



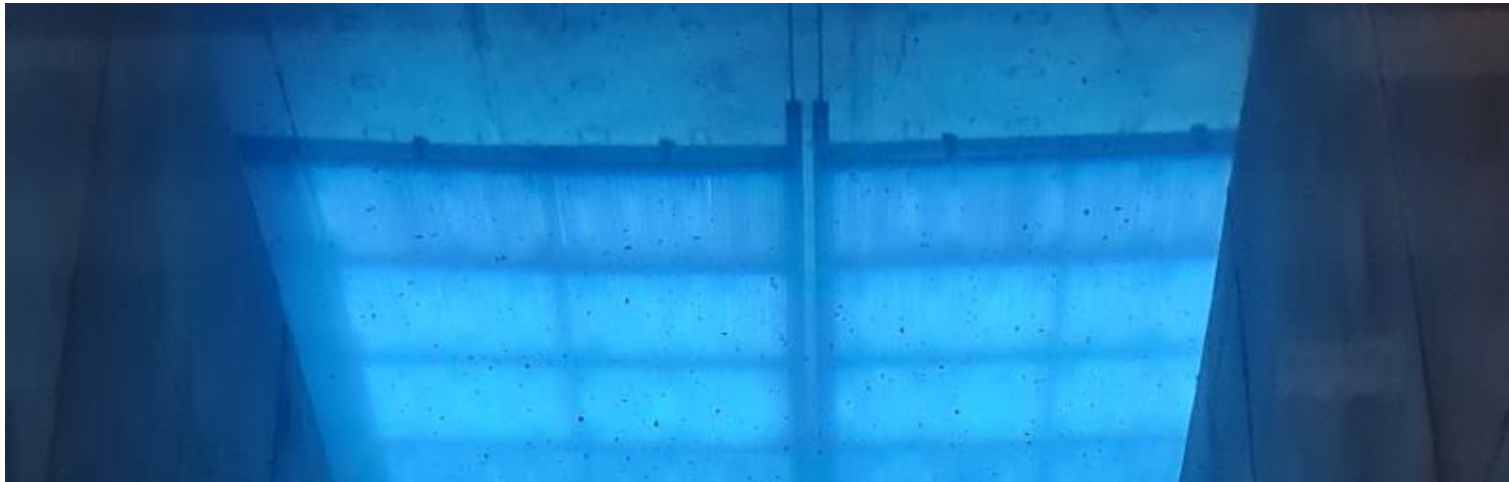
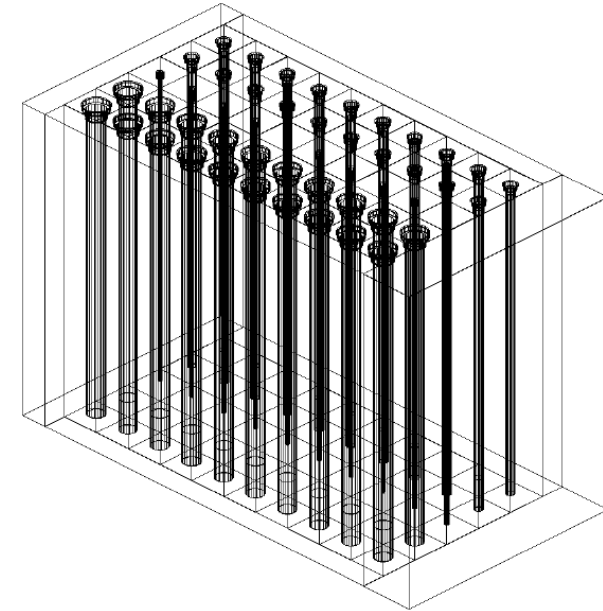
# Konténeres sugárforrás-tároló létesítése a püspökszilágyi RHFT-ben

II. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam  
Balatonalmádi, 2026.04.15

Buday Péter – RHK Kft.  
Kovács Bence – Izotóp Intézet Kft.



- Miért volt szükség új tárolási technológiára:
  - RHFT csőkutas tárolási rendszer korlátai:
    - Aktivitáskorlátok
    - Kapacitáskorlátok
  - Megváltozott beszállítói igények:
    - Ipari zárt sugárforrások növekvő aktivitása
    - Ipari zárt sugárforrások növekvő mennyisége



- Alapvető biztonsági funkciók teljesítése:
  - Radionuklidok kibocsátásának visszatartása
  - Védelem az ionizáló sugárzással szemben
  - Hőelvezetés a végső hőelnyelőbe
  - Visszanyerhetőség biztosítása a szükséges mértékben a lezárásig
- Üzemzavarok/balesetek kockázatainak csökkentése
- A meglévő infrastruktúrától való függetlenség →
- Kültéren alkalmazható rendszer →
- Hosszú idejű átmeneti tárolás
- Hatékonyság →
  - Nagyszámú sugárforrás befogadása
  - Térkihasználás

