

KÉPALKOTÓ GAMMA SPEKTROMÉTER A PAKSI ATOMERŐMŰBEN



L. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam
Hajdúszoboszló, 2025.04.07-09.

Makovecz Gyula, MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

TARTALOMJEGYZÉK

A CZT detektorokról röviden

A H3D H420 kézi műszer

A kiértékelő szoftver

A tesztelés eredménye, értékelés

GammAware – 3D-s képalkotással való összekapcsolás

Tapasztalatok összegzése, jövőbeni felhasználás

A CZT detektorokról

CZT = Kadmium (Cd), Cink (Zn), Tellúr (Te).

Félvezető detektor.

Energiafelbontása a szcintillációs és a HpGe félvezető detektorok között van. Nagy hatásfok és felbontás jellemzi.

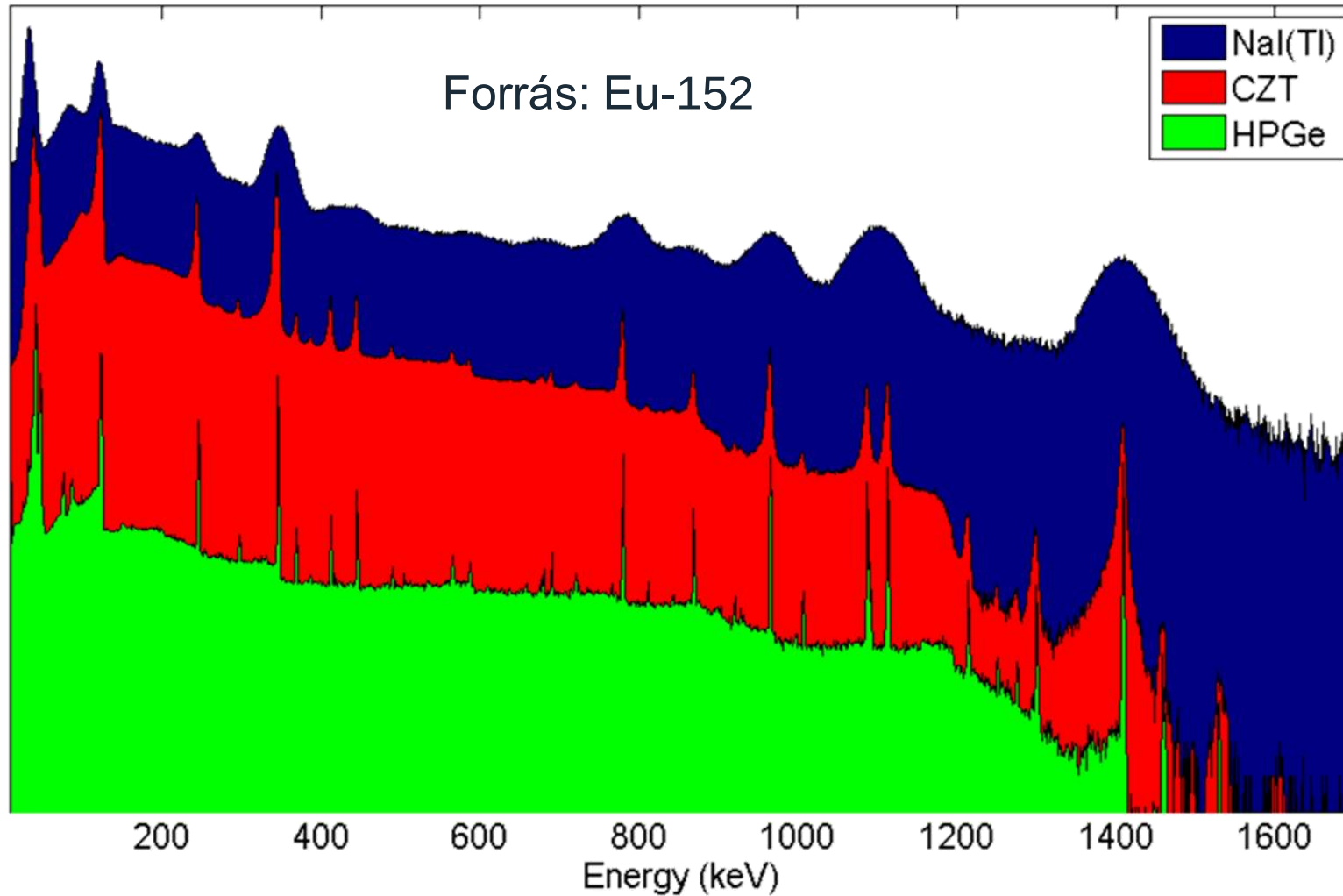
A HpGe-vel szemben nem igényel hűtést, szobahőmérsékleten használható, így üzemeltetési és karbantartási költsége kisebb, egyszerűbb használatot biztosít. A nagyfeszültség ingadozására kevésbé érzékeny. Tömege, térfogata kisebb.

A szcintillációs detektorral szembeni előnye, a hőmérséklettől való kisebb függés.

Képes 100 millió foton/másodperc/mm²-es feldolgozásra.

Méretük: 0,5 – 50 cm³.

CZT-HpGe-szcintillátorok érzékenysége



A H420 kéziműszer



A rendszer összeállítása:

- Képképző eszköz:
optikai kamerával,
lézeres távolságmérővel,
CZT detektorral.
- Tablet, wifi kapcsolattal.
- Fotóállvány (tripod).
- H3D Visualizer kiértékelő szoftver.

