



NNGYK
NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI
ÉS GYÓGYSZERÉSZETI KÖZPONT

Veszélyes-e a radioaktív hulladék? Radioaktív-e a veszélyes hulladék?

Osváth Szabolcs, Rell Péter, Kövendiné Kónyi Júlia, Kalászi Pál, Salik Ádám

II. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam

Balatonalmádi, 2026. IV. 14-16.

A Budafok, Anna utca 5. alatti telephely története

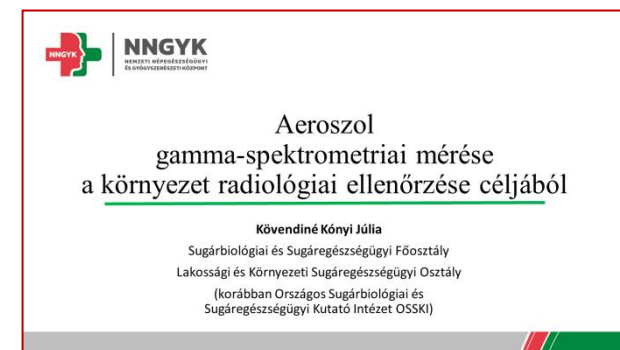
- 1957. Központi Sugárbiológiai Intézet
- 1959. Központi Sugárbiológiai Kutató Intézet
- 1963. Országos "Frédéric Joliot-Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet
- 1998. Fodor József Országos Közegészségügyi Központ
- 2007. ÁNTSZ OTH – OSSKI
- 2015. Országos Közegészségügyi Központ
- 2017. Országos Közegészségügyi Intézet
- 2018. Nemzeti Népegészségügyi Központ
- 2023. Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ - Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály
- Átköltözés folyamatban



Búcsú a telephelytől



- Rell Péter, Kövendingé Kónyi Júlia, Balázs-Rudasy Edina, Hizsnay Julianna, Osváth Szabolcs: Az NNGYK Anna utcai telephelyének környezeti radiológiai értékelése
 - előadás; Őszi Radiokémiai Napok, Balatonszárszó, 2024. október 14-16.; Analitikai Ankét, Budapest, 2025. február 11-12.; L. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2025. április 7-9.
- Homoki Zsolt, Szigeti Ágnes, Fábíán Ferenc, Dr. Csordás Anita, Dr. Kovács Tibor: Miről mesél 30 év gamma-dózisteljesítmény mérés eredménye? - a gamma-dózisteljesítmény mérésekről egy kutató szemével
 - előadás, L. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2025. április 7-9.
- Kövendingé Kónyi Júlia: Az aeroszol gamma-spektrometriai mérése a környezet radiológiai ellenőrzése céljából
 - előadás, Őszi Radiokémiai Napok, 2025. október 14-16., Balatonszárszó
- Aktuális kihívás: átvizsgálni, minősíteni, és megfelelő cégnek átadni a telephelyen felgyűlt anyagokat (hulladékokat)
 - Nem elég állítani, hogy inaktív – azt méréssel kell igazolni!



A hulladékok (a jogszabályokban)