**Konténer alapú  
rendszer**

# Konténeres sugárforrás tároló rendszer - koncepció

Forrás

Torpedó

Tároló konténer

Tároló konténer overpack-ben

Tárolási pozíció



Torpedózás



Konténer feltöltés



Overpack feltöltés



Közúti szállítás & elhelyezés

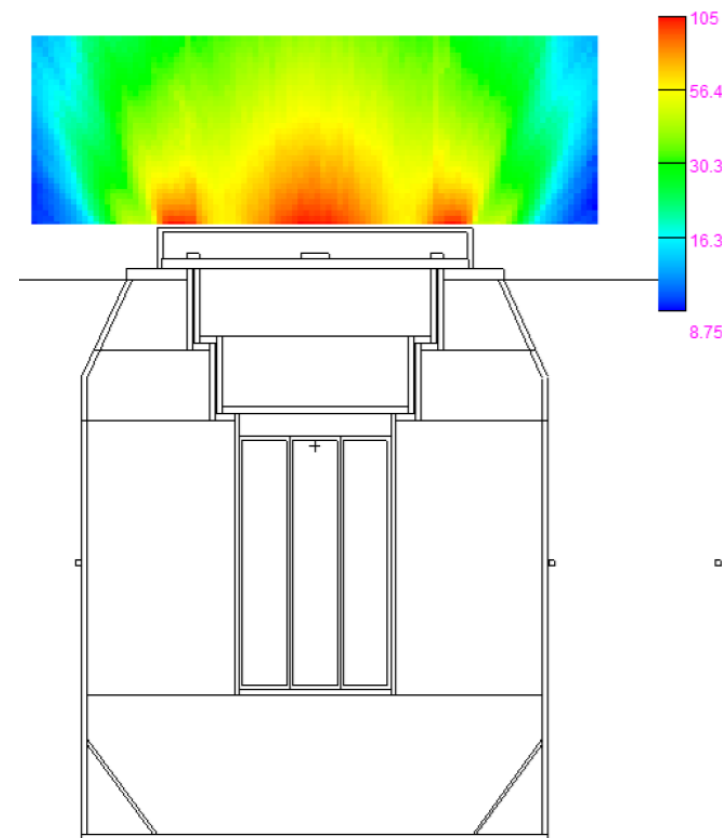
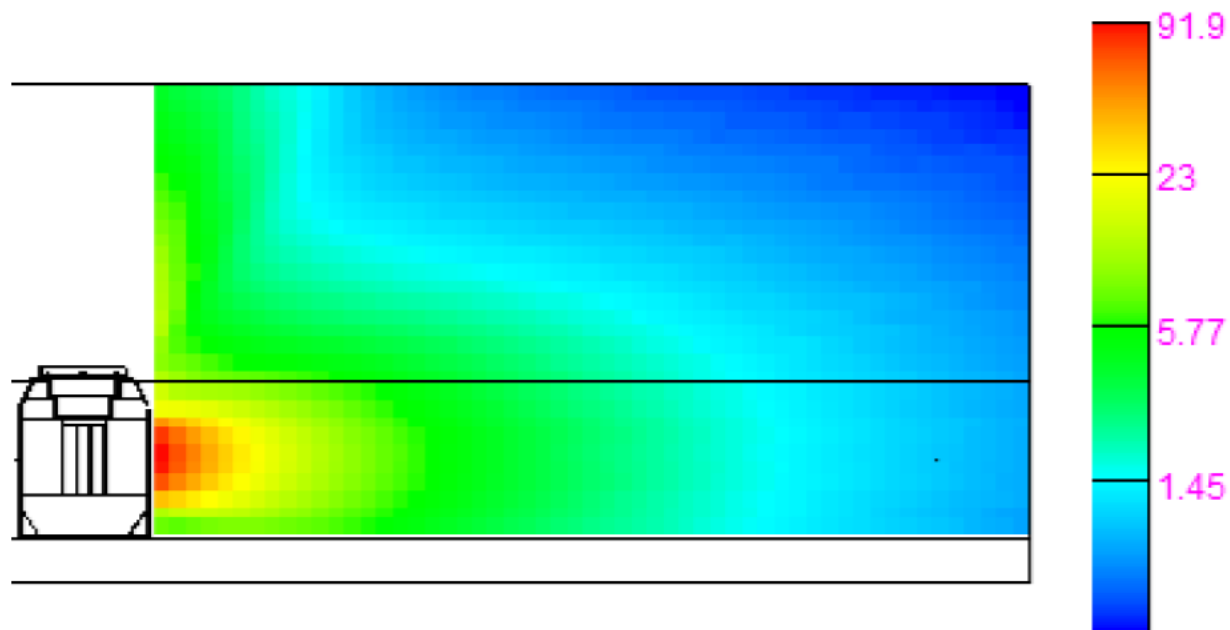
## Radionuklidok kibocsátásának visszatartása