A H420 kéziműszer, technikai adatok

Mérete: 24 x 9,5 x 18 cm.

Súly: 3,6 kg.

Hőmérséklet tartomány: -20 - +50 °C.

Vízbe merülés ellen korlátozott ideig védett, IP67.

A CZT detektor mérete: $\sim 20 \text{ cm}^3$.

Optikai látómező: 154° vízszintesen, 148° függőlegesen.

Sugárzási látómező: 360° (4π).

Energiatartomány: 50 keV – 3 MeV.

Kommunikáció a tablettel: Bluetooth, Wifi, vezetékes kapcsolat.

Adatok kiértékelése a saját szoftverével: H3D Visualizer.

A H420 kéziműszer

Dózisteljesítmény mérés csak az eszköznél!

A jelenlegi, 2. generációs eszköz már az adott forróponttól meghatározott távolságban is képes erre!

Detektált dózis és beütésszám kijelzése.

Dózistér, ahol még üzemképes = 2,8-3,0 mSv/h.

Saját izotópkönyvtár, amely bővíthető.

A mérendő terület távolságának lézeres meghatározása.

Izotópszelektív mérés. Egy vagy több izotóp kiválasztási lehetősége.

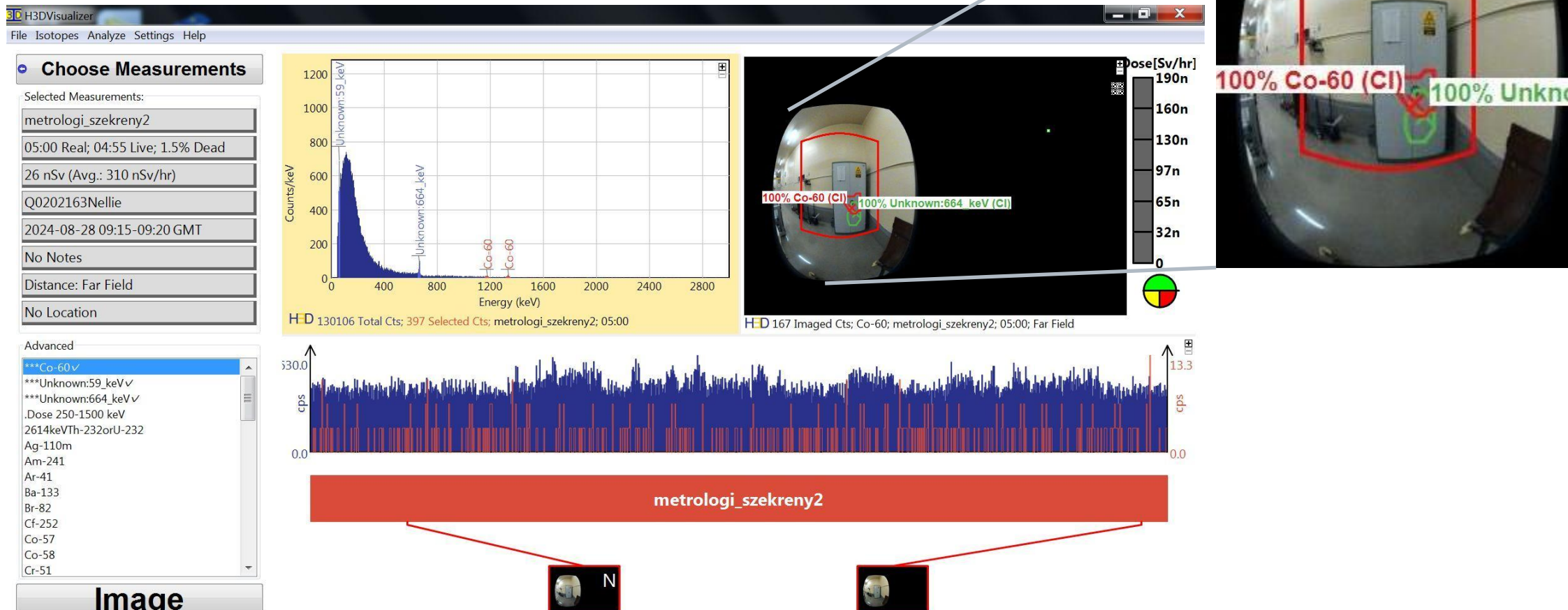
A nem beazonosított csúcsok kijelzése értékkel.

„Dose” funkcióban az összes 250 keV energia feletti energiacsúcsához tartozó izotóp összegzése.

Ciklikus, hosszú mérés idejű mérések indítása.