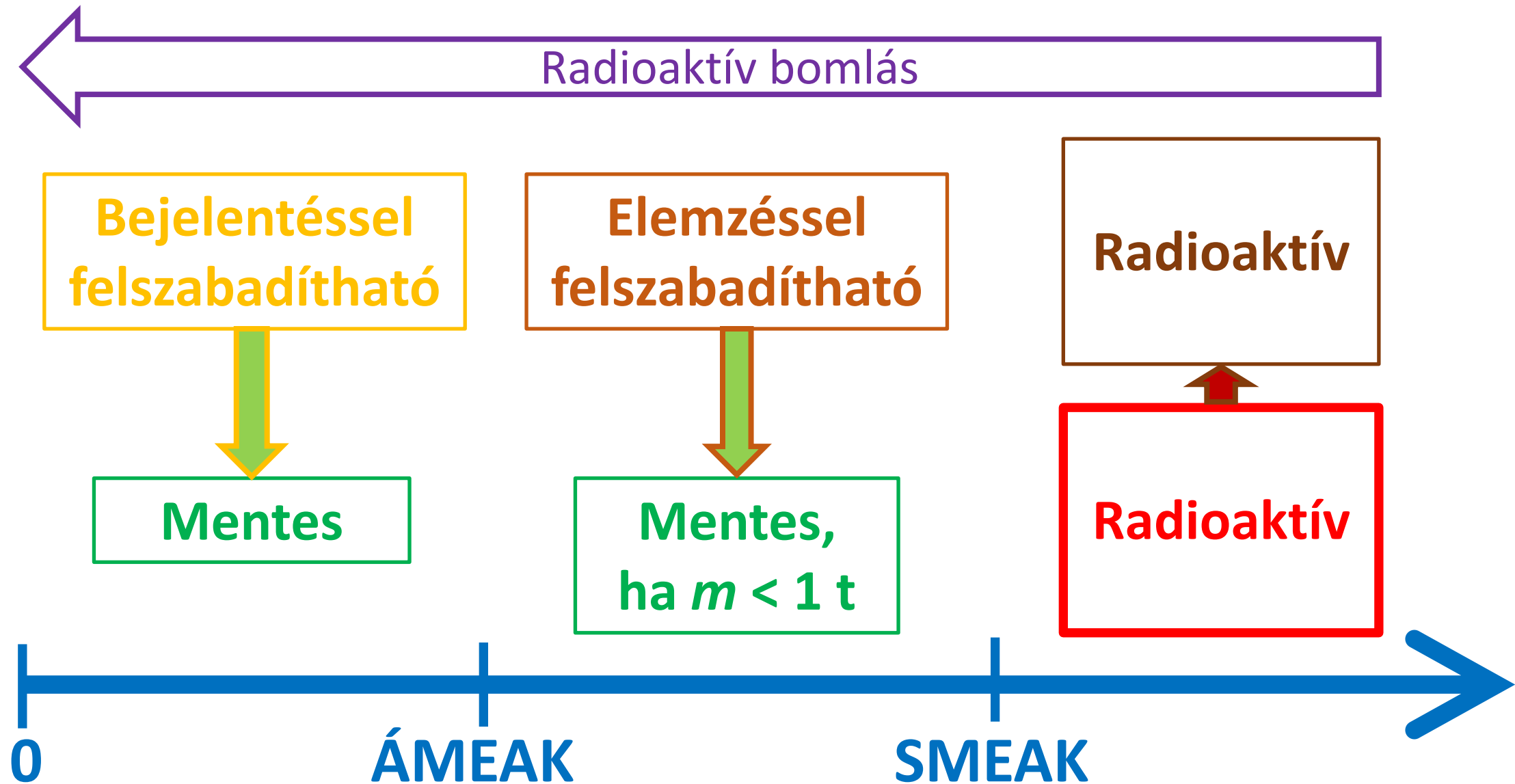
- **Veszélyes hulladék** [lásd 2012. évi CLXXXV. tv. a hulladékról]: robbanásveszélyes, oxidáló, tűzveszélyes, irritáló, célszervi toxicitás, akut toxicitás, **rákkeltő**, maró, fertőző, reprodukciót károsító, mutagén, akut mérgező gázokat fejlesztő, érzékenységet okozó, **környezetre veszélyes**; továbbá olyan hulladék, amely képes az imént felsorolt olyan veszélyességi tulajdonságot mutatni, amellyel az eredeti hulladék nem rendelkezik.
 - Pl. savak (cc. HNO_3), lúgok (4-6 M NaOH), szerves folyadékok (TBP, LSC koktél), ezek kiürült göngyölegei,...
- **Radioaktív hulladék** [lásd 1996. évi CXVI. tv. az atomenergiáról]: további felhasználásra már nem kerülő olyan radioaktív anyag, amely sugárvédelmi jellemzők alapján nem kezelhető közönséges hulladékként;
 - Konkrétan: **AK > MEAK** [Melyik?]
 - A **MEA** nem számít! – különben mindenki feldarabolgatná a hulladékát
 - Hígítani, darabolni, ... nem szabad.
- Megjegyzés: Az idő nekünk dolgozik, ui. a trícium (^3H) felezési ideje 12,3 év; a ^{60}Co felezési ideje 5,3 év; a ^{134}Cs felezési ideje 2,1 év stb.