- Egymásba ágyazott mérnöki gátak:
  - Sugárforrás
    - Zártságvizsgálattal ellenőrizve
  - Torpedó
    - Hegesztéssel zárt
    - „Special form” követelmények:
      - Ejtési próba
      - Hőpróba
      - Zártságvizsgálat
  - Konténer
    - Hegesztéssel zárt



## Védelem az ionizáló sugárzással szemben

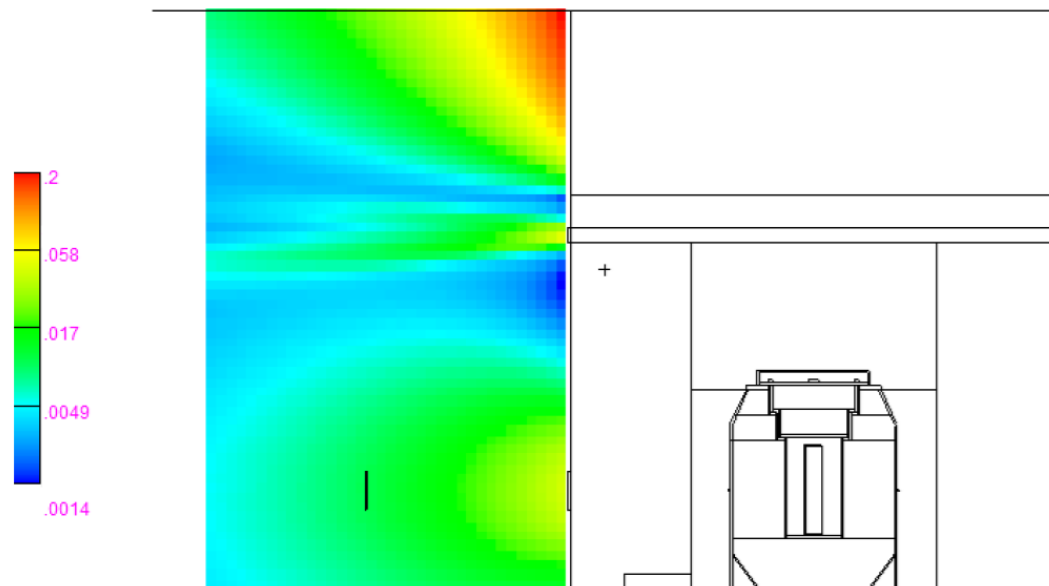
- Elsődleges árnyékolás: A konténerben levő ólom
- Maximálisan betölthető aktivitás 2000 TBq (Co-60)
- Dózisteljesítmény:  $\sim 2500 \text{ Sv/h} \rightarrow \sim 100 \mu\text{Sv/h}$



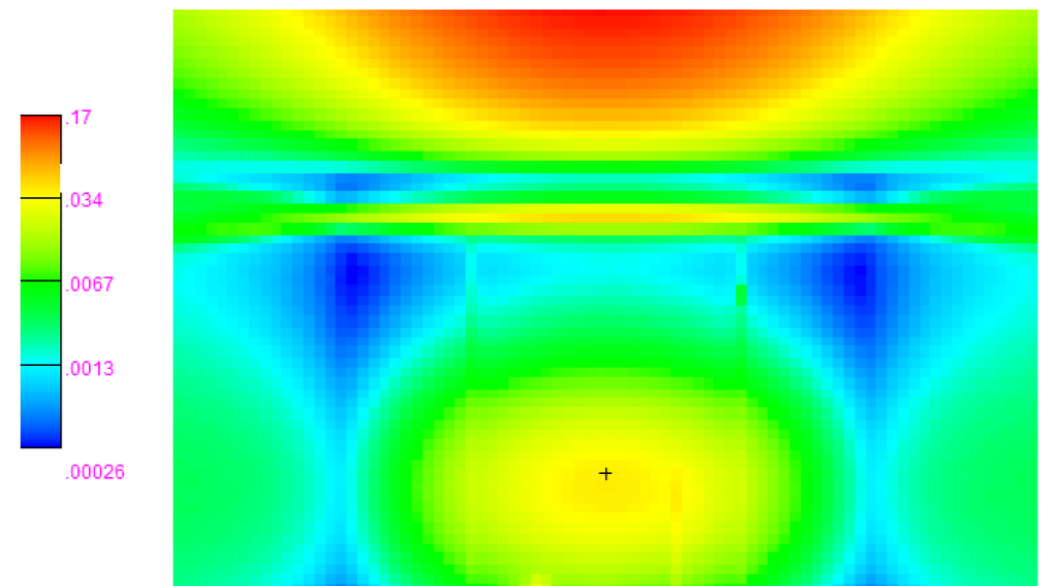
## Védelem az ionizáló sugárzással szemben