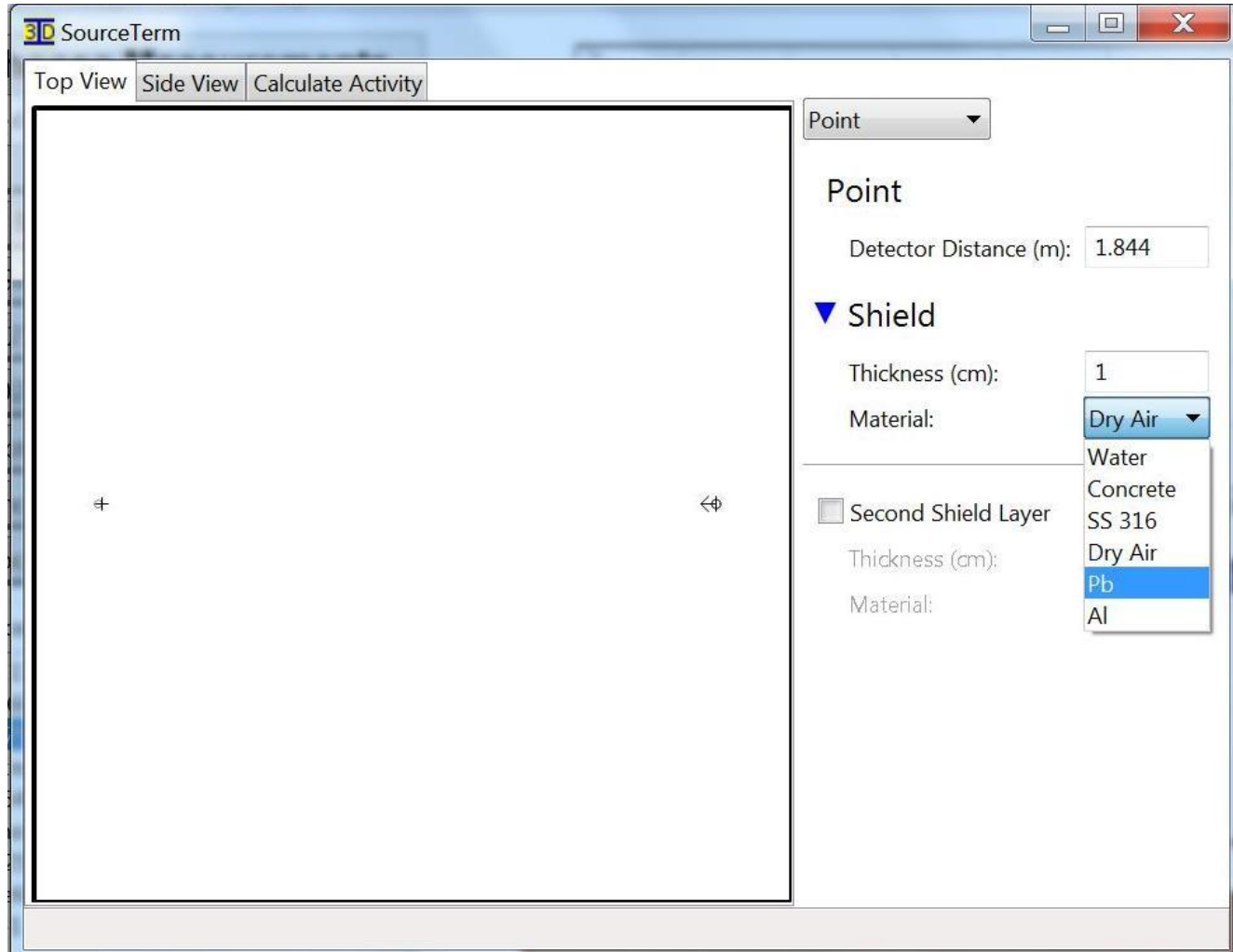
A Visualizer kiértékelő szoftver

Az idő függvényében ábrázolja az összes cps-t és a kiválasztott izotóp beütésszámát.



A Visualizer kiértékelő szoftver

Árnyékolások tervezéséhez és az aktivitás pontos meghatározásához is használható, a távolság, az árnyékoló anyag típusának és az anyagvastagságnak a megadásával.



A Visualizer kiértékelő szoftver

Mérések részletesebb kielemezésének lehetősége. Egy vagy több izotóp kiválasztási lehetősége. Szerkeszthető word riport készítése.

A szoftver megbecsüli az adott izotópból eredő dózisteljesítményt.

Kevert sugárzási térre vonatkozó dózisteljesítmény meghatározására alkalmas.

1 a410.2.2

This measurement started at 2024-08-30 11:33 and ended at 11:36.

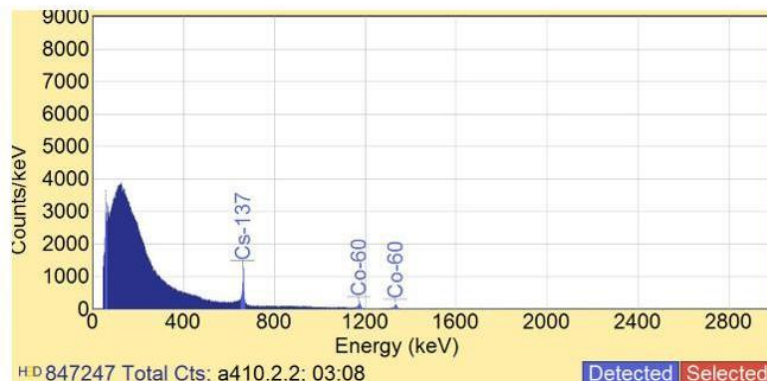
The real time was 03 minutes 08 seconds and the live time was 02 minutes 51 seconds. The dead time was 9.0%.

The dose for this measurement is 250 nSv (Avg.: 4.8 μ Sv/hr).

A save state was made at 2024-08-30 11:36:38.

1.1 Spectrum

The detected isotopes for this measurement are Co-60, Cs-137, and Unknown:59_keV.