Mentesség és felszabadítás (a jogszabályban)

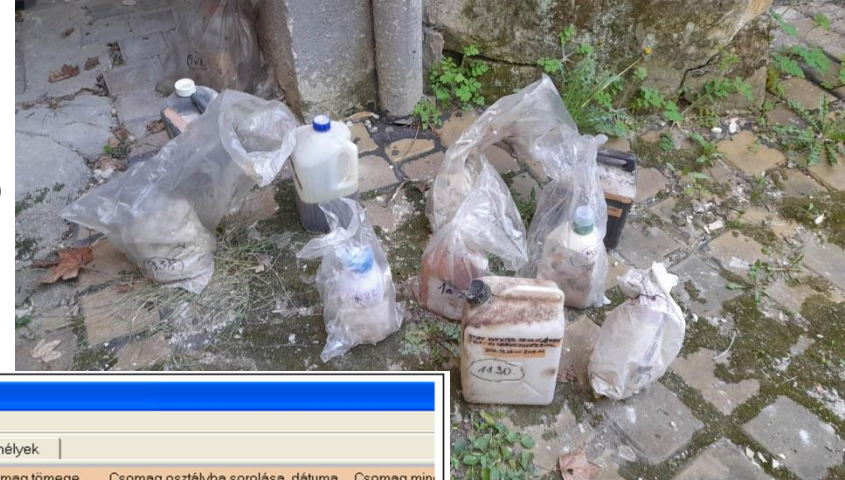
- **Mentesség** = „ab ovo” soha nem számított radioaktívnak (de jure, azaz a jog szerint)
 - Ha $A \leq MEA$ ~ mentességi aktivitás [Bq] VAGY
 - ha $AK \leq \acute{A}MEAK$ ~ általános mentességi aktivitáskoncentráció [Bq/g] VAGY
 - ha $AK \leq SMEAK$ ~ specifikus mentességi aktivitáskoncentráció [Bq/g] – de csak 1 t tömeg alatt alkalmazható!
 - Megj.: $\acute{A}MEAK \leq SMEAK$
- **Felszabadítás** = eddig radioaktívnak számított, de mostantól már nem (de jure, azaz a jog szerint)
 - Ha $AK \leq SMEAK$ ÉS
 - Bejelentéssel: ha $AK < \acute{A}MEAK$
 - Engedéllyel: ha ... mesterséges radionuklidok esetében az újrafelhasználásból, újrahasznosításból vagy nem veszélyes hulladékként történő ártalmatlanításából (beleértve az égetést) származó, a lakosság bármely tagját érő egyéni évi sugárterhelés nem haladja meg a 30 μSv effektív dózist, és a kis valószínűségű események bekövetkezésekor az effektív dózis 1 mSv/év alatt marad.
- **Megjegyzések**
 - A vonatkozó jogszabály a 2/2022. OAH r. az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
 - Több radionuklid együttes jelenléte esetén az aktuális és a mentességi értékek hányadosait kell szummázni:

$$\sum_i \frac{AK_i}{MEAK_i} \leq 1$$

RÁHEL-ben szerepel
RÁHEL-ben nem szerepel



Mi derül ki a nyilvántartásokból?



- Korábbi szervezeti egységek korábbi tevékenységének az emlékei
 - az adatok az ő korábbi nyilatkozataikon alapulnak
- A mostani aktivitás becsléshez szükséges:
 - a radionuklid,
 - a hajdani aktivitás,
 - az aktivitás dátuma
- Ha radioaktív (volt), akkor benne van a Rádium-Ráhel programban.
- Füzetek, táblázatok, ...
- Sugárforrások
- Szilárd hulladékok: a hulladék típusa is kell
- Folyadékok (ballonok, kannák, palackok)
 - a címkék, feliratok lekophattak, elmosódhattak
 - de az azonosító alapján az adatok visszakereshetőek

Ráhel 1.23 (JC) Radioaktív Hulladékok Elektronikus Leltára

Adatkezelés Jelentések Eszközök Sűgő

Hulladékcsoomag Radioaktív hulladékok Partnercégek, minősítő személyek

Csoomag azon.	Csomagolás (hordó, konténer stb.)	Tárolás jellege	Menny. (db)	Csoomag tömege	Csoomag osztályba sorolása, dátuma	Csoomag min.
2010.05.31./2	műanyag zsák	Ideiglenes	1	3 kg	[SL-LLW] Rövid é 2010.05.31	Kalászi Pál

Megjegyzés: műa. küvették

Új csomag Módosítás Törlés Mentés Mégse Hulladékcsoomag kiszállítása

Csoomag azon.	Csomagolás	Mennyiség	Csoomag tömege	Egysége	Tárolás jellege	Osztálybasorolás dátuma	Csoomag osztály
2010.05.31./1	műa. zsák	1	1	kg	Ideiglenes	2010.05.31.	sHlw
2010.05.31./2	műanyag zsák	1	3	kg	Ideiglenes	2010.05.31.	sHlw
2010.05.31./3	műanyag zsák	1	3,5	kg	Ideiglenes	2010.05.31.	sHlw
2010.05.31./4	műanyag kanca	1	3,6	kg	Átmeneti	2010.05.31.	sHlw
2010.06.17./1	szilárd etalon	1	10	g	Ideiglenes	2010.06.17.	vsHlw