- Másodlagos árnyékolás: Tárolópozíciók körüli betonelemek
  - Dózisteljesítmény:  $\sim 100 \mu\text{Sv/h} \rightarrow < 1 \mu\text{Sv/h}$

Dózisteljesítmény ( $\mu\text{Sv/h}$ ) a tárolópozíció körül  
(2000 TBq Co-60 a konténerben)

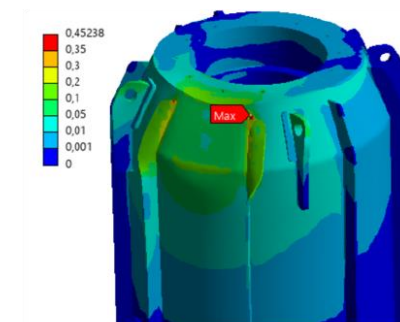
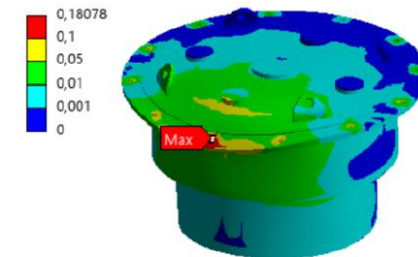
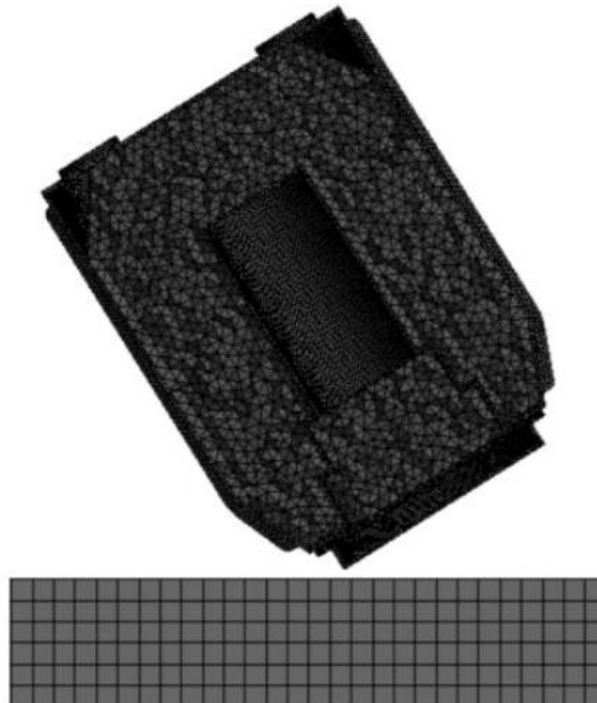
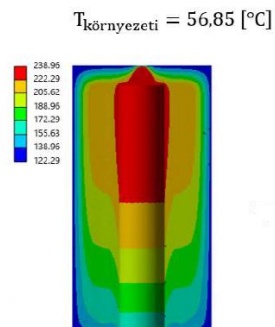
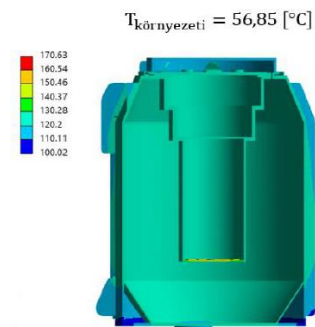


A betonelemek közti réseken a kiszórás ellenőrzése:  
Felületi dózisteljesítmény ( $\mu\text{Sv/h}$ ) az oldalfalon  
(2000 TBq Co-60 a konténerben)



## Hőelvezetés & Üzemzavarok/balesetek kockázatának csökkentése

- Végeselemes vizsgálatok
  - Ejtési szimulációk → szerkezeti vizsgálatok üzemzavar/baleset során
  - Hőtechnikai vizsgálatok → hőelvezetés & szerkezeti elemek hőmérséklete



## Visszanyerhetőség biztosítása

- Mind a konténer, mind a torpedó tervezése biztosítja a visszanyitás lehetőségét