1.2 Optical Image



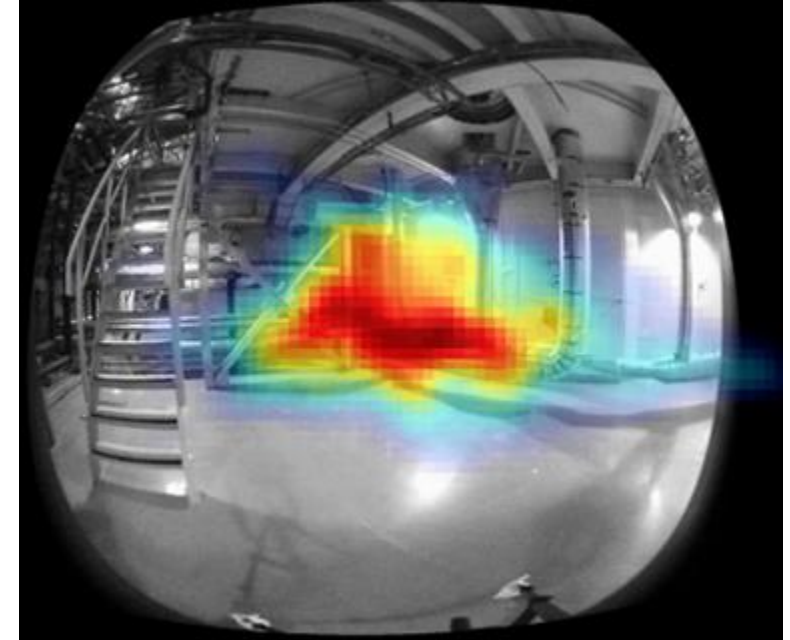
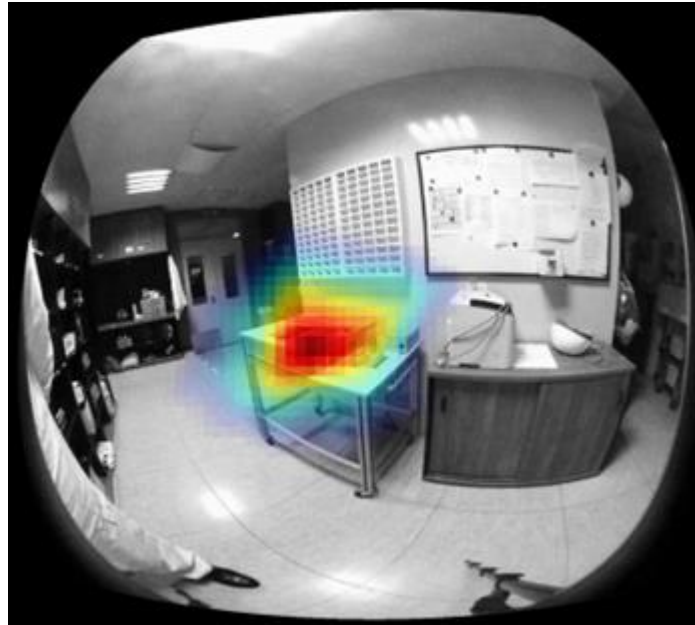
HD a410.2.2; 03:08

1.3 Time Spectrum



A Visualizer kiértékelő szoftver

A közepes, 200-1.500 keV energiájú gamma-fotonok kölcsönhatásából képezi a színekódolt, kombinált Compton képeket. Több kép egymáshoz kapcsolásával készít egy videofájlt.



Az atomerőművi tesztelésről

Időpontja: 2024.08.28-30.

Helyszínek:

3-as blokki főjavítás:

6-os hurok, forrópont

1-es VT

Boxi anyagvizsgálat

VCSB emelés

Egyéb helyszínek:

