



Országos Atomenergia Hivatal

**AZ  
ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI  
ELLENŐRZŐ RENDSZER**

**(OKSER)**

**2020. ÉVI JELENTÉSE**

Budapest, 2021. December

# Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék .....	2
Előszó.....	4
1 Bevezetés .....	5
1.1 A mérési adatok megjelenítése.....	5
1.2 Az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer tagjai .....	7
1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviselőit ellátó szakértők 2020-ban .....	7
1.4 A lakossági sugárterhelés forrásainak ismertetése .....	8
2 Létesítményi kibocsátások, kibocsátási korlátok .....	10
2.1 Kibocsátási korlátok származtatása, korlátok az egyes létesítményekre vonatkozóan .....	10
2.2 A kiemelt létesítmények kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	11
2.2.1 A Paksi Atomerőmű kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	11
2.2.2 A Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	12
2.2.3 A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	13
2.2.4 A Budapesti Kutatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	14
2.2.5 A BME NTI Oktatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata.....	14
3 A hatósági ellenőrzés rendszere .....	15
3.1 A hatósági ellenőrzést folytató szervezetek bemutatása.....	15
3.1.1 A Nemzeti Népegészségügyi Központ Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály .....	15
3.1.2 Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal .....	15
3.1.3 Baranya Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály, Laboratóriumi Osztály, Radiológiai Laboratóriuma .....	16
3.1.4 Egészségügyi Radiológiai Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat.....	16
3.2 A hatósági ellenőrzés mérési módszerei.....	17
4 Országos mérési adatok értékelése.....	22
4.1 A külső gamma-dózisteljesítmény mérések eredményei.....	22
4.1.1 A Radiológiai Táv mérő Hálózat adatai .....	22
4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések .....	28
4.2 Levegőszűrők (aeroszol) mérési eredményei .....	29
4.3 Kihullás (fall-out) eredmények .....	31
4.4 Talajminták mérési eredményei .....	33
4.5 Felszíni vizek monitoringja .....	36
4.6 Ivóvíz .....	39
4.6.1 Vezetékes ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz .....	39
4.6.2 Palackozott vizek .....	42
4.7 Növényzet .....	43
4.7.1 Takarmány.....	43
4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer .....	46
4.7.3 Gabonafélék és az azokból készült termékek .....	49
4.8 Állati eredetű élelmiszerek.....	52
4.8.1 Tej, tejtermék .....	52
4.8.2 Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi.....	54
4.9 Vegyes élelmiszer .....	57
5 Létesítmények környezete.....	58
5.1 A Paksi Atomerőmű környezetében végzett mérések .....	58
5.1.1 Gamma-dózisteljesítmény mérések a Paksi Atomerőmű környezetében .....	60
5.1.2 Aeroszol aktivitás-koncentráció mérések a Paksi Atomerőmű környezetében .....	62
5.1.3 A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző rendszerének kihullás mérési eredményei .....	64
5.1.4 A Paksi Atomerőmű hideg- és melegvízcsatornájában mért aktivitás-koncentrációk.....	64
5.1.5 A Nemzeti Népegészségügyi Központ, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály mérési adatai a paksi felszíni vizekre vonatkozóan .....	65
5.1.6 A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminák mérési eredményei .....	66
5.1.7 A vízi környezetben mért aktivitás-koncentrációk a hatósági mérések alapján .....	67
5.1.8 A talajban mért aktivitás-koncentrációk.....	71
5.1.9 A takarmánymintákban mért aktivitás-koncentrációk.....	73
5.1.10 A növénymintákban mért aktivitás-koncentrációk .....	74
5.1.11 Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása.....	76
5.2 A Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló telephelyének környezetellenőrzési mérési adatai.....	79
5.2.1 A bátaapáti NRHT környezetében mért aeroszol-koncentráció adatai.....	79
5.2.2 A bátaapáti NRHT környezetében mért kihullás eredmények .....	80

5.2.3	A bátaapáti NRHT környezetében vett talajminták mérési eredményei.....	81
5.2.4	A bátaapáti NRHT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei.....	82
5.2.5	A bátaapáti NRHT környezetében mért növényminták adatai .....	83
5.3	A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló környezetellenőrzési mérési adatai .....	84
5.3.1	A püspökszilágyi RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok .....	84
5.3.2	A püspökszilágyi RHFT környezetében mért kihullás eredmények .....	85
5.3.3	A püspökszilágyi RHFT környezetének talajmérési eredményei.....	87
5.3.4	A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei .....	89
5.3.5	A püspökszilágyi RHFT környezetében mért növényzet adatok.....	90
5.4	A Központi Fizikai Kutató Intézet telephely környezetellenőrzési mérési adatai .....	91
5.4.1	A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények .....	91
5.4.2	A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk.....	92
5.4.3	A KFKI telephely területén mért kihullás eredmények.....	93
5.4.4	A KFKI telephely területén mért talajmérési eredmények .....	94
5.4.5	A KFKI telephely területén mért növényzet adatok .....	94
5.5	A BME NTI Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai .....	96
6	Országhatáron túli hatások.....	99
6.1	A Mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények.....	99
6.1.1	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében mért dózisteljesítmények és aktivitás-koncentrációk.....	99
6.1.2	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fall-out minták mérési eredményei.....	101
6.1.3	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei.....	102
6.1.4	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei .....	103
6.1.5	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei.....	104
6.1.6	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz és iszapminták mérési eredményei	105
6.1.7	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei.....	106
7	Kibocsátási eredmények.....	107
7.1	A Paksi Atomerőmű kibocsátásai .....	107
7.1.1	Légköri kibocsátás .....	108
7.1.2	Folyékony kibocsátás .....	111
7.1.3	Megállapítások .....	117
7.2	A Nemzeti Radioaktívhulladék-tároló kibocsátásai .....	120
7.2.1	A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése.....	120
7.2.2	A földfelszíni telephely légnemű kibocsátás értékelése .....	120
7.2.3	A felszín alatti térrész légköri kibocsátásának értékelése.....	121
7.2.4	A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése.....	122
7.2.5	Megállapítások .....	122
7.2.6	A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése .....	122
7.2.6.1	A telephely felszíni és felszín alatti összesített légköri kibocsátásának értékelése.....	122
7.2.6.2	A telephely felszíni és felszín alatti összesített folyékony kibocsátásának értékelése.....	124
7.3	A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló kibocsátásai.....	125
7.3.1	Üzemi épület kibocsátásainak ellenőrzése .....	125
7.3.2	Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése .....	126
7.3.3	Tárolóterületi gázdifúzió ellenőrzése.....	126
7.3.4	Összesített kibocsátások.....	127
7.4	A Budapesti Kutatóreaktor kibocsátásai .....	128
7.5	A BME NTI Oktatóreaktor kibocsátásai .....	129
7.6	Izotóp Intézet Kft. ....	130
8	Létesítmények hatásának értékelése, a lakossági sugárterhelés járuléka.....	133
8.1	A Paksi Atomerőmű.....	133
8.1.1	A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés .....	136
8.1.2	Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése.....	137
8.2	Egyéb kiemelt létesítmények .....	139
	Következtetések .....	140
	Irodalom, hivatkozott jogszabályok .....	141
	Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek .....	142
	Rövidítések jegyzéke .....	144

## Előszó

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény hatálya kiterjed az atomenergia békés célú alkalmazására, az azzal kapcsolatos jogosultságokra és kötelezettségekre, továbbá az embereknek, valamint az élő és élettelen környezetnek a természetes és mesterséges eredetű ionizáló sugárzás káros hatásai elleni védelmére.

Szintén az emberek természetes és mesterséges eredetű ionizáló sugárzás elleni káros hatásaival szembeni védelem jelenik meg az ionizáló sugárzás miatti sugárterhelésből származó veszélyekkel szembeni védelmet szolgáló alapvető biztonsági előírások megállapításáról, valamint a 89/618/Euratom, a 90/641/Euratom, a 96/29/Euratom, a 97/43/Euratom és a 2003/122/Euratom irányelv hatályon kívül helyezéséről szóló, 2013. december 5-i 2013/59/Euratom tanácsi irányelvben.

Az Európai Atomenergia Közösséget létrehozó szerződés 35. cikke alapján valamennyi uniós tagállam az elmúlt évtizedekben létrehozta a levegő, a víz és a talaj radioaktivitásának állandó figyelemmel kíséréséhez szükséges intézményi feltételrendszert, melynek részletesebb követelményeit az Euratom-Szerződés 36. cikkének alkalmazásáról a környezet radioaktivitási szintjének a lakosság egészségének sugárterhelésének értékelése céljából történő ellenőrzéséről szóló, 2000. június 8-i 2000/473/EURATOM Bizottsági ajánlás tartalmazza. A hivatkozott nemzetközi kötelezettségekkel és ajánlásokkal összhangban lévő hazai szabályozás a lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről szóló 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Rendelet), amely a lakosság természetes és az orvosi sugárterhelésen kívüli mesterséges eredetű sugárterhelés meghatározásához szükséges kötelezően mérendő mennyiségekről, azok központi gyűjtéséről, feldolgozásáról, kezeléséről és értékeléséről, ellenőrzési rendjéről rendelkezik.

A Rendelet alapján az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) felügyeletével működő Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (a továbbiakban: OKSER) végzi a lakosság természetes és - az orvosi sugárterhelésen kívüli - mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási viszonyok és a környezetben mérhető egyes radionuklidok aktivitás-koncentrációja országos mérési eredményeinek gyűjtését, nyilvántartását és értékelését, valamint a kiemelt létesítmények környezetére vonatkozó sugárvédelmi hatósági ellenőrző programok koordinálását. Az OKSER tagjai a környezeti sugárzás adatgyűjtésében érintett központi államigazgatási szervek és egyéb szakmai szervezetek.

Az OKSER operatív szerve az OAH által működtetett Radiológiai Információs és Szolgáltató Központ, melynek alapvető feladata az ország területén mérhető környezeti sugárzás dózisteljesítmény, a környezet közegeiben, az élelmiszerekben található radioaktív izotópokról, az emberi szervezet radioaktív belső szennyezettségének, valamint a létesítményi kibocsátási adatok gyűjtése, nyilvántartása, és elemzések készítése. A Nemzeti Népegészségügyi Központ (a továbbiakban: NNK) szakmai támogatást nyújt az OAH részére e feladat ellátásához.

A mérési eredményekből az OKSER Szakbizottság minden évben éves jelentést készít. Jelen kiadvány a 2020. évi mérési eredmények feldolgozását mutatja be.

Budapest, 2021. július 26.

Dr. Rónaky József  
az OKSER Szakbizottság elnöke

# 1 Bevezetés

## 1.1 A mérési adatok megjelenítése

Az OKSER 2020. évi jelentése az OAH által működtetett Radiológiai Információs és Szolgáltató Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2020. évre vonatkozó mérési eredményeket több mint 100.000 rekord tartalmazza). Az eredmények feldolgozásánál, összesítésénél és bemutatásánál a következő főbb szempontokat érvényesítettük:

- a) A jelentés szövegében az izotópok jelölését „<sup>AAA</sup>Xy” alakban, a közvetlen számítógépes lekérdezések eredményeként előálló táblázatokban és ábrákon a szabványos „<sup>AAA</sup>Xy” alak helyett „XY-AAA” alakban adtuk meg.
- b) A mérési eredményeket elsősorban a mintafajták, nagyobb mintacsoportok szerint (pl. talaj, növényzet, állati eredetű élelmiszerek) csoportosítottuk. Ezekben belül azonban – indokolt esetben – alcsoportokat (pl. takarmány, növényi eredetű nyers élelmiszer, feldolgozott növényi eredetű élelmiszer) képeztünk.
- c) Lehetőség szerint törekedtünk az ún. nuklidspecifikus eredmények bemutatására, azonban nem hagyhattuk el a mérési programok jelentős részét képviselő – inkább indikátor jellegű mennyiségnek tekinthető – összes béta-aktivitási<sup>1</sup> és összes alfa-aktivitási<sup>2</sup> adatokat sem.
- d) A környezeti gamma-dózisteljesítmény adatokat egyes laboratóriumok prefixálva Gy/h, más laboratóriumok Sv/h egységben közlik, a jelentésben egységesen Sv/h szerepel.
- e) A b) pontnak megfelelően az országos ellenőrzési eredmények alapvető megjelenítési formái az éves átlagok, valamint egyéb statisztikai jellemzőket bemutató térképek és táblázatok. Tekintettel arra, hogy a mintavételi programok általában megyei szintig lebontottak, – kivétel a gamma-dózisteljesítmény és a felszíni vizek ellenőrzése – a feldolgozás térbeli felbontása is ennek megfelelő. A létesítményekhez kötött ellenőrzési programok eredményeinek bemutatásánál, – ahol a hatások kimutatása a fő cél – az időbeli változások megjelenítésére törekedtünk.
- f) A létesítmények ellenőrzési eredményeinél a telephelyet és annak környezetét általában jellemző adatsorokat választottunk.
- g) A jelentés táblázataiban a „kimutatási határ alatti” esetek jelzésére a „Kha” rövidítést használtuk. Megjegyezzük, hogy a kimutatási határ ugyanazon mintafajta és izotóp esetén is laboratóriumonként eltérő lehet.

---

<sup>1</sup> Az összes béta-aktivitás a mintában található béta-sugárzó izotópok összes aktivitását jelenti, rendszerint a kisenergiájú <sup>3</sup>H és <sup>14</sup>C nélkül

<sup>2</sup> Az összes alfa-aktivitás a mintában található alfa-sugárzó izotópok összes aktivitását jelenti

- h) Az alkalmazott érzékeny technikák, eszközök ellenére, a mérések több mintafajtánál is nagy számban kimutatási határ alatti eredményeket szolgáltatottak. A kimutatási határ feletti és alatti eredmények megfelelő statisztikai kezelésére, a táblázatos összefoglalásokban a következő módszert alkalmaztuk:
- átlagot és szórást csak abban az esetben képeztünk, ha a kimutatási határ feletti eredmények száma legalább tíz volt (ekkor a kimutatási határ alatti eredményeket, a kimutatási határ értékével vettük figyelembe); azonban az országos táblázatokban az országos összesítéseknél (a táblázatok alsó soraiban) ekkor sem adtuk meg a szórást, csak a megyei eredményeknél;
  - csak a minimum és maximum értékeket adtuk meg, ha a kimutatási határ feletti eredmények száma 2 és 10 közötti volt;
  - csak a maximum értéket szerepeltettük, – megállapodás szerint – ha csupán 1 kimutatási határ feletti eredmény volt;
  - végül nem közöltünk eredményt, ha minden adat kimutatási határ alatti volt;
  - az eredmények összesített számán kívül, minden esetben feltüntettük a kimutatási határ alattiak számát is.
- i) A térképeknél, – az egységes megjelenítés érdekében – mindenütt a maximum értékeket tüntettük fel.

Az egyedi mérési eredmények bizonytalanságáról elmondható, hogy a mérések relatív hibája általában nem haladja meg a 10%-ot. Nagyobb és nehezen, vagy egyáltalán nem számszerűsíthető bizonytalanságot eredményez a mintavétel olyan környezeti mintáknál, ahol jelentős mértékű inhomogenitás fordulhat elő (pl. a csernobili atomerőmű balesetéből származó <sup>137</sup>Cs aktivitás-koncentrációja a talajban).

Kiegészítésként megjegyezzük, hogy a jelentésben szereplő adatoknál több tekintetben részletesebb, elemzőbb összefoglalókat találhatunk egyes tárcák mérőhálózatainak tevékenységéről, illetve egyes létesítmények környezetellenőrzéséről szóló cikkekben, jelentésekben.

## **1.2 Az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer tagjai**

Az OKSER tagjai (a Rendelet 1. sz. melléklete alapján)

1. a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter által vezetett minisztérium
2. az egészségügyért felelős miniszter által vezetett minisztérium
3. a környezetvédelemért felelős miniszter által vezetett minisztérium
4. az agrárpolitikáért felelős miniszter által vezetett minisztérium
5. az élelmiszerlánc-felügyeletért felelős miniszter által vezetett minisztérium
6. az oktatásért felelős miniszter által vezetett minisztérium
7. a honvédelemért felelős miniszter által vezetett minisztérium
8. a közigazgatás-szervezésért felelős miniszter által vezetett minisztérium
9. az Országos Meteorológiai Szolgálat
10. a Magyar Tudományos Akadémia
11. az OAH
12. az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
13. a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (a továbbiakban:RHK Kft.)
14. a Mecsekérc Zrt.
15. az NNK
16. az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (a továbbiakban: ELKH),
17. az Izotóp Intézet Kft.
18. a Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft.

## **1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviselőjét ellátó szakértők 2020-ban**

1. Szeitz Anita (Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság)
2. Dr. Pellet Sándor (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Egészségügyi Ágazat)
3. Ádámné Sió Tünde (Agrárminisztérium - Földművelésügyi Ágazat)
4. Lókiné Nagy Enikő Éva (Agrárminisztérium - Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat)
5. Cservenák Ildikó, Radócz Gábor (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Oktatási Ágazat)
6. Farkas Ferenc ezredes (Honvédelmi Minisztérium - MH GAVIK)
7. Nagy József (Országos Meteorológiai Szolgálat)
8. Dr. Zagyvai Péter (Energiatudományi Kutatóközpont - ELKH)
9. Kapitány Sándor (OAH)
10. Dr. Bujtás Tibor (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.)
11. Dr. Radó Krisztián (RHK Kft.)
12. Molnárné Róna Éva (Mecsekérc Zrt.)
13. Glavatszkih Nándor (NNK - Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály)
14. Dr. Várhegyi András (Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft.)
15. Tyukodi Lajos (Izotóp Intézet Kft.)
16. Dr. Rónagy József (az OKSER Szakbizottság elnöke)

## 1.4 A lakossági sugárterhelés forrásainak ismertetése

A lakosságot folyamatosan éri ionizáló sugárzás, mivel az ionizáló sugárzást létrehozó anyagok jelen vannak a környezetünkben, mind az élőlényekben, mind természetes illetve mesterséges eredetű élettelen anyagokban is.

Az emberiséget érő sugárzásokat többféleképpen csoportosíthatjuk. A sugárzás eredete alapján megkülönböztetünk természetes és mesterséges eredetű sugárforrásokat. A sugárzás forrása és a sugárhatást elszenvedő egyén relatív elhelyezkedése alapján pedig, megkülönböztetünk külső- és belső sugárforrásokat. Amennyiben a sugárforrás a szervezetünkön kívül helyezkedik el, külső sugárforrásról beszélünk. Azonban ha egy radionuklid táplálkozás vagy légzés (esetleg sérülés) során bejut a szervezetbe, és ott hosszabb-rövidebb ideig megkötődik, belső sugárforrásról van szó.

A természetes eredetű sugárzás két fő forrása az űr és a földkéreg. Az űrből a Föld légkörébe érkeznek nagy energiájú részecske sugárzások, az elsődleges kozmikus sugárzások (kozmos sugárzás) és a másodlagos folyamat során, a magaslégtérben lejátszódó reakciók miatt keletkező kozmogén radionuklidok. A kozmikus sugárzás egy részét a Föld mágneses tere eltéríti, melynek mértéke a földrajzi szélességtől illetve a naptevékenység keltette mágneses terek változásától függ. Eredetük szerint megkülönböztethető galaktikus és szoláris kozmikus sugárzás. A kozmikus sugárzás értéke magasság és földrajzi szélesség függő.

A földkéregi eredetűek tekintetében ma már csak azok a radioizotópok (valamint bomlástermékeik) található meg a Földön, (a mesterségesen előállítottakat nem számítva) melyeknek felezési ideje összemérhető a Föld korával. Ezeket földkéregi vagy teresztriális eredetű radionuklidoknak is szokás nevezni. A dózisterhelés szempontjából az alapvető primordiális radionuklidok a  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$  és  $^{238}\text{U}$ .

Mivel a természetes sugárterhelés több mint a fele (házánkban átlagosan 1,26 mSv/év) az urán bomlási lánc részét képező gáznemű  $^{222}\text{Rn}$ -tól és annak leányelemeitől származik, ez az izotóp külön figyelmet érdemel. Szabadban gyorsan felhígul, de zárt terekben (lakások, munkahelyek) feldúsulhat. [5]

Mesterséges eredetű, az ember által előállított ionizáló sugárforrásoktól származó hatások a röntgen sugárzás felfedezésétől, azaz 1895-től érik az emberiséget. [5]

Az Egyesült Nemzetek Atomsugárzás hatásaival foglalkozó Tudományos Bizottsága (The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, a továbbiakban: UNSCEAR) 2017-es Radiation Effects and Sources kiadványa szerint a felnőtt lakosság természetes és mesterséges forrásból várható éves effektív dózis átlagértéke körülbelül 3 mSv. A természetes forrásból származó éves effektív dózis körülbelül 2,4 mSv, ebből a legnagyobb járulékot a radon és leányelemei jelentik 1,3 mSv-es értékkel. A talaj okozta sugárterhelés körülbelül 0,48 mSv, a kozmikus sugárzás körülbelül 0,39 mSv többletdózist eredményez. A mesterséges forrásból származó éves effektív dózis értéke körülbelül 0,65 mSv. A mesterséges eredetű sugárzás forrásai: radioaktív hulladékok, nukleárisfegyver kísérletek, radioizotópok előállítása és felhasználása, orvosi alkalmazások, sugár- és nukleáris balesetek, működő atomerőművek – beleértve az egész nukleáris üzemanyagciklust. A mesterséges sugárterhelés esetében a legnagyobb hozzájárulást, az orvosi terület képviseli 0,62 mSv éves átlagos többletdózissal. [11]

Hazánk lakosságának természetes sugárterhelése is körülbelül 3 mSv/év, mivel azon országok közé tartozunk, melyek lakói viszonylag több időt töltenek épületekben.

A természetes sugárterhelésünk legnagyobb része, - mintegy fele, kétharmada - a felszíni kőzetekben, talajokban és az építőanyagokban bizonyos koncentrációban mindig jelen lévő



urán bomlásakor felszabaduló radongáz és bomlástermékei, valamint egyéb légnemű radioaktív anyagok belégzéséből ered.

Hazánkban az orvosi eredetű sugárterheléseken kívül, az alábbi létesítmények okozhatnak mesterséges eredetű sugárterhelést:

- A kiemelt létesítmények:
  - MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Paksi Atomerőmű,
  - BME Nukleáris Technikai Intézet (a továbbiakban: BME NTI) Oktatóreaktora,
  - RHK Kft. Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója,
  - Energiatudományi Kutatóközpont által üzemeltetett Budapesti Kutatóreaktor,
  - Izotóp Intézet Kft. Izotópgyártó A-típusú laboratórium,
  - RHK Kft. Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló,
  - RHK Kft. Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló.
- A radioaktív anyagot alkalmazó munkahelyek
- Ionizáló sugárzást létrehozó berendezéseket alkalmazó munkahelyek
- A külföldi atomerőművek, melyek potenciális veszélyforrást jelenthetnek:
  - Mochovce VVER 2\*440 (Salgótarján É 50 km) - további 2 épül,
  - Bohunice VVER 2\*440 (Komárom É 110 km) - további 2 lebontás alatt,
  - Krško PWR 664 (Lenti DNY 120 km),
  - Dukovany VVER 4\*500 (Hegyeshalom ÉNy 160 km),
  - Temelin VVER 2\*1000 (Hegyeshalom ÉNy 280 km).

Az OKSER jelentés tartalma nem terjed ki a lakosság természetes, illetve orvosi eredetű teljes sugárterhelésének meghatározására.

A lakossági sugárterhelés mesterséges forrásból származó járulékaiknak számítása során elsősorban a kiemelt létesítmények radioaktív kibocsátásait, környezetellenőrzési eredményeit kell figyelembe venni és megállapítani, hogy mely létesítmény, milyen többletdózissal járul hozzá a lakosság sugárterheléséhez.

## 2 Létesítményi kibocsátások, kibocsátási korlátok

### 2.1 Kibocsátási korlátok származtatása, korlátok az egyes létesítményekre vonatkozóan

Az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet (továbbiakban KöM rendelet) rendelkezik az atomenergia alkalmazása során a radioaktív anyagoknak a levegőbe és vízbe történő kibocsátásáról, a vizek és víztartó képződmények radioaktív és hőszennyezés elleni védelméről, a levegő és a vízi környezet radioaktív szennyeződése ellenőrzéséről, továbbá az e tevékenységeket végzőkre vonatkozóan állapít meg előírásokat.

Annak érdekében, hogy egy adott tevékenységből származó, adott és ellenőrzés alatt tartott forrásból eredő foglalkozási vagy a lakosság tagjaira vonatkozó sugárterhelés az észszerűen elérhető legalacsonyabb szintet jelentősen ne haladja meg, a forrásra vonatkozóan dózismegszorítást kell alkalmazni. A lakossági sugárterhelésre vonatkozó dózismegszorítást az engedélyes javaslata alapján illetékes hatóságként 2016. előtt az Országos Tisztifőorvosi Hivatal (a továbbiakban: OTH) engedélyezte, 2016. január 1-jétől az OAH hatáskörébe került. A dózismegszorítást, a lakosságot érintő valamennyi engedélyezett tevékenységből és fennálló sugárzási helyzetből eredő dózisos összegére vonatkozó dóziskorlát figyelembe vételével kell megállapítani. A dózismegszorítás – a létesítmények jellegének megfelelően – a Paksi Atomerőmű esetében  $90 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , a Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója részére  $10 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , a püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (a továbbiakban: püspökszilágyi RHFT), valamint a bátaapáti Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló (a továbbiakban: bátaapáti NRHT) részére  $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , az Energiatudományi Kutatóközpont által üzemeltetett Budapesti Kutatóreaktorra (a továbbiakban: BKR)  $50 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , a BME NTI által üzemeltetett Oktatóreaktorra (a továbbiakban: OR)  $50 \mu\text{Sv}/\text{év}$  és a bezárt uránbánya területének helyreállítására  $300 \mu\text{Sv}/\text{év}$ .

A KöM rendelet szerint, a kiemelt létesítmények radioaktív kibocsátásaira vonatkozó éves kibocsátási határértékeit a dózismegszorításból kiindulva kell származtatni. A határértékek származtatását a KöM rendelet 1. számú mellékletében foglalt szempontok figyelembevételével kell elvégezni úgy, hogy - a kibocsátási határérték betartása, illetve a kritérium teljesülése esetén - a lakosság éves sugárterhelése ne haladja meg a dózismegszorítást. A kibocsátási határértéket minden olyan radionuklidra vagy azok csoportjaira származtatni kell, amelyek kibocsátásra kerülhetnek. Egyéb létesítmények radioaktív kibocsátásaira alapértelmezés szerint a KöM rendelet 2. számú mellékletében foglalt, jogszabályban rögzített éves kibocsátási határértékek érvényesek, melytől csak a kiemelt létesítményekre vonatkozó módszertan szerint meghatározott, külön eljárásban kiadott engedély alapján térhet el.

A KöM rendelet definiálja a kibocsátási és vizsgálati kritérium fogalmát. Ennek lényege, hogy normál üzemi körülmények között a kibocsátás mértéke, - több radionuklid kibocsátása és/vagy több kibocsátási mód esetén a hozzájuk tartozó kibocsátási határértékek és az egyes kibocsátások összege – nem haladhatja meg a kibocsátási határérték 30 %-át. Tehát a lakosságot érő sugárterhelés normál üzemi kibocsátások esetén, a dózismegszorítás harmadánál is alacsonyabb.

A KöM rendelet szerint az engedélyes a kibocsátások és a környezet ellenőrzését, az I. fokú környezetvédelmi hatóság által jóváhagyott Kibocsátásellenőrzési- illetve Környezetellenőrzési Szabályzatok alapján köteles végezni.

Elsőfokú környezetvédelmi hatóságként, a KöM rendeletben foglalt hatósági felügyeletet a környezet- és természetvédelmi hatáskörben eljáró Baranya Megyei Kormányhivatal Pécsi Járási Hivatala, valamint a Baranya Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály

Laboratóriumi Osztály Környezetvédelmi Mérőközpontjának Radiológiai Laboratóriuma (a továbbiakban: BAMKH NF LO) látja el. A helyszíni hatósági ellenőrzéseket a Pécsi Járási Hivatal és a BAMKH NF LO közösen látja el.

A Rendelet az OKSER feladatákként jelölte meg a kiemelt létesítmények környezetében kialakult sugárzási helyzet hatósági értékelését. [4]

## **2.2 A kiemelt létesítmények kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata**

### **2.2.1 A Paksi Atomerőmű kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata**

A radioaktív anyagok kibocsátásának, valamint a környezet radioaktív terhelésének ellenőrzése céljából a PA Zrt. egy széleskörűen kiépített üzemi kibocsátás- és környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszert üzemeltet. A rendszert egyrészt távmérő hálózatok, másrészt laboratóriumi mintavételes vizsgálatok alkotják. A telepített kibocsátás és környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (KKSER) egy szűkebb részét a környezeti A és B típusú levegőmonitoring távmérő állomások, a G típusú dózisteljesítményt mérő állomások és a V típusú vízmintavételeket ellátó állomások hálózata, továbbá a meteorológiai adatokat szolgáltató berendezések – röviden környezetellenőrző hálózat – képezik.

A környezetellenőrző hálózat érzékelői több, mint 130 különböző sugárzási- és meteorológiai paraméterről szolgáltatnak folyamatosan, 10 perces mérési időciklusokban információt, melyek jelkábelen és/vagy rádiótelefonon keresztül egy számítógépes adatgyűjtő- és feldolgozó egységekbe kerülnek. Innen a sugárzási adatok a különböző technológiai vezénylők megjelenítőin követhetők nyomon. Határérték túllépéskor a vezénylőkben fény- és hangjelzés hívja fel a figyelmet az adott mérőcsatorna jelzésére. A távmérő állomások aktív és passzív mintavevő egységekkel is fel vannak szerelve, melyek laboratóriumi vizsgálatok céljára folyamatos mintavételt végeznek a különböző környezeti közegekből. A környezet mintavételes ellenőrzése, a környezeti mintákban lévő radioaktív izotópok aktivitás-koncentrációjára, valamint a környezeti gamma-sugárzás dóziséra vonatkozó vizsgálat célja, hogy közvetlen mérési adatokat kapjanak az erőműből kibocsátott radioaktív izotópok által létrehozott környezetterhelésre. Az érzékeny, nuklidspecifikus laboratóriumi vizsgálatok kiegészítik, egyben pontosabbá teszik a távmérések útján kapott képet. Az ellenőrzés főleg az elsődleges környezeti közegekre – a légköri eredetű, a talajfelszíni, a felszíni víz és a talajvíz mintákra – terjed ki. A minták túlnyomó része az erőmű 1,5-3 km-es, néhányé a 30 km-es (14 db környezeti dózist mérő C típusú állomás) sugarú körzetéből származik. A dunaföldvári B (vagy B24) állomást kontroll állomásnak tekintik. A legfontosabb mintákat a távmérő és mintavevő állomások folyamatos üzemű aktív mintavevői szolgáltatják (aeroszol-, jód-, illetve vízminták). A táplálékféleségek közül a normálüzemi ellenőrzés a főre, a tejre és a halra korlátozódik. Az erőmű normál üzemelése mellett, a környezeti minták gyűjtése (a mintacserék végzése) előre meghatározott program szerint történik. A mintákat a Környezetellenőrző Laborban dolgozzák fel és mérik meg aktivitás-koncentrációjukat. A mérési eredményekről a laboratórium vizsgálati jegyzőkönyvet heti, havi és éves jelentést készít, melyeket az érintett hatóságok részére rendszeresen megküldenek. Évente legalább 4000 különböző minta vizsgálatára kerül sor, a mérési eredmények száma pedig – a nuklidspecifikus vizsgálatoknak köszönhetően – 10 000 körül mozog. [8]

## 2.2.2 A Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata

A környezeti sugárvédelmi (radiológiai) ellenőrzés célja, hogy – folyamatos mintavételezéssel és méréssel – megfigyelje a tároló környezetében a sugárzási helyzetben (aktivitásszint, gamma- dózisteljesítmény) beálló változásokat, tendenciákat. A radiológiai környezetterhelést vizsgáló rendszert alkotó monitor elemek két csoportba oszthatók: a környezetellenőrzési, illetve a kibocsátást ellenőrző csoportba. Bár feladatukat tekintve vannak olyan monitor elemek, amelyek mindkét funkciót ellátják, de a két csoport objektumai térben elkülönülnek. Az első a telephely tágabb (néhány km-re lévő) térségében helyezkedik el, míg a másodikba a kibocsátás detektálására a telephelyen vagy annak közvetlen közelében lévő észlelési, mintázási helyszínek tartoznak.

A kibocsátások sugárvédelmi ellenőrzése rögzített mintavételi helyeken történik. A légköri kibocsátások ellenőrzésére három kibocsátás ellenőrzési pont, a vízkörnyezeti kibocsátásokra szintén kettő (+egy) pont szolgál. Folyamatos dózisteljesítmény mérés mellett aeroszol, légköri trícium és radiokarbon mintavétel, majd kiértékelés szolgálja a kibocsátás folyamatos ellenőrzését.

A létesítmény sajátosságait és a helyszíni viszonyokat figyelembe véve, öt környezeti monitoring állomás létesült. Ezek az állomásokon folyamatos környezeti dózisteljesítmény mérés mellett aeroszol-, kihullás-, légköri trícium és radiokarbon, valamint talaj- és növényi mintavétel történik. A bátaapáti NRHT telephelyén környezeti laboratórium működik, ahol a környezeti minták hagyományos gamma- és összesbéta vizsgálatait, illetve ezek előkészítési munkáit végzik. A nehezen mérhető izotópok mérési, illetve a kapcsolódó technológiai rendszerek karbantartási feladatainak ellátásához, külső vállalkozóval nyílt közbeszerzési pályázat útján szerződést kötöttek.

A hagyományos környezetellenőrző monitoring keretébe tartozik a meteorológiai paraméterek mérése, a levegőben lévő szennyező anyagok (por, nitrogén-dioxid stb.) kimutatása, a mederüledékekben lévő (a tágabb környezetből származó) és a bátaapáti NRHT-ba vezető út mentén a közlekedési eredetű toxikus nyomelemek megfigyelése, valamint a zajterhelés mérése. A kibocsátások sugárvédelmi ellenőrzése rögzített mintavételi helyeken történik. A létesítményből csak tervezett és ellenőrzött módon, gyűjtőtartályokból kerül kibocsátásra víz. A légköri kibocsátások ellenőrzésére három kibocsátás-ellenőrzési pont szolgál.