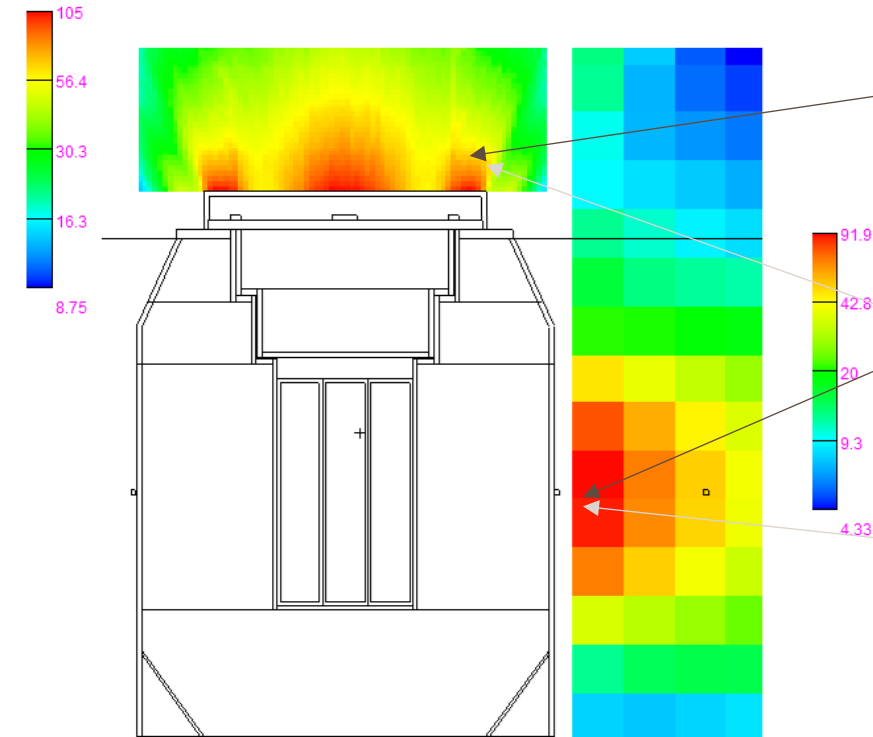
## A hosszú idejű átmeneti tárolásból fakadó kihívások

- Külön biztonsági elemzés vizsgálta a konténerben esetlegesen maradó víz hatásait:
  - Belső korrózió lehetősége
    - Megfelelő anyagválasztással (torpedó & konténer héj szerkezet) a korrózió kizárható
  - Durranógáz képződésének lehetősége
    - A konténer lezárásakor a benne levő vizet le kell ereszteni
    - A benne maradó nedvesség 24 óra alatt el tud párologni (torpedók hőtermelése!)
    - Kiegészítő biztonsági lépésként a konténer nyílásainak hegesztéssel történő zárása előtt át lehet öblíteni a konténer belső terét inert gázzal
- Öregedéskezelési program

## Modellezés

Kiviteli terveken alapuló végleges modell

- 2000 Tbq
- Források: önárnyékolása nélkül / 7 db torpedóban
- Effektív dózisteljesítmény