Metrológiai Laboratórium

DMH mérőpad

A410/2, hulladékos hordók

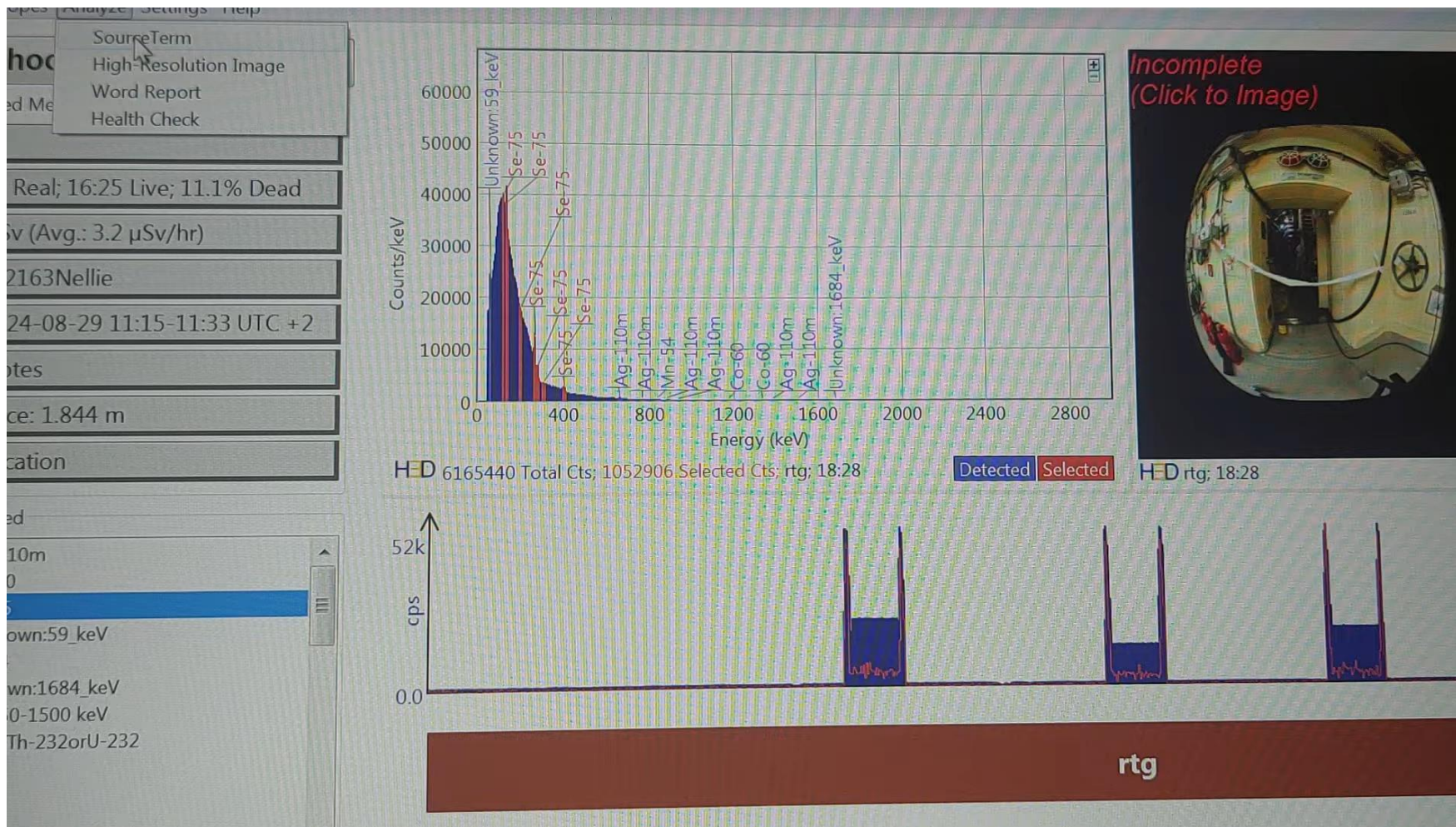
Hulladékprés

Teszt – Főjavítás, anyagvizsgálat

Se-75 izotóp, nagyon gyors detektálás, 7 csúcs azonosítása, pontosan látszik, mikor került ki a tartóból a forrás.