A monitoring elemek utolsó csoportjába a földtani (geotechnikai)-, vízföldtani monitoring elemek tartoznak, melyek a felszín alatti térségek és a földtani gát állapotának folyamatos ellenőrzését teszik lehetővé. [7]

### 2.2.3 A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata

A püspökszilágyi RHFT környezeti megfigyelő rendszerének célja, hogy a radioaktív hulladékok kezelésének és tárolásának környezeti hatásait, illetve a munkavégzés közben keletkezett esetleges szennyeződések időben feltárja. A mintavételezés a telephely teljes területét, felszíni vízfolyások esetében pedig 5 km-es körzetét érinti.

A püspökszilágyi RHFT környezeti kibocsátásait és környezetellenőrzésének rendszerét, a hivatalos üzemviteli dokumentumok részeként kiadott, az illetékes hatóságok által jóváhagyott kibocsátás-ellenőrzési szabályzat, a környezetellenőrzési szabályzat határozza meg. A püspökszilágyi RHFT területén léghőri vagy folyékony (elsősorban csapadékvíz) radioaktív kibocsátásokra, üzemszerűen csak az ellenőrzött zónában elhelyezkedő üzemi épületből és a tárolóterületről kerülhet sor. A légnemű kibocsátás ellenőrzése, az üzemi épület szellőző rendszerének a kéményébe telepített léghőri, valamint aeroszol mintavevővel történik. A tárolóterület és az üzemi épület kibocsátását, az uralkodó szélirányba telepített folyamatos üzemű aeroszol monitorok is ellenőrzik. A tároló üzembe helyezése előtt meghatározták a tároló környezetének leglényegesebb pontjain (a környező vízfolyások mentén és a talajvízben) az úgynevezett alapszintet, a működés előtti sugárzási háttérértékeket. Az ellenőrző mérések eredményeit, ezekhez az 1976-77-ben meghatározott adatokhoz is viszonyítják. A püspökszilágyi RHFT radiológiai környezetellenőrzési tevékenysége több laboratórium munkáján alapul, azonban saját környezeti laboratóriuma végzi az alapvető, legszükségesebb méréseket. A szerződéses partnerek végzik a speciális méréseket, illetve a nehezen detektálható izotópok kimutatását a környezeti mintákban. A telephely környezetellenőrző laboratóriuma jellemzően 40 különböző mintavételi helyről gyűjt rendszeresen növény, talaj, üledék/iszap, aeroszol, kihullás, állati eredetű, felszíni- illetve talajvíz mintákat gamma-spektrometria és összesbéta számlálás céljából. A telephely környezetéből éves szinten mintegy 600 mintát (aeroszol, növény, talaj, hal, felszíni- és talajvíz) vesznek. A tároló környezetében mérhető radiológiai jellemzők helyi nyilvántartásba, valamint az OKSER országos szintű számítógépes nyilvántartásába kerülnek. [7]

## 2.2.4 A Budapesti Kutatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata

A környezeti sugárzási szintek folyamatos monitorozása, a mintegy 2 km<sup>2</sup> kiterjedésű telephelyen kihelyezett 17 (közülük 1 detektorpár, gépkocsi be/kihajtó közlekedési út két oldalán) GM szondával történik. A dózisteljesítmény folyamatos mérése mellett a telephelyen 4 környezetmonitorozó mérőállomás található, valamint 1 úgynevezett „Paksi Referencia Állomás”. A mérési módszerek és az éves mintaszámok az alábbiak:

- aeroszol-mintavétel, szakaszos kiértékelés összesbéta-számlálással, gamma spektrometriával a hetente egyesített mintákból: 4 állomás, éves mintaszámok (4\*5\*52 mintaösszesbéta számlálás műszerhiba miatt mérés nem történt);
- elemi jód mintavétel, szakaszos kiértékelés összesbéta-számlálással, gamma-spektrometriával: 1 állomás, éves mintaszám 52; (az előző aeroszol mintákkal közös mérés; összesbéta számlálás műszerhiba miatt nem történt);
- szerves jód mintavétel, szakaszos kiértékelés gamma-spektrometriával: 1 állomás, éves mintaszám 52;
- aeroszol, elemi jód és szerves jód szakaszos kiértékelés gamma-spektrometriával az „A” állomáson vett mintával; éves mintaszám 3\*52;
- nedves és száraz kihullás egyesített mintavétele 4 állomáson, kiértékelés gamma-spektrometriával, éves mintaszám: 3×12 (havi) + 52 (heti), összesen 88.

A szennyvízkibocsátás ellenőrzése a telekhatár közelében elhelyezkedő vízmintavevő állomáson történik, ahol havi mintavétel történik. Trícium és gamma spektrometriás mérés a kimenő szennyvízből vett mintából havonta egyszer, éves mintaszám: 12.

A tevékenység részletes leírását lásd. [10]

## 2.2.5 A BME NTI Oktatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata

A reaktorépület több pontján gamma-és neutrondetektorok folyamatosan mérik a dózisteljesítményt. Emellett a levegő aktivitását, a primerkörben, valamint a hulladékvíz-kezelő rendszerben lévő víz aktivitását is folyamatosan monitorozzák és archiválják. Az ellenőrzés főbb elemei a következők:

Kibocsátás mérése: a kibocsátott levegőben GM-csöves folyamatos dózisteljesítmény mérés és annak aeroszol-tartalmához kapcsolódó havi egyszeri radioaktivitás szakaszos mérése összesbéta számlálással.

Környezeti ellenőrző mérések: gamma-dózisteljesítmény folyamatos mérése két RS-04 típusú széles méréshatárú dózisteljesítmény mérővel a bejáratnál és a reaktorépület melletti kertben, aeroszol-mintavétel hetente 3-szor (éves mintaszám 150), összesbéta- és összes-gammamérés szakaszosan, a rövid felezési idejű radon-leányelemek lebomlása után; a száraz és nedves kihullás meghatározása szakaszos mintavétellel havonta egyszer összesbéta-számlálással (éves mintaszám 12), a talajra és a növényzetre kiülepedett, illetve a növényzet által felszívott radioaktivitás mérése évente kétszer gamma-spektrometriával, valamint a Duna vizében megjelenő radioaktivitás monitorozása összesbéta-számlálással illetve gamma-spektrometriával kéthetente (éves mintaszám 26). [9]

## **3 A hatósági ellenőrzés rendszere**

### **3.1 A hatósági ellenőrzést folytató szervezetek bemutatása**

#### **3.1.1 A Nemzeti Népegészségügyi Központ Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály**

A fővárosi és megyei kormányhivatal, valamint a járási (fővárosi kerületi) hivatal népegészségügyi feladatai ellátásáról, továbbá az egészségügyi államigazgatási szerv kijelöléséről szóló 385/2016. (XII. 2.) Korm. rendelet szabályozza többek között az Nemzeti Népegészségügyi Központ Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályának (a továbbiakban: NNK SSFO) munkáját.

Az NNK akkreditált Sugáregészségügyi Vizsgáló Laboratóriuma vizsgálja és méri a lakossági, foglalkozási, orvosi, civilizációs és környezeti sugárterhelést, azok ésszerű csökkentésének lehetőségeit. Vizsgálja és nyomon követi a természetben található radioaktív anyagok felhasználását, továbbá azok bedúsulását eredményező ipari folyamatokat. Ellenőrző méréseket végez a felszíni vizek magyarországi szakaszain, ha azok lakossági ivóvízként vagy az élelmiszergyártás során technológiai vízként kerülnek hasznosításra. Nyomon követi a szabadban lévő természetes külső sugárterhelés alakulását, és ennek érdekében a PA Zrt. a Paksi Atomerőmű környezetében környezeti termolumineszcens dozimetria hálózatot működtet.

#### **3.1.2 Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal**

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (a továbbiakban: NÉBIH) 2012. március 15-én alakult meg. A hivatal az Agrárminisztérium (2018 előtt Földművelésügyi Minisztérium) háttérintézményeként, országos hatáskörben felügyeli az élelmiszerlánc-biztonsági szabályok betartását. A radioanalitikai vizsgálatokat az Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság alábbi akkreditált laboratóriumai végzik:

Radioanalitikai Referencia Laboratórium: A laboratórium feladata a hazai és import élelmiszereken, takarmányokon kívül, a mezőgazdasági tevékenységgel és erdőgazdálkodással összefüggő területről származó minták radioanalitikai ellenőrzése. Az akkreditált vizsgálatok kiterjednek a félvezető detektoros és szcintillációs gamma-spektrometrián kívüli kémiai előkészítést igénylő alfa és béta-sugárzó izotópok meghatározására folyadékszcintillációs, alfa-spektrometriás mérés technikával, vagy alacsony háttérű béta-számlálással. A laboratórium részt vesz a nukleáris létesítmények környezetellenőrzésében, a környezetellenőrző minták mintavételében és terepen való mérésekben. Elvégzi a nukleáris-balesetelhárítással kapcsolatban rá háruló feladatokat, kapcsolatot tart fenn a feladat végrehajtásában érintett szervezetekkel. Körvizsgálatokat szervez radioanalitikai témakörben hazai és nemzetközi érdeklődők számára. Kapcsolatot tart fenn a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel (a továbbiakban: IAEA), melynek keretében részt vesz az ALMERA (Analytical Laboratories for Measurement of Environmental Radioactivity) hálózat munkájában, az IAEA által delegált külföldi ösztöndíjasok képzésében.

Élelmiszerlánc Radioanalitikai Laboratórium szombathelyi telephely: Mezőgazdasági tevékenységgel és erdőgazdálkodással összefüggő mintákból, élelmiszerekből, takarmányokból radioanalitikai vizsgálatokat végez, mint pl.: összes alfa- és béta-sugárzás mérése, alfa és gammaspektrometriával nuklidszelektív radioaktív izotóp meghatározása, radiostroncium elválasztása és mérése).

A NÉBIH Regionális Élelmiszerlánc Laboratóriumai (a továbbiakban: RÉL) közül a, a Kecskeméti RÉL, a Kaposvári RÉL, és a Miskolci RÉL végez radioanalitikai vizsgálatokat. Mezőgazdasági tevékenységgel és erdőgazdálkodással összefüggő mintákból, élelmiszerekből,

takarmányokból minden laboratórium végez összesbéta-sugárzás mérést, összes alfa-vizsgálatot, gammaspektrometriával nuklidszelektív radioaktív izotóp meghatározást, és radiostroncium elválasztást és mérést.

### **3.1.3 Baranya Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály, Laboratóriumi Osztály, Radiológiai Laboratóriuma**

A BAMKH NF LO Magyarország kiemelt létesítményeinek kibocsátás- és környezetellenőrzésére kiterjedően országos illetékességi, környezetvédelmi hatósági laboratórium szerepét tölti be. Mintavételi és mérési programját a *KöM rendelet* 6. számú melléklete alapján dolgozza ki és végzi.

A fenti rendeletben foglaltak szerint részt vesz a kiemelt létesítmények negyedéves, éves hatósági ellenőrzésében.

A környezetellenőrzési feladatait a következő jogszabály szerint látja el. A környezetvédelmi és természetvédelmi hatósági és igazgatási feladatokat ellátó szervek kijelöléséről szóló 71/2015. (III. 30.) Korm. rendelet 4. melléklet 1.2.3 pontja értelmében: valamennyi környezeti elem vonatkozásában a radiológiai vizsgálatokat, országos illetékességi területtel a BAMKH végzi.

A BAMKH NF LO részt vesz a nemzetközi vízvédelmi Határvízi Egyezményekben meghatározott radiológiai mintavételezésében és mérésben. Munkatársai a szakértői- és albizottsági üléseken szakértői feladatokat látnak el.

### **3.1.4 Egészségügyi Radiológiai Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat**

Az egészségügyi ágazat (a továbbiakban: EüÁ) környezeti sugáregészségügyi mérőhálózati feladatait, a népegészségügyi feladatkörében eljáró fővárosi és megyei kormányhivatal szervezeti keretében működő Egészségügyi Radiológiai Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat (a továbbiakban: ERMAH) látja el. Az ERMAH hálózatra vonatkozó szabályokat az egészségügyi ágazat radiológiai mérő- és adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről szóló 8/2002. (III. 12.) EüM rendelet tartalmazza.

Az ERMAH feladatkörében a környezeti sugárvédelmi ellenőrzés keretében mintát vételez, valamint helyszíni és laboratóriumi méréseket folytat le. Adatokat továbbít a külön jogszabály alapján működő OKSER részére, illetve meghatározza a lakosság természetes és mesterséges forrásokból származó sugárterhelését.

Az ERMAH feladatait a megyei kormányhivatalok környezeti sugáregészségügyi laboratóriumai, továbbá az NNK szervezeti keretében működő ERMAH Információs Központ (a továbbiakban: ERMAH IK) útján látja el.

Az ERMAH laboratóriumok által vizsgált minták: levegő aeroszol és fall-out, felszíni víz, hal, talaj, takarmány, fű, gabona, szemestermények, zöldségfélék, gyümölcsfélék, tej és tejtermékek, hús, kenyér, tojás, import élelmiszer, vegyes étrend, ivóvíz és ásványvíz.

Az NNK - az OKSER és az ERMAH adatbázisainak felhasználásával, az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 20. § (1) bekezdés g) pontjában foglaltak teljesítése érdekében - meghatározza a lakosság természetes forrásokból származó sugárterhelésének összetevőit olyan gyakorisággal, melynek alapján a sugárterhelés esetleges időbeli változása nyomon követhető. Nyomon követi a lakosság egy esetleges nukleáris veszélyhelyzet következtében adódó sugárterhelését, valamint meghatározza a kiemelt létesítmények környezetében élő lakosságnak a létesítmény működéséből származó éves sugárterhelését. [12]



## 3.2 A hatósági ellenőrzés mérési módszerei

### A. Levegőszűrők (aeroszol) mérése

- Az ERMAH esetében a közepes légforgalmú (150 m<sup>3</sup>/h teljesítményű, kb. 3000 m<sup>3</sup>/nap) mintavevővel hetenként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú (2-4 m<sup>3</sup>/h, kb. 50-80 m<sup>3</sup>/nap) mintavevőkkel vett napi minták esetében az összesbéta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetén a 72 órás pihentetés utáni eredmények veendőek figyelembe.) A mintavevő típusa – azaz az átszívott levegőmennyiség – és az alkalmazott mérés érzékenysége, együttesen határozzák meg a levegő aktivitás-koncentrációjának kimutatási határát. Jellemző kimutatási határértékek: 1-10 μBq/m<sup>3</sup> (20-30 ezer m<sup>3</sup> átszívott levegőből, félvezető detektoros gamma-spektrométerrel mérve a <sup>137</sup>Cs aktivitást); illetve 0,5-2,5 mBq/m<sup>3</sup> (50-300 m<sup>3</sup> átszívott levegőből, összesbéta-aktivitás mérésével). Az összesbéta-aktivitás mérése a legtöbb laboratóriumban plasztik szcintillációs mérőfejjel ellátott detektorral történik. Ezek a detektorok kb. 50 keV-nél nagyobb energiájú elektronok detektálásra alkalmasak. Más laboratóriumokban alacsony háttérű alfa/béta számláló készülékekkel történik az összesbéta-mérés, amelybe proporcionális detektorok vannak beépítve. Ezek a detektorok hasonlóképpen, a kb. 50 keV energiájú elektronok detektálására már alkalmasak.
- A Földművelésügyi Ágazat (a továbbiakban: FmÁ) NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriumában: A budapesti telephelyen hetente végeznek szűrőcserét, az átszívott levegő kb. 40000 m<sup>3</sup>/hét, 72 órás pihentetés után gamma-spektrometriával mérik az aeroszol-mintákat.
- OR-ban a levegő aeroszol-tartalmához kötődő radioaktív koncentráció mérése: a mintavevő berendezés az OR épülete mellett 4 m-re, füves talajon helyezkedik el, a talajtól mintegy 2 m magasan, tartóoszlopra erősítve. A légszivattyú 6 m<sup>3</sup>/h névleges térfogatáramú. A mintákat hetente három alkalommal (48, illetve 72 órás mintavételi idő után) feltárás és legalább 48 órás pihentelési idő után összesbéta-számlálással mérik. Ha ez radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti a szűrőn, akkor el kell végezni a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését is.

### B. Kihullás (fall-out) mérése:

- ERMAH mérési módszer: A mintavevő edények felülete 0,15-0,4 m<sup>2</sup>. A havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összesbéta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa 20-500 mBq/(m<sup>2</sup>·nap) (összesbéta aktivitás-koncentrációra) és 1-20 mBq/(m<sup>2</sup>·nap) (a <sup>137</sup>Cs izotópra gamma-spektrometriai vizsgálat alapján). Az összesbéta-aktivitások mérése ugyanazon detektorokkal történik mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nél nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.
- NÉBIH mérési módszer: A NÉBIH méréseit tekintve a mintavételi felület 1 m<sup>2</sup>, a mintagyűjtés ideje 1 hónap. Bepárlás után gamma-spektrometria, összes alfa, összes béta és radiostroncium meghatározás történik.
- Az OR mérési módszere: a mintavevő edény 0,2 m<sup>2</sup> felületű alumíniumból készült. Az edényben folyamatosan vízzel elegyedő folyadék van, mely egy fagyponthoz felett víz, alatta etilén-glikolos vízzel. A kihullási mintát havonta 1 alkalommal dolgozzák fel. A feldolgozás során a mintát 1 – 3 cm<sup>3</sup> térfogatra pároljuk, majd ezt a mintát szárítószekrényben szárazra pároljuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását meghatározzuk. Amennyiben a mérés radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti a szűrőn, elvégezzük a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését.

### C. Talajminták mérése:

- A talajmintákat az előkészítés során tisztítják (eltávolítják a köveket, gyökér-, növénymaradványokat), szárítják, homogenizálják. A mérések az összesbéta-aktivitás, a gamma-sugárzó radionuklidok és a  $^{90}\text{Sr}$  meghatározását jelentik. A  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentráció meghatározásához a mintán radiokémiai előkészítést, elválasztást kell végezni.
- Az ERMAH laboratóriumok negyedévente vesznek talajmintát a talaj felső 10 cm vastagságú rétegéből. A mintákon gamma-spektrometriai méréseket végeznek. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm<sup>3</sup> térfogaton) végzik 20000 s mérési idővel. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,3-1,5 Bq/kg. Az ERMAH laboratóriumai a talajminták összes béta-aktivitás mérését szcintillációs, valamint alacsony háttérű alfa/béta detektorokkal végzik, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.
- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában a talajminták felső 5cm-es szelete minden esetben elemzésre került (bolygatatlan talajnál az 5-20cm rész is). A talajminták  $\gamma$ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli edényben, 80000s mérési idővel, az összesbétaaktivitás-koncentráció meghatározás 1g talajból történik szűrővizsgálatként. A felső 5 cm-es szeletből, - kémiai elválasztás után -  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentráció is meghatározásra kerül. Ezeket a vizsgálatokat lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. Jellemző kimutatási határok:  $^{137}\text{Cs}$ : 0,3 - 0,5 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,1 - 0,6 Bq/kg.
- OR körüli talajminták radioaktivitásának meghatározása: az OR körüli, növényzettel borított területen évente két alkalommal (tavasszal és ősszel) mintát veszünk. A talajmintavételhez legalább 100 m<sup>2</sup> területet használunk. A mintázás során legalább 1 kg mintát gyűjtünk 0 – 5 cm mélységből, egyenletes területi elosztásban. A mintát szobahőmérsékleten, legalább 3 napon át szárítjuk, melyet Marinelli-edénybe téve nuklidspecifikus mérést végzünk.

### D. Felszíni vizek mérése:

- Az ERMAH mérési program keretében a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.
- Az NNK SSFO a Duna-alprogram keretében havi gyakorisággal mintát vesz. A mintaelőkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literrel 150 ml-re), az összesbéta-aktivitásmérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást,  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitás-koncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. Az összesbéta-aktivitásméréseket az NNK SSFO, az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a kálium-koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik.
- OR Duna-víz mintavételezés: a mintavételezés helye a Duna part, a Bertalan Lajos utca és a Műgyetem rakpart keresztezésénél kb. 200 méterre északi (felvízi) irányban, az alsó rakparti lépcsőnél. A mintavétel kétheti gyakorisággal történik. Feldolgozás során a mintából ismert mennyiséget (500 cm<sup>3</sup>-t) 1 – 3 cm<sup>3</sup> térfogatra pároljuk, majd a bepárolt mintát mérésre alkalmas formába hozzuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását meghatározzuk. Ha a mérés a természetes radioaktivitást (legnagyobb részben  $^{40}\text{K}$ ) meghaladóan radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti, elvégezzük a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését.

E. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz:

- Az ERMAH laboratóriumai az ivóvíz minták összes béta-aktivitását, a korábban már említett szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. Jellemző kimutatási határok: 0,20 Bq/l ( $^3\text{H}$ ), 5-30 mBq/l ( $^{90}\text{Sr}$ ).
- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz - méréseket. Minden mintából meghatározásra kerül a trícium, összes-alfa és összes-béta aktivitáskoncentráció. A minták egy részéből felmérő jelleggel gamma sugárzó izotópokat, radiostronciumot, uránizotópokat és polónium-210 izotópot is mérik. Jellemző kimutatási határok;  $^{137}\text{Cs}$ : 0,0008 - 0,15 Bq/l;  $^3\text{H}$ : 0,9 Bq/l, összes alfa: 0,038 - 0,07.

F. Takarmány:

- A NÉBIH takarmány mintavételi programja kiterjed a takarmány alapanyagokra, keverékekre és premixekre. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm<sup>3</sup>-ből (kb.20-30g), takarmánykeverékek, premixek esetén szárazanyagból 450 cm<sup>3</sup>-ből, Marinelli edényben 80000s mérési idővel; az összesbéta és összesalfa aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1-2g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. A takarmány alapanyagokból és a nyers tejjel együtt vett takarmányból, - kémiai elválasztás után - a  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Jellemző kimutatási határok:  $^{137}\text{Cs}$ : 0,03 - 2,3 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,05 - 1,1 Bq/kg.
- Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű-, illetve szénamintát. A mintaelőkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm<sup>3</sup>-éből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitás-koncentrációt minden esetben száraz tömegre vonatkoztatják. Az összesbéta-aktivitásméréseket ugyanazon mérőkészülékkel mérik, mint a talajmintákat. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentráció mérések jellemző kimutatási határa: 0,3-1,5 Bq/kg, az összesbéta aktivitás-koncentrációk minden esetben kimutatási határ felett voltak.

G. Növényi eredetű, nyers élelmiszer:

- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában zöldségfélék, gyümölcsök illetve szabadban termő gombák is szerepelnek. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm<sup>3</sup>-ből (kb.20-30g), 80000 s mérési idővel, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  szűrővizsgálat. (ezek a jelentésben nem szerepelnek). Leveles zöldségfélékből, vadon termő ehető gombákból, illetve a gyökérszöldségekből - kémiai elválasztás után - a  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Jellemző kimutatási határok:  $^{137}\text{Cs}$ : 0,01 - 0,89 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,03 - 0,12 Bq/kg. 2007. évtől a vizsgálati programban szerepel az EU más tagországaiból vagy harmadik országból származó zöldségek, gyümölcsök, fűszerek, szárított gombák, aszalt gyümölcsök  $^{137}\text{Cs}$  szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, általában 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik.
- Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja decentrum régióként és negyedévenként 2-2 zöldségfajtát, valamint az első és negyedik negyedévben 1-1, a második és harmadik negyedévben 2-2 gyümölcsfajtát tartalmaz. A minta-előkészítés tisztítást, a tömeg mérését, szárítást, majd hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm<sup>3</sup>-éből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a

laboratóriumok. Az aktivitás-koncentrációt nyers tömegre vonatkoztatják. Az ERMAH laboratóriumai a zöldségek, gyümölcsök összes béta-aktivitását a korábban említett szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,3 Bq/kg.

#### H. Gabonafélék és azokból készült termékek:

- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot: búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm<sup>3</sup>-ből (kb.20-30g), 80000 s mérési idővel, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  szűrővizsgálat, melyek a jelentésben nem szerepelnek. Kémiai elválasztás után a  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint minden mintából elvégzik. Jellemző kimutatási határok:  $^{137}\text{Cs}$ : 0,02 - 0,9 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,03 - 0,5 Bq/kg. 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények  $^{137}\text{Cs}$  szűrővizsgálata is. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik.
- Az EüÁ ERMAH mintavételi programjai keretében a mintaelőkészítés szárítást, majd hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm<sup>3</sup>-ből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitás-koncentrációt száraz tömegre vonatkoztatják. Az összes béta-aktivitás mérések ugyanazon mérőműszerrel történnek, mint a zöldség és gyümölcs minták esetében. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg.

#### I. Tej, tejtermék:

- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában tej, sajt illetve tejpör minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta tejjgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm<sup>3</sup>-ből (kb.20-30g), 80000 s mérési idővel, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (a jelentésben nem szerepelnek). Szintén ebből a hamuból történik az összes  $\alpha$ -aktivitás mérése (a jelentésben nem szerepel), illetve a  $^{90}\text{Sr}$  radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. Jellemző kimutatási határok:  $^{137}\text{Cs}$ : 0,01 - 1,5 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,018 - 0,6 Bq/kg.
- Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban, havonta 1-1 tejminta, továbbá negyedévente 1-1 sajt, túró és tejporminta vételére terjed ki. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm<sup>3</sup>-ből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok, illetve ebből kiindulva a  $^{90}\text{Sr}$  méréséhez végeznek radiokémiai elválasztást. Az ERMAH laboratóriumai a tej és tejtermékek összes béta-aktivitását, a korábban említett szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,25 Bq/kg.

J. Hús és hústermékek aktivitás-koncentrációi:

- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha, baromfi, házinyúl, juh, hal és vadhús szerepel. A  $\gamma$ -spektrum analízist 105°C-on szárított 450cm<sup>3</sup>-ből (kb.200-250g), 80000 s mérési idővel végzik a laboratóriumok. Jellemző kimutatási határok: <sup>137</sup>Cs: 0,05 - 1,7 Bq/kg.
- 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek <sup>137</sup>Cs szűrővizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik. Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban, negyedévente 1-1 marha-, sertés- és baromfi húsminta vételére terjed ki. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm<sup>3</sup>-ből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok. Az ERMAH laboratóriumai az állati eredetű minták összes béta-aktivitását szintén a korábban már említett szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. Jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs).

K. Vegyes élelmiszer:

- Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben történő félévenkénti mintavétel szerepel. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított teljes hamujából, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 0,3g-jából végzik a laboratóriumok. A minta <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációját 10 g hamuból kiindulva határozzák meg radiokémiai feltárás és elválasztás után. Az ERMAH laboratóriumai a minták összes béta-aktivitását szintén szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. Az eredményeket Bq/nap egységben adjuk meg. Jellemző kimutatási határok: 0,01-0,05 Bq/kg (<sup>90</sup>Sr és <sup>137</sup>Cs radionuklidra egyaránt).

## 4 Országos mérési adatok értékelése

Az eredmények egyik nagy csoportja az országos sugárzási helyzetet jellemzi általában, míg a másik csoport valamilyen létesítmény működéséhez, annak esetleges hatásaihoz köthető. Jelen fejezet a 2020-as évre vonatkozó mérési adatokat mutatja be. Ismertetésre kerülnek a mért országos gamma-dózisteljesítmény értékek, aeroszol mérési eredmények, kihullás, növény és talajminták feldolgozása során kapott eredmények, növény- és állatminták, élelmiszerek, valamint felszíni- és ivóvíz mérések eredményei egyaránt.

### 4.1 A külső gamma-dózisteljesítmény mérések eredményei

#### 4.1.1 A Radiológiai Távmérő Hálózat adatai

A külső gamma-dózisteljesítmény adatok az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (a továbbiakban: OSJER) részeként működő Radiológiai Távmérő Hálózat (a továbbiakban: TMH) mérésein alapulnak. Az OSJER TMH-t hat ágazat működteti. Az OSJER TMH ágazatai és az általuk üzemeltetett mérőállomások száma:

- Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: BM OKF) – 56 állomás
- Magyar Honvédség (a továbbiakban: MH) – 39 állomás
- Országos Meteorológiai Szolgálat (a továbbiakban: OMSZ) – 28 állomás
- PA Zrt. – 20 állomás
- Emberi Erőforrások Minisztériuma (a továbbiakban: EMMI– oktatási ágazat) – 12 állomás, ebből 10 szolgáltatott a tárgyévben adatokat
- RHK Kft. – (Bátaapáti telephely) –4 állomás

A mérőállomásról származó gamma-dózisteljesítmény adatok az egyes ágazati információs központokon keresztül a BM OKF Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba (a továbbiakban: NBIÉK) érkeznek, ahonnan a megfelelő feldolgozás után rendszeres időközönként átadásra kerülnek az OKSER adatbázisa számára, valamint a sugárzási adatok felhasználásával készített országos sugárzási helyzetjelentés havi rendszerességgel megküldésre kerül az ONER ágazatok vezetőinek.

Alaphelyzetben a BM OKF, az EMMI, a PA Zrt. és az RHK Kft. adatai 10 percenként, az OMSZ adatai óránként, az MH adatai pedig 3 óránként érkeznek a NBIÉK-be. Normál időszakban az adatok ritkábban kerülnek át az OKSER adatbázisba. A rendszerben a riasztási szint minden mérőállomáson egységesen 500 nSv/óra. A BM OKF alkalmaz egy olyan figyelmeztetési szintet is, aminek a túllépése esetén a változást ki kell vizsgálni. A figyelmeztetési szint értéke 250 nSv/h. A riasztási szint túllépése esetén az egyes mérőállomások a központba riasztási jelet küldenek. A riasztási állapot elérése után a rendszer az OKSER adatbázis számára az adatokat, az alaphelyzethez képest nagyobb gyakorisággal tudja biztosítani.

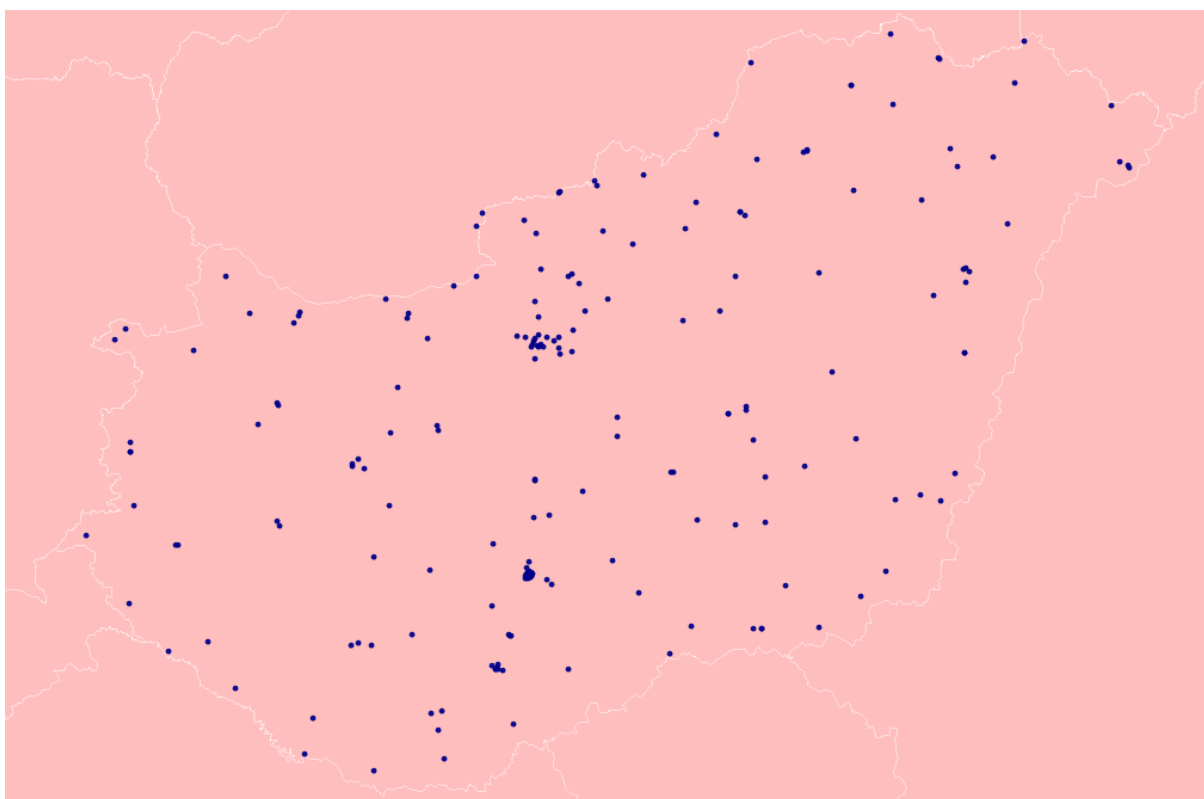
A mérési adatok a lakosság részére az Európai Unió által indított EURDEP (Európai Radiológiai Adatcsere Platform) honlapon elérhető: <https://remap.jrc.ec.europa.eu/GammaDoseRates.aspx>.

Az Oktatási Ágazathoz (a továbbiakban: OÁ) tartozó egyetemeken elhelyezett, 13 mérőszonda dózisteljesítmény adatait az OÁ-OSJER központja (BME NTI) gyűjti és értékeli. Az egyetemi mérőhálózat adatai a <http://omosjer.reak.bme.hu/> honlapon elérhetőek

Az OSJER TMH mérőállomások országos területi elhelyezkedését az 4-1. ábra szemlélteti. Látható, hogy a területi eloszlás nem egyenletes, a kiemelt létesítmények környezetében - pl. Budapest és a Paksi Atomerőmű térségében - az állomások sűrűsége nagyobb, egyes térségekben azonban megyként csak 1-2 állomás található.

Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

- a kozmikus sugárzás, melynek országon belüli eloszlása nagyrészt homogénnek tekinthető,
  - a talajban található és onnan kikerülő természetes radionuklidok sugárzása,
  - az épített környezet jellemzői (a szonda elhelyezkedése),
  - a létesítmény működésének hatása.
- Az egyes létesítmények környezetellenőrzése szempontjából a negyedik tényező a legfontosabb, a másik három csupán az eredményt befolyásoló „zaj”, azaz a természetes és épített környezet által keltett háttérsugárzás. Ugyanakkor a lakosság sugárterhelésének meghatározásában az összes komponens együttes hatását kell figyelembe venni. A mérőállomások telepítési helye alapvetően meghatározza a természetes és épített környezet által keltett háttér dózisteljesítmény szintjét. Pl. a Tatán telepített mérőállomások (HU0304 és HU0416 kódok) eredményei jelentősen eltérnek egymástól (4-1. táblázat), mivel az egyik mérőállomás füves terepen, a másik pedig salakkal borított területen van telepítve, és a salak természetes radioaktivitása jelentősen megnöveli a dózisteljesítményt. Hasonló eltérésre láthatunk példát a 4-3. ábrán, ha a mérőszonda a földfelszínen, vagy egy régi téglalapítású épület falára (HU0213), illetve egy könnyűszerkezetes épület falára egy emelet magasan (HU0212) van felszerelve.
- A 4-2. ábrán a napi dózisteljesítmények országos átlagának, illetve az adott napon mért minimum és maximum értékeknek 2020. évi változása látható. A tárgyidőszakban nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga 93 nSv/óra volt, ami közel megegyezik a 2019. évi értékkel. A napi átlagok az 43 - 189 nSv/óra közötti tartományban mozogtak. Az adatok környezeti dóziségyenérték teljesítményben vannak megadva.