## Mérés

- Elméleti teljes töltet

- ~2000 Tbq
- 7 db forrás
- Torpedók nélkül

200-600  $\mu\text{Sv/h}$

400-450  $\mu\text{Sv/h}$

- Végleges töltet

- ~ 1080 TBq
- ~ 230 db forrás
- Torpedókkal

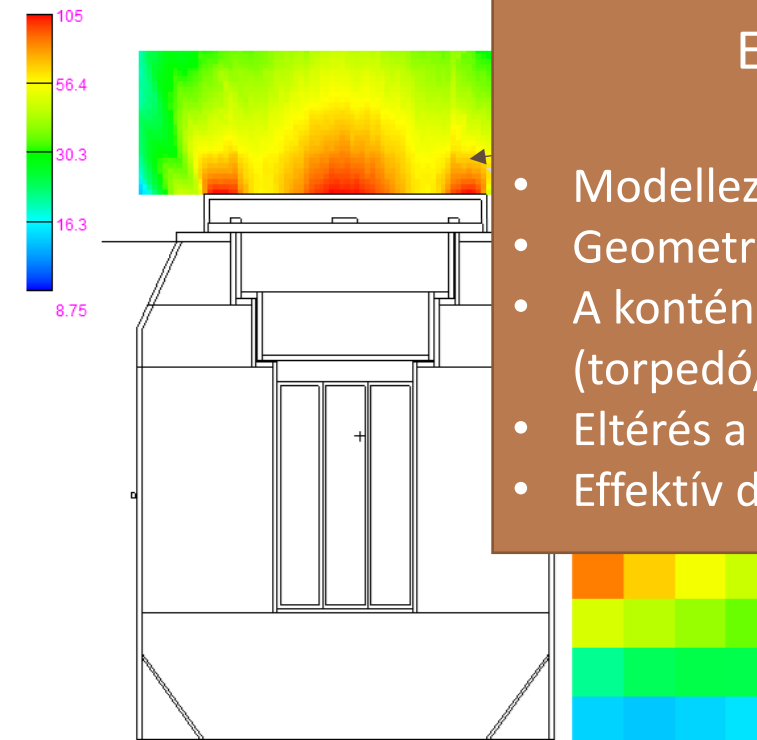
17 - 31  $\mu\text{Sv/h}$

34 - 46  $\mu\text{Sv/h}$

## Modellezés

Kiviteli terveken alapuló végleges modell

- 2000 Tbq
- Források: önárnyékolása nélkül / 7 db torpedóban
- Effektív dózisteljesítmény



### Eltérések lehetséges okai:

- Modellezési hiba
- Geometriai eltérések
- A konténer belső terének reprezentációja (torpedó/forrás önárnyékolása)
- Eltérés a fő árnyékoló anyag viselkedésében
- Effektív dózis  $\leftrightarrow$   $H^*(10)$

## Mérés

- Elméleti teljes töltet

- ~2000 Tbq
- 7 db forrás
- Torpedók nélkül

0-600  $\mu\text{Sv/h}$

0-450  $\mu\text{Sv/h}$

es töltet

80 TBq

0 db forrás

pedókkal

7 - 31  $\mu\text{Sv/h}$

34 - 46  $\mu\text{Sv/h}$

## Modellezés

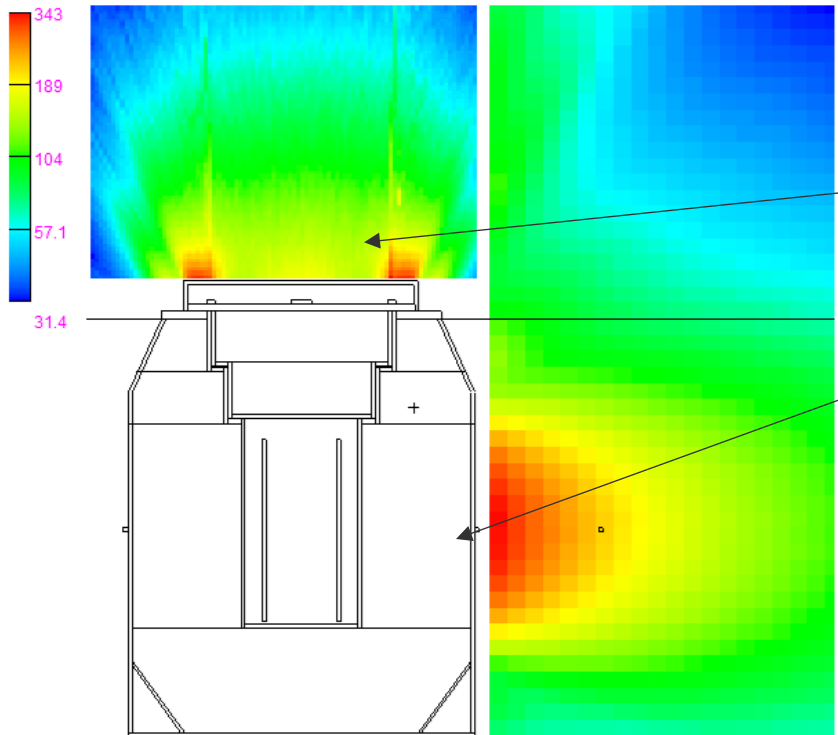
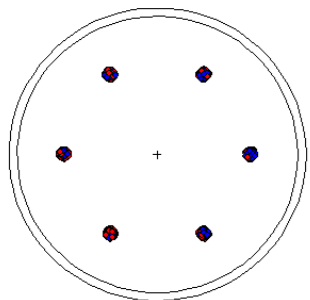
## Mérés

### Validációs modell: teljes töltetre

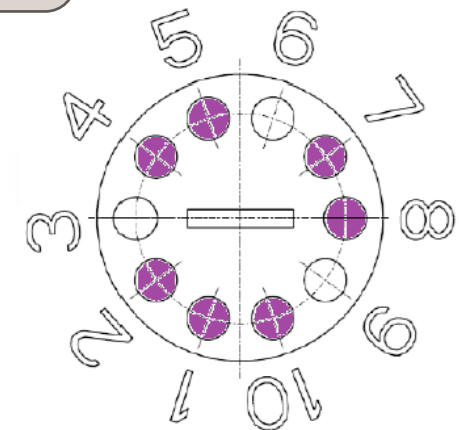
- 2000 Tbq / 6 forrás önárnyékolás nélkül / torpedó nélkül
- Ólomsűrűség 11,35 → 11,06 g/cm<sup>3</sup>
- H\*(10)

