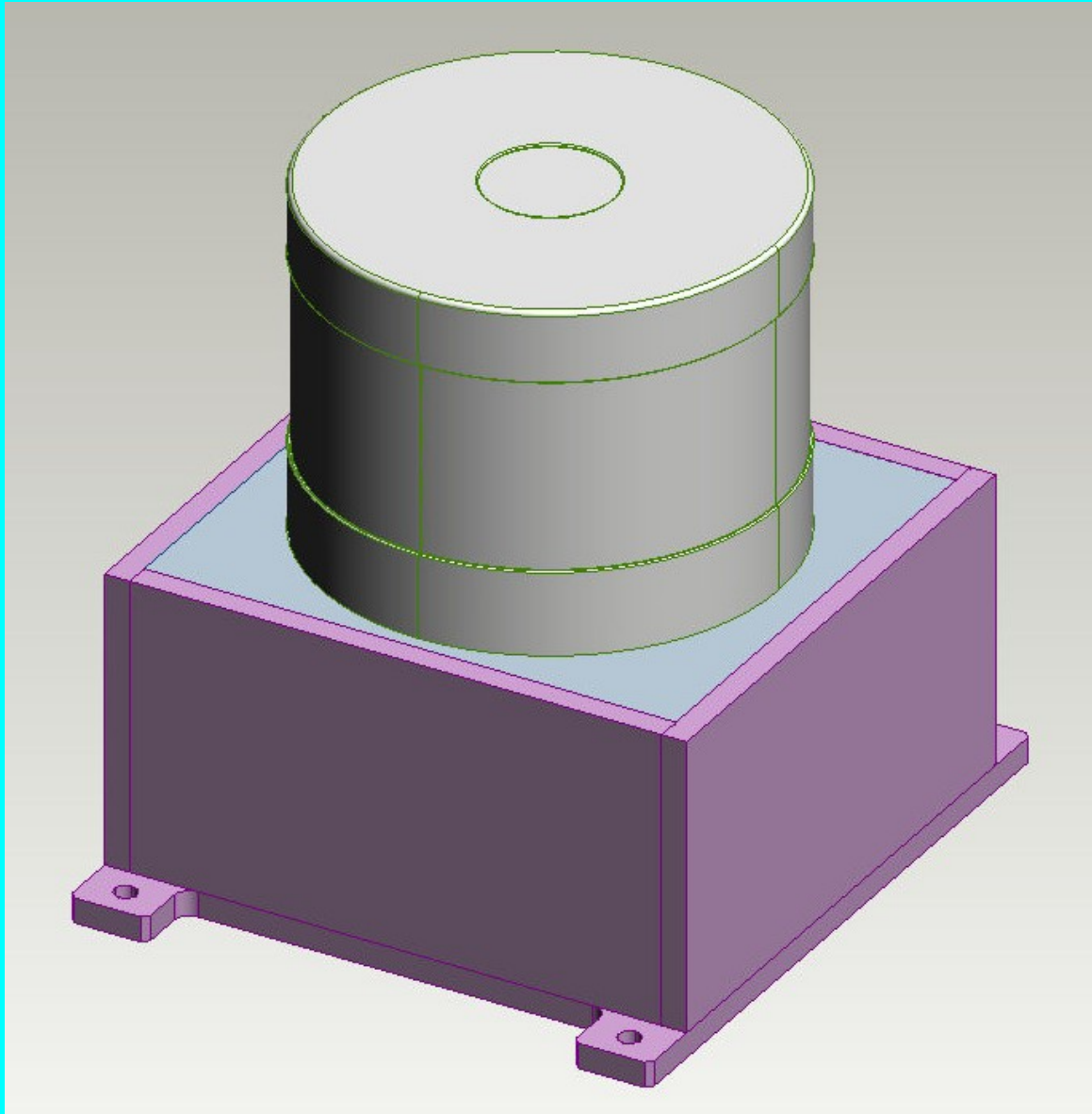
A befogott protonok áthatoló hányada és energiája alumíniumon naptevékenység minimumnál (MIN) és maximumnál (MAX)

