

 GAMMA Zrt.	ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV			Oldal: 1/7
	ÜZLETI TITOK!	Biztonsági fokozat: MÉRSEKELT	Azonosító: LAB-0095/2025/K01	Dátum:2025.07.08

ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

 GAMMA Zrt.	ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV			Oldal: 2/7
	ÜZLETI TITOK!	Biztonsági fokozat: MÉRSEKELT	Azonosító: LAB-0095/2025/K01	Dátum: 2025.07.08

Tartalom

Tartalom	2
1 Vizsgálat tárgya	3
2 Vizsgálat helye	3
3 Vizsgálat megrendelője	3
4 Vizsgált mennyiség	3
5 Vizsgálat célja	3
6 Felhasznált anyagok és eszközök	3
7 Vizsgálat menete	3
8 Vizsgálati eredmények	5
9 Összefoglalás	6

 GAMMA Zrt.	ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV		Oldal: 3/7
	ÜZLETI TITOK!	Biztonsági fokozat: MÉRSEKELT	Azonosító: LAB-0095/2025/K01 Dátum:2025.07.08

1 Vizsgálat tárgya

Salak minta izotóp koncentrációjának meghatározása

2 Vizsgálat helye

Gamma Műszaki Zrt. Környezeti minta mérő labor (1097 Budapest, Illatos út 11/b.)

3 Vizsgálat megrendelője

B&B Salgó Kft.
3100 Salgótarján, Munkás út 5.

4 Vizsgált mennyiség

2 x 3000 g minta

5 Vizsgálat célja


Radioaktív izotópok aktivitás koncentrációinak meghatározása

6 Felhasznált anyagok és eszközök

- BNS-92 (90015) dózisteljesítmény mérő
- Acél mozsár
- Porcelán mozsár
- Radonzáró Marinelli geometriájú mintatartó
- MBSS2 típusú 04116-1597044 sorozatszámú etalon
- BSI Gamma Spektro- és Radiométer TRIO S/N. 2907-19
- Gamma detektáló egység BDEG-63-63-A NaI(Tl) szcintillációs kristállyal
- GammaPRO szoftver spektrometriához 2018.12.04 verzió

7 Vizsgálat menete

A mintavétel Salgótarján (Zagyvaróna), 0173/5 hrsz területen történt. A vizsgált területen 2 egymástól elkülönült salak kúp található. A területen környezeti dózisegyenérték-teljesítmény ($H^*(10)$) mérést végeztünk 1 méter magasságban BNS-92 (900015) hiteles műszerrel. További méréseket végeztünk a vizsgált területen, de a salakkúptól cca. 100 méteres távolságban. A mintavétel mindkét esetben a salakkúp talppontjától számított kb. 4 méteres magasságban a salakkúp felszínétől kb. 100 cm mélységben történt. Tehát gyalogosan felmáztunk a salakkúp oldalán kb. 4 méter magasságban, majd ásó segítségével 1 méter mély gödröt ástunk és abban

 GAMMA Zrt.	ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV		
	ÜZLETI TITOK!	Biztonsági fokozat: MÉRSEKELT	Azonosító: LAB-0095/2025/K01 Dátum: 2025.07.08

Oldal:
4/7

a mélységben vettük a mintát. A gyűjtött mintát a laborba szállítottuk. A gyűjtött mintákat tömegállandóságig 105°C-on kiszárítottuk, és 0,63 mm szemcsenagyság alá porítottuk. Homogenizálás után, radonzáró Marinelli geometriájú mintatartóba töltöttük, és 27 napot vártunk, hogy a természetes bomlási sorokban beálljon a radioaktív egyensúly.

A mérést ólomárnyékolt BSI típus gamma-spektrométerrel végeztük. Az alkalmazott mérőrendszer felbontása 60 keV 661 keV-nál, a mérési idő 80 000 s volt. A hatásfok kalibrációt MBSS2 típusú 04116-1597044 sorozatszámú Marinelli geometriájú etalon referenciaanyag felhasználásával végeztük. A K-40 meghatározásához annak (1460 keV) teljesenergia-csúcsát használtuk. A Th-232 meghatározásához az Ac-228 (338 és 911 keV), Ra-226 meghatározáshoz az Pb-214 (352 keV) és Bi-214 (609 keV) gamma vonalát használtuk. A háttér mérés ideje 86 400 s volt.