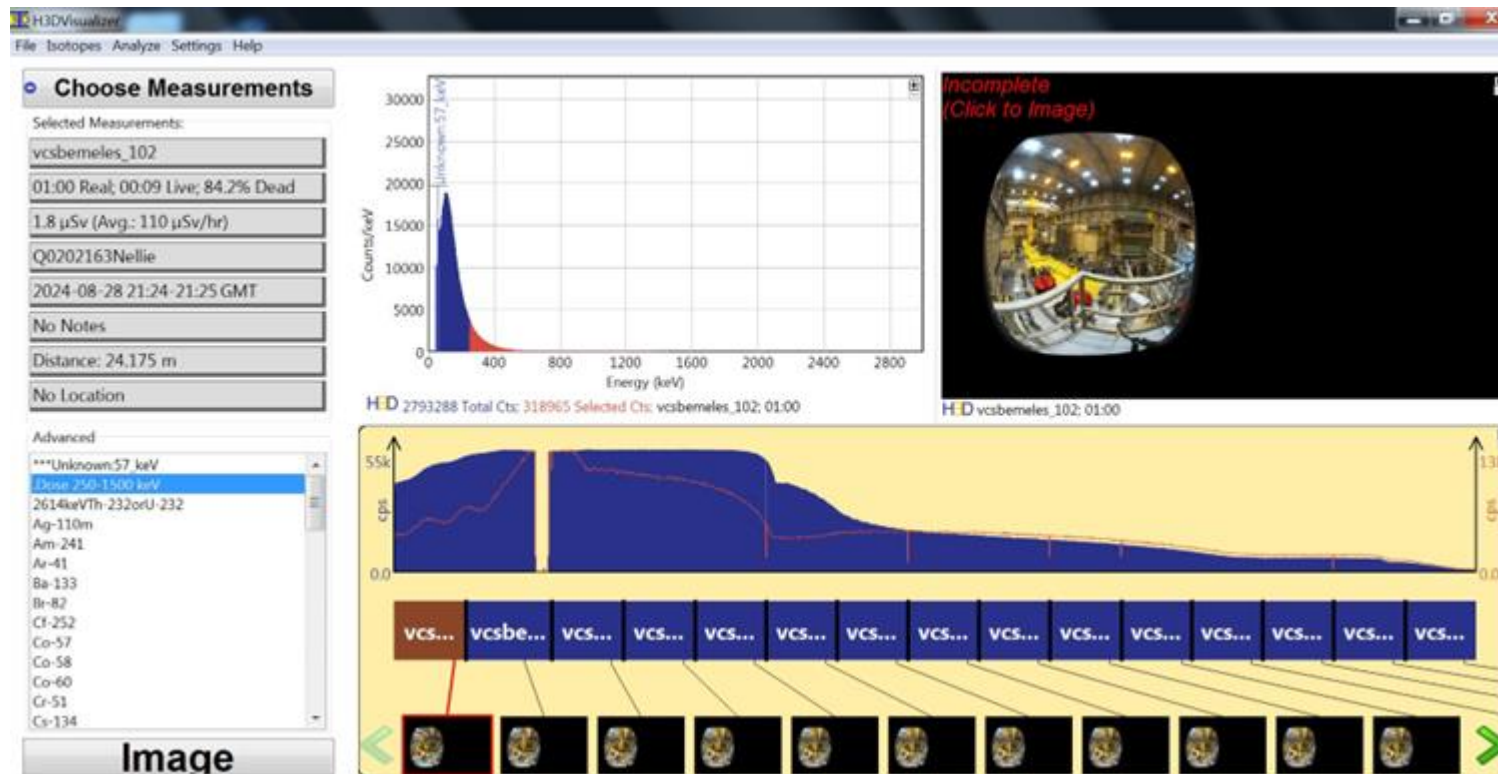


Teszt – Főjavítás, anyagvizsgálat

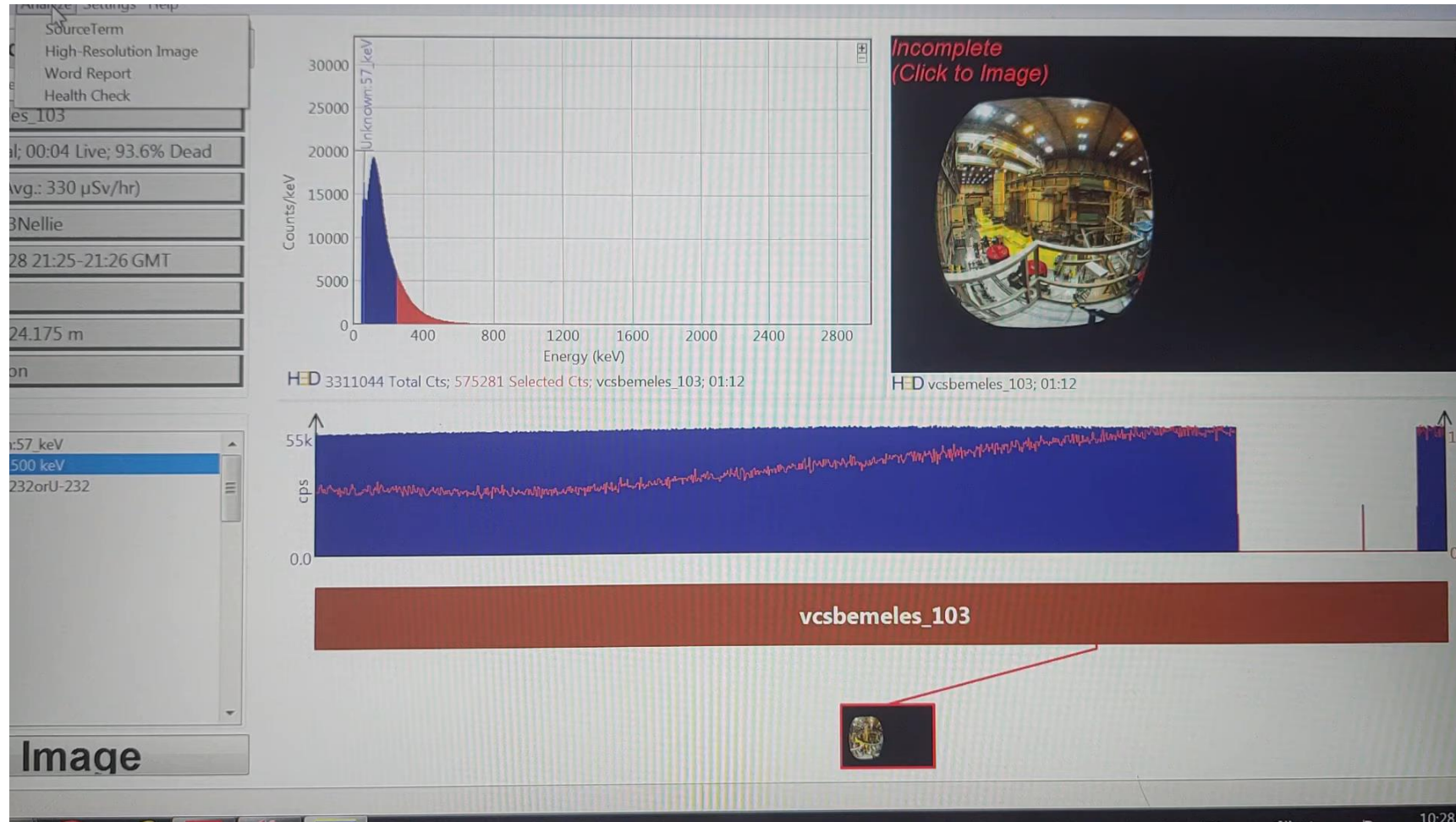


Teszt – Főjavítás, VCSB emelés

Ciklikus, hosszú mérési idejű mérés indítása. 1 perces mérési ciklus, összesen 137 ciklus.
Volt olyan ciklus, ahol nem rögzítette a cps-t, elérte a dózisteljesítmény érték felső határát.