4-1. ábra

A dózisteljesítmény-mérőhelyek országos elhelyezkedése

**4-1. táblázat**  
**Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2020-ban (N az üzemelő napok számát jelöli)**

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0101	Rétság	104	93	137	3.8	366
HU0104	Ózd	90	81	123	5.0	366
HU0109	Szekszárd	140	95	149	4.6	347
HU0118	Veszprém	76	74	82	1.5	112
HU0120	Budapest XIV. OKF	83	79	136	3.8	355
HU0124	Salgótarján	95	91	108	2.2	366
HU0130	Gyomaendrőd	104	96	113	4.0	355
HU0131	Vajta	89	84	99	2.4	347
HU0132	Budapest - Ferihegy	83	79	125	3.3	366
HU0133	Komárom	99	91	121	3.4	350
HU0134	Szombathely	100	75	115	8.5	164
HU0135	Solt	81	77	104	2.4	366
HU0136	Zalaegerszeg	100	93	128	3.4	353
HU0137	Kisújszállás	97	81	131	11.2	366
HU0138	Berettyóújfalu	95	85	129	6.6	366
HU0139	Hajdúszoboszló	116	107	127	3.5	355
HU0140	Gyula	118	106	167	6.9	366
HU0141	Mezőkovácsháza	106	77	147	11.1	359
HU0142	Kiskunfélegyháza	91	85	113	3.8	273
HU0143	Vámosmikola	109	101	138	5.0	365
HU0144	Mór	108	96	121	5.0	365
HU0145	Siófok	88	77	102	5.1	366
HU0146	Dombóvár	105	97	123	3.6	366
HU0147	Letenye	112	91	151	8.0	365
HU0148	Lenti	117	108	142	4.8	358
HU0149	Tiszaújváros	112	105	127	3.7	277
HU0150	Balassagyarmat	100	96	119	2.1	254
HU0151	Barcs	90	84	98	2.5	254
HU0152	Csenger	103	95	131	4.7	253
HU0153	Csurgó	112	102	125	4.0	254
HU0154	Dunaújváros	110	103	125	3.1	252
HU0155	Eger	100	90	126	4.5	254
HU0156	Encs	90	79	104	6.8	254
HU0157	Esztergom	115	104	137	5.0	254
HU0158	Hajdúnánás	112	105	122	2.8	254
HU0159	Jászberény	95	84	127	5.0	254
HU0160	Kalocsa	97	87	108	3.9	254
HU0162	Kisvárd	100	87	112	6.1	254
HU0163	Körmend	105	97	114	3.7	254
HU0164	Kunszentmárton	95	86	114	3.6	251
HU0165	Lébény	101	94	110	3.3	254
HU0166	Makó	98	88	113	4.3	254
HU0167	Mohács	105	40	124	21.0	254
HU0168	Nyíradony	85	79	96	2.7	254
HU0169	Paks	100	89	113	4.9	254
HU0170	Ruzsa	93	86	109	2.7	254
HU0171	Sarkad	110	101	120	4.2	254
HU0172	Sátoraljaújhely	116	110	129	3.0	253
HU0173	Sellye	111	98	122	6.5	254
HU0174	Szatmárcseke	103	95	115	3.5	244
HU0175	Szécsény	101	93	138	4.0	253
HU0176	Tamási	115	103	129	5.4	254
HU0177	Tiszaöldvár	119	108	129	4.1	254
HU0178	Vác	106	99	131	3.5	254

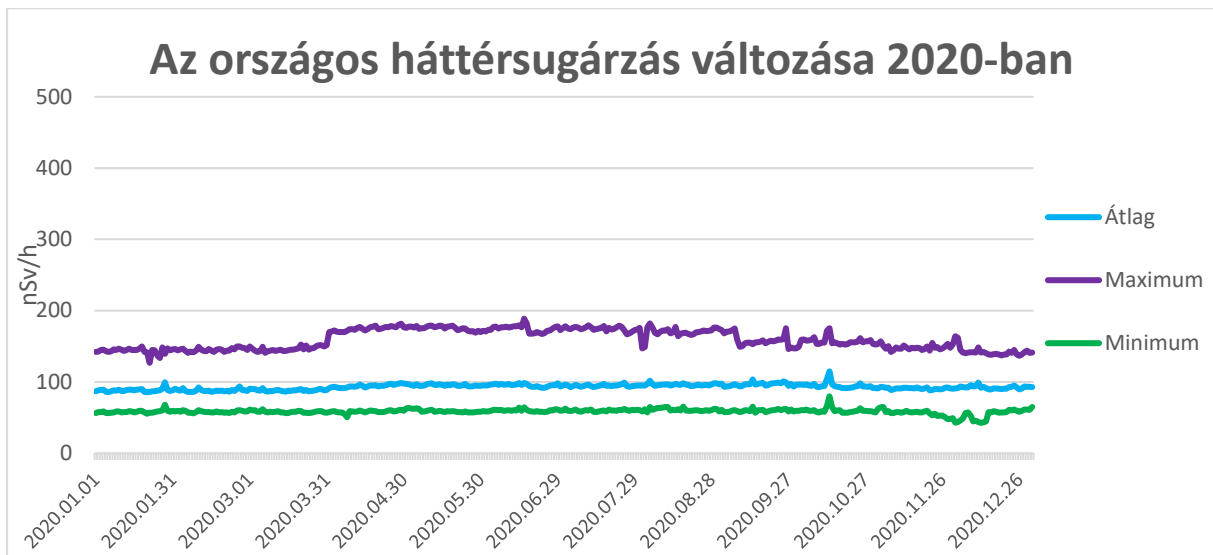


Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0179	Váckisújfalu	108	100	137	4.2	247
HU0201	Bátaapáti - Zsibrik halastó	121	88	164	12.4	365
HU0202	Bátaapáti - Mórágó	118	86	175	17.3	363
HU0203	Bátaapáti –Útelágazás**	170	157	180	3.7	112
HU0204	Bátaapáti - Vadászház	128	96	144	8.6	365
HU0205	Bátaapáti – Udvar**	160	127	189	16.0	251
HU0211	Budapest BME	88	84	95	1.7	121
HU0212	Budapest ELTE	59	56	82	2.2	346
HU0213	Budapest SOTE	114	112	124	1.2	359
HU0214	Debrecen	93	79	111	8.9	345
HU0215	Gödöllő	94	92	111	1.8	303
HU0217	Pécs	92	83	120	10.6	323
HU0218	Sopron	87	72	101	9.3	276
HU0220	Szeged2 - Orvostudományi Kar	95	92	101	1.3	310
HU0221	Veszprém	86	76	108	9.3	346
HU0223	Szombathely	88	72	108	10.0	269
HU0301	Siklós	107	97	129	4.3	348
HU0302	Székesfehérvár	80	76	99	2.1	354
HU0303	Veszprém	78	74	87	1.9	365
HU0304	Tata	123	61	176	39.7	353
HU0305	Győr	82	76	89	2.2	156
HU0307	Várpalota	96	90	124	3.4	352
HU0310	Debrecen	97	84	111	7.9	365
HU0311	Táborfalva	83	79	128	3.8	314
HU0312	Hódmezővásárhely	99	93	115	3.0	353
HU0313	Szentendre	90	85	123	3.1	350
HU0316	Kaposvár	125	115	147	6.1	343
HU0322	Medina	98	91	128	4.0	354
HU0326	Jobbágyi	91	86	142	4.3	352
HU0328	Kecskemét	79	74	118	3.2	350
HU0329	Szentes	84	79	109	2.5	353
HU0330	Budapest X.ker. (HTEK VVR)	89	37	116	4.8	348
HU0331	Budapest XIII. ker. (HM II)	79	74	104	2.6	337
HU0332	Zalaegerszeg	98	93	112	2.6	366
HU0333	Miskolc	91	75	127	9.6	352
HU0335	Békéscsaba	93	89	103	2.5	112
HU0337	Pápa	88	82	122	4.4	352
HU0338	Szekszárd	87	79	99	3.3	365
HU0339	Budapest XI. ker. (Őrezred)	91	86	126	3.7	353
HU0344	Budapest V. ker. HM I	83	79	103	2.5	196
HU0346	Budakeszi	97	90	132	3.9	350
HU0348	Pusztavacs	79	76	89	2.3	79
HU0349	Budapest XV. ker. HTEK (MH LEK 2. RB)	76	58	103	5.7	346
HU0350	Budapest II. ker. THHE	89	84	164	6.0	262
HU0351	Recsk	92	87	120	3.4	274
HU0355	Szolnok Repülőtér	90	84	112	3.9	302
HU0356	Kecskemét Repülőtér	76	72	116	3.5	252
HU0358	Szolnok Repülőtér 2	90	83	131	4.0	353
HU0359	Nyírtelek	97	89	112	4.2	177
HU0387	Erdőbénye	100	92	126	4.3	331
HU0388	Telkibánya	113	103	141	4.5	313
HU0389	Buják	89	83	128	4.1	353
HU0391	Bánkút	97	91	134	4.0	351
HU0400	Mosonmagyaróvár	98	90	114	4.2	365
HU0401	Nyíregyháza Napkor	74	71	89	2.7	72
HU0402	Sopron	87	73	100	8.2	365
HU0403	Baja	81	77	97	2.4	365

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0404	Békéscsaba	96	88	150	4.6	234
HU0405	Kékestető	91	85	129	3.6	357
HU0406	Budapest XVIII. ker. (Lőrinc)	85	81	132	3.6	365
HU0407	Győr	82	76	95	2.5	283
HU0408	Szentgotthárd Farkasfa	94	86	110	4.2	276
HU0410	Debrecen	86	79	106	3.8	365
HU0411	Miskolc	83	74	116	7.8	357
HU0412	Pécs / Pogány RK	104	83	141	13.6	358
HU0413	Jósvafő	77	73	102	2.9	357
HU0414	Szécsény	96	89	113	4.0	366
HU0415	Tát	90	84	133	4.0	365
HU0416	Tata	88	60	165	38.6	357
HU0417	Záhony	73	69	87	2.4	365
HU0418	Nagykanizsa	93	87	121	3.5	283
HU0419	Homokszentgyörgy	84	79	100	2.7	365
HU0420	Jászapáti	86	80	127	3.3	365
HU0421	Kelebia	74	70	95	2.4	365
HU0422	Pápa / Nyárád	92	92	92		1
HU0424	Pitvaros	96	88	125	3.6	365
HU0425	Sátoraljaújhely	97	90	119	3.8	366
HU0426	Soltvadkert	73	69	86	2.0	280
HU0427	Tésa	86	81	108	3.3	279
HU0429	Csenger	100	92	122	4.3	366
HU0500	Paks A1	74	70	94	2.4	347
HU0501	Paks A2	72	67	91	2.4	352
HU0502	Paks A3	79	74	94	2.4	364
HU0503	Paks A4	78	72	91	2.5	337
HU0504	Paks A5	83	76	102	3.2	349
HU0505	Paks A6	74	19	95	5.8	364
HU0506	Paks A7	66	62	80	2.2	351
HU0507	Paks A8	84	78	99	2.8	365
HU0508	Paks A9	70	54	85	3.9	365
HU0509	Paks G1	72	68	147	5.8	335
HU0510	Paks G2	65	42	91	4.1	349
HU0511	Paks G3	71	66	89	2.7	358
HU0512	Paks G4	78	72	98	2.6	348
HU0513	Paks G5	72	67	82	2.3	346
HU0514	Paks G6	72	65	83	2.8	352
HU0515	Paks G7	81	76	92	2.4	325
HU0516	Paks G8	83	77	102	3.0	364
HU0517	Paks G9	86	80	106	3.1	361
HU0518	Paks G10	73	59	92	2.6	362
HU0519	Paks G11	74	68	93	2.8	353

\* A 100-as kezdetű kódok a BM OKF, a 201-204 közöttiek- az RHK Kft. – Bátaapáti, 211-223 közöttiek az EMMI Oktatási Ágazat,- a 300-as kezdetűek a MH, a 400-as kezdetűek az OMSZ, az 500-as kezdetűek pedig a Paksi Atomerőmű mérőhelyeit jelölik.

\*\* A HU203 és HU205 állomás ugyan az, de 2020. áprilisban átnevezésre került.



**4-2. ábra**

**A napi dózisteljesítmények országos átlagainak, maximális és minimális értékeinek változása 2020-ban**

#### 4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések

Az ERMAH laboratóriumok az NNK SSFO kivételével hetente egy alkalommal mérik a környezeti gamma-dózisteljesítményt a telephelyükön LB UMo 123 készülékkel, az NNK SSFO-ban ez napi gyakorisággal történik Automess 6150 AD 6/H típusú készülékkel. A mérési eredményeket az 4-2/a. táblázat tartalmazza. Az adatok foton-dózisegyenérték teljesítményben (Hx-ben) vannak megadva. A H\*(10) és a Hx között átváltáshoz az 1,07 faktor volt alkalmazva az ISO 4037-4 szabvány alapján. Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményei megfeleltethetőek az OSJER TMH által mért értékeknek.

4-2/a. táblázat  
Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	81	62	121	6	243
Debrecen	136	110	180	16	51
Győr	101	91	115	6	48
Miskolc	127	112	143	10	24
Szeged	114	104	126	6	14
Szekszárd	118	105	133	6	50

A külső gamma-dózisteljesítmény mérése ún. integráló típusú passzív detektorokkal is történhet. Az NNK SSFO egy 37 pontból álló Paksi Atomerőmű környéki TLD-hálózatot működtet. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldik ki a termolumineszcens detektorokat (TLD) postán vagy cserélik személyesen, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza. A detektorokat a szabadban helyezik ki a talajtól kb. 1 – 1,5 m magasságban.

A gamma-dózisteljesítményt minden munkanapon egy alkalommal mérik meg az NNK SSFO „C” épülete melletti füves területen AUTOMESS 6150 AD 6 vagy 6/H típusú műszerrel. 2020-ban az NNK SSFO telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagát és minimum-maximum értékeit a 4-2/b. táblázat tartalmazza.

4-2/b. táblázat  
Az NNK SSFO udvarán 2020-ban végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai

Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)
1			14	85,8	84 - 86	27	90,0	89 - 91	40	90,0	84 - 94
2	82,4	77 - 86	15	85,8	88 - 93	28	90,0	89 - 93	41	87,6	84 - 91
3	86,0	77 - 91	16	90,5	89 - 92	29	86,0	79 - 91	42	99,8	84 - 129
4	83,6	81 - 88	17	87,0	82 - 90	30	80,4	76 - 83	43	81,1	76 - 86
5	93,4	84 - 111	18	89,5	89 - 91	31	84,4	80 - 89	44	84,6	83 - 86
6	77,0	66 - 104	19	87,6	78 - 93	32	85,0	81 - 90	45	82,4	79 - 87
7	77,0	77 - 95	20	92,0	85 - 101	33	82,8	77 - 87	46	86,0	86 - 82
8	87,0	85 - 92	21	91,2	88 - 97	34	84,9	83 - 87	47	85,4	79 - 92
9	86,8	72 - 97	22	90,8	88 - 94	35	88,8	87 - 91	48	84,4	82 - 86
10	86,8	79 - 94	23	90,8	84 - 97	36	89,0	85 - 93	49	84,6	76 - 91
11	83,2	84 - 88	24	85,2	83 - 89	37	87,2	82 - 94	50	90,0	79 - 109
12	88,2	81 - 87	25	85,8	77 - 94	38	90,8	87 - 93	51	83,2	76 - 89
13	85,8	83 - 88	26	87,2	79 - 101	39	92,4	85 - 96	52	83,7	75 - 93

A NÉBIH laboratóriumi hálózata 3 db Automess 6150 AD 6+6150 AD-b típusú dózisteljesítmény mérővel végez időszakos méréseket. A Radioanalitikai Referencia

Laboratórium a budapesti telephelyének udvarán lehetőség szerint heti rendszerességgel a szombathelyi telephelyen időszakonként méri a dózisteljesítményt. Ezen kívül a laboratóriumok által vett környezetellenőrző minták mintavételekor is történik helyszíni dózisteljesítmény mérés, az adatokat a 4-3. táblázat tartalmazza.

**4-3. táblázat**  
**Az NÉBIH 2012-ban végzett dózisteljesítmény mérései**

Megye	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
BE	-	65	98	-	5
BK	-	64	110	-	5
BP	67	60	76	4,3	52
CS	73	55	88	-	5
GY	-	70	110	-	9
JA	-	70	96	-	4
KO	81	68	108	13	10
PE	-	76	106	-	8
TO	-	100	120	-	3
VA	92	61	149	31	29
VE	86	64	104	11	11

## 4.2 Levegőszűrők (aeroszol) mérési eredményei

A levegőbe került radionuklidok egy része a levegőben található, por alakú szennyezőkhöz kötődik, ezeket nevezzük aeroszoloknak. Az aeroszolok eltérően viselkednek a gáz halmazállapotú anyagokhoz képest, mint pl. az atomerőműből kibocsátott nemesgázok, vagy a természetes radon. Az aeroszol formájú radionuklidok a levegőből megfelelő szűrővel kiszűrhetők. Az aeroszolok koncentrációjának ismerete a lakosság sugárterhelésének szempontjából meghatározó, egyrészt a belégzésük okozta dózis miatt, másrészt a talajra, növényzetre való kihullásuk – így a táplálékláncba való bekerülésük – kiindulási adataként.

Országosnak mondható kiépítettséget az EüÁ-hoz tartozó ERMAH laboratóriumai jelentenek. Emellett – mint létesítményfüggetlen mérési pont - az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriumának budapesti telephelyén működik egy nagy teljesítményű aeroszol mintavevő. Az ERMAH laboratóriumok levegőminta-vevői sajnos nem azonos teljesítőképességűek, ami az elvégezhető elemzések lehetőségét is meghatározza. 2020-ban közepes-, illetve kis légforgalmú mintavevővel 4-4 laboratórium rendelkezett. Az ERMAH laboratóriumok aeroszol mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Eszerint a közepes légforgalmú mintavevővel hetenként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú mintavevőkkel vett napi minták esetében az összes béta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetében, a legalább 72 órás pihentetés utáni eredmények veendő figyelembe.)

Az EüÁ ERMAH és egyéb programjai keretében 2020-ban 718 aeroszol mintát vettek. Az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriuma 2020-ban 52 mintát vett.

A 4-4.táblázatban közöljük az ERMAH és NÉBIH laboratóriumok aeroszol mérési eredményeit jellemző éves átlagokat, minimum és maximum értékeket, szórásokat, továbbá az éves mintaszámot és a kimutatási határ alatti eredmények számát; valamint az országos, összesített értékeket is. A táblázatból láthatóan a <sup>137</sup>Cs koncentrációi a kimutatási határ (kh) felett is megjelentek, a 0,0077 mBq/m<sup>3</sup>-es értékig. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű <sup>7</sup>Be radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya 0,61-17 mBq/m<sup>3</sup> közötti. Az

aeroszol-szűrők legalább 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően 0,1-12 mBq/m<sup>3</sup> értékűek. Megállapítható, hogy az aeroszol mérési eredmények mind az átlagokat, mind a minimum, maximum értékeket tekintve általában jól egyeznek a korábbi évek adataival.

4-3. táblázat  
Országos aeroszol mérési eredmények éves jellemzői 2019-ben (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag, mBq/m <sup>3</sup>	Minimum, mBq/m <sup>3</sup>	Maximum, mBq/m <sup>3</sup>	Szórás, mBq/m <sup>3</sup>	N	Kha
Be-7	BP	6,5	0,77	17	3,8	102	0
Be-7	GY	3,6	1,4	7,0	1,7	35	5
Be-7	TO	4,0	0,61	8,4	1,9	47	0
Cs-137	BP	0,0019	0,00060	0,0077	0,0011	102	78
Cs-137	GY	-	-	-	-	35	35
Cs-137	TO	-	-	-	-	47	47
Összes-béta	BK	-	0,38	2,3	-	53	49
Összes-béta	BP	0,89	0,59	2,3	0,41	160	98
Összes-béta	CS	5,1	1,8	7,0	2,1	14	0
Összes-béta	HA	0,27	0,10	1,3	0,31	25	12
Összes-béta	TO	1,5	0,26	12	0,92	312	235
<b>Be-7</b>	<b>Összesen</b>	<b>5,3</b>	<b>0,61</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>184</b>	<b>5</b>
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0014</b>	<b>0,00060</b>	<b>0,0077</b>	<b>-</b>	<b>184</b>	<b>160</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>1,4</b>	<b>0,10</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>564</b>	<b>394</b>

### 4.3 Kihullás (fall-out) eredmények

A levegőbe került, aeroszol formájú radionuklidok egy része kihullik, kiülepedik, illetve a csapadékkal kimosódik a talajra és a növényzetre. Ez a folyamat jelenti a táplálékláncba való bekerülésük kiindulási pontját, emiatt a kihullás meghatározása a lakosság sugárterhelésének becslése, előrejelzése szempontjából nagy fontosságú. A kihullás megnevezésére elterjedten használják a „fall-out” angol kifejezést is. A jelentésben a kihullás szót „teljes kihullás” értelemben használjuk, ami a száraz kiülepedést és kimosódást (nedves kihullást) együttesen tartalmazza.

Országos kiterjedésűnek mondható mintavételi és mérési programot az ERMAH laboratóriumok végeznek. Emellett a NÉBIH három telephelyen (Budapest, Szekszárd és Szombathely) gyűjti és vizsgálja a csapadékvizet (fall-out).

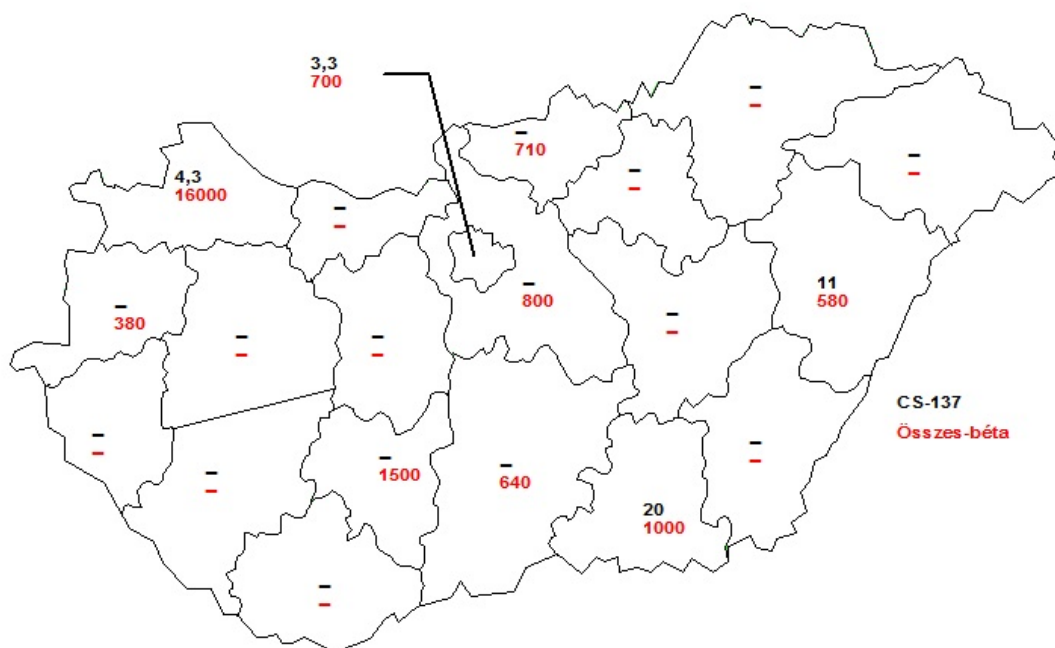
Az ERMAH a kihullást a központi és a 6 regionális laboratóriumában, összesen 9 megyében és a fővárosban mintázza és méri (4-3 ábra).

4-4. táblázat  
Kihullás mérési eredmények országos, éves jellemzői 2019-ben (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag mBq/m <sup>2</sup> /nap	Minimum mBq/m <sup>2</sup> /nap	Maximum mBq/m <sup>2</sup> /nap	Szórás mBq/m <sup>2</sup> /nap	N	Kha
Be-7	BK	1800	480	3700	990	12	0
Be-7	BP	2200	350	8400	2300	23	0
Be-7	NO	3900	1400	9000	2200	15	0
Be-7	PE	-	1900	10000	-	8	0
Be-7	TO	2400	9,6	9200	1900	59	0
Be-7	VA	1800	73	4400	1400	12	0
Cs-137	BK	-	-	-	-	12	12
Cs-137	BP	-	1,3	3,3	-	23	21
Cs-137	CS	-	0,033	20	-	4	0
Cs-137	GY	-	4,3	4,3	-	10	8
Cs-137	HA	-	1,7	11	-	7	0
Cs-137	NO	-	-	-	-	15	15
Cs-137	PE	-	-	-	-	8	8
Cs-137	TO	-	-	-	-	59	59
Cs-137	VA	-	-	-	-	12	12
Összes-béta	BK	390	160	640	140	12	0
Összes-béta	BP	230	86	700	140	23	0
Összes-béta	CS	-	220	1000	-	4	0
Összes-béta	GY	670	6,0	16000	3000	28	0
Összes-béta	HA	-	160	580	-	7	0
Összes-béta	NO	410	120	710	180	15	0
Összes-béta	PE	-	220	800	-	8	0
Összes-béta	TO	470	61	1500	320	60	0
Összes-béta	VA	190	34	380	96	12	0
<b>Be-7</b>	<b>Összesen</b>	<b>2500</b>	<b>9,6</b>	<b>10000</b>	<b>-</b>	<b>129</b>	<b>0</b>
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>3,6</b>	<b>0,033</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>150</b>	<b>135</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>440</b>	<b>6,0</b>	<b>16000</b>	<b>-</b>	<b>169</b>	<b>0</b>

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH programja keretében 2020-ban 170 fall-out mintát vett. 2020-ban a NÉBIH laboratóriumai 35 fall-out mintát vettek.

A 2020-ban, az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket a 4-5. táblázatban foglaltuk össze. A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagos értékei az egyes régiókban eltérőek, de az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2019 évivel. A Cs-137 aktivitása, a minták 90%-ában kimutatási határ alatti volt.



4-3. ábra

Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2020-ban  
(EüÁ és FmÁ, mBq/m<sup>2</sup>/nap mértékegységben)

Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)



## 4.4 Talajminták mérési eredményei

A talajban található radionuklidok aktivitás-koncentrációit országosan az EüÁ ERMAH, illetve az FmÁ NÉBIH laboratóriumai mérik.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában mezőgazdaságilag művelt talaj (lucerna, sóska) és bolygatatlan talaj (erdei- és legelői talaj) vizsgálata szerepelt. 2020-ban 19 megye és Budapest területéről, 299 talajminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

Az ERMAH laboratóriumok az ország 19 megyéjében és a fővárosban, negyedévente vesznek talajmintát a talaj felső 10 cm vastagságú rétegeből. Az EüÁ ERMAH egyéb mérési programjai keretében 2020-ban összesen 218 talajminta vizsgálatát végezték el.

Az ERMAH és az FmÁ NÉBIH laboratóriumok országos mérési eredményeit a 4-4. ábrán mutatjuk be. Az ábra a  $^{137}\text{Cs}$ , a  $^{90}\text{Sr}$  és az összesbéta aktivitás-koncentrációk maximális értékeit szemlélteti az egyes megyékre összegezve. Az FmÁ NÉBIH és az ERMAH programja szolgáltat nuklidszelektív eredményeket (különösen Cs esetén) a legtöbb megyére. A talajmérési eredmények éves jellemzőit a 4-6. táblázatban foglaltuk össze.

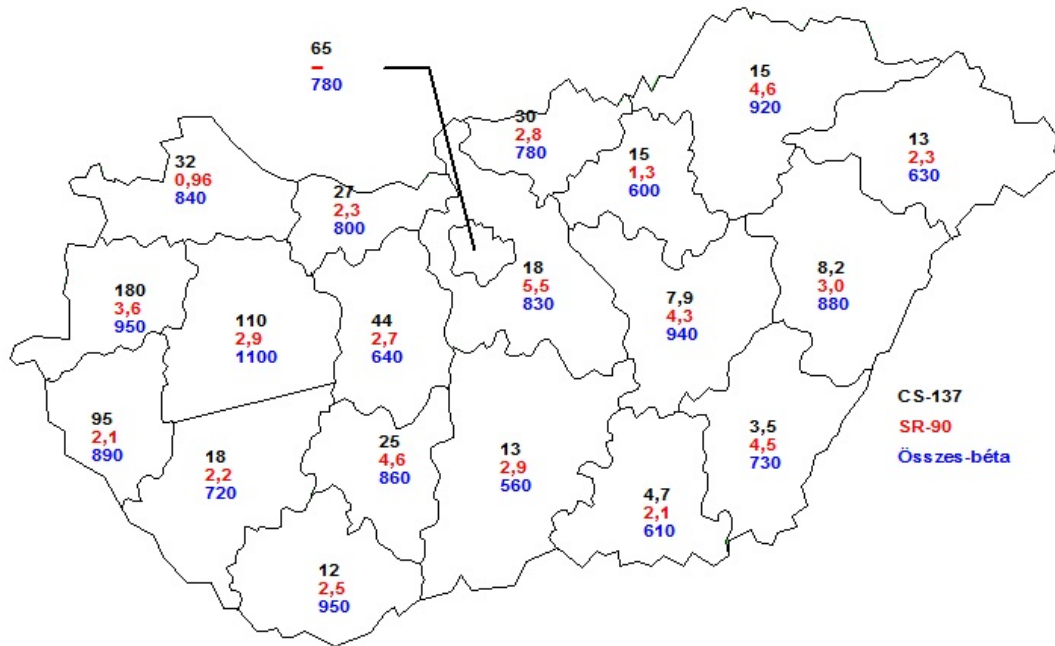
A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó  $^{137}\text{Cs}$  izotóp aktivitás-koncentrációja még mindig jól mérhető. Megyénkénti átlagai a 2019. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 1,5-8,7 Bq/kg, az egyedi eredmények maximuma a 180 Bq/kg volt, mely alacsonyabb a tavalyi értéknél. A  $^{90}\text{Sr}$  izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 1,7-1,8 Bq/kg közöttiek voltak. Az összesbéta aktivitás-koncentrációk nagyobbak (390-780 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes  $^{40}\text{K}$  izotóptól származik.

A talaj  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 7,7 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  izotópé ennél kisebb, 1,5 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 650 Bq/kg volt 2020-ban. Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2019. éviéktől.

**4-5. táblázat**  
**Talajmérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	6,3	1,5	12	3,6	13	1
Cs-137	BE	-	1,7	3,5	-	6	0
Cs-137	BK	1,5	1,2	13	2,5	47	35
Cs-137	BP	-	9,2	65	-	4	0
Cs-137	BZ	5,0	2,0	15	3,2	16	0
Cs-137	CS	-	1,5	4,7	-	5	0
Cs-137	FE	13	3,6	44	13	12	0
Cs-137	GY	17	3,0	32	8,4	24	0
Cs-137	HA	3,4	1,0	8,2	1,9	11	0
Cs-137	HE	-	4,5	15	-	4	0
Cs-137	JA	-	2,8	7,9	-	9	0
Cs-137	KO	8,7	1,2	27	8,1	14	0
Cs-137	NO	-	7,3	30	-	6	0
Cs-137	PE	7,6	0,60	18	4,4	23	0
Cs-137	SO	8,2	2,9	18	4,2	11	0
Cs-137	SZ	4,4	1,3	13	2,9	12	0
Cs-137	TO	3,7	3,2	25	6,7	115	85
Cs-137	VA	-	6,5	180	-	6	0
Cs-137	VE	24	1,0	110	32	13	0
Cs-137	ZA	19	3,2	95	27	10	0
Sr-90	BA	-	0,40	2,5	-	8	0
Sr-90	BE	-	0,81	4,5	-	5	0
Sr-90	BK	-	0,85	2,9	-	9	0
Sr-90	BZ	1,7	1,1	4,6	1,0	10	0
Sr-90	CS	-	0,38	2,1	-	4	0
Sr-90	FE	-	0,99	2,7	-	7	0
Sr-90	GY	-	-	0,96	-	1	0
Sr-90	HA	-	0,39	3,1	-	8	0
Sr-90	HE	-	0,95	1,3	-	2	0
Sr-90	JA	-	1,0	4,3	-	7	0
Sr-90	KO	-	0,39	2,3	-	6	0
Sr-90	NO	-	1,3	2,8	-	2	0
Sr-90	PE	1,8	0,26	5,5	1,7	13	1
Sr-90	SO	-	0,29	2,2	-	6	0
Sr-90	SZ	-	0,36	2,3	-	9	1
Sr-90	TO	-	0,64	4,6	-	8	0
Sr-90	VA	-	0,94	3,6	-	3	0
Sr-90	VE	-	0,76	2,9	-	8	0
Sr-90	ZA	-	0,82	2,1	-	6	0
Összes-béta	BA	-	600	950	-	9	0
Összes-béta	BE	-	570	730	-	5	0
Összes-béta	BK	390	190	560	120	10	0
Összes-béta	BP	-	450	790	-	4	0
Összes-béta	BZ	720	540	920	110	12	0
Összes-béta	CS	-	300	610	-	4	0
Összes-béta	FE	-	360	640	-	8	0
Összes-béta	GY	-	-	840	-	1	0
Összes-béta	HA	-	290	880	-	9	0
Összes-béta	HE	-	540	600	-	3	0
Összes-béta	JA	-	640	940	-	7	0
Összes-béta	KO	670	580	800	75	11	0
Összes-béta	NO	-	600	790	-	5	0
Összes-béta	PE	620	370	830	130	23	0
Összes-béta	SO	-	410	720	-	7	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	SZ	520	370	630	84	10	0
Összes-béta	TO	-	540	860	-	9	0
Összes-béta	VA	-	670	950	-	4	0
Összes-béta	VE	780	610	1100	130	10	0
Összes-béta	ZA	-	630	890	-	7	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>7,7</b>	<b>0,60</b>	<b>180</b>	-	<b>361</b>	<b>121</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>1,5</b>	<b>0,26</b>	<b>5,5</b>	-	<b>122</b>	<b>2</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>650</b>	<b>190</b>	<b>1100</b>	-	<b>158</b>	<b>0</b>



**4-4. ábra**  
**Talajmérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2020-ban**  
**(EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)**  
*Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)*

## 4.5 Felszíni vizek monitoringja

A felszíni vizek radioaktív szennyeződésének monitorozása fontos feladat, hiszen ivóvizünk részben felszíni vízi eredetű.

A Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat területi kormányhivatalaihoz tartozó laboratóriumok, az országos felszíni vízminőségi törzshálózat program keretében mérik a vizek összesbéta aktivitás-koncentrációit. A BAMKH NF LO a PAZrt. környezetellenőrző programjához tartozóan a Duna erőmű feletti és alatti szakaszán a vízmintákból gamma-spektrometriai mérést ( $^{137}\text{Cs}$ ), valamint  $^3\text{H}$  és  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentráció meghatározást is végez. A BAMKH NF LO vizsgálja az orvosi alkalmazásból származtatható mesterséges radionuklidok jelenlétét, a potenciálisan veszélyeztetett felszíni vizekben ( $^{131}\text{I}$ ). 2020-ban mérési programjaik keretében 316 vízminta vizsgálatát végezték el a Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat (a továbbiakban: KvVÁ) laboratóriumai.

Az ERMAH mérési program keretében a laboratóriumok megyénként 1-1 mintavételi pontban, havonta egy folyóvizet és negyedévente egy állóvizet mintáznak. Az EüÁ ERMAH, egyéb mérési programjai keretében 2020-ban összesen 447 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes béta-, féléves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.

Az NNK SSFO a Duna-alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vizéből Gönyűnél, Észak-Pesten (Nagy Felszíni Vízmű – NFVM), Budafokon, Pakson és Mohácson, illetve a Szelidi-tóból is történik mintavételezés. A paksi mérések eredményeit a következő alfejezet tartalmazza. A mintákból havonta összes béta-aktivitás,  $^{40}\text{K}$ - és  $^3\text{H}$ -koncentráció mérések, illetve negyedévente  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai meghatározások történnek.

A NÉBIH laboratóriumai Baja, Uszód és Gerjen közelében havonta vesznek mintát a Duna vizéből és  $^3\text{H}$ -meghatározást végeznek belőle. 2020-ban 18 ilyen mintát vettek.

A 2020. évben kapott mérési eredményeket a 4-7. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, általában 0,12-3,7 mBq/l nagyságrendű. Az összesbéta aktivitás-koncentrációk, egy-két kivételtől eltekintve, általában nem érik el az 1 Bq/l értéket. Az eredmények szóródása jelentős, a maximum és minimum értékek között 1-2 nagyságrend eltérés is lehet.

4-6. táblázat  
Egyes felszíni vizek mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ, FmÁ és KvVÁ)

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Cs-137	Által ér	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Balaton	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Cseke tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Deseda tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Duna	1,2	0,12	3,7	0,99	70	55
Cs-137	DVCS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Fertő tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Godafoki csat.	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Hármas Körös	-	-	1,0	-	1	0
Cs-137	Holt Duna-ág	-	-	-	-	6	6
Cs-137	Holt tiszta	-	-	20	-	2	1
Cs-137	Horgásztó	-	-	-	-	3	3

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Cs-137	Kapos	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kondor tó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Körös/Fehér-körös	-	-	1,0	-	1	0
Cs-137	Maros	-	-	1,0	-	1	0
Cs-137	Orfűi tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Rába	-	-	4,2	-	3	2
Cs-137	Sárközi I.	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Sárközi II.	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Sárvár tó	-	-	9,2	-	1	0
Cs-137	Séd patak	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Szelidi tó	-	-	-	-	8	8
Cs-137	Tisza	-	1,0	1,0	-	4	0
Cs-137	Vekeri tó	-	18	19	-	2	0
Cs-137	Zala	-	-	-	-	2	2
H-3	Börzsöny patak	-	820	950	-	2	0
H-3	Duna	2000	1,9	7500	1000	145	54
H-3	Horgásztó	-	-	-	-	1	1
H-3	Kemence patak	-	580	730	-	2	0
H-3	Letskés patak	-	950	1100	-	2	0
H-3	Szelidi tó	1300	910	1900	280	12	0
Sr-90	Duna	-	1,7	7,2	-	31	28
Sr-90	Holt Duna-ág	-	-	-	-	4	4
Sr-90	Kondor tó	-	-	-	-	4	4
Sr-90	Szelidi tó	-	4,1	8,3	-	4	2
Összes-béta	Által ér	-	80	290	-	7	0
Összes-béta	Balaton	400	40	560	110	27	0
Összes-béta	Bátaapáti patak	280	150	490	110	12	0
Összes-béta	Bódva	180	120	240	40	12	0
Összes-béta	Börzsöny patak	-	99	120	-	2	0
Összes-béta	Cseke tó	-	160	310	-	3	0
Összes-béta	Deseda tó	-	150	250	-	4	0
Összes-béta	Dráva	110	84	150	23	12	0
Összes-béta	Duna	130	10	380	51	204	0
Összes-béta	DVCS	-	-	140	-	1	0
Összes-béta	Eger patak	-	390	500	-	2	0
Összes-béta	Fehér tó	-	-	280	-	1	0
Összes-béta	Fertő tó	-	370	1000	-	4	0
Összes-béta	Godafoki csat.	-	-	150	-	1	0
Összes-béta	Halas-tó	-	150	220	-	3	0
Összes-béta	Hámori tó	-	-	640	-	1	0
Összes-béta	Hármas Körös	-	200	240	-	3	0
Összes-béta	Hármas-Körös	140	100	220	39	12	2
Összes-béta	Hernád	210	150	250	30	12	0
Összes-béta	Holt Duna-ág	230	200	280	24	12	0
Összes-béta	Holt tiszta	-	210	260	-	2	0
Összes-béta	Horgásztó	-	130	160	-	4	0
Összes-béta	Horgász-tó	-	-	180	-	1	0
Összes-béta	Kapos	320	160	730	170	24	0
Összes-béta	Keleti Főcsatorna	-	-	110	-	1	0
Összes-béta	Kemence patak	-	62	74	-	2	0
Összes-béta	Kondor tó	170	120	280	46	12	0
Összes-béta	Körös/Fehér-körös	-	180	240	-	3	0

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Összes-béta	Lajta	140	20	290	94	12	0
Összes-béta	Lapincs	83	10	190	54	12	0
Összes-béta	Laskóvölgyi víztározó	-	-	460	-	1	0
Összes-béta	Letkés patak	-	230	280	-	2	0
Összes-béta	Maros	190	120	280	57	15	0
Összes-béta	Nádor-csatorna	460	350	580	70	12	0
Összes-béta	Orfűi tó	-	90	160	-	4	0
Összes-béta	Palotási víztározó	-	-	670	-	1	0
Összes-béta	Pinka	110	10	230	70	12	0
Összes-béta	Rába	120	10	370	80	25	0
Összes-béta	Sajó	190	140	250	34	12	0
Összes-béta	Sárközi I.	-	-	140	-	1	0
Összes-béta	Sárközi II.	-	130	130	-	2	0
Összes-béta	Sárvár tó	-	70	140	-	3	0
Összes-béta	Séd patak	-	20	100	-	7	0
Összes-béta	Sió	470	320	680	100	12	0
Összes-béta	Szelídi tó	250	96	570	98	25	0
Összes-béta	Szinva folyó	-	91	120	-	2	0
Összes-béta	Tisza	150	10	250	53	36	5
Összes-béta	Vártó	-	-	170	-	1	0
Összes-béta	Vekeri tó	-	40	140	-	2	0
Összes-béta	Velencei-tó	2100	1300	3400	640	10	0
Összes-béta	Zagyva	-	310	660	-	2	0
Összes-béta	Zala	-	60	160	-	7	0

## 4.6 Ivóvíz

### 4.6.1 Vezetékes ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz

A vezetékes ivóvíz mesterséges eredetű radioaktív szennyeződése nem jellemző, természetes eredetű radioaktív anyag tartalma alacsony. Ugyanakkor, a lakosság sugárterhelése szempontjából az ivóvíz, – mint a lakosság által rendszeresen és nagy mennyiségben fogyasztott folyadék monitorozása – kiemelten fontos feladat.

Országos vezetékes ivóvíz-ellenőrzési programot az EüÁ ERMAH laboratóriumok végeznek. A mintavételi program megyénkénti negyedéves mintázást ír elő az összes béta-mérésekhez. Ezenkívül a <sup>3</sup>H és <sup>90</sup>Sr vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Az EüÁ ERMAH egyéb mérési programjai keretében 2020-ban összesen 287 vízminta vizsgálatát végezték el.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz – elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz – méréseket. 2020-ban összesen 20 vízminta vizsgálatát végezték el.

Az ivóvíz aktivitás-koncentrációira kapott maximumok országos eloszlását a 4-5. ábra szemlélteti. Az ivóvízmintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit a 4-8. táblázatban foglaltuk össze.

Az összes béta-aktivitások átlagai a 0,1 Bq/l érték körüliek, azonban így is jóval az Egészségügyi Világszervezet által ajánlott szint (1 Bq/l) alatt maradtak. Az ivóvíz trícium aktivitás-koncentrációi két jellemző csoportba sorolhatók. A felszíni víz eredetű ivóvizeknél az átlagérték hasonló a felszíni vizekéhez, 1-2 Bq/l nagyságú. A mélyégi ivóvizek (karszt, artézi) trícium koncentrációi viszont legfeljebb a néhány tized Bq/l értéket érik el.

Az ivóvíz <sup>3</sup>H aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 1,7 Bq/l. A legnagyobb érték (5,6 Bq/l) is jóval kisebb, mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A <sup>90</sup>Sr koncentrációi 0,0018-0,011 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,11 Bq/l, az összes alfa-aktivitások átlaga 0,068 Bq/l, míg a <sup>137</sup>Cs koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, értékeik a 0,0015 és 0,006 Bq/l között találhatóak.

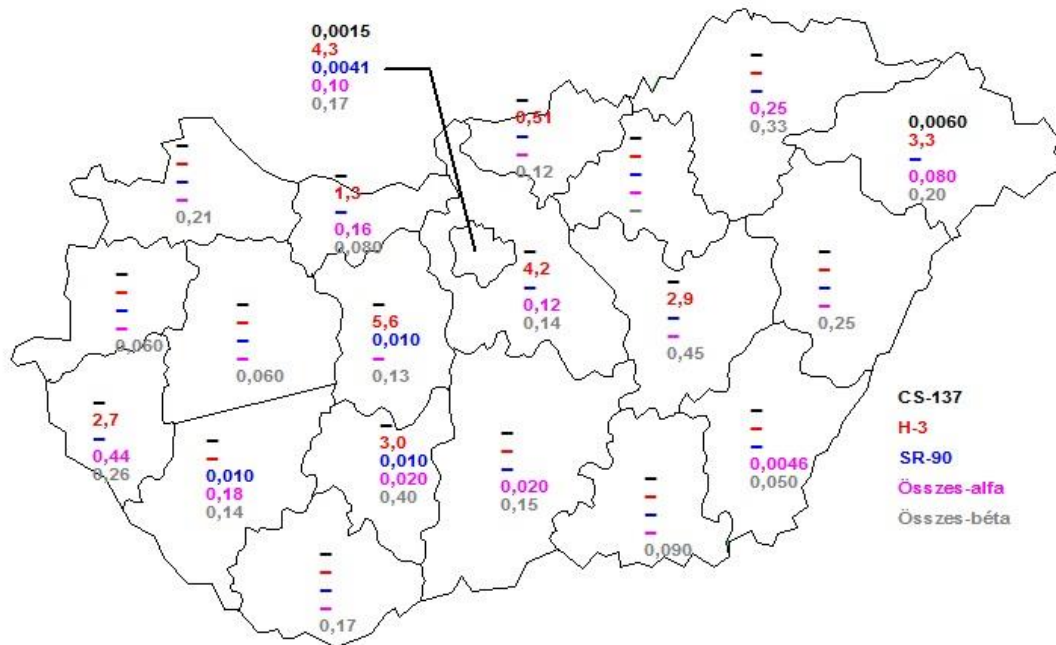
4-7. táblázat  
Ivóvíz mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	3	3
Cs-137	BK	-	-	-	-	4	4
Cs-137	BP	-	-	0,0015	-	8	7
Cs-137	BZ	-	-	-	-	1	1
Cs-137	FE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	GY	-	-	-	-	4	4
Cs-137	HA	-	-	-	-	2	2
Cs-137	JA	-	-	-	-	2	2
Cs-137	SO	-	-	-	-	2	2
Cs-137	SZ	-	0,0060	0,0060	-	3	1
Cs-137	TO	-	-	-	-	19	19
Cs-137	VA	-	-	-	-	1	1
Cs-137	ZA	-	-	-	-	3	3
H-3	BA	-	-	-	-	3	3
H-3	BE	-	-	-	-	1	1
H-3	BK	-	-	-	-	1	1

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
H-3	BP	-	2,8	4,3	-	12	10
H-3	FE	-	-	5,6	-	3	2
H-3	GY	-	-	-	-	2	2
H-3	HA	-	-	-	-	1	1
H-3	JA	-	-	2,9	-	1	0
H-3	KO	-	1,2	1,3	-	3	1
H-3	NO	-	0,33	0,51	-	2	0
H-3	PE	-	1,9	4,2	-	3	1
H-3	SO	-	-	-	-	3	3
H-3	SZ	-	-	3,3	-	2	1
H-3	TO	1,4	0,36	3,0	1,1	27	10
H-3	VA	-	-	-	-	1	1
H-3	VE	-	-	-	-	1	1
H-3	ZA	-	-	2,7	-	3	2
Sr-90	BA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BK	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BP	-	0,0018	0,0041	-	6	0
Sr-90	FE	-	-	0,011	-	2	1
Sr-90	SO	-	-	0,010	-	2	1
Sr-90	TO	-	0,0026	0,011	-	19	14
Összes-alfa	BA	-	-	-	-	2	2
Összes-alfa	BE	-	-	0,0046	-	1	0
Összes-alfa	BK	-	-	0,022	-	1	0
Összes-alfa	BP	0,058	0,040	0,10	0,019	18	5
Összes-alfa	BZ	-	-	0,25	-	1	0
Összes-alfa	FE	-	-	-	-	2	2
Összes-alfa	GY	-	-	-	-	2	2
Összes-alfa	HA	-	-	-	-	1	1
Összes-alfa	JA	-	-	-	-	1	1
Összes-alfa	KO	-	-	0,16	-	1	0
Összes-alfa	PE	-	-	0,12	-	1	0
Összes-alfa	SO	-	-	0,18	-	3	2
Összes-alfa	SZ	-	0,0020	0,080	-	2	0
Összes-alfa	TO	-	-	0,028	-	3	2
Összes-alfa	VA	-	-	-	-	1	1
Összes-alfa	VE	-	-	-	-	1	1
Összes-alfa	ZA	-	0,063	0,44	-	3	0
Összes-béta	BA	-	0,11	0,18	-	4	0
Összes-béta	BE	-	-	0,050	-	1	0
Összes-béta	BK	0,092	0,056	0,15	0,025	13	0
Összes-béta	BP	0,12	0,080	0,17	0,026	18	0
Összes-béta	BZ	-	0,027	0,34	-	2	0
Összes-béta	CS	-	-	0,090	-	1	0
Összes-béta	FE	-	0,10	0,14	-	4	0
Összes-béta	GY	0,089	0,040	0,21	0,035	28	0
Összes-béta	HA	-	0,023	0,26	-	8	0
Összes-béta	JA	-	0,023	0,46	-	7	0
Összes-béta	KO	-	0,030	0,083	-	4	0
Összes-béta	NO	-	0,10	0,12	-	2	0
Összes-béta	PE	-	0,099	0,14	-	3	0
Összes-béta	SO	-	0,083	0,14	-	5	0
Összes-béta	SZ	-	0,030	0,20	-	8	0
Összes-béta	TO	0,11	0,024	0,41	0,052	61	0
Összes-béta	VA	-	0,040	0,060	-	2	0
Összes-béta	VE	-	0,030	0,060	-	2	0
Összes-béta	ZA	-	0,060	0,26	-	4	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	-	<b>0,0015</b>	<b>0,0060</b>	-	<b>54</b>	<b>51</b>



Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Mínimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
H-3	Összesen	1,7	0,33	5,6	-	69	40
Sr-90	Összesen	0,0058	0,0018	0,011	-	35	22
Összes-alfa	Összesen	0,068	0,0020	0,44	-	44	19
Összes-béta	Összesen	0,11	0,023	0,46	-	177	0



4-5. ábra

Ivóvíz mérési eredmények éves maximum értékei  
(EüA és FmÁ, Bq/l mértékegységben)

Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

## 4.6.2 Palackozott vizek

A palackozott vizek (ásványvizek, tisztított vizek, forrásvizek) hazánkban is erősen emelkedő mértékű fogyasztása, indokolttá teszi radiológiai szempontból történő külön vizsgálatukat. A 2020-ban kapott eredményeket a 4-9. táblázatban foglaltuk össze. Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben negyedévenkénti mintavétel szerepel. Az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, 2020-ban összesen 16 mintán végeztek méréseket. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek palackozottvíz-méréseket. 2020-ban összesen 7 vízminta részletes radioanalitikai vizsgálatát (gamma-sugárzó izotópok, trícium, összes-alfa, összes-béta, urán izotópok, Po-210) végezték el.

A palackozott vizek átlagos radionuklid-tartalma alacsonyabb, mint a felszíni vizekből nyert vezetékes ivóvizeké, mivel jelentős részük ásványvíz.

**4-8. táblázat**  
**Palackozott víz mérési eredmények jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye*	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	N	Kha
Cs-137	BP	-	-	4	4
Cs-137	CS	-	0,0010	1	0
Cs-137	GY	-	-	1	1
Cs-137	HA	-	0,020	2	1
Cs-137	PE	-	-	1	1
Cs-137	SO	-	-	1	1
Cs-137	TO	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	1	1
Cs-137	ZA	-	-	1	1
H-3	BP	-	-	1	1
H-3	PE	-	-	1	1
H-3	VE	-	-	1	1
Összes-alfa	BP	-	0,072	1	0
Összes-alfa	GY	-	-	1	1
Összes-alfa	PE	-	0,060	1	0
Összes-alfa	VE	-	0,12	1	0
Összes-béta	BP	0,14	0,30	5	3
Összes-béta	BZ	-	0,12	1	0
Összes-béta	CS	-	0,10	1	0
Összes-béta	GY	0,070	0,090	3	0
Összes-béta	HA	0,12	0,20	2	0
Összes-béta	PE	-	0,047	1	0
Összes-béta	TO	0,17	0,23	3	0
Összes-béta	VE	-	0,22	1	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,020</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
<b>H-3</b>	<b>Összesen</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Összes-alfa</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,060</b>	<b>0,12</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,047</b>	<b>0,30</b>	<b>17</b>	<b>3</b>

\* Általában a vásárlás helyét jelenti

## 4.7 Növényzet

A táplálékláncon keresztül a talajra, illetve közvetlenül a növényzetre kijutott radionuklidok, - az élelmiszerek elfogyasztása révén - a lakosság belső sugárterhelését okozzák. A fejezet mindazon mintákra vonatkozó eredményeket tartalmazza, amelyeket közvetlenül a növényzetből, – fű, takarmány, zöldség, gyümölcs – vagy az utóbbiak feldolgozott, emberi fogyasztásra kész formájából (pl. gabona, liszt) vettek.

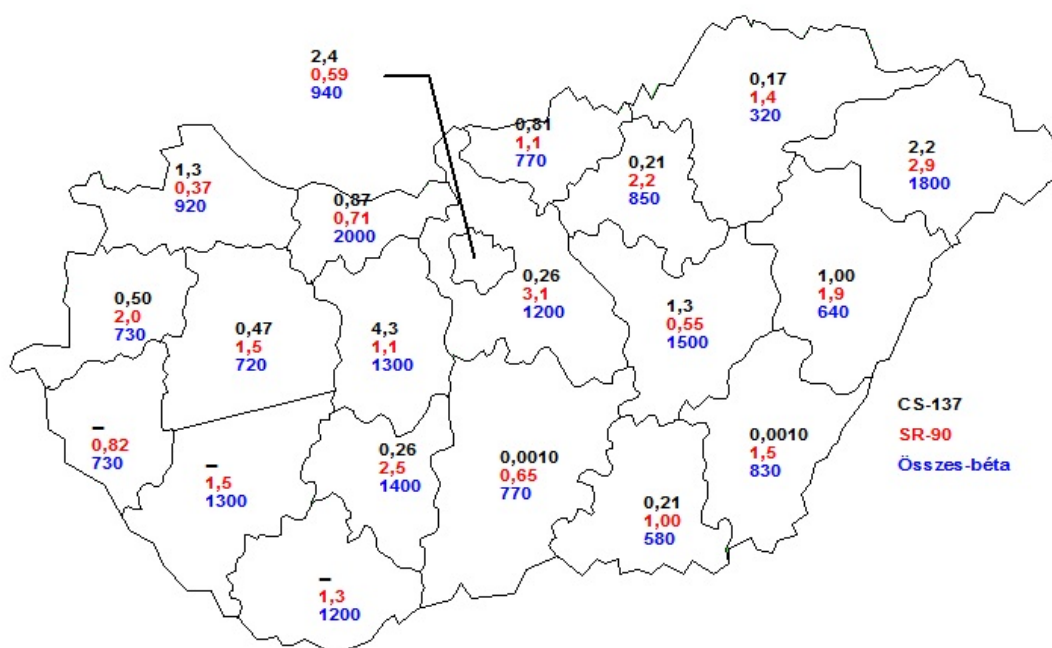
### 4.7.1 Takarmány

A NÉBIH takarmány mintavételi programja kiterjed a takarmány alapanyagokra, keverékekre és premixekre. A takarmány gyűjtőnév a legelőkről származó fűvet, a takarmányozási céllal termesztett növényeket, valamint az egyes adalékokat foglalja magába. 2020-ban a 19 megye és Budapest területéről 301 takarmányminta vizsgálatát végezték

Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Az EüÁ ERMAH 2020-ban összesen 74 minta vizsgálatát végezték el.

A takarmánynövények  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,36 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$ -é magasabb, 0,62 Bq/kg. A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit, a 4-10. táblázatban és a 4.6. ábrán foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a  $^{90}\text{Sr}$  eredmények nagyobb része meghaladja azt. Ennek oka egyrészt a két mérési módszer eltérő érzékenysége, másrészt a  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentrációk jellemzően magasabb szintje.

A talajban és a takarmánynövényekben mért aktivitás-koncentrációkat összehasonlítva ki kell emelni, hogy amíg a talaj esetében a két mesterséges eredetű radionuklidból a  $^{137}\text{Cs}$  magasabb koncentrációjú, mint az  $^{90}\text{Sr}$ , addig a takarmánymintáknál ez éppen fordított. Ennek két lehetséges oka van, egyrészt a  $^{90}\text{Sr}$  a legtöbb talajban mobilisabb, a növények számára könnyebben elérhető formában van jelen, másrészt a növények nagyobb mértékben igénylik a kalciumot, amelyet a stroncium képes helyettesíteni. (A két hatás együtt az ún. talaj-növény átviteli tényezővel jellemezhető, amelynek szokásos irodalmi értéke  $^{90}\text{Sr}$ -ra 10,  $^{137}\text{Cs}$ -ra pedig 1 körüli.)



**4-6. ábra**  
**Takarmány mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása**  
**(EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)**

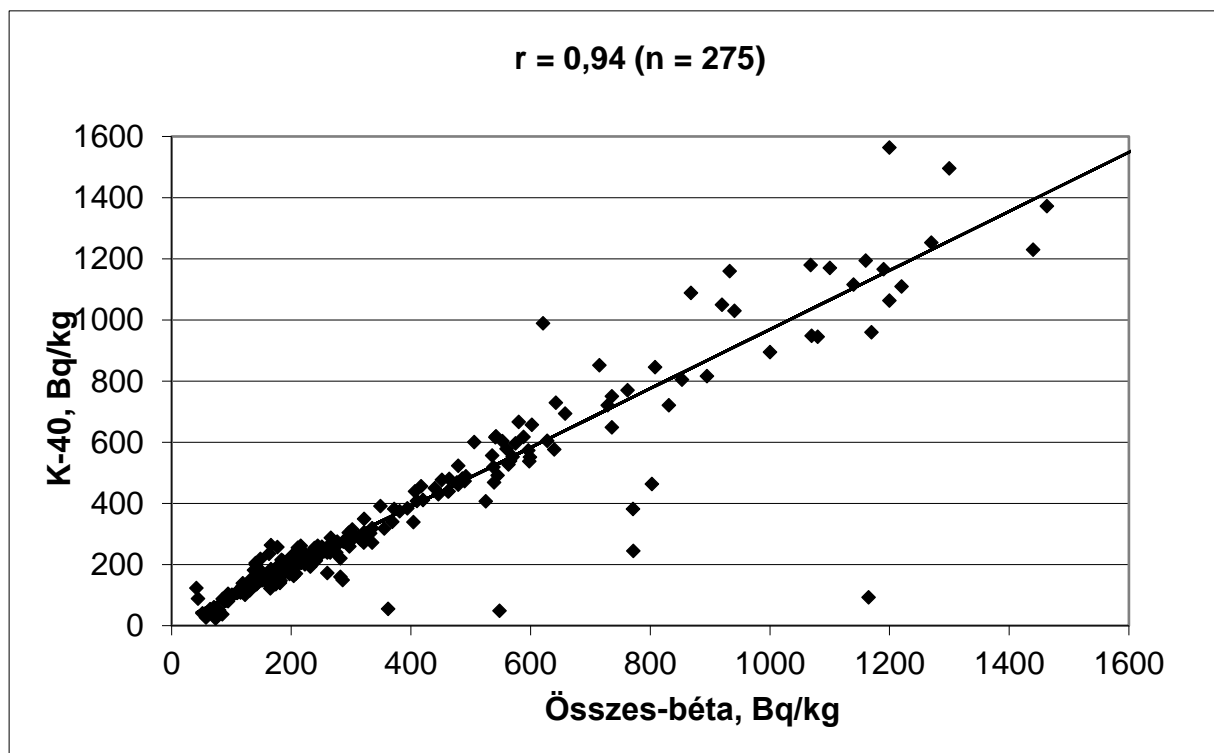
*Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)*

**4-9. táblázat**  
**Országos takarmány mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	18	18
Cs-137	BE	-	-	0,0010	-	7	6
Cs-137	BK	-	-	0,0010	-	25	24
Cs-137	BP	-	0,21	2,4	-	59	53
Cs-137	BZ	-	-	0,18	-	8	7
Cs-137	CS	-	0,0060	0,21	-	14	12
Cs-137	FE	-	0,062	4,3	-	14	7
Cs-137	GY	0,55	0,15	1,3	0,36	27	15
Cs-137	HA	-	0,12	1,1	-	8	5
Cs-137	HE	-	0,049	0,21	-	9	4
Cs-137	JA	-	1,0	1,3	-	10	8
Cs-137	KO	-	0,21	0,87	-	28	22
Cs-137	NO	-	0,19	0,82	-	10	7
Cs-137	PE	-	0,038	0,26	-	29	20
Cs-137	SO	-	-	-	-	10	10
Cs-137	SZ	-	1,1	2,2	-	18	16
Cs-137	TO	-	0,23	0,27	-	34	32
Cs-137	VA	-	0,080	0,50	-	12	10
Cs-137	VE	-	-	0,48	-	12	11
Cs-137	ZA	-	-	-	-	8	8
Sr-90	BA	0,38	0,10	1,3	0,30	14	2
Sr-90	BE	-	0,25	1,5	-	6	0
Sr-90	BK	0,25	0,072	0,66	0,14	23	0
Sr-90	BP	-	0,33	0,59	-	2	0
Sr-90	BZ	-	0,11	1,4	-	7	0
Sr-90	CS	-	0,15	1,0	-	8	0
Sr-90	FE	0,66	0,31	1,1	0,27	10	0
Sr-90	GY	-	0,080	0,37	-	9	0
Sr-90	HA	-	0,12	1,9	-	6	2
Sr-90	HE	-	0,16	2,2	-	8	0
Sr-90	JA	-	0,11	0,56	-	8	1
Sr-90	KO	0,33	0,17	0,71	0,18	12	0
Sr-90	NO	-	0,30	1,1	-	7	0
Sr-90	PE	0,90	0,19	3,1	0,73	23	0
Sr-90	SO	-	0,090	1,5	-	6	0
Sr-90	SZ	-	0,26	2,9	-	8	1
Sr-90	TO	0,93	0,11	2,5	0,71	25	0
Sr-90	VA	-	0,15	2,0	-	9	1
Sr-90	VE	-	0,090	1,5	-	9	0
Sr-90	ZA	-	0,38	0,82	-	5	0
Összes-béta	BA	410	140	1200	390	18	0
Összes-béta	BE	-	120	830	-	7	0
Összes-béta	BK	190	100	770	130	24	0
Összes-béta	BP	-	170	940	-	6	0
Összes-béta	BZ	-	130	320	-	8	0
Összes-béta	CS	260	120	580	140	14	0
Összes-béta	FE	510	80	1300	460	14	0
Összes-béta	GY	480	140	920	220	28	2
Összes-béta	HA	-	71	640	-	8	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	-	170	850	-	9	0
Összes-béta	JA	340	120	1500	420	10	0
Összes-béta	KO	390	57	2000	380	28	0
Összes-béta	NO	370	180	770	220	10	0
Összes-béta	PE	330	41	1200	260	29	0
Összes-béta	SO	460	44	1300	490	10	0
Összes-béta	SZ	380	85	1800	400	18	0
Összes-béta	TO	500	110	1400	370	33	0
Összes-béta	VA	390	160	730	210	12	0
Összes-béta	VE	360	120	720	210	12	0
Összes-béta	ZA	-	170	730	-	8	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,42</b>	<b>0,0010</b>	<b>4,3</b>	-	<b>360</b>	<b>295</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,62</b>	<b>0,072</b>	<b>3,1</b>	-	<b>205</b>	<b>7</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>380</b>	<b>41</b>	<b>2000</b>	-	<b>306</b>	<b>2</b>

2020-ban a mintákban mérhető összesbéta-aktivitás átlagosan 380 Bq/kg volt, mely döntően természetes eredetű. Ennek igazolására a 4-7. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt. Az ábrából látható, hogy a takarmánynövényeknél az összes béta-aktivitás közel 94%-ban a  $^{40}\text{K}$  radionuklidtól származik.



4-7. ábra  
Takarmányminták összes béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitás-koncentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

#### 4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer

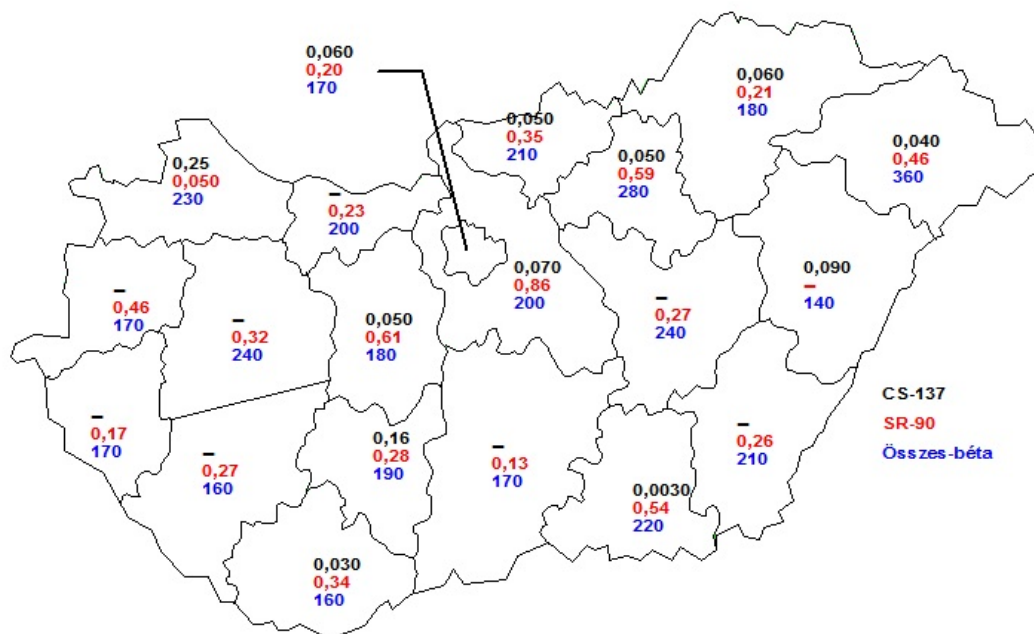
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények, – elsősorban a zöldségfélék – amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitás-koncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

Az FmÁ NÉBIH mérési programja, a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában zöldségfélék, gyümölcsök, illetve szabadban termő gombák is szerepelnek. 2020-ban a 19 megye és Budapest területéről 458 nyers növényi élelmiszer minta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől a vizsgálati programban szerepel az EU más tagországaiból vagy harmadik országból származó zöldségek, gyümölcsök, fűszerek, szárított gombák, aszalt gyümölcsök  $^{137}\text{Cs}$  szűrő vizsgálata. 2020-ban 232 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az eltérő érzékenységu mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja decentrum régióként és negyedévenként 2-2 zöldségfajtát, valamint az első és negyedik negyedévben 1-1, a második és harmadik negyedévben 2-2 gyümölcsfajtát tartalmaz. Az EüÁ ERMAH és egyéb mérési programjai keretében 2020-ban összesen 72 zöldség és gyümölcs minta vizsgálatát végezték el.

A növényi eredetű, nyers élelmiszermintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 4-11. táblázatban és a 4.8. ábrán foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak (kivéve a vadon termő gombákat). A nyers növényi élelmiszerek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,05 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  nuklidé pedig 0,19 Bq/kg.