Rádium ekvivalens koncentráció (Ra_{eq}) [$Bq \cdot kg^{-1}$] meghatározása

A rádium ekvivalens koncentráció az 1. egyenlet segítségével számítható

$$Ra_{eq} = C_{Ra-226} + 1,43 \cdot C_{Th-232} + 0,077 \cdot C_{K-40} \quad (1.)$$

ahol: C_{Ra-226} , C_{Th-232} , C_{K-40} a Ra-226, Th-232 és K-40 koncentráció [$Bq \cdot kg^{-1}$] (Beretka és Mathew 1985). A Rádium ekvivalens koncentráció kiszámítása után a különböző izotóp koncentrációjú NORM anyagok egymással összehasonlíthatóak radiológiai szempontból.

I index meghatározása

Az I index a kültéri külső sugárterhelésen felül jelentkező, beltéri külső gamma-sugárzás okozta éves gammadózist határozza meg (2. egyenlet), olyan épület esetében, amely a vizsgált építőanyag felhasználásával készült. A modell konzervatív. Minden fal, padló és mennyezet betonból készül, a szoba nagysága pedig 3x4x2,5 m, ablak és ajtó nélkül. $I \leq 1$ esetén az éves effektív dózis ≤ 1 mSv, $I \leq 0,5$ esetén az éves dózis $\leq 0,3$ mSv (RP112, Döse 2016, EU BSS 2013).

$$I = \frac{C_{Ra-226}}{300} + \frac{C_{Th-232}}{200} + \frac{C_{K-40}}{3000} \leq 1 \quad (2.)$$

ahol: C_{Ra-226} , C_{Th-232} , C_{K-40} a mintában mért Ra-226 Th-232 és K-40 aktivitáskoncentráció [$Bq \cdot kg^{-1}$].



GAMMA Zrt.

ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

Oldal:
5/7

ÜZLETI TITOK!

Biztonsági fokozat: **MÉRSEKELT**

Azonosító: LAB-0095/2025/K01

Dátum: 2025.07.08

Az alkalmazott mérési elrendezés minimálisan detektálható aktivitása $2,3; 4; 16; \text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ Ra-226, Th-232, és K-40 radionuklidokat illetően ISO-11929:2010 számítás szerint.

8 Vizsgálati eredmények

Terepi mérések

A $H^*(10)$ értékek az 1. táblázatban láthatóak. A $H^*(10)$ értékek 180 nSv/h és 175 nSv/h értékek voltak az 1. és a 2. számú salakkúp esetén. Az 1 salakkúp a betonos úthoz és a GLS raktárhoz közelebbi a 2. salakkúp pedig a betonos úttól távolabbi. További mérést végeztünk a területen elhelyezett vörös színű nagyobb aggregátumokban lévő salak kupac közelében. A vörös salak esetén 250 nSv/h értéket mértünk. A területen a salakkúpoktól minimum 100 méteres távolságban (A GLS raktár és a salak kúp közötti területen, de a vörös salak kupactól is 50 méter távolságban) több H^*10 mérést végeztünk, ami átlagosan 120 nSv/h volt.

Vizsgált terület	$H^*(10) [\text{nSv/h}]$
1. salakkúp	180
2. salakkúp	175
vörös salak domb	250
terület többi pontja	120
Magyarország átlag (UNSCEAR 2000)	70
Ajka kohósalak lerakó (Jónás 2016)	375

1. táblázat: vizsgált területen mérhető környezeti dózisegyenérték-teljesítmény

Labor mérések

A mintában található gamma sugárzó radionuklidok kvalitatív és kvantitatív azonosítása a gamma spektroszkópiai eredmények kiértékelésével történt. Minden egyes spektrum egy hisztogramnak tekinthető, mely egy adott fotonsugárzási-tér energiaeoszlásáról hordoz információt. A gamma sugárzó izotópok meghatározása az ún. teljes energiájú csúcsok (fotocsúcsok) pozíciói alapján történik, míg a csúcs alatti területek integrálásával ezek mennyiségi tulajdonságaira következtethetünk. Az azonosított NORM radionuklidokat, valamint ezek számosságát az 2. táblázat foglalja össze.



GAMMA Zrt.

ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

Oldal:
6/7

ÜZLETI TITOK!