1102. B	Cs-134	25 kBq	2010.08.30.	447 Bq (2 év, 10 kBq)	5 ml ampulla, oldat,	Mentes!
1103	I-125					
1104	I-125					
1105. B	Cs-137	10 kBq	2010.08.30.	7,6 kBq (30 év, 10 kBq)	szennyezett csipesz	Mentes!
1108	Am-241					
1109	Am-241					
1110. B	H-3	3 MBq	2011.03.07.	1,6 MBq (12,3 év, 1 GBq)	5 liter szciti koktél	Mentes!
1111. B	H-3	4+4 MBq	2011.03.07.	1,6 MBq (12,3 év, 1 GBq)	2x1 liter vizes oldat műa. flakonban	Mentes!
1115. B	H-3	2 MBq	2011.12.09.	1,1 MBq (12,3 év, 1 GBq)	1 liter vizes oldat	Mentes!
1116. B	H-3	3 MBq	2011.03.07.	1,6 MBq (12,3 év, 1 GBq)	5 liter szciti koktél	Mentes!
1119. B	H-3	2 MBq	2012.05.22.	1,2 MBq (12,3 év, 1 GBq)	1 liter vizes oldat	Mentes!
1123. B	C-14	1 MBq	2013.03.18.	1 MBq (5570 év, 10 MBq)	műa. küvették, papír, műa.zsákban	Mentes!
1124. B	C-14	1 MBq	2013.03.18.	1 MBq (5570 év, 10 MBq)	műa. küvették, papír, műa.zsákban	Mentes!
1125. B	Am-241 Ra-226	1 kBq	2013.03.18.	1 kBq(433 év, 10 kBq) (1600 év, 10 kBq)	műa. küvették, papír, műa.zsákban	Mentes!
1126. B	C-14	1+1+0,5 MBq	2013.03.18.	2,5 MBq (5570 év, 10 MBq)	2 db 5 liter vizes old 1 db 5 liter szerves	Mentes!
1127. B	Am-241 Pu-239	5 kBq	2013.03.18.	5 kBq(433 év, 10 kBq) (24 e év, 10 kBq)	3 liter szerves oldat	Mentes!
1128. B	H-3	500 kBq	2013.04.11.	295 kBq (12,3 év, 1 GBq)	papír, műanyag, műa. zacskóban	Mentes!
1129. B	H-3	1 MBq	2013.04.11.	589 kBq (12,3 év, 1 GBq)	0,5 liter vizes oldat flakonban	Mentes!

Bejelentkezés

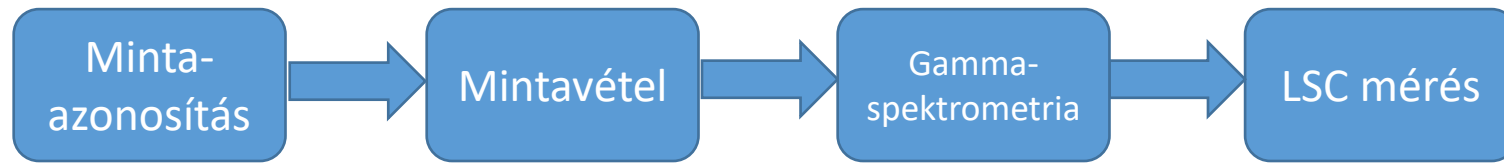
Szöveg vagy eszközök keresése...

Szilárd anyagok (valaha radioaktívak voltak)

- Zárt sugárforrások
 - Többségük mostanra már „lecsengett”.
 - $A \leq MEA/10$ → bejelentéssel felszabadítható
 - $MEA/10 < A \leq MEA$ → engedélykérelem a felszabadításra
 - $MEA < A$ → radioaktív hulladék
- Szilárd hulladékok („nyitott sugárforrások”)
 - Kiválasztás: a nyilvántartás alapján $AK < \dot{A}MEAK$
 - Mérés kézi műszerrel: felszíni gamma-dózisteljesítmény
 - A növekmény a természetes háttér max. 20%-a (a csomag felszínének minden pontján) → a csomag bejelentéssel felszabadítható → veszélyes hulladék
 - Az alacsony intenzitású sugárzás miatt nuklidazonosító műszer nem használható.