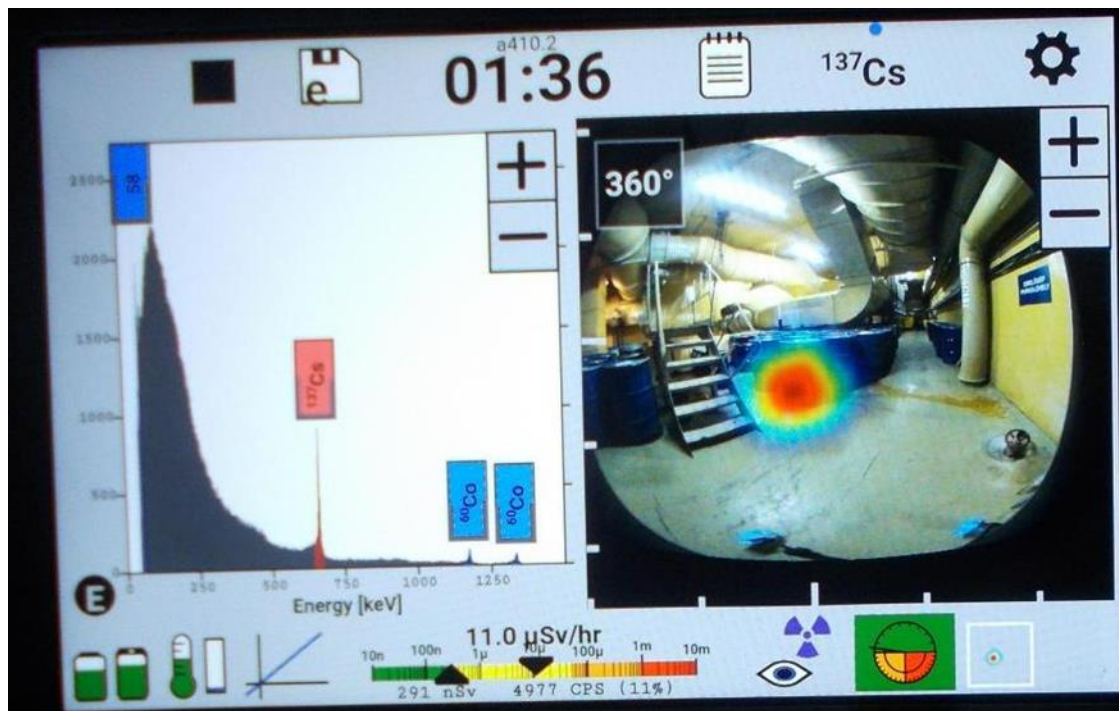


Teszt – Főjavítás, VCSB emelés



Teszt – A410 helyiség

Kis- és közepes aktivitású hulladékos hordók:
Hulladékvíz – Cs-137 azonosítása.