4-8. ábra

Nyers, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)

Megj.: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény. A gombaminták mérési eredményeit az ábrán nem tüntettük fel)

4-10. táblázat

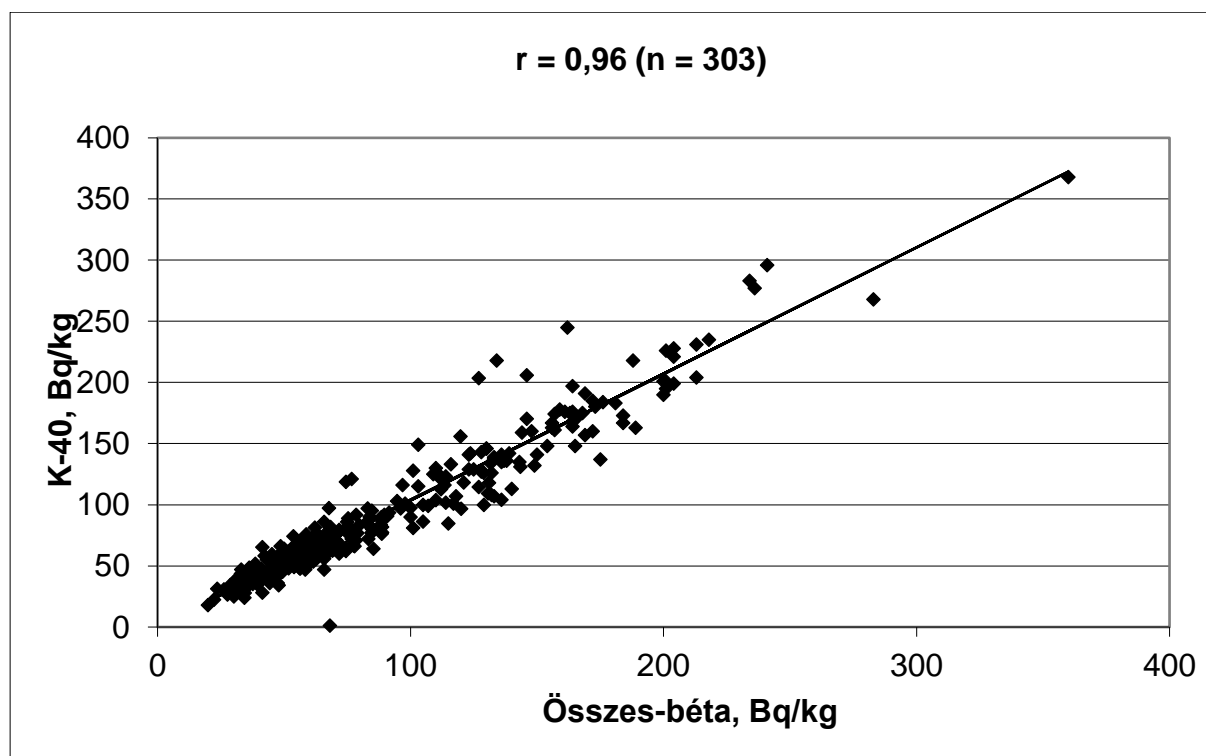
Nyers, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	0,030	-	14	13
Cs-137	BE	-	-	-	-	15	15
Cs-137	BK	-	-	-	-	15	15
Cs-137	BP	-	0,010	0,067 (*0,47)	-	23	19
Cs-137	BZ	-	0,042	0,061 (*11)	-	19	15
Cs-137	CS	-	0,0010	0,0030 (*0,040)	-	20	12
Cs-137	FE	-	-	0,050 (*4,6)	-	14	13
Cs-137	GY	-	0,0037	0,25	-	20	12
Cs-137	HA	0,073	0,046	0,10 (*0,11)	0,028	22	12
Cs-137	HE	-	0,017	0,053 (*0,58)	-	9	7
Cs-137	JA	-	-	-	-	7	7
Cs-137	KO	-	-	- (*0,26)	-	13	13
Cs-137	NO	-	0,013	0,051 (*0,99)	-	10	8
Cs-137	PE	-	0,013	0,074 (*0,16)	-	22	15
Cs-137	SO	-	-	-	-	14	14
Cs-137	SZ	-	-	0,047	-	12	11
Cs-137	TO	-	0,045	0,17	-	27	25
Cs-137	VA	-	-	- (*12)	-	14	14
Cs-137	VE	-	-	-	-	9	9
Cs-137	ZA	-	-	- (*0,93)	-	13	13
Sr-90	BA	-	0,17	0,34 (*0,84)	-	3	0
Sr-90	BE	-	0,12	0,26	-	4	0
Sr-90	BK	-	0,052	0,14	-	4	1
Sr-90	BP	-	-	0,21 (*0,40)	-	1	0
Sr-90	BZ	-	-	0,21	-	4	3
Sr-90	CS	-	0,043	0,55	-	4	0
Sr-90	FE	-	0,057	0,62	-	3	0
Sr-90	GY	-	0,043	0,050 (*0,12)	-	2	0
Sr-90	HA	-	-	-	-	3	3
Sr-90	HE	-	0,12	0,60	-	3	0
Sr-90	JA	-	0,096	0,28	-	3	0
Sr-90	KO	-	0,030	0,23	-	4	0
Sr-90	NO	-	0,24	0,35	-	4	1
Sr-90	PE	-	0,026	0,87	-	9	0
Sr-90	SO	-	0,20	0,27	-	3	0
Sr-90	SZ	-	0,10	0,46	-	4	1
Sr-90	TO	-	0,13	0,28	-	3	0
Sr-90	VA	-	0,030	0,46	-	4	0
Sr-90	VE	-	0,080	0,32	-	3	0
Sr-90	ZA	-	0,080	0,17	-	3	0
Összes-béta	BA	83	20	160	48	14	0
Összes-béta	BE	90	32	210	56	15	0
Összes-béta	BK	78	32	170	42	15	0
Összes-béta	BP	68	24	170 (*350)	36	23	0
Összes-béta	BZ	86	30	180	43	19	0
Összes-béta	CS	100	29	220	53	20	0
Összes-béta	FE	88	31	180	45	14	0
Összes-béta	GY	69	22	230	51	20	0
Összes-béta	HA	74	28	140	34	22	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	-	37	280	-	9	0
Összes-béta	JA	-	44	240	-	7	0
Összes-béta	KO	99	34	200	56	13	0
Összes-béta	NO	100	31	210	69	10	0
Összes-béta	PE	95	37	200	56	22	0
Összes-béta	SO	77	26	160	43	14	0
Összes-béta	SZ	130	35	360	91	12	0
Összes-béta	TO	86	32	190	40	27	0
Összes-béta	VA	94	28	170	50	14	0
Összes-béta	VE	-	41	240	-	9	0
Összes-béta	ZA	76	30	170	50	13	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,050</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,25 (*12)</b>	-	<b>312</b>	<b>262</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,19</b>	<b>0,026</b>	<b>0,87</b>	-	<b>71</b>	<b>9</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>89</b>	<b>20</b>	<b>360</b>	-	<b>312</b>	<b>0</b>

\* A megjelölt maximumok vadon termő gombák mintáitól származnak, ezen minták eredményeit az átlag és a szórás számításából, valamint a mintaszámokból kihagytuk

2020-ban a mintákban mérhető összes béta-aktivitás átlaga 89 Bq/kg volt, mely döntően természetes eredetű. Ennek igazolására a 4-9. ábrán szemléltetjük a minták összes béta és a <sup>40</sup>K izotóp aktivitás-koncentrációi közötti korrelációt. A korreláció itt is erős és látható, hogy az összes béta-aktivitás szinte teljes egészét a <sup>40</sup>K aktivitása teszi ki.



4-9. ábra  
Nyers, növényi eredetű élelmiszerminták összes béta és <sup>40</sup>K aktivitás-koncentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)



### 4.7.3 Gabonafélék és az azokból készült termékek

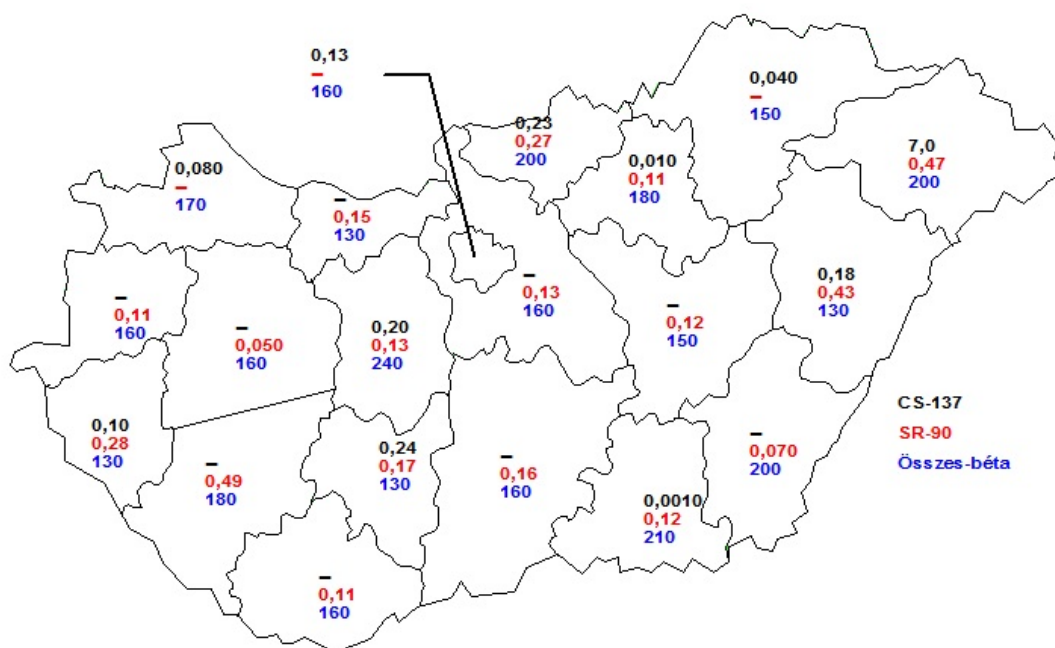
A mintacsoportba elsősorban a gabonafélék terményei, illetve ezek feldolgozott formái (liszt, kenyér, pékáru) tartoznak.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot; búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek benne. 2019-ben a 19 megye és Budapest területéről 247 gabonaféle vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények  $^{137}\text{Cs}$  szűrő vizsgálata is. 2020-ban 99 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja 5 megyére és a fővárosra terjed ki, negyedévente 1 gabonafajta és havonta 1 kenyérféle mintázását tartalmazza. Az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében 2020-ban összesen 68 minta vizsgálatát végezték el.

A gabonafélékben és termékeikben mért aktivitás-koncentrációk éves, országos értékei az alábbi határok közt mozogtak (4-12. táblázat): 0,001 - 7,0 Bq/kg ( $^{137}\text{Cs}$ ); 0,032 - 0,49 ( $^{90}\text{Sr}$ ) és 13 - 240 Bq/kg (összes béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű  $^{137}\text{Cs}$ , – az igen kis kimutatási határok ellenére – általában a minták 80 %-ában már nem volt kimutatható.



4-10. ábra

Gabonafélék és az azokból készült élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)

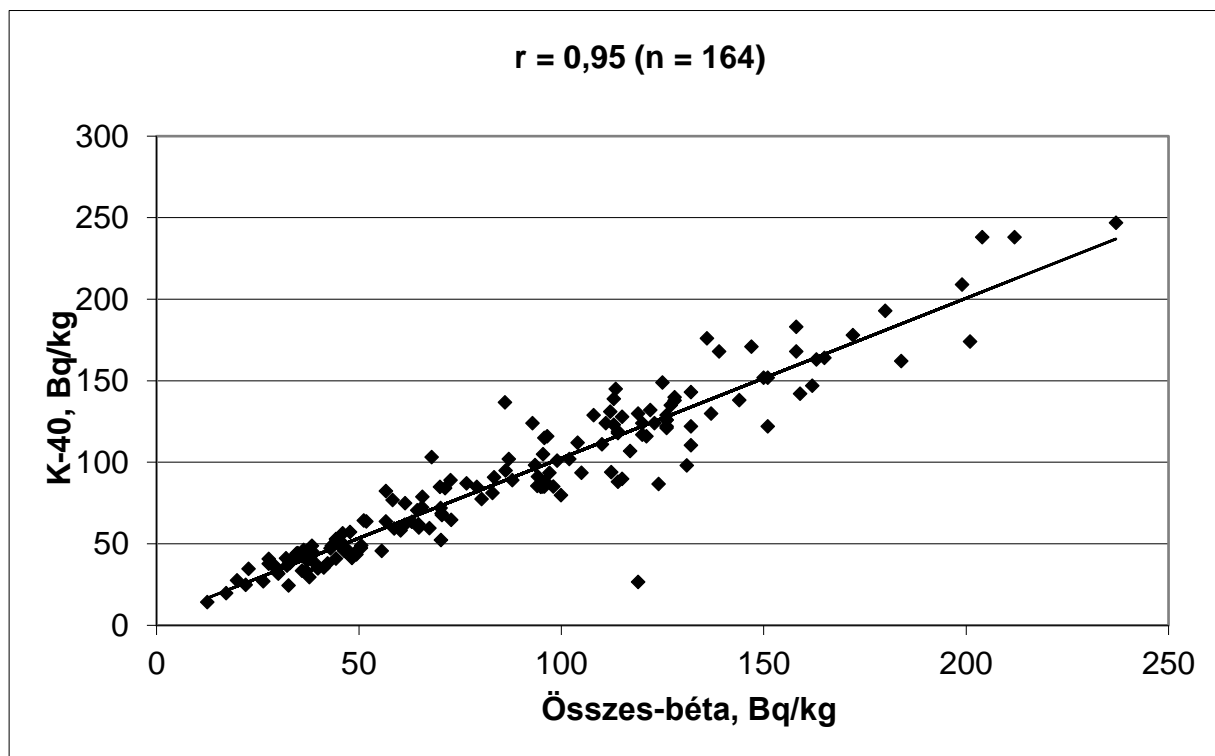
Megj.: "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény.

**4-11. táblázat**  
**Gabonafélék és az azokból készült élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	7	7
Cs-137	BE	-	-	-	-	7	7
Cs-137	BK	-	-	-	-	14	14
Cs-137	BP	-	-	0,13	-	20	19
Cs-137	BZ	-	-	0,045	-	5	4
Cs-137	CS	-	0,0010	0,0010	-	14	10
Cs-137	FE	-	-	0,20	-	7	6
Cs-137	GY	-	-	0,081	-	14	13
Cs-137	HA	-	0,019	0,19	-	15	7
Cs-137	HE	-	0,017	0,017	-	8	6
Cs-137	JA	-	-	-	-	8	8
Cs-137	KO	-	-	-	-	6	6
Cs-137	NO	-	-	0,23	-	6	5
Cs-137	PE	-	-	-	-	11	11
Cs-137	SO	-	-	-	-	6	6
Cs-137	SZ	-	-	7,0	-	8	7
Cs-137	TO	-	-	0,24	-	14	13
Cs-137	VA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	VE	-	-	-	-	5	5
Cs-137	ZA	-	-	0,10	-	7	6
Sr-90	BA	-	0,040	0,11	-	4	1
Sr-90	BE	-	0,073	0,075	-	2	0
Sr-90	BK	-	0,14	0,17	-	2	0
Sr-90	BZ	-	-	-	-	2	2
Sr-90	CS	-	0,12	0,13	-	3	1
Sr-90	FE	-	0,053	0,13	-	2	0
Sr-90	HA	-	-	0,43	-	2	1
Sr-90	HE	-	0,032	0,11	-	3	0
Sr-90	JA	-	0,072	0,13	-	3	1
Sr-90	KO	-	0,060	0,15	-	4	1
Sr-90	NO	-	0,033	0,28	-	3	0
Sr-90	PE	-	0,070	0,14	-	3	0
Sr-90	SO	-	0,12	0,49	-	2	0
Sr-90	SZ	-	-	0,47	-	2	1
Sr-90	TO	-	0,076	0,17	-	3	0
Sr-90	VA	-	0,10	0,11	-	2	0
Sr-90	VE	-	0,050	0,050	-	2	0
Sr-90	ZA	-	0,11	0,28	-	3	0
Összes-béta	BA	-	30	160	-	7	0
Összes-béta	BE	-	29	200	-	7	0
Összes-béta	BK	62	29	160	44	13	0
Összes-béta	BP	55	13	160	34	19	0
Összes-béta	BZ	-	40	150	-	8	0
Összes-béta	CS	81	30	210	49	14	0
Összes-béta	FE	-	38	240	-	7	0
Összes-béta	GY	53	19	170	36	16	0
Összes-béta	HA	68	33	130	37	15	0
Összes-béta	HE	-	45	180	-	7	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	JA	-	34	150	-	6	0
Összes-béta	KO	-	61	130	-	6	0
Összes-béta	NO	-	32	200	-	6	0
Összes-béta	PE	88	28	170	42	10	0
Összes-béta	SO	-	22	180	-	6	0
Összes-béta	SZ	-	35	200	-	8	0
Összes-béta	TO	63	20	130	35	19	0
Összes-béta	VA	-	73	160	-	4	0
Összes-béta	VE	-	56	160	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	28	130	-	6	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,16</b>	<b>0,0010</b>	<b>7,0</b>	-	<b>186</b>	<b>164</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,13</b>	<b>0,032</b>	<b>0,49</b>	-	<b>47</b>	<b>8</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>80</b>	<b>13</b>	<b>240</b>	-	<b>188</b>	<b>0</b>

Az 4-11. ábrán szemléltetjük a minták összes béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitás-koncentrációi közötti korrelációt. A korreláció itt is erős és látható, hogy az összes béta-aktivitás nagy részét a  $^{40}\text{K}$  aktivitása teszi ki.



4-11. ábra

Gabonafélék és azokból készült élelmiszerek összes béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitás-koncentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

## 4.8 Állati eredetű élelmiszerek

Az állati eredetű élelmiszerek gyűjtőcsoportja a tej- és tejtermékeket, hús- és hústermékeket foglalja magában, azaz együttesen igen fontos táplálékcsoportot képvisel.

### 4.8.1 Tej, tejtermék

Ezen mintacsoportba a tej és az abból készített élelmiszertermékek (vaj, sajt, túró, tejpör) tartoznak. A tej- és tejtermékminták aktivitás-koncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

Az FmÁ NÉBIH mérési programja, a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában tej-, sajt-, illetve tejporminták szerepelnek. A tej mintavétel havonta, tejjgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. 2020-ban a 19 megye és Budapest területéről 137 tej- és tejtermékminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban havonta 1-1 tejminta, továbbá negyedévente 1-1 sajt-, túró- és tejporminta vételére terjed ki. Az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjainak keretében 2020-ban összesen 149 minta vizsgálatát végezték el.

Megjegyezzük, hogy a tej és tejtermékek esetében, – de bizonyos mértékben a többi feldolgozott élelmiszer, pl. hús és hústermékek esetében is – az eredmények adott megyénél történő feltüntetése nem feltétlenül jellemzi a minta származási helyét, gyakran csak a mintavétel helyszínét (ezalól kivételt képeznek a NÉBIH által vett tejminták, amelyek tejjgazdaságból származnak, így a mintavétel helye a származási hely is egyben).

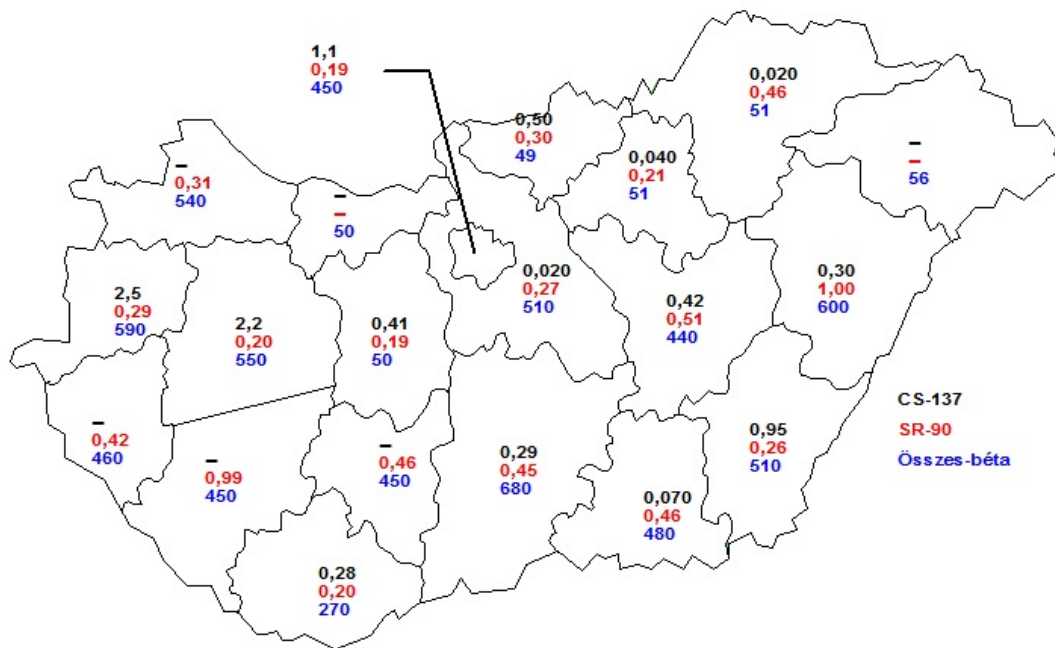
A tej- és tejtermékmintákra vonatkozó mérési eredmények jellemzőit a 4-13. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentrációk nagyobb részt kimutatási határ alattiak. (Megjegyezzük, hogy a magasabb koncentrációk – a gyakran nem is hazai előállítású – tejporból származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

A tej és tejtermékek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,13 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  radionuklidé is hasonló, 0,13 Bq/kg. A döntően természetes eredetű összesbéta-aktivitásé pedig 72 Bq/kg volt 2020-ban.

**4-12. táblázat**  
**Tej és tejtermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	0,28	-	7	6
Cs-137	BE	-	-	0,95	-	4	3
Cs-137	BK	-	-	0,30	-	23	22
Cs-137	BP	-	0,0037	1,1	-	11	5
Cs-137	BZ	-	-	0,022	-	5	4
Cs-137	CS	-	0,0010	0,075	-	10	5
Cs-137	FE	-	-	0,41	-	7	6
Cs-137	GY	-	-	-	-	14	14
Cs-137	HA	0,15	0,041	0,30	0,15	14	2
Cs-137	HE	-	-	0,048	-	5	4
Cs-137	JA	-	-	0,42	-	7	6
Cs-137	KO	-	-	-	-	5	5
Cs-137	NO	-	0,011	0,50	-	4	2
Cs-137	PE	-	-	0,020	-	14	13
Cs-137	SO	-	-	-	-	7	7
Cs-137	SZ	-	-	-	-	4	4
Cs-137	TO	-	-	-	-	54	54
Cs-137	VA	-	1,7	2,5	-	8	6
Cs-137	VE	-	-	2,2	-	7	6
Cs-137	ZA	-	-	-	-	9	9
Sr-90	BA	-	0,030	0,20	-	7	3
Sr-90	BE	-	0,14	0,26	-	4	1
Sr-90	BK	-	0,0048	0,45	-	11	2
Sr-90	BP	-	0,12	0,19	-	3	1
Sr-90	BZ	-	0,060	0,46	-	4	2
Sr-90	CS	-	0,037	0,47	-	6	1
Sr-90	FE	-	0,027	0,20	-	7	1
Sr-90	GY	-	0,12	0,31	-	9	7
Sr-90	HA	-	0,28	1,0	-	2	0
Sr-90	HE	-	0,028	0,22	-	5	1
Sr-90	JA	-	0,033	0,51	-	7	1
Sr-90	KO	-	-	-	-	5	5
Sr-90	NO	-	0,026	0,30	-	4	0
Sr-90	PE	0,10	0,026	0,28	0,086	14	0
Sr-90	SO	-	0,030	0,99	-	7	1
Sr-90	SZ	-	-	-	-	4	4
Sr-90	TO	0,043	0,0023	0,46	0,095	24	3
Sr-90	VA	-	0,021	0,29	-	8	5
Sr-90	VE	-	0,080	0,20	-	7	4
Sr-90	ZA	-	0,020	0,42	-	9	1
Összes-béta	BA	-	25	270	-	7	0
Összes-béta	BE	-	32	510	-	4	0
Összes-béta	BK	78	19	680	150	19	0
Összes-béta	BP	53	22	450	92	35	8
Összes-béta	BZ	41	24	51	11	10	0
Összes-béta	CS	79	33	480	120	13	0
Összes-béta	FE	-	22	50	-	7	0
Összes-béta	GY	88	14	540	150	22	0
Összes-béta	HA	72	0,070	600	140	16	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	-	26	51	-	5	0
Összes-béta	JA	-	28	440	-	7	0
Összes-béta	KO	-	33	50	-	5	0
Összes-béta	NO	-	35	49	-	4	0
Összes-béta	PE	78	21	510	130	14	0
Összes-béta	SO	-	21	450	-	7	0
Összes-béta	SZ	-	23	56	-	4	0
Összes-béta	TO	53	26	450	55	55	0
Összes-béta	VA	-	29	590	-	8	0
Összes-béta	VE	-	27	550	-	7	0
Összes-béta	ZA	-	16	460	-	9	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,13</b>	<b>0,0010</b>	<b>2,5</b>	-	<b>219</b>	<b>183</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,13</b>	<b>0,0023</b>	<b>1,0</b>	-	<b>147</b>	<b>43</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>72</b>	<b>0,070</b>	<b>680</b>	-	<b>258</b>	<b>8</b>



4-12. ábra

Tej és tejtermék mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása  
(EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)

Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény

#### 4.8.2 Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi

Ezen mintacsoportba a húsfélék (baromfi, marha, sertés, vadhús, hal), és az azokból készített élelmiszertermékek (kolbász, felvágottak) tartoznak. A hús- és hústermékminták aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha, baromfi, házinyúl, hal és vadhús szerepel. 2020-ban a 19 megye és Budapest területéről 183 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek <sup>137</sup>Cs szűrő vizsgálata. 2020-ban 71 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban negyedévente 1-1 marha-, sertés- és baromfi-húsminta vételére terjed ki. Az EüÁ ERMAH, egyéb mintavételi programjai keretében 2020-ban összesen 53 minta vizsgálatát végezték el.

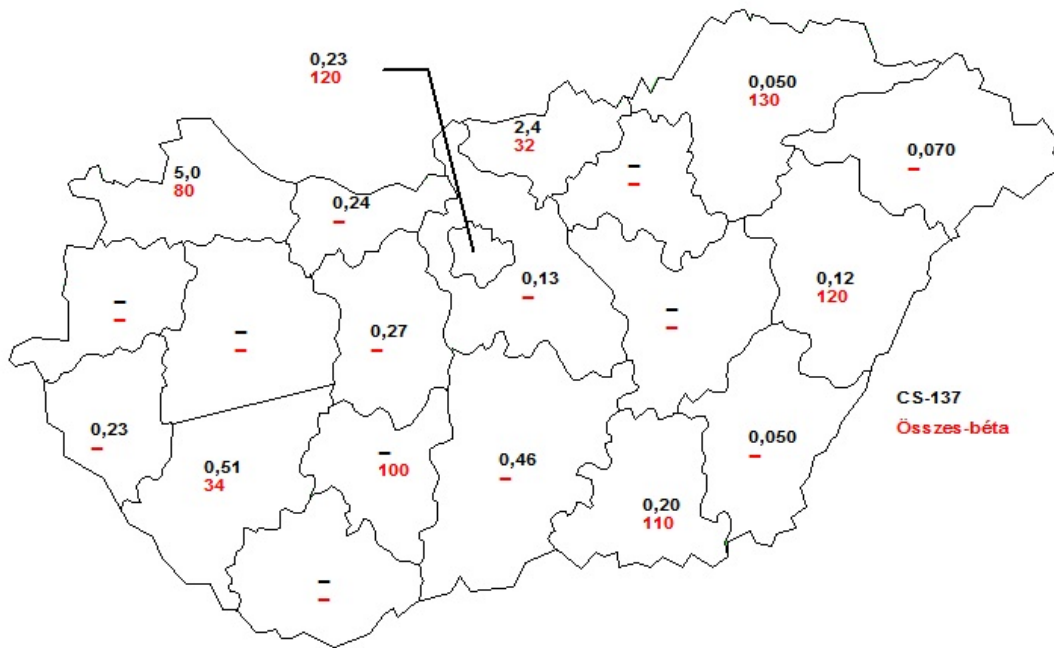
A hús- és hústermékmintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit a 4-14. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a <sup>137</sup>Cs aktivitás-koncentrációk háromnegyede itt is kimutatási határ alatti.

A hús és hústermékek <sup>137</sup>Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,17 Bq/kg.

**4-13. táblázat**  
**Hús és hústermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	7	7
Cs-137	BE	-	0,032	0,057	-	9	5
Cs-137	BK	-	-	0,47	-	13	12
Cs-137	BP	-	0,031	0,23	-	15	7
Cs-137	BZ	-	-	0,055	-	2	1
Cs-137	CS	-	0,0010	0,20	-	7	2
Cs-137	FE	-	-	0,093	-	2	1
Cs-137	GY	-	3,8	5,0	-	12	10
Cs-137	HA	-	0,039	0,12	-	17	8
Cs-137	JA	-	-	-	-	5	5
Cs-137	KO	-	-	0,24	-	5	4
Cs-137	NO	-	-	2,4	-	2	1
Cs-137	PE	-	0,040	0,13	-	4	0
Cs-137	SO	-	0,12	0,43	-	16	13
Cs-137	SZ	-	0,065	0,075	-	10	8
Cs-137	TO	-	-	-	-	9	9
Cs-137	VA	-	-	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	-	-	1	1
Cs-137	ZA	-	0,080	0,23	-	8	4
Összes-béta	BP	84	35	120	32	14	0
Összes-béta	BZ	-	45	130	-	4	0
Összes-béta	CS	-	41	110	-	4	0
Összes-béta	GY	-	25	80	-	6	0
Összes-béta	HA	-	34	120	-	7	0
Összes-béta	NO	-	28	32	-	2	0
Összes-béta	SO	-	-	34	-	1	0
Összes-béta	TO	80	41	100	25	10	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,17</b>	<b>0,0010</b>	<b>5,0</b>	<b>-</b>	<b>146</b>	<b>100</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>76</b>	<b>25</b>	<b>130</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>0</b>

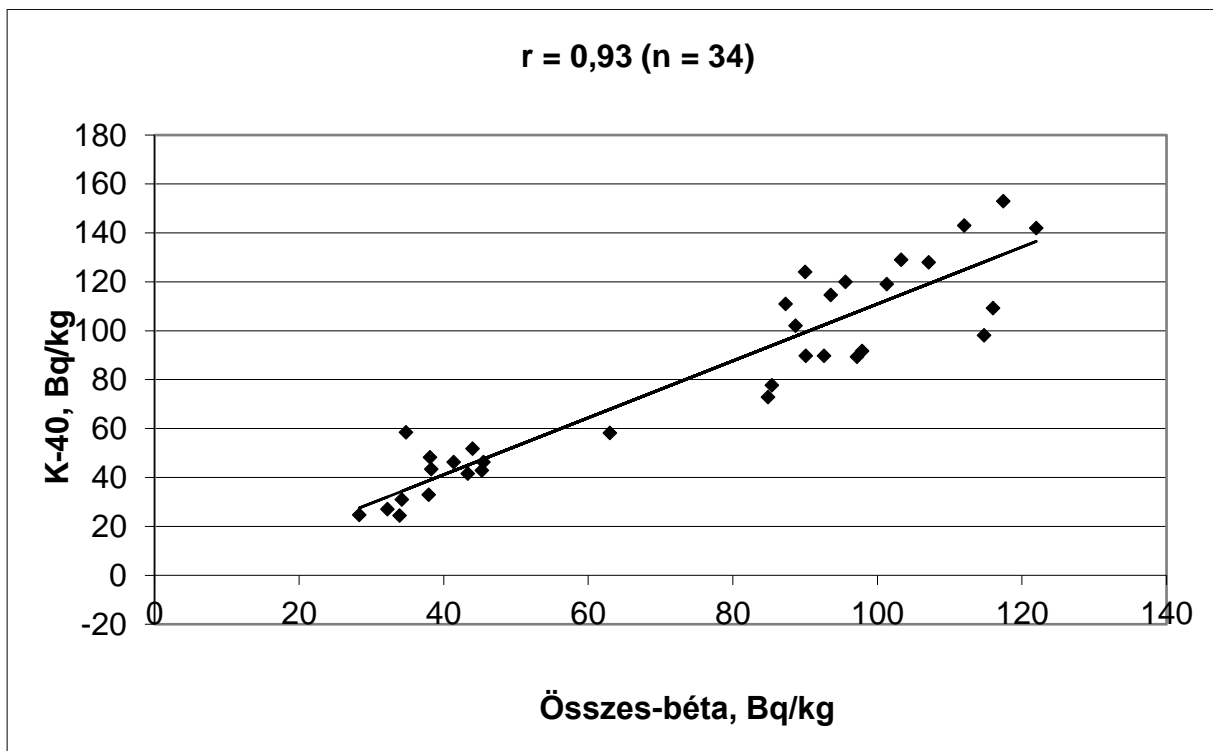
2020-ban a mintákban az átlagos összes béta-aktivitás 76 Bq/kg volt, az értékek a 2019. évihez hasonlóak voltak. Ez döntően természetes eredetű (<sup>40</sup>K), melynek igazolásaként a húsban és hústermékekben mért összes béta és <sup>40</sup>K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt a 4-14. ábrán szemléltetjük.



4-13. ábra

Hús és hústermék mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)

Megj.: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)



4-14. ábra

Hús és hústermékek összes béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitás-koncentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)



## 4.9 Vegyes élelmiszer

A „vegyes élelmiszer” megnevezés a lakosság által közvetlenül fogyasztott (feldolgozott, főtt) ételeket takarja. Az országos ellenőrzési programot az EüÁ ERMAH laboratóriumok végzik. A mintavétel regionális, féléves gyakoriságú. A program összeállításánál cél volt, hogy a vizsgált készétel közétkeztetésből származzon, minél nagyobb lakossági csoport fogyasztását reprezentálva ezzel. Az ételmintákat 5 munkanapon keresztül - ha megoldható, egy teljes héten át - gyűjtik.

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben, félévenkénti mintavétel szerepel. 2020-ban az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, összesen 10 mintát vettek.

A 2020. évi eredményeket a 4-15. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  közel fele kimutatási határ alatt volt, és a lakosság által fogyasztott ételekben a csernobili eredetű  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{90}\text{Sr}$  aktivitás-koncentrációja mára jóval a 0,1 Bq/kg szint alatt marad.