### Elméleti teljes töltet

- ~2000 Tbq
- 7 db forrás
- Torpedók nélkül



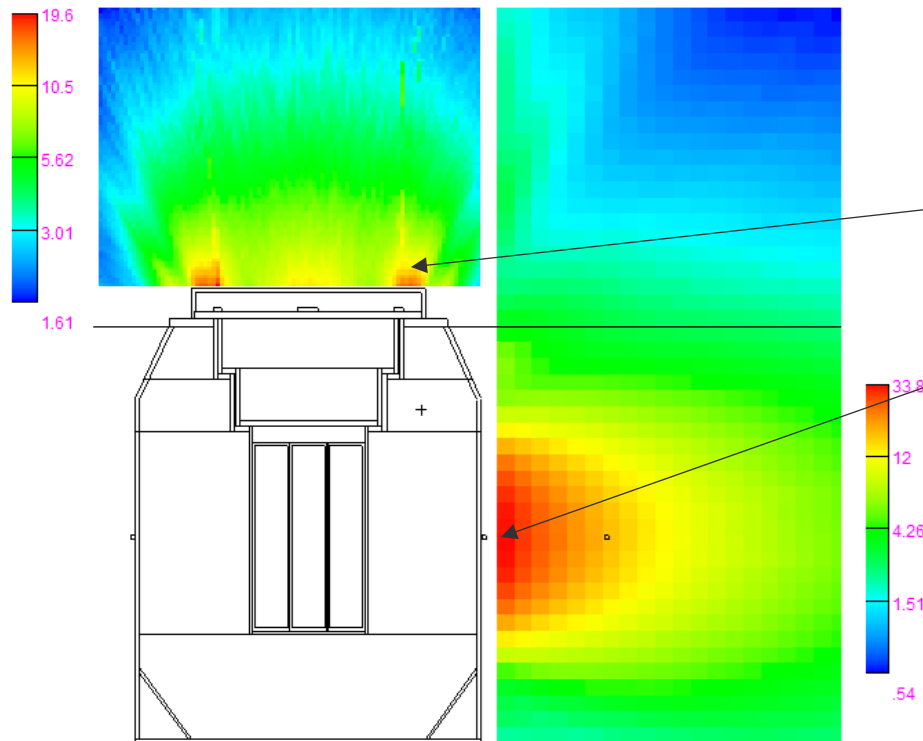
200-600 μSv/h  
400-450 μSv/h



## Modellezés

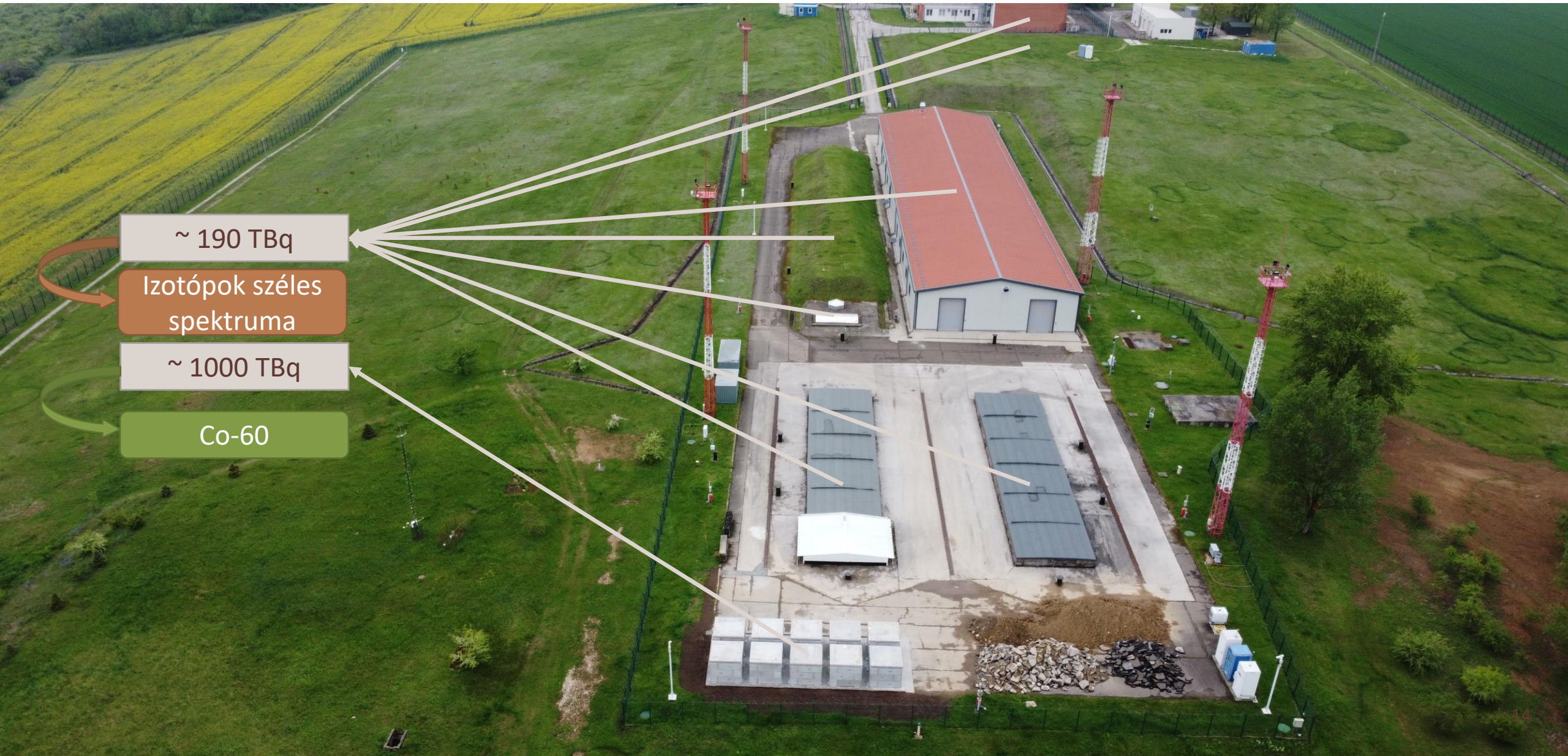
### Validációs modell: végleges töltetre