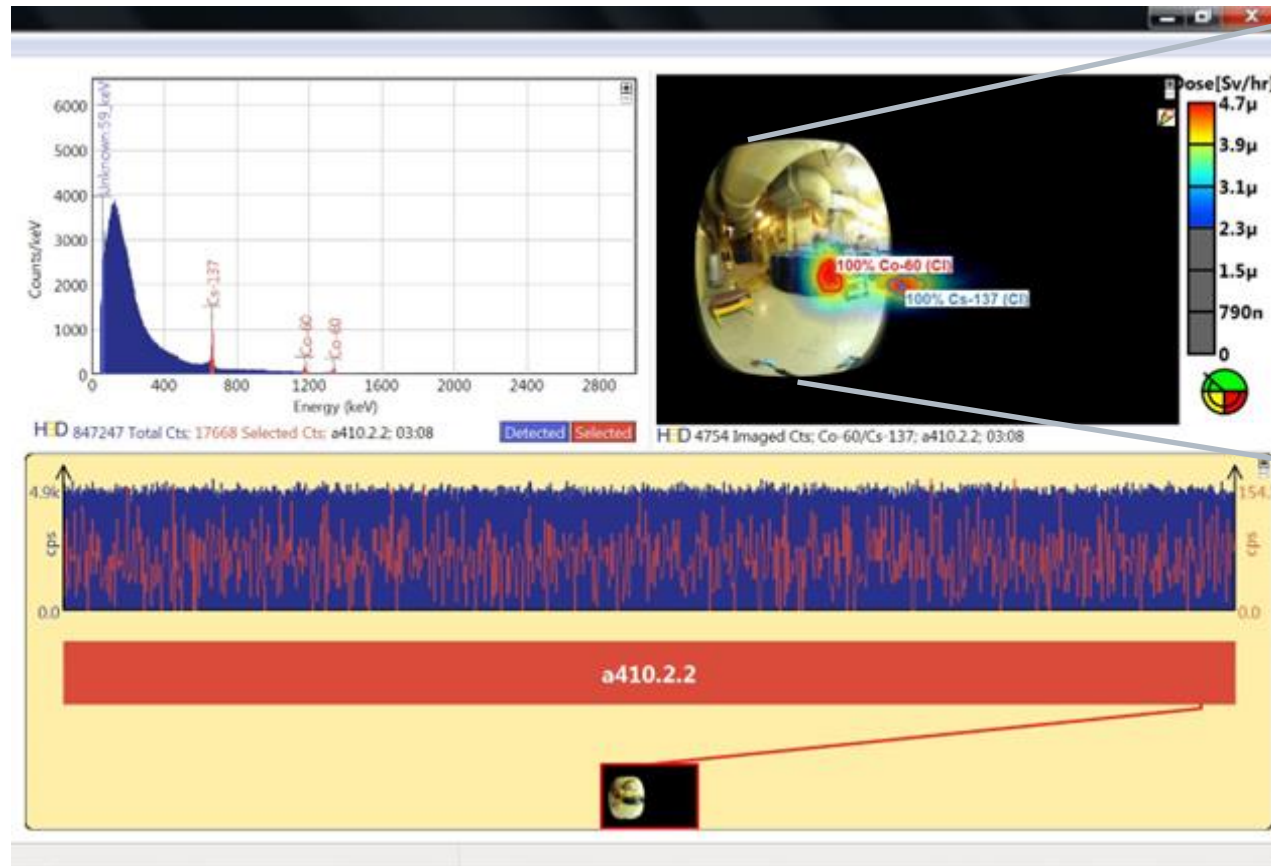
Teszt – A410 helyiség

Gyanta és bórsav – Co-60 azonosítása.



Teszt – A410 helyiség

Több izotóp (Cs-137, Co-60) kiválasztása egyszerre. A kamera és a detektor látószöge eltér egymástól.



GammAware – Kiegészítő eszköz

Egy hordozható térképező platform.

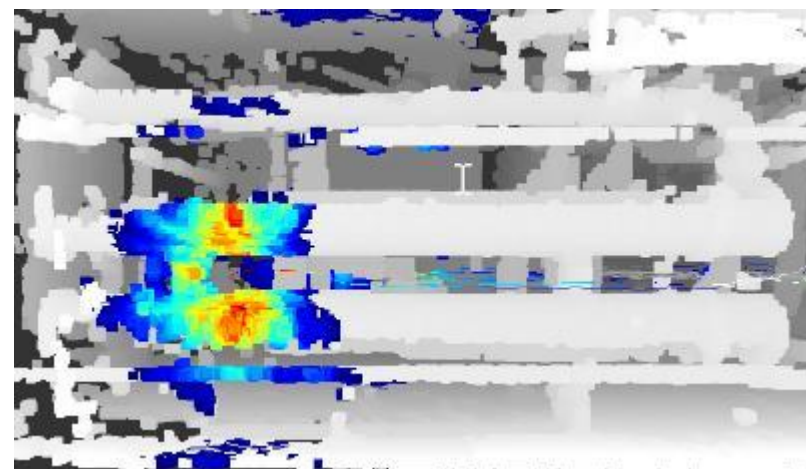
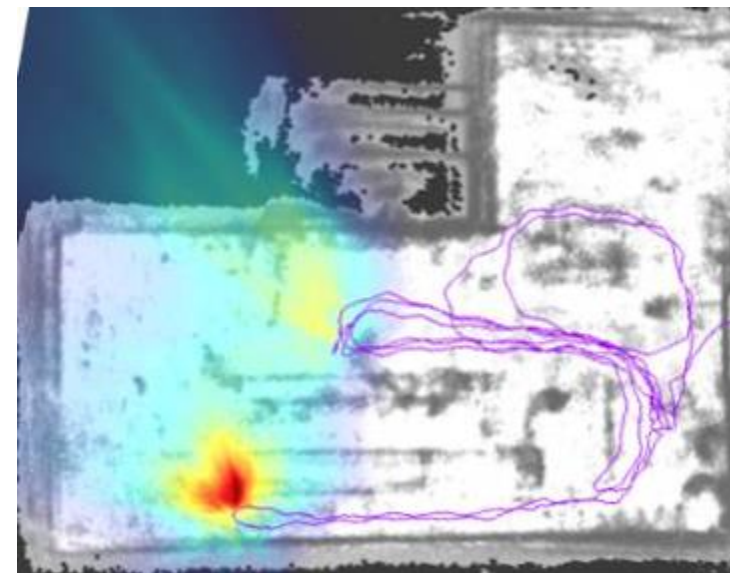
Azonnali nézet: 2D-s térkép és útvonal dózisteljesítmény szerint és izotópszелеktív módon színezve.

Utólagos feldolgozással: 3D-s pontfelhő és útvonal dózisteljesítmény és izotópszелеktív módon színezve, 3D-s térképek importálásával.

Geometriai, illetve anyagsűrűségi adatok megadásának lehetősége.

Forrópontok beazonosítása.

Árnyékolások hatásfokának értékelése.



Tapasztalatok összegzése

1. Izotópok beazonosítására tökéletes, gyors és pontos. Pl.: vízfolyások, felületi szennyezettségek gyors analizálása, hulladékminősítés.
2. Magasabb dózisteljesítményű területek (forrópontok) képformátumú megjelenítése.
3. Csővezetékben lévő szennyeződések lokalizálása.
4. Skyshine sugárzás vizsgálata.
5. Teljes körű atomerőműves felhasználásának határt szab a 3 mSv/h-s felső dózisteljesítmény határérték.
6. A 3D-s modullal térbeli dózistérképek készítésére is alkalmas lehet.

Köszönöm a figyelmet!

Makovecz Gyula – makoveczgyp@npp.hu