Mintavétel folyadékokból



- Inaktív és radioaktív hulladékokból egyaránt (kb. 150 kanna)
- 10 ml minta 20 ml-es műanyag LSC küvettába



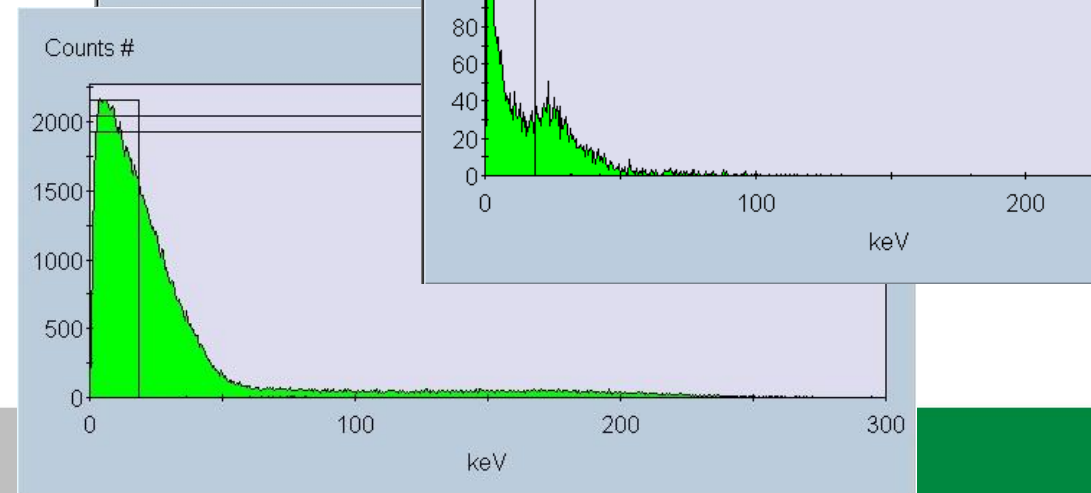
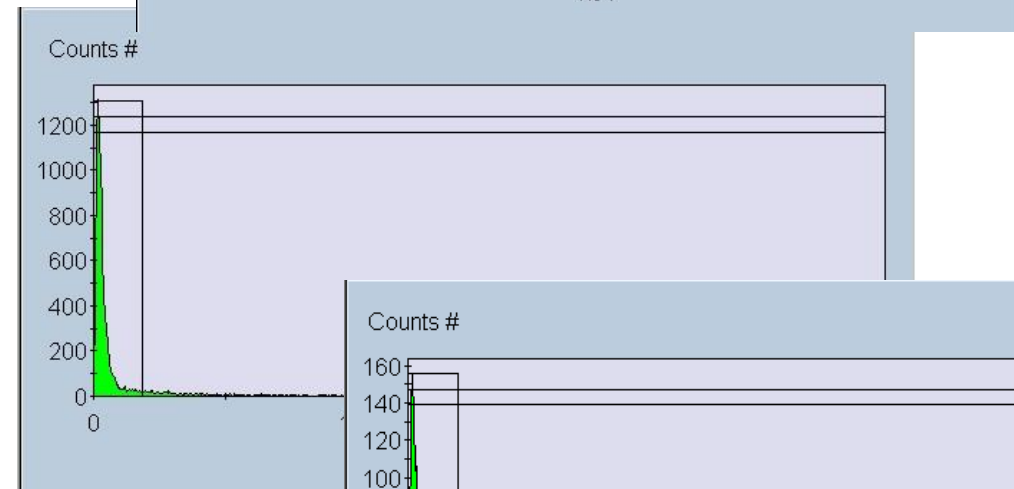
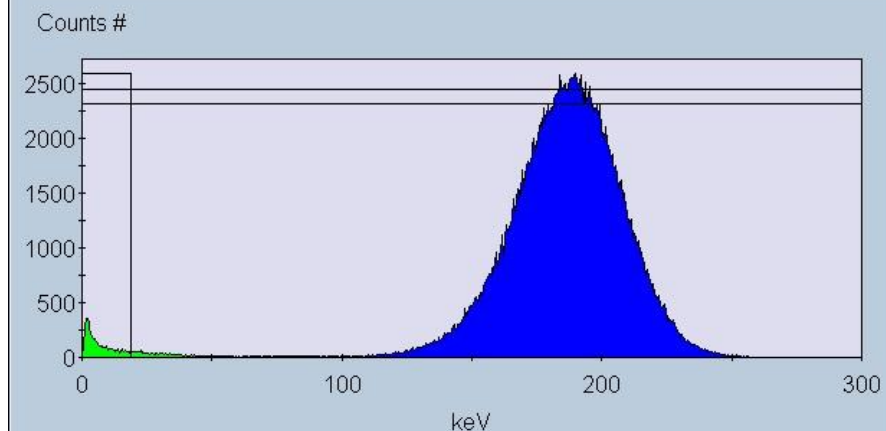
Mi derül ki a gamma-spektrometriai mérésekből?