4-14. táblázat  
Vegyes élelmiszer-minták mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BP	-	-	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	-	0,048	-	1	0
Cs-137	TO	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BP	-	-	-	-	2	2
Sr-90	TO	-	0,0062	0,010	-	4	0
Összes-béta	BP	-	27	74	-	2	0
Összes-béta	HA	-	11	52	-	6	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	-	-	<b>0,048</b>	-	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	-	<b>0,0062</b>	<b>0,010</b>	-	<b>6</b>	<b>2</b>
<b>Összes-béta</b>	<b>Összesen</b>	-	<b>11</b>	<b>74</b>	-	<b>8</b>	<b>0</b>

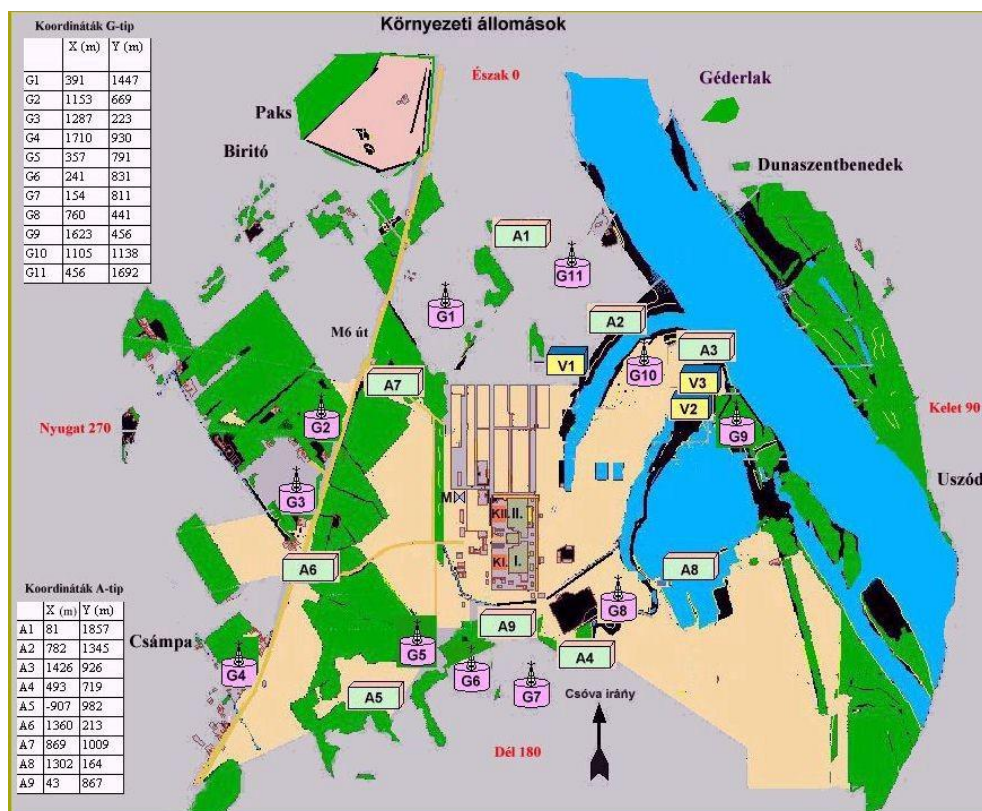
## 5 Létesítmények környezete

Az országos mintavételi programon alapuló mérési adatok mellett, a mérések másik nagy csoportját jelentik a kiemelt létesítmények környezetének mérési adatai. E fejezetben a létesítményekhez kapcsolódó nukleáris környezetellenőrzés 2020. évi eredményeit mutatjuk be.

### 5.1 A Paksi Atomerőmű környezetében végzett mérések

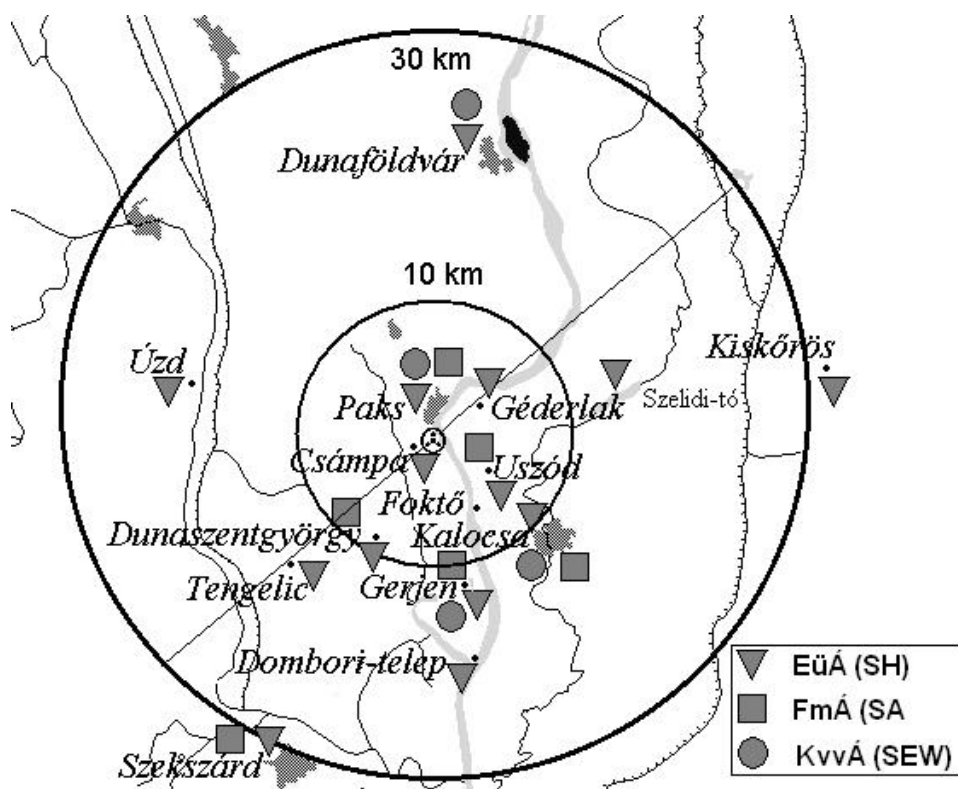
Az atomerőmű környezetében mérhető sugárzási helyzetéről egyrészt az atomerőmű – hatósági felügyelet alatt álló – üzemi monitorozó hálózata, valamint az atomerőmű környezetében végzett hatósági mérések szolgáltatnak információkat.

A jelentésben közöltek megértését szolgálja az erőmű földrajzi elhelyezkedését és a monitorozó állomásokat, valamint a résztvevő hatósági laboratóriumok mintavételi helyeit szemléltető 5.1. és 5-2. ábra. Az erőmű környezeti hatásának elemzéséhez, ugyanis a mért eredményeket irány és távolság szerint is célszerű csoportosítani.



5-1. ábra

Az atomerőmű környezeti elhelyezkedése az üzemi monitorozó hálózattal



5-2. ábra  
A hatósági mérési és mintavételi helyek

Az NNK SSFO által működtetett, digitális adatbázisban tárolt, a létesítmény felügyeletéhez kapcsolódó kibocsátás-ellenőrzési és környezetellenőrzési hatósági mérési adatok száma az utóbbi években 6-7 ezer körül, a tervezett érték 3500 volt. 2020-ban elvégzett, – a korábbiaknál több nuklid gamma-spektrometriai mérését tartalmazó – meghatározások számának vizsgálati irányok szerinti megoszlását, az 5-1. táblázat mutatja. Mivel gamma-spektrometria esetén minden egyes nuklid külön meghatározásnak számít és egy mintának az összes béta, <sup>90</sup>Sr stb. aktivitását is mérhetik, az ott feltüntetett összes mérés mintegy 2-3 ezer mintából származik. A nuklidspecifikus eredmények aránya az utóbbi években már a meghatározások jóval több mint kétharmadát, 2020-ban közel a 80 %-át tette ki.

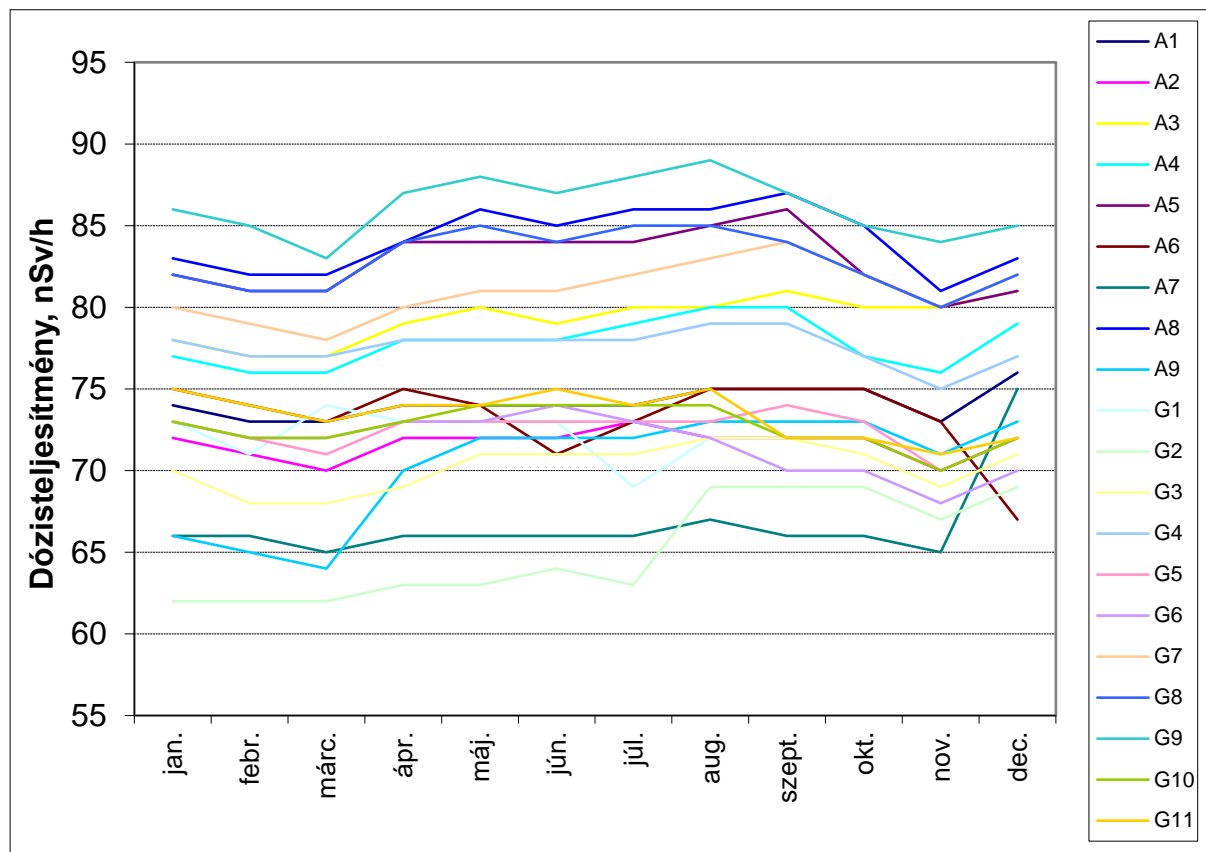
5-1. táblázat  
A hatósági meghatározások száma (N) és százalékos megoszlása a fontosabb vizsgálati irányok szerint 2020-ban

Vizsgálati irány	Meghatározások száma (N)	[%]
Összes béta-aktivitás	1324	12,2
I-131	114	1,1
HpGe det. gamma-spektrometria	8302	76,7
Trícium	392	3,6
Sr-89+Sr-90*	339	3,1
egyéb vizsgálatok	347	3,2
<b>összesen:</b>	<b>10818</b>	<b>100</b>

\* kémiai elválasztással

### 5.1.1 Gamma-dózisteljesítmény mérések a Paksi Atomerőmű környezetében

A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző rendszerének részét alkotó dózisteljesítmény-mérő szondákkal mért havi dózisteljesítmények időbeli változását mutatjuk be az 5-3. ábrán. (Az összesen 20 szonda havi átlagolású eredményei az erőmű éves jelentésében is megtalálhatók).



5-3. ábra

A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző állomásain mért havi dózisteljesítmények időbeli változása 2020-ban

Az 5-3. ábrából látható, hogy az egyes állomások idősorainak változásai jól követik egymást. A dózisteljesítményben megfigyelhető csúcsok, időjárási eseményekhez – légnomás nagymértékű változása, esőzések – kötődnek. A legnagyobb és legkisebb dózisteljesítmények között látható különbség oka, az állomások környezetének eltérő talajtípusa.

Az erőmű 30 km sugarú környezetében az NNK SSFO 37 helyszínen méri passzív termolumineszcens dózismérőkkel (TLD) a negyedévi integrált környezeti gamma-sugárzó izotópoktól származó dózist. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldik ki a TL detektorokat postán vagy személyesen cserélik, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza az NNK laboratóriumába. A detektorok a szabadban kerülnek kihelyezésre. A mérési pontok elhelyezkedését és a mérési eredményeket az 5-4. ábra, illetve az 5-2. táblázat mutatja. A mérési eredményeket környezeti dózis egyenértékben kifejezve ( $H^*(10)$ ) adtuk meg, az értékek jellemző hibája 5% körüli. Néhány esetben a doziméterek elvesztek, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.

Az átlagértékek – a természetes ingadozásokat figyelembe véve – jól egyeznek a korábbi években mértekkel. (Az erőmű által a becslések alapján okozott igen kis dózisteljesítmény növekmény ezzel a módszerrel nem mutatható ki.)



5-4. ábra  
A Paks környéki TLD mérések helyszínei

**5-2. táblázat**  
**A Paks környéki TLD mérések 2020. évi eredményei**

Település	Dózteljesítmény (nGy/h)			
	1. negyedév	2. negyedév	3. negyedév	4. negyedév
Bátya	76,0	76,8	74,5	83,0
Bogyiszló	73,7	73,7	79,7	83,0
Borsócséplői út	-	59,2	60,5	59,7
Csámpa vízmű	58,4	56,2	57,7	59,4
Császártöltés	74,3	75,0	76,3	78,5
PAE Déli bekötőút	55,7	56,0	56,0	57,6
Dunaföldvár	57,0	59,3	61,3	61,4
Dunakömlőd	82,7	82,7	93,1	93,1
Dunapataj	72,8	70,8	72,1	76,2
Dunaszentbenedek	64,8	62,9	69,3	71,2
Dunaszentgyörgy I.	62,5	62,8	62,4	71,0
Dunaszentgyörgy II.	69,9	78,9	71,5	76,0
Dusnok	74,8	68,1	90,5	73,9
PAE Északi bekötőút	50,9	49,1	53,7	54,7
Fajsz	84,2	83,8	65,4	80,4
Foktó I.	68,4	67,4	72,5	73,9
Foktó II.	74,2	72,2	73,1	78,4
Földespuszta	62,1	66,7	64,6	69,2
Géderlak	69,0	69,1	69,7	73,1
Hajós	72,0	70,6	76,4	77,1
Kalocsa	68,1	70,1	65,8	71,5
Kecel	75,0	74,6	84,6	83,2
Kiskőrös	59,7	55,2	59,7	59,2
Kölesd	91,3	91,6	100,9	109,4
Löszdomb	53,7	57,2	55,3	64,2
Miske	86,3	96,1	98,7	96,1
Nagydorog	-	-	-	-
Németkér	78,2	79,9	76,4	77,6
Óregcsertő	76,1	76,0	78,7	80,7
Paks	94,1	94,1	103,9	107,6
Simontornya	76,6	76,6	83,1	90,9
Szakmár	65,0	59,7	70,0	63,6
Szekszárd	68,2	68,0	68,8	69,9
Tengelic I.	57,7	56,5	57,8	59,5
Tengelic II.	74,4	74,4	77,7	83,1
Uszód	62,3	65,5	66,9	69,7
Uszód	-	-	-	-
Úzd reléállomás	66,5	68,5	67,9	78,4
Zomba	106,4	105,0	106,5	113,3
<b>Vizsgálatok száma</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>37</b>
<b>Átlagos dózteljesítmény</b>	<b>71,2</b>	<b>71,1</b>	<b>73,6</b>	<b>76,4</b>

### 5.1.2 Aeroszol aktivitás-koncentráció mérések a Paksi Atomerőmű környezetében

A Paksi Atomerőmű A-típusú állomásain elvégzett aeroszol mérések eredményeit összegzi a 5-3. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön a 2020. évben nem tudtak kimutatni atomerőművi eredetű izotópot (a radionuklidtól függő kimutatási határok értéke Co-60 izotópra 11, Ru-106 izotópra 97, I-131 izotópra 15, Cs-134 izotópra 10, míg Cs-137 izotópra 12  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  közötti). A mért  $^7\text{Be}$  radioizotóp természetes eredetű, koncentrációja jól egyezik más laboratóriumok eredményeivel.

5-3. táblázat

A Paksi Atomerőmű környezetében végzett aeroszol mérések eredményeinek éves összefoglalása, üzemi mérésekből [13].

Radionuklid	Átlag mBq/m <sup>3</sup>	Minimum mBq/m <sup>3</sup>	Maximum mBq/m <sup>3</sup>	Szórás mBq/m <sup>3</sup>	N	Kha
Be-7	4,0	0,30	11	2,3	526	0
Ru-106	-	-	-	-	526	526
Co-60	-	-	-	-	526	526
Cs-134	-	-	-	-	526	526
Cs-137	-	-	-	-	526	526
I-131	-	-	-	-	526	526

A légtér radioaktív szennyezettségének ellenőrzésére a Tolna Megyei Kormányhivatal környezeti sugáregészségügyi laboratóriuma négy ponton - Kalocsán, Csámpán, Szekszárdon és Dunaföldváron - tart üzemben folyamatos mintavevő berendezést. Az aeroszol szűrőket Szekszárdon 24 órás és 1-2 hetes (összes béta, illetve gamma-spektrometriai mérésekhez), a többi állomáson heti gyűjtéssel veszik, majd 72 órás pihentetés után mérik. Ezeknek az adatoknak egy része az országos kimutatásban is szerepel. Az aeroszol szűrőkben mért összes béta-aktivitás 0,24 – 12 mBq/m<sup>3</sup> között változott (5-4. táblázat). A teljes kihullást reprezentáló fall-out mintákban mért összes béta-aktivitás 4,6 – 230 Bq/m<sup>2</sup>/hó értékhatárok között volt. A magasabb értékek döntő részben a <sup>40</sup>K izotóptól származnak.

5-4. táblázat

A levegőkörnyezetben mért radioaktív koncentrációk (aeroszol) a hatósági mérésekből (EüÁ), mBq/m<sup>3</sup>

Meghatározás	Terület *	Átlag min.-max.; esetszám**
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,51 0,24 - 1,5; 27(8)
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	1,5 0,31 - 1,9; 53(51)
Összes-béta	DK-i félkör, R≥10 km	1,7 0,29 - 12; 284(229)
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	4,0 0,61 - 8,4; 47
Cs-134 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00045 0,000311 - 0,00064; 47(47)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00043 0,00027 - 0,00089; 47(47)
I-131 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00061 0,00020 - 0,00098; 47(47)

\* Itt és a következő hasonló táblázatokban a félkörök és távolságok jelentése leolvasható a 5.2-es ábráról.

\*\* Az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

Gamma-spektrometriai mérésekkel a közepes légtérfogatú aeroszol-mintavevő szűrőin, – a korábbi évekhez hasonlóan –2020-ban nem volt kimutatható a <sup>137</sup>Cs.

### 5.1.3 A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző rendszerének kihullás mérési eredményei

Az üzemi méréseket az ún. A-típusú ellenőrző állomásokon végezték. A kihullásban jól mérhető volt – az EüÁ laboratóriumának eredményeihez hasonló nagyságban – a kozmogén eredetű <sup>7</sup>Be. Atomerőművi eredetű radionuklid 2020-ban nem volt kimutatható a fall-out mintákban.(5-5. 5-6. táblázat). A radionuklidtól függő kimutatási határok értéke I-131 izotópra 2,0, míg Cs-134 és Cs-137 izotópokra 0,4 Bq/m<sup>2</sup>/hó közötti volt.

5-5. táblázat

A levegőkörnyezetben mért teljes kihullás-koncentrációk hatásági mérésekből (EüÁ)

Meghatározás	Terület *	Átlag (Bq/m <sup>2</sup> /hó) min.-max.; esetszám
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	13 6,3 - 23; 11
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	22 7,6 - 43; 11
Összes-béta	DK-i félkör, R≥10 km	14 4,9 - 30; 22
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	92 30 - 210; 11
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	99 29 - 190; 10
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	55 14 - 120; 22
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,092 0,060 - 0,18; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,089 0,062 - 0,13; 10(10)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,086 0,061 - 0,13; 22(22)

\* Itt és a következő hasonló táblázatokban a félkörök és távolságok jelentése leolvasható a 5.2-es ábráról.

\*\* Az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

5-6. táblázat

A levegőkörnyezetben mért teljes kihullás aktivitás-koncentrációk jellemző értéktartománya, üzemi mérésekből [13].

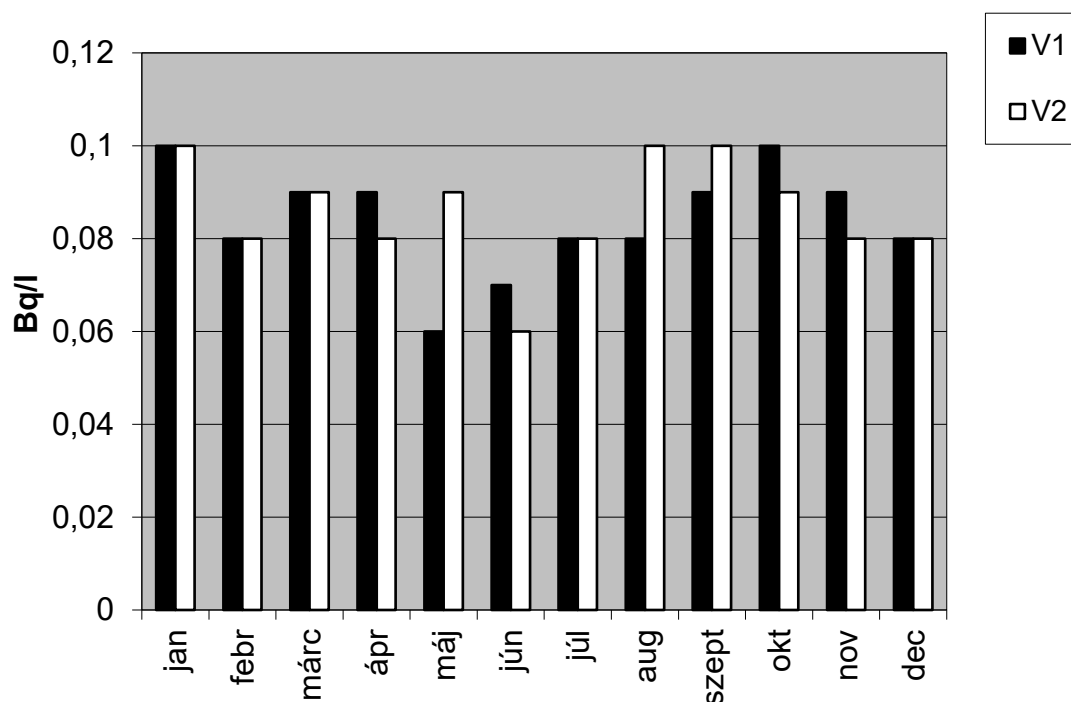
Radionuklid	Átlag Bq/m <sup>2</sup> /hó	Mínimum Bq/m <sup>2</sup> /hó	Maximum Bq/m <sup>2</sup> /hó	Szórás Bq/m <sup>2</sup> /hó	N	Kha
Be-7	41	3,0	150	31	119	0

### 5.1.4 A Paksi Atomerőmű hideg- és melegvízcsatornájában mért aktivitás-koncentrációk

Az erőmű környezetellenőrzési programja keretében rendszeresen méri a hideg- (V1) és melegvízcsatorna (V2) vizének aktivitás-koncentrációit. Az összes béta-aktivitások havi átlagait a 5-5. ábrán mutatjuk be (a detektált béta-részecskék jellemző energiája 100 és 1000 keV közötti). A hidegvízcsatorna vizének aktivitás-koncentrációja meg kell hogy egyezzen a Dunáéval, a melegvízcsatornánál sem várható lényeges emelkedés. Az 5-5. ábrán a



melegvízcsatorna vizének havi átlag értékei mérési hibahatáron (kb. 25%-on) belüli, jó egyezést mutatnak a hidegvízcsatorna hasonló értékeivel.



5-5. ábra

A Paksi Atomerőmű hideg- és melegvízcsatornájában mért összes béta aktivitás-koncentrációk

### 5.1.5 A Nemzeti Népegészségügyi Központ, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály mérési adatai a paksi felszíni vizekre vonatkozóan

Az NNK SSFO a Duna alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vízből Paksnál, illetve a paksi kollégák segítségével az M5 és T24 figyelőkutakból, valamint a V2 melegvízes csatornából. A mintákból havonta összes béta-aktivitás, <sup>40</sup>K- és <sup>3</sup>H-koncentráció mérések, illetve negyedévente <sup>90</sup>Sr-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai meghatározások történnek. A minta-előkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literről 150 ml-re), az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 420 °C-on történő hamvasztást, a <sup>90</sup>Sr-aktivitáskoncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a <sup>40</sup>K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációja minden esetben kimutatási határ alatti volt. A mérési eredményeket a 5-7. táblázat tartalmazza.

5-7. táblázat

A Duna paksi szakaszán és a PAE M5, T24 jelű figyelő kútjaiból, valamint a melegvízes csatornából (V2) vett vízminták aktivitása (NNK SSFO)

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha	Egység
H-3	M5	4,3	2,0	11	2,4	12	3	Bq/l
H-3	T24	12	2,0	26	7,8	12	1	Bq/l
H-3	V2	2,1	1,4	3,8	0,69	12	0	Bq/l
Sr-90	V2	-	0,10	3,2	-	4	0	mBq/l
Sr-90	Paks	-	0,59	2,3	-	4	0	mBq/l

### 5.1.6 A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei

A Paksi Atomerőmű. környezetében a KvVÁ környezetvédelmi hatáskörében eljáró BAMKH NF LO végzi a halak mintázását és mérését az erőmű alatti Duna-szakaszon. A dunai halakra, az erőmű alatti szakaszon kapott mérési eredményeket az 5-8. táblázatban foglaltuk össze.

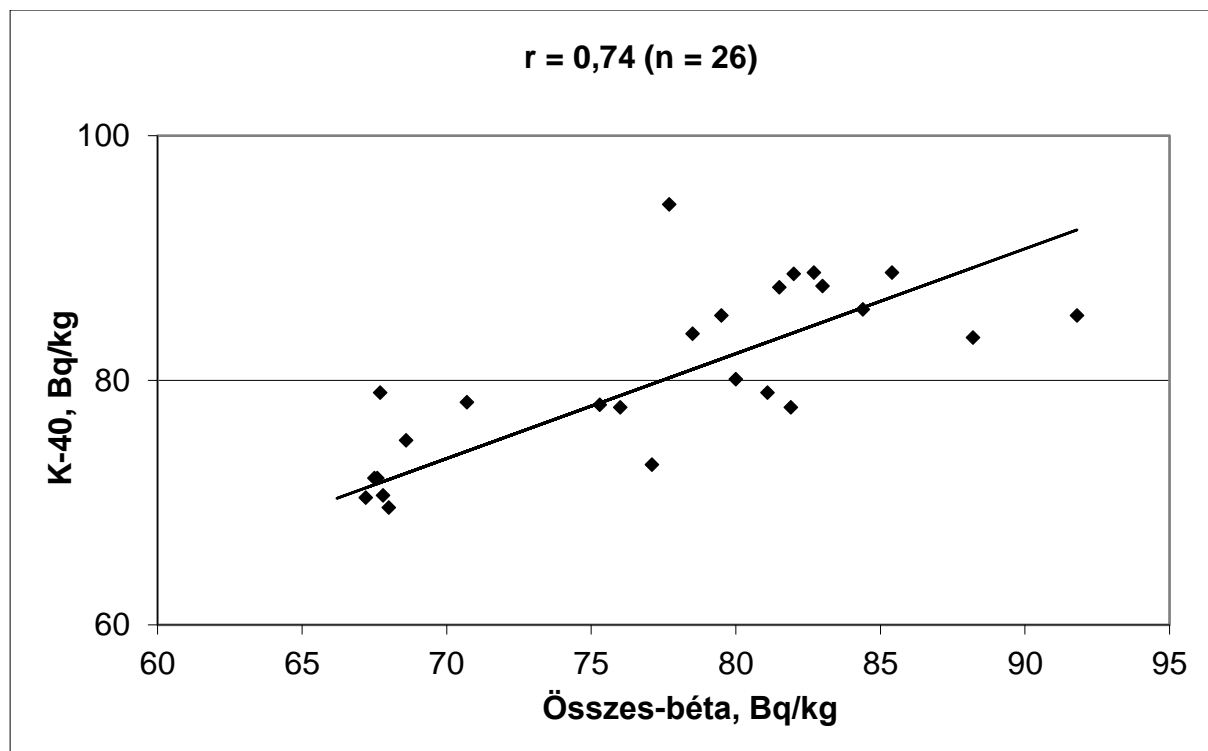
Látható, hogy a mesterséges radionuklidok halakban mért koncentrációi – a szárazföldi tápláléklánc elemeihez hasonlóan – igen kicsik, a minták nagyobb részben kimutatási határ alattiak.

A halakban mért összes béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt az 5-6. ábrán szemléltetjük. A korreláció a tavalyi évhez képest erősebb, ugyanakkor a halak – a szárazföldi állatoktól eltérően – koncentrálnak egyes fémeket, valamint a  $^{40}\text{K}$  izotópon kívül más béta-sugárzó, többnyire természetes eredetű radioaktív izotóp is hozzájárul az összes béta-eredményekhez.

5-8. táblázat

A Paksi Atomerőmű. utáni Duna-szakaszon fogott halak mérési eredményeinek éves jellemzői (KvVÁ)

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	-	0,030	0,30	-	26	22
Sr-90	-	-	-	-	26	26
Összes béta	77	66	92	7,5	26	1



5-6. ábra

Halak összes béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitás-koncentrációi közötti összefüggés (KvVÁ)

### 5.1.7 A vízi környezetben mért aktivitás-koncentrációk a hatósági mérések alapján

A hatósági laboratóriumok különös figyelmet fordítanak a Duna – elsősorban az erőmű utáni szakasza – radioaktív szennyezettségének rendszeres ellenőrzésére. A KvVÁ pécsi és az EüÁ szekszárdi laboratóriuma a folyó Dunaföldvártól Mohácsig terjedő szakaszán több ponton – Dunaföldvár, Paks, Gerjen, Kalocsa, Baja és Mohács – végez rendszeres mintavételt és mérést. A NÉBIH laboratóriumai is végeznek  $^3\text{H}$  aktivitás méréseket.

A hatóság feladatköre ezen kívül az erőmű környezetében fekvő felszíni vizek – Szelidi-tó, Kondor-tó és a Dombori telepi Holt-Duna-ág – rendszeres ellenőrzésére is kiterjed, ezt az EüÁ laboratóriuma végzi. (A Szelidi-tónál a KvVÁ laboratórium is végez mintavételezést és mérést.)

A vizsgálatok elsősorban a víz-, szedimentum-, alga- és halminták aktivitás-koncentrációinak mérésére irányulnak.

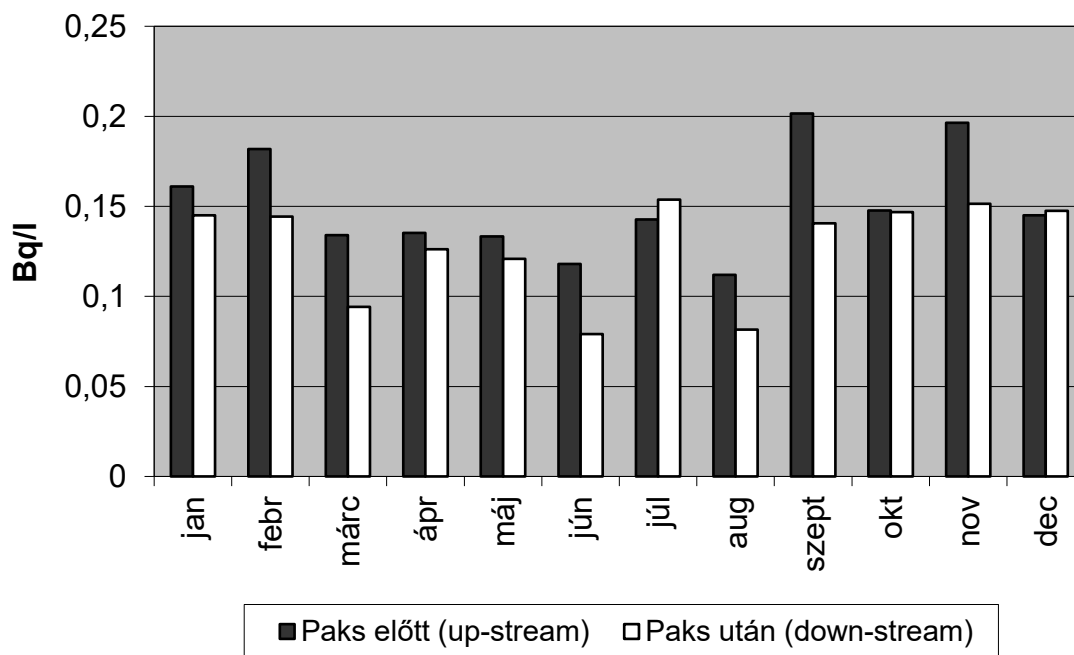
A heti-havi gyakorisággal vett Duna-víz mintákban meghatározott összes béta aktivitáskoncentrációkat a 5-7. ábra, a hetente-havonta mért trícium-koncentráció értékeket pedig a 5-8. ábra szemlélteti a környezetvédelmi és az egészségügyi hatóság mérései alapján. A nagyszámú vízmintából meghatározott összes béta-aktivitások éves átlaga Paks előtt 0,15 Bq/l, Paks után pedig 0,12 Bq/l volt.

A trícium-koncentráció értékeket tartalmazó 5-8. ábra és 5-9. táblázat szerint a Paks előtt és után vett vízmintákban mért  $^3\text{H}$  aktivitás- koncentrációk egy-két kivétellel alacsonyabbak v. alig magasabbak az erőmű után mint az erőmű előtt. A vizsgálati pontokon a Duna-szakasz trícium-koncentrációja Paks előtt és Paks után átlagosan 2,0 illetve 2,2 Bq/l volt.

A már említett összes béta-aktivitás és trícium-koncentráció mellett az 5-9. táblázat tartalmazza a Duna-víz  $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$ , valamint a KvVÁ laboratóriumában, gamma-spektrometriával mért radionuklidok átlagos aktivitás-koncentrációit is.