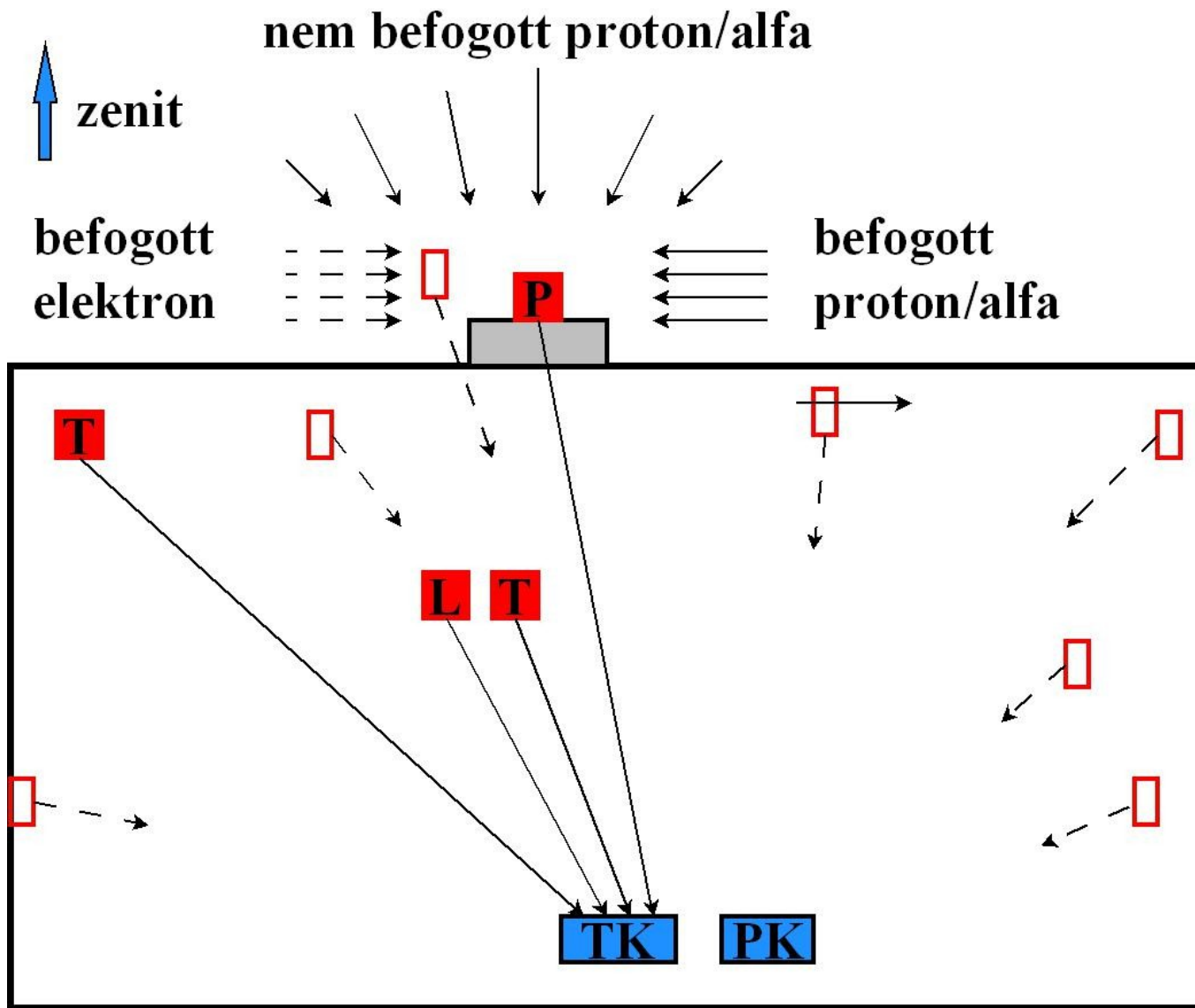


PENTEL burkolat nélkül



PENTEL burkolattal





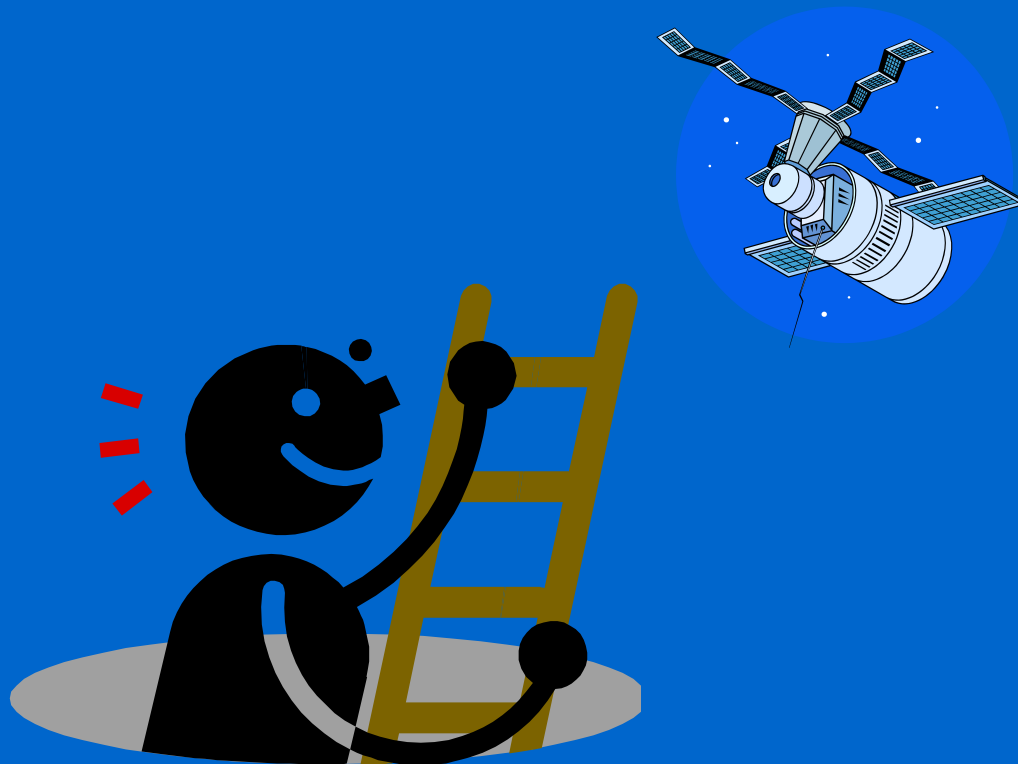
Pille
+
TRITEL
+
LINTEL
+
PENTEL

PK - Pille
kiolvasó,
T - TRITEL
detektor
egység,
TK -
teleszkópok
központi
egysége,
L - LINTEL és
P - PENTEL
detektor egység

Pille + TRITEL + LINTEL + PENTEL

=

**a Nemzetközi Űrállomás komplex
sugárzásmérő rendszere**



...és majd még az űrállomásnál is
feljebb, távolabb...