- Nagytisztaságú germánium félvezető (HPGe) detektorra alapozott mérőrendszerek
- Kalibrált geometria: LSC küvetta, 10 ml folyadék → ismert detektálási határfok
- Csak a („könnyen mérhető”) γ -sugárzó radionuklidokat észleli: ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{210}Pb , ^{241}Am stb.
- Nem detektálja a „nehezen mérhető” radionuklidokat - tehát amelyek nem bocsátanak ki közepes vagy nagy gyakorisággal közepes vagy nagy energiájú γ -sugárzást. (pl. ^{239}Pu)



Mi derül ki az LSC mérésekből?

- Mérés TriCarb 2900TR készüléken
 - 10 ml minta + 10 ml Ultima Gold LLT koktél
 - mérési idő: 180 perc
 - α/β diszkrimináció (jelalak alapján, 126 ns) – van némi áthallás
- Spektrometria (energiaszelektív), de nuklidazonosítás csak nagyon korlátozottan lehetséges.
- Az α -részecskék detektálási hatásfoka kb. 100%.
 - Az összes- α aktivitáskoncentráció megbízhatóan becsülhető – vö. ^{241}Am γ -sp.
- A β -részecskék detektálási hatásfoka nagyon függ a β -energiától (a radionuklidtól) és a kvencstől
 - ^3H és ^{14}C standardunk van \rightarrow Ha tudjuk, hogy csak ^3H vagy csak ^{14}C van a mintában, az aktivitáskoncentráció becsülhető.
 - Más, illetve több radionuklid jelenléte esetén az összes- β eredmény csak tájékoztató jellegű. – vö. ^{60}Co γ -sp.
- Kvencs, quench, kioltás
 - az LSC mérés technika a legnagyobb problémája,
 - függ a minta kémiai összetételétől és színétől,
 - a detektálási hatások csökkenését okozza,
 - néhány mintánál nagyon erős: tSIE \sim 10-50 (lényegében kiértékelhetetlenek)



Összefoglalás, eredmények

- A korábbról rendelkezésre álló adatok (nyilvántartások, címkék) és a többfajta mérési technikával szerzett információk általában elfogadható egyezést mutatnak, és megerősítik egymást.
 - Pl. ^{241}Am : az aktivitása a γ -spektrum és az LSC α -spektruma alapján is számolható
 - Pl. ^{60}Co : a γ -spektrum mellett az LSC β -spektrumában is ad jelet
- Néhány esetben eltérést tapasztaltunk \rightarrow indokolt a nyilvántartások adatainak műszeres ellenőrzése.
 - Alkalmanként mérés technikai nehézségekbe ütköztünk (erős kvencs).
- Az inaktív tárolóban lévő folyékony hulladékok mindegyike valóban mentes ($AK \leq SMEAK$).
 - A legtöbb folyadék víz és régi LSC koktél elegye (környezeti vízminták ^3H -tartalmának mérése),
 - „sima” veszélyes hulladékként kezelhetők.
- Az aktív tárolókban lévő hulladékok jelentős részének radioaktivitása mostanra lebomlott,
 - bejelentéssel ($AK \leq \acute{A}MEAK$) vagy engedéllyel ($\acute{A}MEAK < AK \leq SMEAK$) felszabadíthatóak.
- Néhány hulladék (pl. a folyadékok 10-15%-a) radioaktivitása túllépi a SMEAK-ot ($AK > SMEAK$).
 - Ezeket radioaktív hulladékként kell kezelnünk.
 - A folyékony radioaktív hulladékot csak szilárdítva szabad eltemettetni! - kovaföld, perlit, saválló cement

$$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} > 1$$

**Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!**

osvath.szabolcs@nngyk.gov.hu

sugar@nngyk.gov.hu