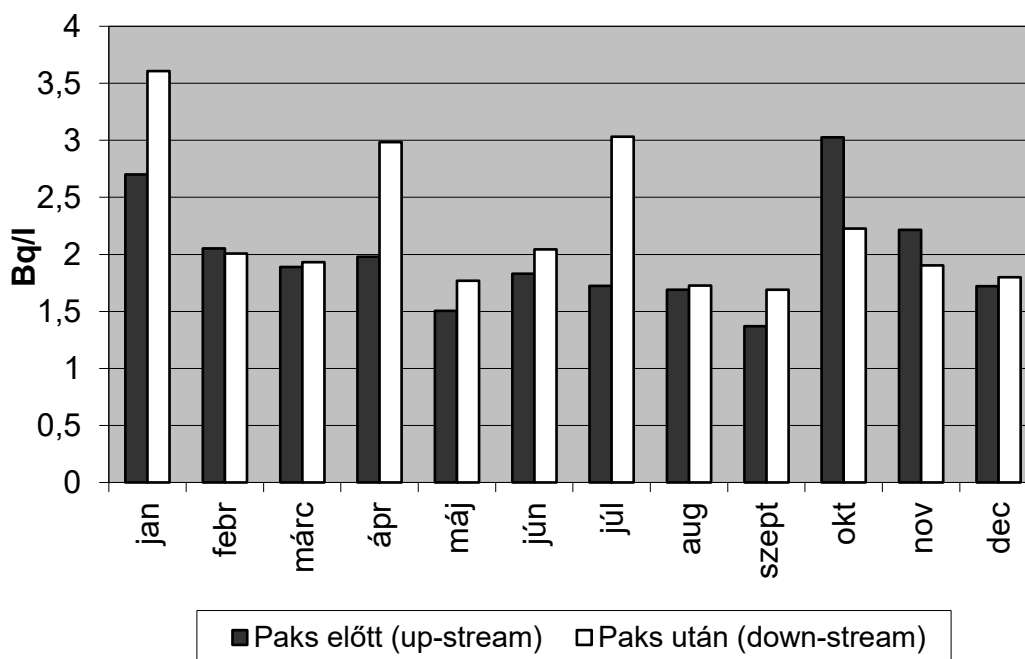
A Duna-vízben egyetlen radionuklid átlagos aktivitás-koncentrációja sem haladja meg lényegesen az alapszint értékeket, és általában a Paks után mért értékek nem magasabbak a Paks előtt mért értékeknél.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a Duna vizében az erőmű utáni szakaszon, erőművi eredetű lényeges radioaktív szennyeződés 2020-ban sem volt kimutatható.



5-7. ábra

A Duna-víz havi összes béta aktivitás-koncentrációja Paks előtt és után mérve hatósági mérések alapján (EüÁ és KvVÁ)



5-8. ábra

A Duna-víz havi trícium-koncentrációja Paks előtt és után mérve hatósági mérések alapján (EüÁ, FmÁ és KvVÁ)

5-9. táblázat

A Duna-vízben mért éves aktivitás-koncentráció értékek, hatósági mérések alapján (EüÁ, FmÁ és KvVÁ)

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám*	alapszint (Bq/l) (1981)
Összes-béta	Paks előtt	0,16 0,11 - 0,35; 36	0,2
	Paks után	0,12 0,022 - 0,38; 74	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,0014 0,00019 - 0,0026; 10(8)	
	Paks után	0,00080 0,00012 - 0,0037; 37(34)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,10 0,038 - 0,15; 10(6)	
	Paks után	0,059 0,0021 - 0,16; 37(10)	
H-3	Paks előtt	2,0 1,1 - 4,2; 24(10)	7,00
	Paks után	2,2 1,9 - 5,8; 49(30)	
Sr-90	Paks előtt	0,0060 0,0048 - 0,0072; 8(8)	0,005
	Paks után	0,0033 0,0017 - 0,0062; 23(21)	

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

Az 5-10. táblázat az erőmű környezetében fekvő felszíni vizek (kivéve a Dunát) mérési eredményeit tartalmazza. A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a vizek összes béta aktivitás-koncentrációja hasonló a Duna-vízben mért értékekhez, havi átlagértékei a 0,12 - 0,57 Bq/l határok között mozogtak.

5-10. táblázat

Felszíni vízminták (kivéve Duna) radioaktív koncentrációinak éves átlagai, hatósági mérések alapján (EüÁ és KvVÁ)

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám*
Összes béta	DK-i félkör, R<10 km	0,17 0,12 - 0,28; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,26 0,14 - 0,57; 25
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,0020 0,0012 - 0,025; 3(3)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0021 0,0010 - 0,026; 8(8)
Sr-90	DK-i félkör, R<10 km	0,0059 0,0048 - 0,077; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0058 0,0041 - 0,083; 8(6)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

A Duna üledékéből Paks előtt és után havonta-negyedévente gyűjtött minták átlagos koncentrációit a KvVÁ és EüÁ adatai alapján az 5-11. táblázat tartalmazza.

A Duna-iszap összes béta-aktivitása a mintázott helyeken 620-1200 Bq/kg közötti érték volt (száraz tömegre vonatkoztatva). A <sup>90</sup>Sr átlagos aktivitás-koncentrációja a mérések alapján Paks után 4,4 Bq/kg volt. Ezek az értékek hasonlóak a korábbi évekéhez.

A gamma-spektrometriai mérések azt mutatják, hogy a Duna üledékében 10 Bq/kg alapszintet meghaladó mértékben továbbra is jelen van a csernobili baleset következtében kihullott <sup>137</sup>Cs. Ebben az évben a <sup>137</sup>Cs koncentráció 0,16 - 28 Bq/kg közötti volt a vizsgált szedimentum-mintákban, ez hasonló az előző években mért értékekhez. Azonban a mért koncentrációk két nagyságrenden belüli változása a mintavétel, illetve a mintázandó közeg bizonytalanságát mutatja. A Paks utáni átlag és maximum, a Paks előttihez hasonló volt.

**5-11. táblázat**  
**A dunai üledék éves mérési eredményei hatósági mérésekből (EüÁ és KvVÁ)**

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*	alapszint (1981)
Összes-béta	Paks előtt	1100 930 - 1200; 12	
	Paks után	970 620 - 1100; 60	
Cs-134 (gamma-spekt.)	Paks előtt	0,49 0,22 - 0,95 24(24)	
	Paks után	0,39 0,16 - 0,66 23(23)	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	15 0,16 - 28; 36(13)	10,0
	Paks után	15 0,20 - 25; 84(23)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	620 210 - 1100; 37	
	Paks után	550 93- 820; 84	
Sr-90	Paks után	4,4 3,5 - 6,0; 56(56)	2,0

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

Az 5-12. táblázat a hatósági laboratóriumok (EüÁ és KvVÁ) által vizsgált állóvizek szedimentumában meghatározott aktivitás-koncentráció értékeket tartalmazza. A minták szennyezettségét gamma-spektrometriával mérték, a <sup>137</sup>Cs koncentrációjának átlagértéke a dunainál kisebb, 0,37 Bq/kg volt.

**5-12. táblázat**  
**Felszíni vizek (a Duna kivételével) üledék aktivitás-koncentrációinak éves átlagai a hatósági mérések alapján (EüÁ és KvVÁ)**

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg sz.a.) min.-max.; esetszám*
Cs-134 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,33 0,11 - 0,56; 24(24)
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,37 0,18 - 0,65; 24(24)
K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	400 180 - 620; 24

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

### 5.1.8 A talajban mért aktivitás-koncentrációk

A talaj mintavételezése a felső 0-5 cm-es rétegből történt. A Tolna-megyei ERMAH laboratórium - Kalocsán, Dunaföldváron, Pakson, Fadd-Domboriban és Csámpán - havonta méri a talaj radioaktív szennyezettségét. Az FmÁ NÉBIH mintavételi helyei a atomerőműtől főként déli irányban helyezkednek el. A vizsgált talajok aktivitás-koncentráció értékeit tartalmazza az 5-13. táblázat.

A vizsgált talajok gamma-spektrometriával mért <sup>137</sup>Cs koncentrációja 0,33 - 2,7 Bq/kg a <sup>90</sup>Sr pedig 0,64 - 4,6 Bq/kg között változott.

A Paksi Atomerőmű 30 km-es körzetében a talajmintákban mért aktivitás-koncentráció értékek alapján friss kibocsátásból származó, atomerőművi eredetű szennyeződés nem volt kimutatható.

**5-13. táblázat**  
**Talajminták radioaktív koncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ és EüÁ)**

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km	590 330 - 830; 12
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	450 190 - 860; 7
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R $<$ 10 km	0,37 0,20 - 0,63; 24(24)
	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km	0,57 0,23 - 1,0; 24(24)
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	0,98 0,12 - ; 17 31(31)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R $<$ 10 km	0,53 0,34 - 0,97; 24(24)
	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km	3,9 0,33 - 18; 24(24)
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	2,7 0,33 - 8,6; 31(23)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R $<$ 10 km	430 220 - 630; 24
	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km	490 210 - 790; 24
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	550 270 - 830; 33
Sr-90	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km	1,8 0,64 - 4,6; 10(10)
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	1,6 0,72 - 2,9; 7(7)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe



### 5.1.9 A takarmánymintákban mért aktivitás-koncentrációk

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai havonkénti gyakorisággal vették a takarmánymintákat. A mintavételi helyek évről-évre állandóak: Dunaszentbenedek, Paks és Dunaszentgyörgy.

A mérési eredményeket az 5-14. táblázat tartalmazza. Az utóbbi évek adatait figyelembe véve elmondható, hogy a takarmányok  $^{137}\text{Cs}$  aktivitása hasonló volt a korábbi évekhez, 2020-ban 0,046-0,37 Bq/kg között mozgott.

**5-14. táblázat**  
Takarmányminták aktivitás-koncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ)

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	460 280 - 760; 8
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	110 - 180; 2
	DK-i félkör, R<10 km	290 100 - 600; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	120 90 - 250; 3
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,29 0,23 - 0,37; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,057 - 0,084; 2(2)
	DK-i félkör, R<10 km	0,18 0,053 - 0,35; 9(9)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,062 0,046 - 0,072; 3(3)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	440 270 - 770; 8
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	110 - 170; 2
	DK-i félkör, R<10 km	330 100 - 640; 9
	DK-i félkör, R≥10 km	120 90 - 160; 3
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	1,5 0,79 - 2,0; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,59 - 0,68; 2(2)
	DK-i félkör, R<10 km	1,0 0,18 - 2,5; 8(8)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,30 0,17 - 0,44; 3(3)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

### 5.1.10 A növénymintákban mért aktivitás-koncentrációk

2020-ban is folytatódott az erőmű 30 km-es körzetéből származó vadontermő és termesztett növények vizsgálata. A mintafajták: legelői fű, csalán, üröm, illetve az emberi fogyasztásra kerülő sóska, paraj, konyhakerti zöldségek. A mintavételi helyek a korábbi évek gyakorlatának megfelelően: Uszód, Foktó, Gerjen, Kalocsa és Dunaszentbenedek.

Az eredményeket Bq/kg egységben az 5-15 és 5-16. táblázatok foglalják össze. A közreműködő laboratóriumok összes béta és <sup>90</sup>Sr vizsgálatokat, továbbá gamma-spektrometriai elemzéseket végeztek.

5-15. táblázat

Legelői fűminták aktivitás-koncentrációinak éves átlagai az FmÁ mérései alapján

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	300; 1
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	180 150 - 230; 7
	DK-i félkör, R<10 km	180 170 - 200; 3
	DK-i félkör, R≥10 km	190 130 - 260; 17
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,13; 1(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,092 0,048 - 0,13; 7(7)
	DK-i félkör, R<10 km	0,11 0,068 - 0,17; 3(3)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,15 0,066 - 0,76; 18(18)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	290; 1
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	180 150 - 230; 7
	DK-i félkör, R<10 km	180 170 - 180; 3
	DK-i félkör, R≥10 km	190 120 - 270; 18
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,56; 1(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,27 0,11 - 0,51; 7(7)
	DK-i félkör, R<10 km	0,24 0,14 - 0,30; 3(3)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,24 0,072 - 0,39; 17(17)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

5-16. táblázat

Nyers konyhakerti növények aktivitáskoncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ)

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes-béta	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	170; 1
	DK-i félkör, $R < 10$ km	71; 1
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	100 44- 190; 17(1)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,12; 1(1)
	DK-i félkör, $R < 10$ km	0,024; 1(1)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,056 0,024 - 0,17; 17(17)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	190; 1
	DK-i félkör, $R < 10$ km	71; 1
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	105 46 - 180; 17
Sr-90	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,063; 1(1)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,16 0,052 - 0,28; 6(6)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe

Összefoglalva elmondható, hogy a Paksi Atomerőműből származó radioaktív izotóp az atomerőmű 30 km-es körzetében termelt élelmiszerekben, valamint a környezetellenőrzés céljára gyűjtött mintákban nem volt kimutatható. A mintavételi és mérési bizonytalanságot figyelembe véve az EüÁ ERMAH és az FmÁ NÉBIH hálózatai által megadott mérési eredmények nem térnek el egymástól.

### 5.1.11 Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása

A Tolna megyei ERMAH laboratórium öt helyen, havonta vizsgálja a vezetékes ivóvizet. A mintavételi pontok között van közkút, középület és a Paksi Atomerőmű területe. A mérési eredményeket az 5-17. táblázat összesíti. A vizsgált vizek összes béta-aktivitása a kutak jellegétől függően 24-150 mBq/l volt. A gamma-spektrometriai eredmények majdnem minden esetben kimutatási határ alattiak voltak, ezért az átlagérték, valamint a minimum és maximum értékek erősen felülbecsültek (akár két-három nagyságrenddel is). A trícium-koncentrációk maximuma csak egy esetben haladta meg a 2,0 Bq/l értéket és a mélyfúrású kutakból származó mintáknál jórészt szintén a kimutatási határ alatt maradt.

**5-17. táblázat**  
Az ivóvíz aktivitás-koncentrációinak éves átlagai, hatósági mérésekből (EüÁ)

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám*
Összes béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,097 0,065 - 0,13; 24
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,089 0,053 - 0,11; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,083 0,024 - 0,15; 26(2)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0025 0,0023 - 0,0027; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0024 0,0023 - 0,0026; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0023 0,0017 - 0,0026; 10(10)
H-3	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,31 0,20 - 1,2; 12(9)
	DK-i félkör, R≥10 km	2,1 0,90 - 3,0; 14(2)
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0059 0,0039 - 0,0079; 8(7)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0086 0,0062 - 0,011; 4(2)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,056 0,0010 - 0,0085; 9(8)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe

A tejminták begyűjtésére havonként, az FmÁ NÉBIH esetében a takarmányminták vételével egyidőben került sor. A minták a dunaszentgyörgyi, dunaszentbenedeki és paksi tehenészetből származtak. A mérési eredményeket az 5-18. táblázat foglalja össze.

Látható, hogy a gamma-spektrometriai méréseknél a <sup>137</sup>Cs értékek legtöbbje kimutatási határral szerepel, így az ebből képzett átlagértékek is felülbecsültek. A minták <sup>137</sup>Cs koncentrációi a 6,3-630 mBq/l között voltak. A tejben mérhető összes béta-aktivitás, gyakorlatilag teljes egészében a természetes <sup>40</sup>K izotópból származik.

**5-18. táblázat**  
**Tejminták aktivitás-koncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ és EüÁ)**

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám*
Összes béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	44 36 - 49; 8(1)
	DK-i félkör, R<10 km	47 37 - 54; 20
	DK-i félkör, R≥10 km	49 45 - 56; 24
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,027 0,018 - 0,033; 8(8)
	DK-i félkör, R<10 km	0,072 0,0067 - 0,63; 24(24)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,058 0,0063 - 0,12; 32(32)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	45 41 - 49; 8(3)
	DK-i félkör, R<10 km	55 41 - 78; 24(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	60 48 - 79; 32
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,027 0,012 - 0,050; 8(8)
	DK-i félkör, R<10 km	0,045 0,0046 - 0,17; 12(8)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0075 0,0048 - 0,011; 8(1)

\* Az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai által vizsgált húsminták mérési eredményeit az 5-19. táblázat tartalmazza.

**5-19. táblázat**

**Nyers húsminták aktivitás-koncentrációi a hatósági mérésekből (FmÁ)**

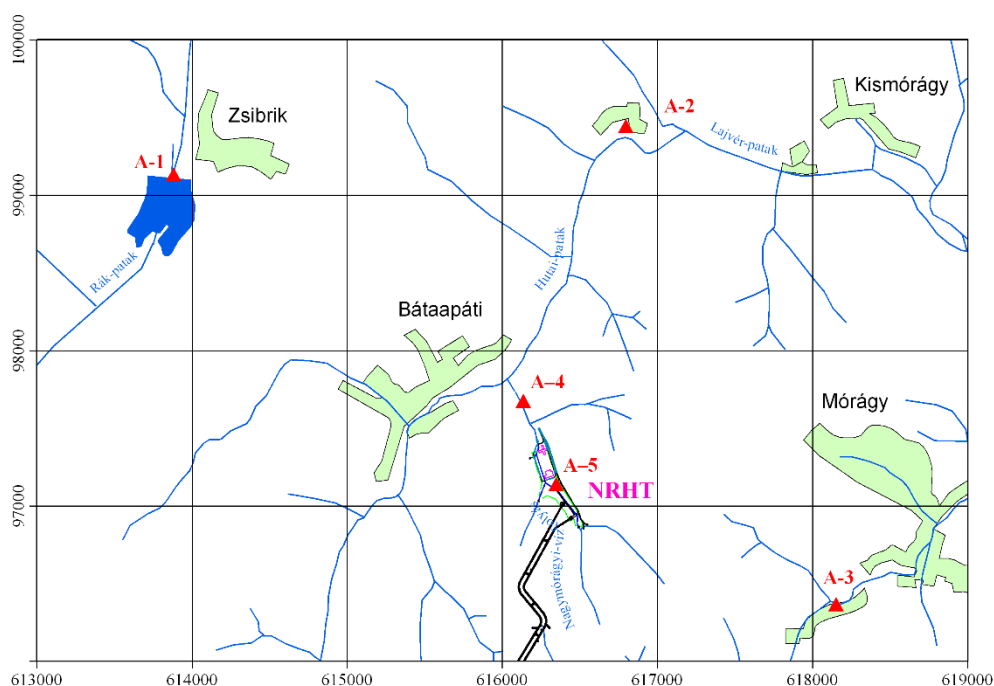
Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Sertés, Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,11; 1(1)
Sertés, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,11 0,092 - 0,14; 5(5)
Sertés, K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	94; 1
Sertés, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	94 25 - 130; 5
Szarvasmarha, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,10 - 0,47; 2(2)
Szarvasmarha, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	99 - 110; 2
Baromfi, Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,10 - 0,12; 2(2)
Baromfi, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,093 0,086 - 0,11; 4(4)
Baromfi, K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	110 - 120; 2
Baromfi, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	97 71 - 140; 4

\* Az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral együtt vettük figyelembe.

## 5.2 A Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló telephelyének környezetellenőrzési mérési adatai

### 5.2.1 A bátaapáti NRHT környezetében mért aeroszol-koncentráció adatai

A bátaapáti NRHT környezetében mért aeroszol-koncentrációkat az 5-20. táblázatban mutatjuk be. Az adatok öt mintavevő (A1-A5 állomások) összesített eredményeit tükrözik. Az egyik mintavevő a telephelyen, négy pedig a telephely 3 km-es környezetében található különböző távolságokban. Az 5-10. ábrán az A3 állomás összes béta-koncentrációinak időbeli változását mutatjuk be.



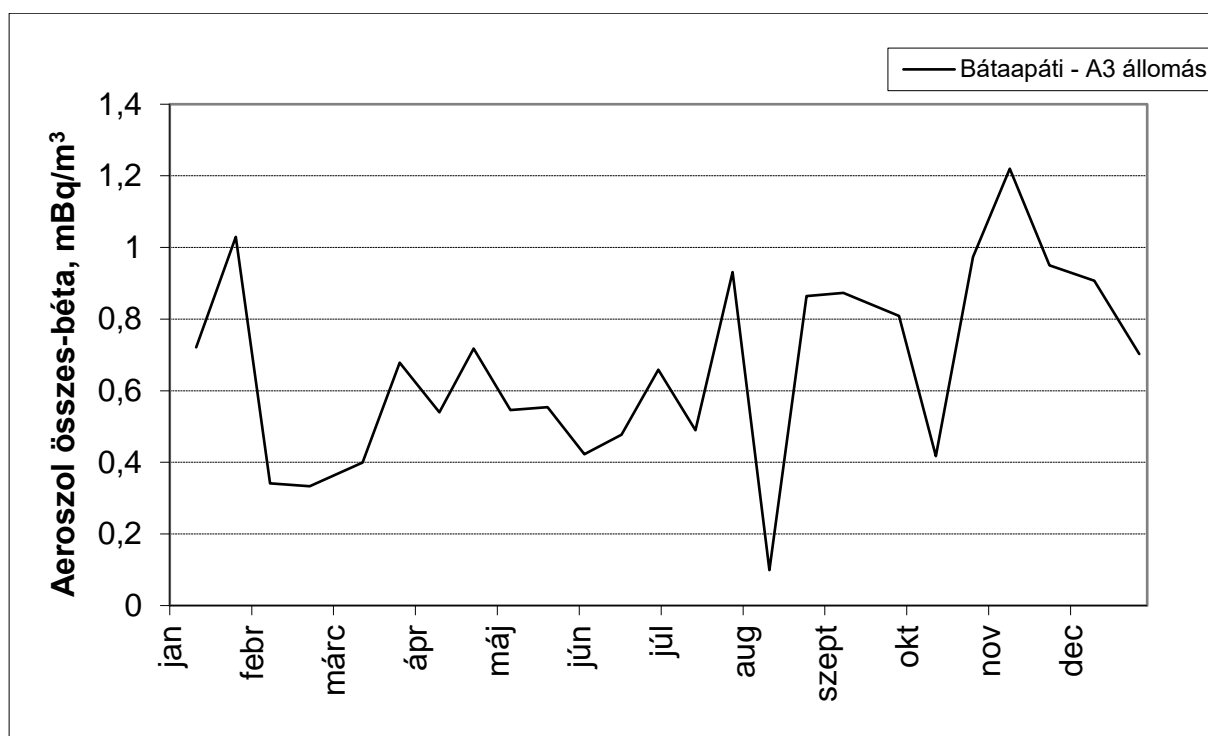
5-9. ábra

#### A bátaapáti NRHT környezetellenőrző állomásainak helyszínei

Az elhelyezett mintavevők  $3 \text{ m}^3/\text{h}$  optimális térfogatárammal működnek. A jellemző mintavételi idő (14 nap) alatt közel  $1000 \text{ m}^3$  levegőmennyiség halad át a szűrőpapíron.

A mintavétel után legalább 72 órás pihentetés következik. A minta gamma-spektrometriai mérése után az összes béta-aktivitását mérik. Jellemző kimutatási határok:  $0,1\text{-}1,0 \text{ mBq}/\text{m}^3$  (összes béta-aktivitás),  $0,05 \text{ mBq}/\text{m}^3$  (gamma-spektrometria,  $^{137}\text{Cs}$  izotóp).

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat, illetve az állomásokon mért adatok közti eltéréseket, az alkalmanként megnövekvő porterhelés indokolja. Ennek oka elsősorban az állomások környezetében folyó emberi tevékenység (közlekedés, mezőgazdasági munka, tüzgyújtás-fűtés), melynek mértéke az állomások telepítési helyére jellemző (az A3 állomás helyezkedik el egyedül településen belül). A kiugró csúcsoktól eltekintve az összes béta aktivitás-koncentrációk jellemzően  $\sim 1 \text{ mBq}/\text{m}^3$  alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



5-10. ábra  
A bátaapáti NRHT éves aeroszol összes béta-méréseinek időbeli változása

5-20. táblázat  
A bátaapáti NRHT környezetében végzett aeroszol-mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m <sup>3</sup>	Minimum mBq/m <sup>3</sup>	Maximum mBq/m <sup>3</sup>	Szórás mBq/m <sup>3</sup>	N	Kha
Be-7	4,2	0,18	12	2,3	127	1
Co-60	-	-	-	-	203	203
Cs-137	-	0,014	1,4	-	204	197
K-40	0,87	0,026	8,4	0,63	205	171
Összes-béta	0,64	0,039	1,4	0,31	204	3

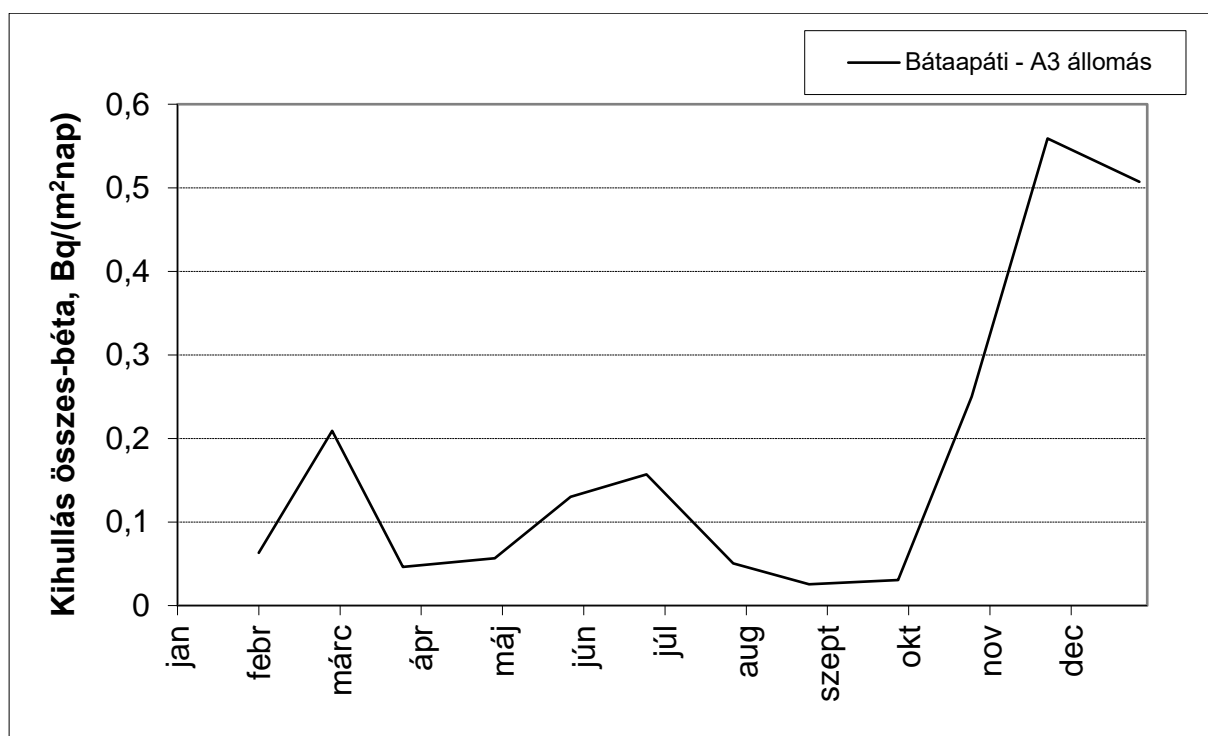
## 5.2.2 A bátaapáti NRHT környezetében mért kihullás eredmények

Öt helyszínen (A1-A5 mérőállomások), az aeroszol mintavevők közelében elhelyezett mintavevők folyamatos üzemű, szakaszosan ürített csapadékgyűjtő edények. A mintagyűjtő aktív felülete 1 m<sup>2</sup>, a mintavételi idő 1 hónap.

A mintagyűjtőből kimosott kihullást bepárolják, majd összes béta és gamma-spektrometriai mérést végeznek. A mérések jellemző kimutatási határa: ~25 mBq/m<sup>2</sup>/nap (összes béta) és 20 mBq/m<sup>2</sup>/nap (<sup>137</sup>Cs, gamma-spektrometria).

A mintákon végzett gamma-spektrometriai és összes béta-mérések eredményeinek éves jellemzőit az 5-21. táblázatban foglaltuk össze. Az 5-11. ábrán az A3 állomáson mért kihullás összes béta-aktivitásainak időbeli változását mutatjuk be. Az állomás Mórág belterületén található.





5-11. ábra

A bátaapáti NRHT környezetében mért kihullás összes béta-aktivitásainak időbeli változása

5-21. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Minimum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Maximum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Szórás mBq/(m <sup>2</sup> nap)	N	Kha
Be-7	-	48	8500	-	60	55
Co-60	-	-	-	-	60	60
Cs-137	-	-	-	-	60	60
K-40	-	-	240	-	60	59
Összes-béta	130	23	560	130	60	9

### 5.2.3 A bátaapáti NRHT környezetében vett talajminták mérési eredményei

A talajmintákat a környezeti monitoring állomások mellől éves gyakorisággal veszik. A talaj vizsgálata az 5 mintavételi ponton 0-5 cm-es mélységre terjed ki.

A mintákat 105°C-on szárítják, majd őrlőmalomban homogenizálják. A kis – 3 mm alatti – szemcseméretű frakciót vizsgálják. Összes béta-méréshez 1 g feldolgozott mintát használnak fel, a mérés jellemző kimutatási határa 20 Bq/kg (száraz talajra). A gamma-spektrometriai vizsgálatot 1000 g tömegű mintán végzik. Jellemző kimutatási határ: 0,4 Bq/kg (a <sup>137</sup>Cs izotópra).

A bátaapáti NRHT telephelyén a talajban mért aktivitás-koncentrációk mérési eredményeit az 5-22. táblázatban mutatjuk be.

### 5-22. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében vett talajminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Co-60	-	-	-	-	2	2
Cs-137	-	0,92	1,5	-	2	0
K-40	-	630	790	-	2	0
Ra-226	-	110	140	-	2	0
Összes-béta	-	640	770	-	2	0

A NÉBIH laboratóriumai végeztek in-situ méréseket Bátaapáti térségében is, melyek eredményeit az 5-23. táblázatban mutatjuk be.

### 5-23. táblázat

In-situ mérések eredményei 2020-ben (a <sup>137</sup>Cs mérések Bq/m<sup>2</sup>-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Bátaapáti	Ac-228	-	-	51,6	-	1	0
Bátaapáti	Be-7	-	-	10,5	-	1	0
Bátaapáti	Bi-214	-	-	43	-	1	0
Bátaapáti	Cs-137	-	-	565	-	1	0
Bátaapáti	K-40	-	-	535	-	1	0
Bátaapáti	Pb-212	-	-	58,4	-	1	0
Bátaapáti	Pb-214	-	-	44	-	1	0
Bátaapáti	Tl-208	-	-	22,5	-	1	0
Mórágy	Be-7	-	-	7,12	-	1	0
Mórágy	BI-214	-	-	54,6	-	1	0
Mórágy	Cs-137	-	-	508	-	1	0
Mórágy	Pb-212	-	-	75,5	-	1	0
Mórágy	Pb-214	-	-	58,1	-	1	0
Mórágy	Tl-208	-	-	27,8	-	1	0

#### 5.2.4 A bátaapáti NRHT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei

A vízminták mintavétele a felszíni vizekre (5 ponton), éves mintavételi gyakorisággal zajlik. Az összes béta-mérésekhez legalább 1 liter vízmennyiséget párolnak be, és a bepárlási maradék aktivitását mérik. A mérés kimutatási határa 10 mBq/l. A gamma-spektrometriai méréshez általában 5 liter vizet párolnak be, és a teljes bepárolt mennyiséget elemzik. A mérés jellemző kimutatási határa 1-2 mBq/l (a <sup>137</sup>Cs radionuklidra).

A bátaapáti NRHT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményeit az 5-24. táblázat foglalja össze. Az ellenőrzési eredmények nem térnek el az országos mérési program keretében felszíni vizekre kapott eredményektől.

5-24. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében végzett felszíni víz mérési eredményeinek éves jellemzői

Radionuklid	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Co-60	-	-	-	-	5	5
Cs-137	-	-	-	-	5	5
K-40	-	-	-	-	5	5
Ra-226	-	-	-	-	5	5
Összes-béta	-	0,12	0,19	-	5	0

### 5.2.5 A bátaapáti NRHT környezetében mért növényminták adatai

A növényzetet a telephely környezetében 5 ponton évente mintázzák. (A növényzet fogalma minden esetben a pongyola pityangot - *Taraxacum officinale* - jelenti.) A mintát szárítószekrényben 105 °C-on 24 órán át szárítják, majd aprítógéppel ~2 mm-es darabokra darálják és homogenizálják, ezt követően 300 °C-on elhamvasztják. Jellemző kimutatási határok: 40 Bq/kg (összes béta-aktivitás); és 2,5 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs, gamma-spektrometria). A vizsgálatokat azonos helyszínről származó mosatlan és mosott növényen is elvégzik.

A növényminták mérési eredményeit az 5-25. táblázatban foglaltuk össze.

5-25. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében vett növényminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Co-60	-	-	-	-	10	10
Cs-137	-	-	-	-	10	10
K-40	920	780	1100	110	10	0
Ra-226	-	-	-	-	10	10
Összes-béta	1400	1200	1700	150	10	0

A NÉBIH laboratóriumi végeztek növényminta méréseket is Bátaapáti térségében, melyek eredményeit az 5-26. táblázatban mutatjuk be.

5-26. táblázat

A bátaapáti NRHT létesítményeinek környezetéből származó növényminták aktivitás-koncentrációja 2020-ban (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Mórágy	Be-7	-	-	54	-	1	0
Mórágy	K-40	-	-	240	-	1	0
Mórágy	Pb-210	-	-	4,3	-	1	0
Mórágy	Sr-90	-	-	0,26	-	1	0
Mórágy	Összes-béta	-	-	240	-	1	0

## 5.3 A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló környezetellenőrzési mérési adatai

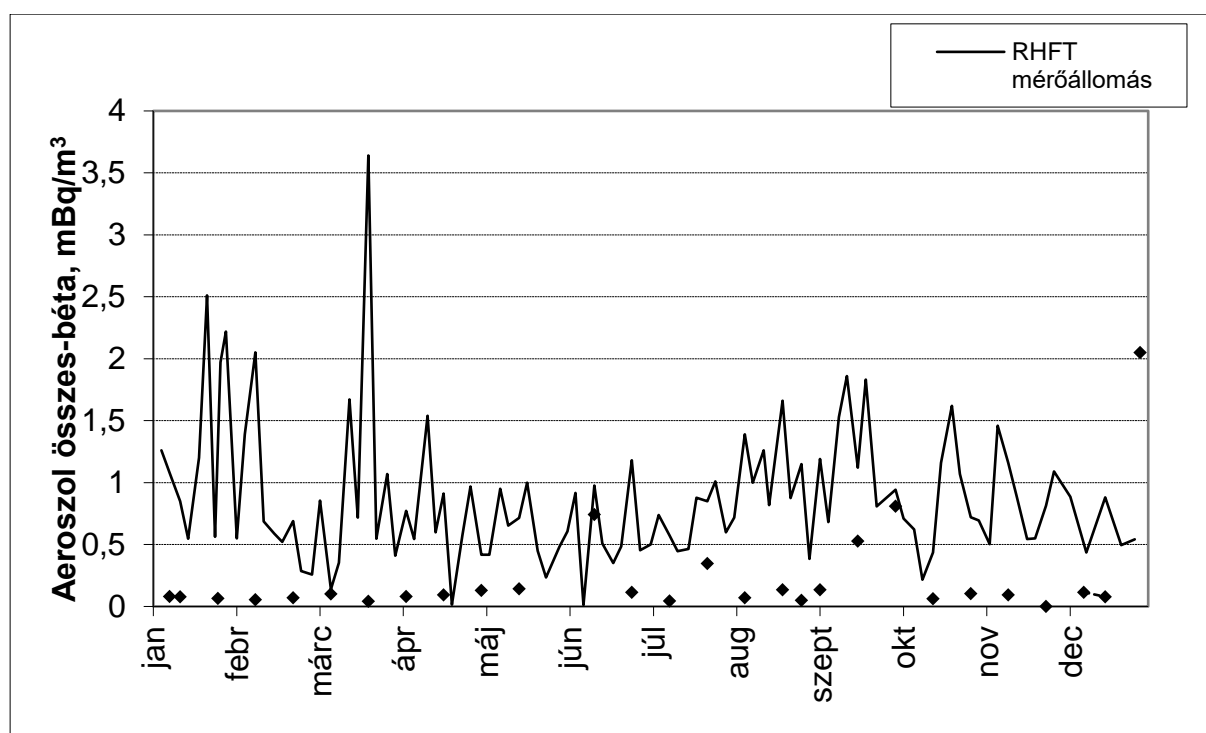
### 5.3.1 A püspökszilágyi RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok

A püspökszilágyi RHFT környezetében mért aeroszol-koncentrációkat az 5-12. ábrán és az 5-27. táblázatban mutatjuk be. Az adatok két mintavevő összesített eredményeit tükrözik. Az egyik mintavevő a telephelyen, a másik a néhány km-re lévő Püspökszilágy faluban található.