- 1080 Tbq / homogenizált források önárnyékolással / 7 db torpedóban
- Ólomsűrűség 11,35 → 11,06 g/cm<sup>3</sup>
- H\*(10)



17 - 31  $\mu\text{Sv/h}$

34 - 46  $\mu\text{Sv/h}$



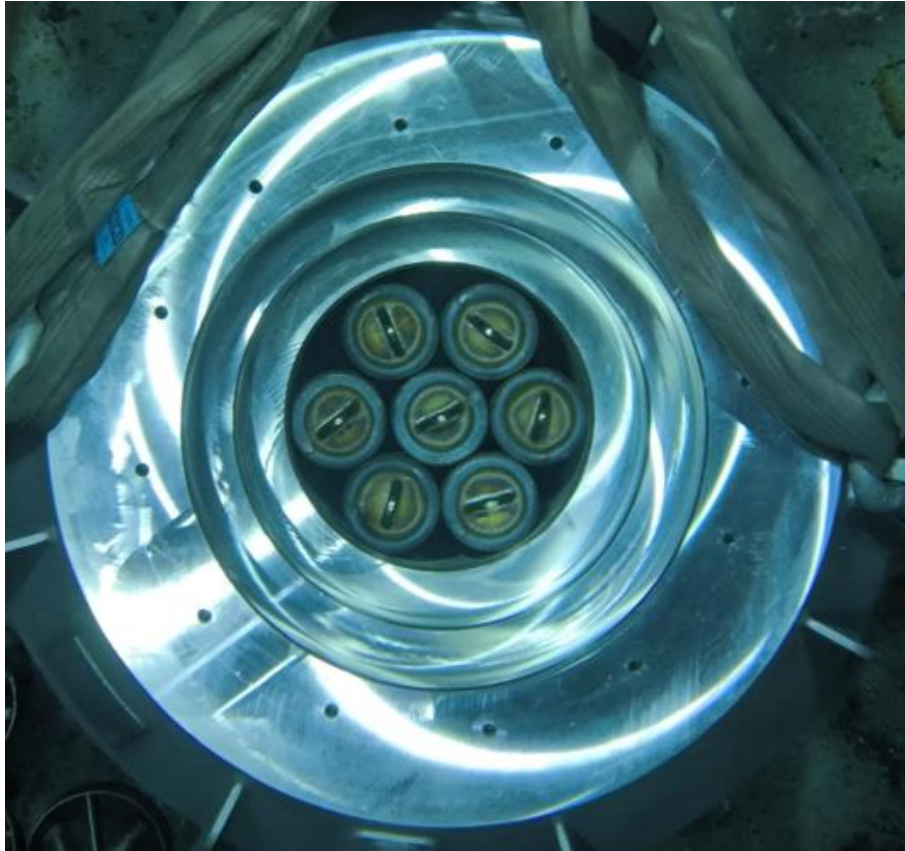
~ 190 TBq

Izotópok széles spektruma

~ 1000 TBq

Co-60









611 nSv/h