Biztonsági fokozat: **MÉRSEKELT**

Azonosító: LAB-0095/2025/K01

Dátum:2025.07.08

Izotóp	Aktivitás koncentráció Bq/kg			
	1. minta	2. minta	Világátlag talaj (UNSCEAR 2008)	Ajka kohósalak lerakó (Jónás 2016)
Ra-226	90	107	32	1997
Th-232	58	59	45	33
K-40	298	631	412	56


2. táblázat: vizsgált minták izotóp koncentrációja

Építőipari I index: 0,69 az 1. minta, és 0,86 a 2. minta [dimenzió nélkül]
 $Ra_{eq} = 196 [Bq \cdot kg^{-1}]$ az 1. minta, és $240 [Bq \cdot kg^{-1}]$ a 2. minta

9 Összefoglalás

A terepi vizsgálat során kohósalak által okozott környezeti dózisegyenérték-teljesítmény ($H^*(10)$) mértünk, majd a vizsgált területen vett minták természetes radionuklid aktivitás koncentrációját laborban határoztuk meg. A területen, a salakkúpokon mérhető $H^*(10)$ értékek (180 nSv/, 175 nSv/) kis mértékű emelkedést mutatnak a kültéren mérhető magyarországi átlaghoz képest. A vizsgált területen a salakkúpoktól messzebb (100 m) 120 nSv/h érték volt mérhető ami szintén kis mértékű emelkedés a magyarországi átlaghoz képest. Az emelkedés oka lehet az ipari termeléstől függetlenül, egyébként is magasabb primodális radionuklidok (NORM) talajban lévő emelkedett koncentrációja. Azonban a vizsgált területen mérhető értékek alacsonyabbak, mint a hasonló magyarországi kohósalak lerakókon mérhető $H^*(10)$ értékek.


A labormérések során a terepi mérésekkel összhangban kis mértékű emelkedést mértünk a Ra-226 és Th-232 izotópok aktivitás koncentrációjában a világátlaghoz képest, azonban alacsonyabbat, mint az Ajkai kohósalakban. A K-40 tekintetében a mért 298 Bq/kg és 631 Bq/kg érték átlagosnak tekinthető a világátlag talajhoz képest. A minták építőipari I indexe kisebb mint 1. Ami azt jelenti, hogy radiológiai szempontból akár építőipari anyagként is használható lenne (további kritériumok szükséges megléte esetén). Azonban fontos kiemelni, hogy a mintavétel mindkét salakkúp esetén egy-egy pontból történt. Ezért a teljes anyagmennyiségre tekintve nem reprezentatív a mérés. Az irodalmi és a saját korábbi méréseink alapján elmondható, hogy a salakok radionuklid koncentrációja a felhasznált bányászott ércek koncentrációjától és a technológiától különösen annak a hőmérsékletétől függ. A kohóban felhasznált alapanyagok, és különösen azok radionuklid koncentrációja – a kohó teljes működési ideje alatt – jelentősen eltérhettek egymástól így a keletkezett kohósalakban is

 GAMMA Zrt.	ANYAGVIZSGÁLATI MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV		Oldal: 7/7
	ÜZLETI TITOK!	Biztonsági fokozat: MÉRSEKELT	Azonosító: LAB-0095/2025/K01

eltérés alakulhatott ki. A salak további felhasználása előtt, a reprezentativitás javítása céljából további mérések javasoltak. A salakkúpok szórványosan növényzettel borítottak, ami csökkenti azok porzását, a salak bolygatása esetén pormaszk használata javasolt.


Budapest, 2025. 07. 08.

mérést végezte:



 Blázsovcics Péter
 nukleáris műszerfejlesztő

ellenőrizte:



 Dr. Jónás Jácint
 izotóp labor vezető

Hivatkozás:

- RP-112. Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials. Luxembourg 1999.
- Döse M, Silfwerbrand J, Jelinek C. Tragardh J, Isaksson M. 2016. Naturally occurring radioactivity in some Swedish concretes and their constituents - Assessment by using I-index and dose-model. J. Environ. Radioact. 155-156:105-111.
- Beretka J, Mathew P J. 1983. Natural radioactivity of australian building materials, industrial wastes and by-products. Health Phys.48:87-95.
- EU BSS 2013. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013, Basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation.
- UNSCEAR, 2000. REPORT Vol. I, SOURCES and EFFECTS of IONIZING RADIATION, Annex B: Exposures from Natural Radiation Sources, ISBN 92-1-142238-8.
- UNSCEAR, 2008. Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee in the Effects of Atomic Radiation, ISBN 978 92-1-142274-0.
- Jónás J, Somlai J, Toth-Bodrogi E, Hegedüs M, Kovács T, 2017. Study of a remediated coal ash depository from a radiological perspective. Journal of Environmental Radioactivity 173:75-84

A megrendelő részéről a munkát átvette: Név: Aláírás:		Dátum, óra, perc:
Kapják: <div> <div>Kereskedelmi igazgatóság MEO</div> <div>Izotóp Megrendelő</div> </div>		