A faluban elhelyezett mintavevő kisebb térfogataramú (optimális beállítás szerint  $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ), a jellemző heti mintavételi idő alatt átszívott levegőmennyiség  $380 \text{ m}^3$  (az ábrán "Psz mérőállomás"). A püspökszilágyi RHFT telephelyén nagyobb térfogataramú aeroszol mintavevő található,  $32 \text{ m}^3/\text{h}$  optimális térfogatarammal. A jellemző mintavételi idő (3,5 nap) alatt közel  $3000 \text{ m}^3$  levegőmennyiség halad át a szűrőpapíron (az ábrán "RHFT mérőállomás").

A mintavétel után 72 órás pihentetés következik. A minta gamma-spektrometriai mérése után az alfa/béta-számlálórendszer mérési geometriájához igazítva a szűrőpapír középső 5 cm-es átmérőjű darabjának összes béta-aktivitását mérik. Jellemző kimutatási határok:  $0,1\text{-}0,7 \text{ mBq/m}^3$  (összes béta-aktivitás), és  $0,03 \text{ mBq/m}^3$  (gamma-spektrometria,  $^{137}\text{Cs}$  izotóp).

A püspökszilágyi RHFT telephelyén és Püspökszilágyon mérhető aeroszol összes béta aktivitások az 1976-os null-szintekhez ( $4,8\text{E-}03 \text{ Bq/m}^3$  illetve  $2,9\text{E-}02 \text{ Bq/m}^3$ ) hasonlóan alakultak. A maximális érték a püspökszilágyi RHFT területén  $4,18\text{E-}03 \text{ Bq/m}^3$ , Püspökszilágyon  $1,61\text{E-}03 \text{ Bq/m}^3$  volt 2019-ben. Az 5-12 ábrán látható, az év során jelentkező kisebb ingadozások az alkalmanként megnövekvő portterhelésnek köszönhetők, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység, illetve a környező falvakban történő tűzgyújtás, fűtés miatti megnövekedett aeroszol koncentráció. Az összes béta aktivitás-koncentrációk jellemzően  $3 \text{ mBq/m}^3$  alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



5-12. ábra

A püspökszilágyi RHFT éves aeroszol összes béta-méréseinek időbeli változása

5-27. táblázat

A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett aeroszol-mérések eredményeinek éves összefoglalása

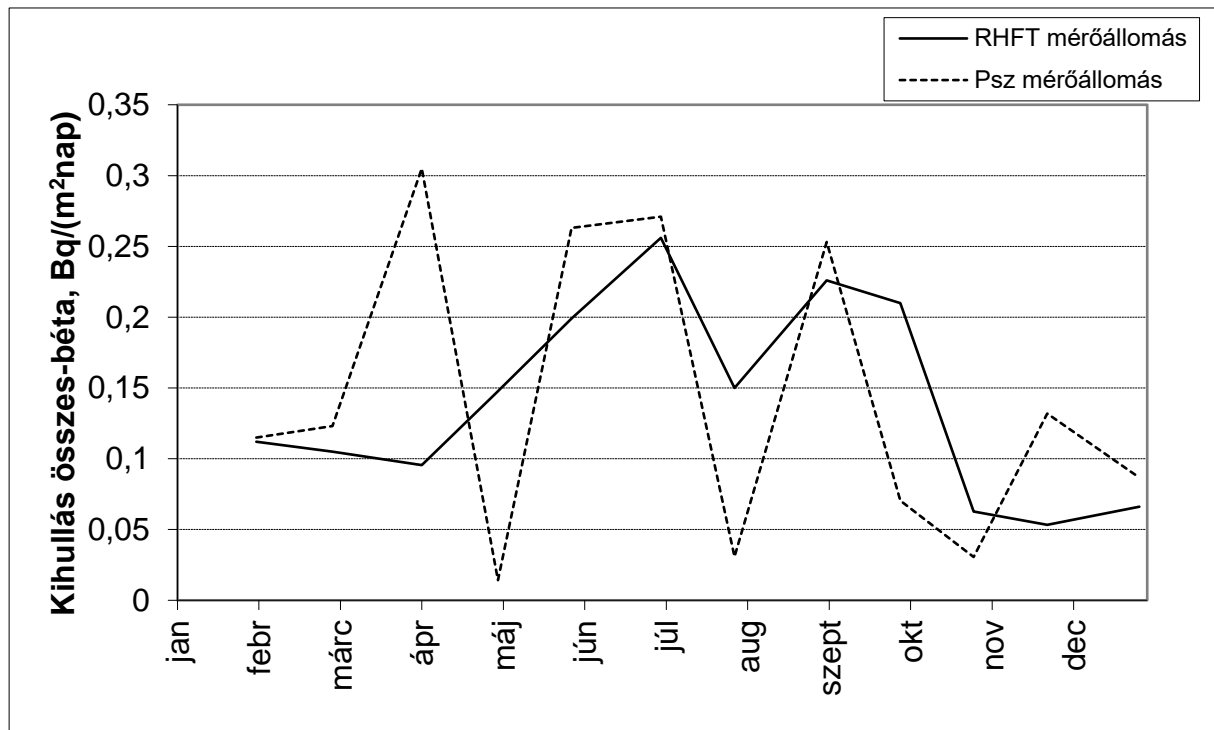
Meghatározás	Átlag mBq/m <sup>3</sup>	Minimum mBq/m <sup>3</sup>	Maximum mBq/m <sup>3</sup>	Szórás mBq/m <sup>3</sup>	N	Kha
Be-7	2,8	0,076	7,5	2,1	111	1
Cs-137	-	-	-	-	130	130
K-40	-	0,096	1,8	-	12	6
Összes-béta	0,73	0,00086	3,6	0,58	130	1

### 5.3.2 A püspökszilágyi RHFT környezetében mért kihullás eredmények

A két helyszínen (telephelyek: a következő ábrán "RHFT mérőállomás" és Püspökszilágy falu "Psz mérőállomás"), az aeroszol mintavevők közelében elhelyezett mintavevők folyamatos üzemű, szakaszosan ürített csapadékgyűjtő edények. A mintagyűjtő aktív felülete 0,2 m<sup>2</sup>, a mintavételi idő 1 hét.

A mintagyűjtőből kimosott kihullást bepárolják, majd összes béta és gamma-spektrometriai mérést végeznek. A mérések jellemző kimutatási határa: 15 mBq/m<sup>2</sup>/nap (összes béta) és 30 mBq/m<sup>2</sup>/nap (<sup>137</sup>Cs, gamma-spektrometria).

A kihullásban mért összes béta-aktivitás időbeni változását az 5-13. ábra szemlélteti. A mintákon végzett gamma-spektrometriai és összes béta-mérések eredményeinek éves jellemzőit az 5-28. táblázatban foglaltuk össze.



5-13. ábra

A püspökszilágyi RHFT környezetében mért kihullás összes béta-aktivitások időbeli változása

5-28. táblázat

A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Minimum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Maximum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Szórás mBq/(m <sup>2</sup> nap)	N	Kha
Be-7	920	76	3300	890	22	1
Cs-137	-	-	-	-	24	24
K-40	-	250	320	-	8	6
Összes-béta	140	14	310	87	24	0

### 5.3.3 A püspökszilágyi RHFT környezetének talajmérési eredményei

A talaj- és a hasonló jellegű iszap- és hordalékmintákat a különböző mintavételi pontokon havi, féléves illetve éves gyakorisággal veszik.

A talaj vizsgálata 14 mintavételi ponton 0-5 cm-es mélységre terjed ki. A mintavételi körzet a kijelölt hely körüli 2 m × 2 m-es terület. A hordalék vizsgálata (1 mintavételi ponton) a csapadék, illetve a szél által a mintavételi helyre hordott talajmorzsák és egyéb anyagok gyűjtését jelenti. (Az iszap vizsgálata – 11 ponton – a patakok, a halastó, a talajvízfigyelő kutak és egyéb – állandó vagy ideiglenes – víztározó objektumokra terjedhet ki.)

A mintákat 105°C-on szárítják, majd őrlőmalomban homogenizálják. A kis – 3 mm alatti – szemcseméretű frakciót vizsgálják. Összes béta-méréshez 1 g feldolgozott mintát használnak fel, a mérés jellemző kimutatási határa 20 Bq/kg (száraz talajra). A gamma-spektrometriai vizsgálatot 1000 g tömegű mintán végzik. Jellemző kimutatási határ: 0,5 Bq/kg (a <sup>137</sup>Cs izotópra).

A püspökszilágyi RHFT telephelyén a talajban mért aktivitás-koncentrációk mérési eredményeit az 5-29. táblázatban mutatjuk be.

5-29. táblázat

A püspökszilágyi RHFT környezetében vett talajminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Be-7	-	8,4	95	-	3	1
Cs-137	3,9	0,56	9,9	2,3	27	2
K-40	410	260	520	55	27	0
Ra-226	55	23	78	12	23	0
Sr-90	0,78	0,15	1,8	0,60	11	0
Összes-béta	400	340	700	76	27	0

Püspökszilágy térségében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket, melyek eredményeit az 5-30. táblázatban mutatjuk be.

A talajminták  $\gamma$ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli edényben, 80000s mérési idővel, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározás 1 g talajból történik szűrővizsgálatként. A felső 5 cm-es szeletből kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentráció is meghatározásra kerül.

**5-30. táblázat**  
**A püspökszilágyi RHFT létesítményeinek környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja**  
**2020-ban (Bq/kg)**

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Püspökszilágy	Ac-228	-	24	53	-	6	0
Püspökszilágy	Be-7	-	1,9	9,1	-	6	2
Püspökszilágy	Bi-212	-	22	30	-	6	0
Püspökszilágy	Bi-214	-	28	34	-	6	0
Püspökszilágy	Cs-137	-	7,2	15	-	6	0
Püspökszilágy	I-125	-	-	-	-	1	1
Püspökszilágy	I-131	-	-	-	-	1	1
Püspökszilágy	K-40	-	490	590	-	6	0
Püspökszilágy	Pa-234M	-	23	85	-	6	1
Püspökszilágy	Pb-210	-	33	73	-	6	0
Püspökszilágy	Pb-212	-	38	49	-	6	0
Püspökszilágy	Pb-214	-	28	35	-	6	0
Püspökszilágy	Ra-226	-	-	41	-	1	0
Püspökszilágy	Sr-90	-	0,67	1,5	-	3	0
Püspökszilágy	Th-234	-	24	74	-	6	0
Püspökszilágy	Tl-208	-	11	14	-	6	0
Püspökszilágy	U-235	-	1,0	4,8	-	6	0
Püspökszilágy	Összes-béta	-	700	839	-	6	0



A NÉBIH laboratóriumai végeztek in-situ méréseket is Püspökszilágy térségében, melyek eredményeit az 5-31. táblázatban mutatjuk be.

**5-31. táblázat**  
In-situ mérések eredményei 2020-ban (a <sup>137</sup>Cs mérések Bq/m<sup>2</sup>-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Ac-228	-	-	38	-	1	0
Kisnémedi	Be-7	-	-	12	-	1	0
Kisnémedi	Bi-214	-	-	36	-	1	0
Kisnémedi	Cs-137	-	-	1300	-	1	0
Kisnémedi	K-40	-	-	480	-	1	0
Kisnémedi	Pb-212	-	-	47	-	1	0
Kisnémedi	Pb-214	-	-	38	-	1	0
Kisnémedi	Tl-208	-	-	19	-	1	0
Püspökszilágy	Ac-228	-	35	43	-	2	0
Püspökszilágy	Be-7	-	10	13	-	2	0
Püspökszilágy	Bi-214	-	31	37	-	2	0
Püspökszilágy	Cs-137	-	-	1800	-	2	1
Püspökszilágy	K-40	-	510	540	-	2	0
Püspökszilágy	Pb-212	-	43	53	-	2	0
Püspökszilágy	Pb-214	-	34	42	-	2	0
Püspökszilágy	Tl-208	-	15	19	-	2	0

#### 5.3.4 A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei

A felszíni vizeket 7 ponton mintázzák. A mintavételi gyakoriság féléves, illetve éves. Az összes béta-mérésekhez 10 liter vízmennyiséget párolnak be, és a bepárlási maradékból 1 g aktivitását mérik. A mérés jellemző kimutatási határa 10 mBq/l. A gamma-spektrometriai méréshez szintén 10 liter vizet párolnak be, és a teljes bepárolt mennyiséget elemzik. A mérés jellemző kimutatási határa 1-2 mBq/l (a <sup>137</sup>Cs radionuklidra).

A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményeit az 5-32. táblázat foglalja össze. Az ellenőrzési eredmények nem térnek el az országos mérési program keretében felszíni vizekre kapott eredményektől.

**5-32. táblázat**  
A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett felszíni víz mérési eredményeinek éves jellemzői

Radionuklid	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	-	-	-	-	9	9
K-40	-	-	0,38	-	7	6
Ra-226	-	-	-	-	7	7
Sr-90	-	0,028	0,060	-	6	0
Összes-béta	-	0,027	0,30	-	9	2

### 5.3.5 A püspökszilágyi RHFT környezetében mért növényzet adatok

A növényzetet a telephely környezetében 17 ponton félévente, illetve évente mintázzák. (A növényzet fogalma általános esetben fűféléket jelent, némely esetben gombát.) A mintát szárítószekrényben 105°C-on 24 órán át szárítják, majd aprítógéppel 3 mm-es darabokra darálják és homogenizálják, ezt követően 300°C-on elhamvasztják. Jellemző kimutatási határok: 40 Bq/kg (összes béta-aktivitás); és 0,5 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs, gamma-spektrometria). A növényminták mérési eredményeit az 5-33. táblázatban foglaltuk össze.

**5-33. táblázat**

**A püspökszilágyi RHFT környezetében vett növényminták mérési eredményeinek éves jellemzői**

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Be-7	69	8,3	220	63	25	1
Cs-137	-	-	-	-	26	26
K-40	470	0,0014	840	260	26	0
Sr-90	0,25	0,070	0,64	0,16	11	0
Összes-béta	470	150	1200	240	26	0

A NÉBIH laboratóriumai végeztek növényminta méréseket is Püspökszilágy térségében, melyek eredményeit az 5-34. táblázatban mutatjuk be.

**5-34. táblázat**

**A püspökszilágyi RHFT létesítményeinek környezetéből származó növényminták aktivitás-koncentrációja 2020-ban (Bq/kg)**

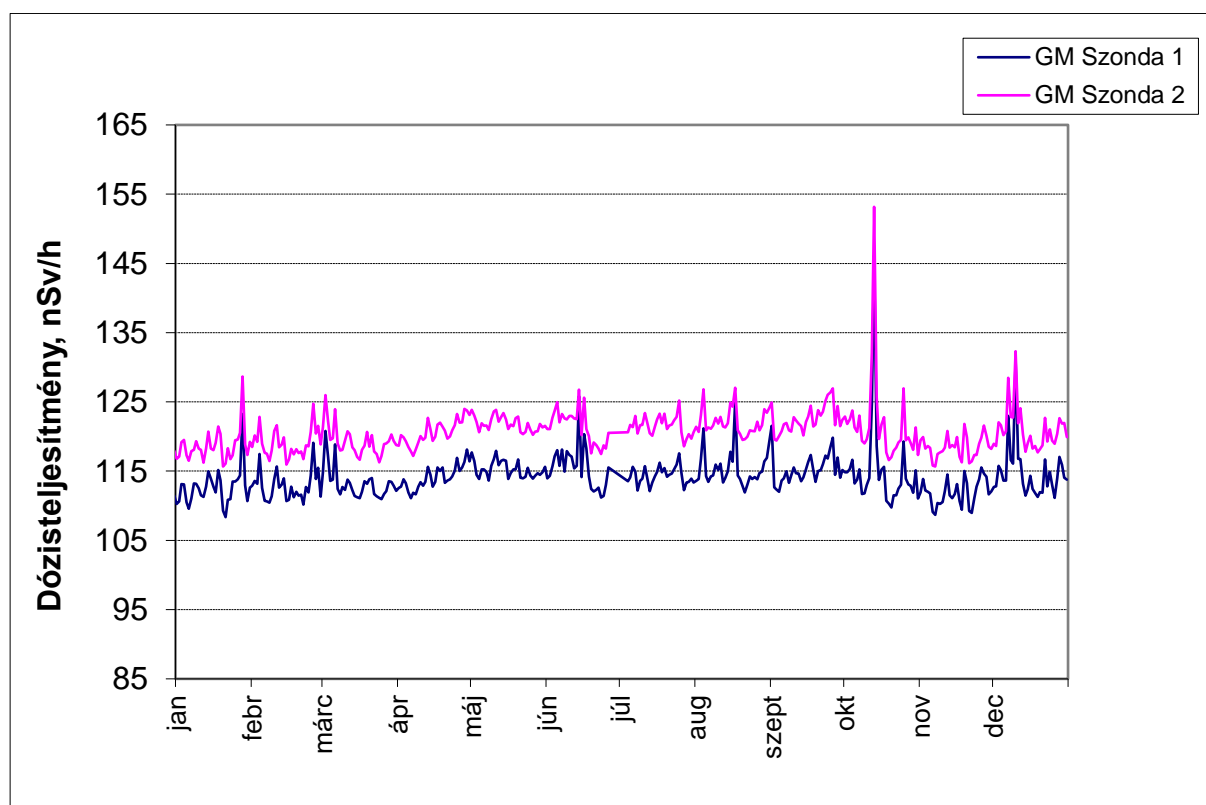
Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Püspökszilágy	Be-7	-	21	39	-	3	0
Püspökszilágy	K-40	-	190	260	-	3	0
Püspökszilágy	Pb-210	-	0,79	3,1	-	3	0
Püspökszilágy	Sr-90	-	0,19	0,71	-	3	0
Püspökszilágy	Összes-alfa	-	3,2	8,1	-	3	0
Püspökszilágy	Összes-béta	-	170	270	-	3	0

## 5.4 A Központi Fizikai Kutató Intézet telephely környezetellenőrzési mérési adatai

A Központi Fizikai Kutató Intézet telephelye több atomenergia alkalmazójának ad otthont, köztük két kiemelt létesítménynek, az Energiatudományi Kutatóközpont által üzemeltetett Budapesti Kutatóreaktornak és az Izotóp Intézet Kft. ún. A-szintű izotóplaboratóriumának. A telephelyen mérhető környezeti adatok elsősorban a kutatóreaktor környezeti hatásainak ellenőrzésére szolgálnak, de korlátozottan az egyéb izotóplaboratóriumok és kutatóintézetek tevékenységének ellenőrzésére is alkalmasak.

### 5.4.1 A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények

A Központi Fizikai Kutató Intézet (a továbbiakban: KFKI) telephelyen a dózisteljesítmény ellenőrzésére 17 GM-szonda szolgál, A szondák jelei az Energiatudományi Kutatóközpont Környezetvédelmi Szolgálatra (a továbbiakban: EK KVSz) futnak be. Ezen mérőhelyek közül két olyat választottunk ki (1. és 2. állomás), amelyek általában jól jellemzik a telephely egészének dózisteljesítmény-szintjét (5-14. ábra). A többi állomáson az izotópforgalom és izotópszállítások miatt, időnként az átlagos háttér szintet meghaladó értékek is jelentkezhetnek. Ezek azonban elsősorban az egyes műveletek sugárzási viszonyaira, nem pedig a telephely környezetére jellemzőek.



5-14. ábra

A KFKI telephely mérőállomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2020-ban két „környezeti” elhelyezésű állomáson

A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 GM-csövet tartalmaznak: egy nagy érzékenységgűt (10 nGy/h – 1 mGy/h) a normális, és egy kis érzékenységgűt (0,10 mGy/h – 10 Gy/h) a baleseti szintekre. Az 5-14 ábrán két olyan mérőállomás adatai láthatók, amelyek a sugárforrásokat alkalmazó egységektől távol helyezkednek el.

Az EK KVSz adatközpontja az eredményeket percenként tárolja. (A pillanatnyi adatok az interneten is megtekinthetők a következő honlapon: <http://148.6.56.150>.) Az éves feldolgozott adatokat az EK KVSz Éves Jelentése tartalmazza, amelyet az EK KVSz honlapján (<http://kvsz.kfki.hu/>) lehet megtekinteni a „Jelentések” menüpontban.

#### 5.4.2 A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk

A KFKI telephelyen 4 mérőállomáson történik napi aeroszolos mintavételezés, ahol az átszívott levegő mennyisége általában 100 m<sup>3</sup>/nap körül van. Az összes béta-mérésre szánt minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. A mintavételt és mérést jellemző összes béta aktivitás-koncentráció szokásos kimutatási határa 0,1 mBq/m<sup>3</sup>.

Az egyik környezetellenőrző állomáson nagy légforgalmú mintavevővel is történik aeroszol mintavételezés. Az itt átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke 5000 m<sup>3</sup>/hét. A minták nuklidspecifikus mérései HPGe detektorok segítségével történnek. A mérések szokásos kimutatási határa a nagytérfogatú minták esetén <sup>125</sup>I izotópra 0,1 mBq/m<sup>3</sup> (aeroszol és elemi-jód) ill. 0,5 mBq/m<sup>3</sup> (szerves jód); <sup>131</sup>I izotópra pedig 0,1 mBq/m<sup>3</sup> mind a három formára. A kis térfogatú minták esetén 0,15-2 mBq/m<sup>3</sup> közötti a jód-izotóptól, ill. a szűrő/adszorbens típusától függően a kimutatási határ.

A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk éves jellemző adatait az 5-35. táblázatban foglaltuk össze.

5-35. táblázat

A KFKI telephelyen végzett aeroszol, elemi és szerves jód mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m <sup>3</sup>	Minimum mBq/m <sup>3</sup>	Maximum mBq/m <sup>3</sup>	Szórás mBq/m <sup>3</sup>	N	Kh alatt
Be-7	3,7	0,50	10	2,3	104	1
Co-60	-	0,020	0,020	-	208	208
Cs-137	-	0,020	0,020	-	208	208
I-125	1,2	0,10	10	1,9	260	140
I-131	0,22	0,16	0,28	0,050	260	255
K-40	1,7	0,30	13,6	2,0	104	45

Az alkalmazott számítógépes programok illetve kiértékelési algoritmus szerint azokat az eredményeket nem soroljuk az elfogadott adatok közé, amelyeknél ugyan minőségileg azonosítható a keresett komponens, de relatív bizonytalansága (hibája) meghaladja a 30%-ot. A kimutatási határ alatti mérések számát külön oszlopban tüntettük fel. A <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I radioizotópok a telephelyen működő Izotóp Intézet Kft. radiokémiai laboratóriumainak a kibocsátási kritériumoknál kisebb kibocsátásaihoz köthetők. A <sup>7</sup>Be és <sup>40</sup>K radionuklidok természetes eredetűek.

### 5.4.3 A KFKI telephely területén mért kihullás eredmények

A KFKI telephely területén az EK KVSz havonta, ill., hetente vesz fall-out mintákat a telephely négy pontján (havi:1.,2., 5., és heti: 6. állomás). A heti mintákat a telephely 6. környezeti mintavevő állomásán, a havi mintákat a telephely 1., 2. és 5. sz. állomásain gyűjtik, utóbbiak mintáit a mérésekhez egyesítik. A mintavevő-edények felülete 0,2 m<sup>2</sup>. A mintákkal gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A mérések során legtöbbször csak természetes eredetű <sup>7</sup>Be és <sup>40</sup>K izotópokat, illetve néhány alkalommal a telephelyi laboratóriumokban mért, illetve készített sugárforrásokhoz köthető <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs és <sup>57</sup>Co izotópokat, valamint az Izotóp Intézet Kft. normál üzemi tevékenységével kapcsolatos <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I izotópot találtak (5-36,5-37. táblázat).

5-36. táblázat  
A KFKI telephelyen végzett heti fall-out mérések eredményeinek éves összefoglalása

	Átlag Bq/m <sup>2</sup> /hét	Minimum Bq/m <sup>2</sup> /hét	Maximum Bq/m <sup>2</sup> /hét	Szórás Bq/m <sup>2</sup> /hét	N	Kha
Be-7	23	10	53	12	52	18
Co-60	-	0,20	1,0	-	52	51
Cs-137	-	0,20	2,1	-	52	51
I-125	1,1	0,50	2,4	0,60	52	37
I-131	-	-	-	-	52	52
K-40	23	5,2	74	18	52	27

5-37. táblázat

A KFKI telephelyen végzett havi fall-out mérések eredményeinek éves összefoglalása

	Átlag Bq/m <sup>2</sup> /hó	Minimum Bq/m <sup>2</sup> /hó	Maximum Bq/m <sup>2</sup> /hó	Szórás Bq/m <sup>2</sup> /hó	N	Kha
<sup>7</sup> Be	52	8,5	160	42	13	0
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	13	13
<sup>137</sup> Cs	-	0,24	0,25	-	13	11
<sup>125</sup> I	0,50	0,28	1,0	0,20	13	6
<sup>131</sup> I	-	-	-	-	13	13
<sup>40</sup> K	8,1	3,4	13	3,5	13	5

Az alkalmazott számítógépes programok illetve kiértékelési algoritmus szerint, azokat az eredményeket nem soroljuk az elfogadott adatok közé, amelyeknél ugyan minőségileg azonosítható a keresett komponens, de relatív bizonytalansága (hibája) meghaladja a 30%-ot.

#### 5.4.4 A KFKI telephely területén mért talajmérés eredmények

A KFKI Telephelyen az EK KVSz 2 alkalommal végzett talajvizsgálatot 2020-ban.

5-38. táblázat

A KFKI telephelyen végzett talajminta mérési eredmények 2020. évi összefoglalása

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Be-7	-	-	-	-	2	0
I-125	-	-	-	-	2	2
I-131	-	-	-	-	2	2
Cs-137	-	6,3	13	-	2	0
Co-60	-	-	-	-	2	2
K-40	-	21	320	-	2	0

#### 5.4.5 A KFKI telephely területén mért növényzet adatok

A KFKI telephelyen a növényi minták vizsgálatát negyedévente végzik. A vegetációtól függően ez fű, moha, vagy gomba mintavételezést jelent. A mintákat 105 °C-os szárítást követően aprítják, majd gamma-spektrometriával vizsgálják. A vizsgálatok eredményét az 5-39. táblázatban adjuk meg.

5-39. táblázat

A KFKI telephelyen végzett fű- gomba-és mohaminta mérések eredményeinek 2020. évi összefoglalása

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
<sup>7</sup> Be	-	46	83	-	4	2
<sup>125</sup> I	-	-	-	-	4	4
<sup>131</sup> I	-	-	-	-	4	4
<sup>137</sup> Cs	-	-	20	-	4	3
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	4	4
<sup>40</sup> K	-	71	590	-	4	0

A NÉBIH laboratóriumai végeztek növényminta méréseket is a KFKI térségében, melyek eredményeit az 5-40. táblázatban mutatjuk be.

5-40. táblázat

A KFKI környezetéből származó növényminták aktivitás-koncentrációja 2020-ban (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Be-7	73	1,2	210	57	55	1
Bi-212	11	0,22	56	8,6	55	23
Bi-214	-	0,16	8,8	-	55	46

Cs-137	-	0,055	2,4	-	55	51
I-125	1,7	0,043	8,5	1,6	54	5
K-40	180	8,8	290	66	55	0
Pb-210	21	0,6	73	16	55	20
Pb-212	11	0,12	81	14	55	5
Pb-214	-	0,14	6,2	-	55	46
Sr-90	-	0,33	0,59	-	2	0
Th-234	-	0,54	19	-	55	52
TL-208	3,3	0,084	20	4,1	55	36
U-235	-	0,058	2,1	-	55	53
Összes-alfa	-	11	29	-	2	0
Összes-béta	-	170	220	-	2	0

## 5.5 A BME NTI Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai

A BME NTI OR környékén 2020. év során elvégzett környezetellenőrző vizsgálatok – Duna-víz és kihullás összes béta, valamint talaj- és növényminták nuklid-specifikus kiértékelésének – eredményeit az 5-41 – 5-47. táblázatok mutatják be.

A 2020. évi környezetellenőrző mérések eredményei lényegében megfelelnek az elmúlt években mért értékeknek.

5-41. táblázat

<i>A 2020. évi dunavíz-minták aktivitáskonzentrációja havi átlagban (Bq/m<sup>3</sup>; kétheti mintavétel alapján)</i>		
<i>Hónap</i>	<i>Össz-béta aktivitáskonzentráció (Bq/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Össz-gamma aktivitáskonzentráció (Bq/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Január</i>	$< 7,31 \cdot 10^2$	$7,79 \cdot 10^3$
<i>Február</i>	$< 7,28 \cdot 10^2$	$6,63 \cdot 10^3$
<i>Március</i>	$< 7,14 \cdot 10^2$	$< 5,56 \cdot 10^3$
<i>Április</i>	$< 6,60 \cdot 10^2$	$< 4,21 \cdot 10^3$
<i>Május</i>	$< 6,30 \cdot 10^2$	$< 4,12 \cdot 10^3$
<i>Június</i>	$< 8,32 \cdot 10^2$	$< 4,51 \cdot 10^3$
<i>Július</i>	$< 1,07 \cdot 10^3$	$< 4,11 \cdot 10^3$
<i>Augusztus</i>	$< 4,14 \cdot 10^2$	$< 4,66 \cdot 10^3$
<i>Szeptember</i>	$< 9,68 \cdot 10^2$	$< 5,01 \cdot 10^3$
<i>Október</i>	$< 6,40 \cdot 10^2$	$< 4,11 \cdot 10^3$
<i>November</i>	$< 7,39 \cdot 10^2$	$< 5,83 \cdot 10^3$
<i>December</i>	$< 5,41 \cdot 10^2$	$< 4,71 \cdot 10^3$

5-42. táblázat

<i>A 2020. évi fall-out (kihullás) össz-béta aktivitáskonzentrációja (Bq/m<sup>2</sup>, havi egy mintavétel alapján)</i>	
<i>Hónap</i>	<i>Össz-béta aktivitáskonzentráció (Bq/m<sup>2</sup>)</i>
<i>Január</i>	2,29
<i>Február</i>	2,80
<i>Március</i>	$< 3,38$
<i>Április</i>	11,67
<i>Május</i>	$< 7,95$
<i>Június</i>	14,54
<i>Július</i>	$< 14,35$
<i>Augusztus</i>	20,41
<i>Szeptember</i>	12,21
<i>Október</i>	8,75
<i>November</i>	4,23
<i>December</i>	$< 1,24$
<i>Január</i>	2,29



5-43. táblázat

<i>2020-ban a levegőben lévő, aeroszolhoz kötött radioaktív izotópok aktivitáskonzentrációja havi átlagban (Bq/m<sup>3</sup>, heti 3 mintavétel alapján)</i>		
<i>Hónap</i>	<i>Össz-béta aktivitáskonzentráció (Bq/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Össz-gamma aktivitáskonzentráció (Bq/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Január</i>	$5,36 \cdot 10^{-4}$	$< 3,80 \cdot 10^{-3}$
<i>Február</i>	$< 4,33 \cdot 10^{-4}$	$< 4,14 \cdot 10^{-3}$
<i>Március</i>	$< 4,48 \cdot 10^{-4}$	$4,39 \cdot 10^{-3}$
<i>Április</i>	$< 4,34 \cdot 10^{-4}$	$< 4,56 \cdot 10^{-3}$
<i>Május</i>	$< 4,77 \cdot 10^{-4}$	$< 4,23 \cdot 10^{-3}$
<i>Június</i>	$< 5,44 \cdot 10^{-4}$	$< 4,58 \cdot 10^{-3}$
<i>Július</i>	$< 4,91 \cdot 10^{-4}$	$< 4,35 \cdot 10^{-3}$
<i>Augusztus</i>	$< 4,33 \cdot 10^{-4}$	$< 3,97 \cdot 10^{-3}$
<i>Szeptember</i>	$< 3,83 \cdot 10^{-4}$	$< 4,47 \cdot 10^{-3}$
<i>Október</i>	$< 4,68 \cdot 10^{-4}$	$< 4,58 \cdot 10^{-3}$
<i>November</i>	$< 4,72 \cdot 10^{-4}$	$< 4,45 \cdot 10^{-3}$
<i>December</i>	$< 4,77 \cdot 10^{-4}$	$< 5,14 \cdot 10^{-3}$

5-44. táblázat

<i>2020 tavaszi FŰMINTA izotópszелеktív aktivitáskonzentrációja</i>	
<i>Vizsgált nuklid</i>	<i>Aktivitáskonzentráció (Bq/g)</i>
$^{60}\text{Co}$	$< 2,09 \cdot 10^{-3}$
$^{137}\text{Cs}$	$< 6,59 \cdot 10^{-4}$
$^{134}\text{Cs}$	$< 9,39 \cdot 10^{-3}$
$^{131}\text{I}$	$< 2,05 \cdot 10^{-3}$
$^{40}\text{K}$	$9,34 \cdot 10^{-1}$
<i>Tórium sor</i>	$< 1,35 \cdot 10^{-2}$
<i>Rádium sor</i>	$7,10 \cdot 10^{-3}$

5-45. táblázat

<i>2020 tavaszi TALAJMINTA izotópszелеktív aktivitáskonzentrációja</i>	
<i>Vizsgált nuklid</i>	<i>Aktivitáskonzentráció (Bq/g)</i>
$^{60}\text{Co}$	$< 1,55 \cdot 10^{-4}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,50 \cdot 10^{-2}$
$^{134}\text{Cs}$	$< 8,00 \cdot 10^{-4}$
$^{131}\text{I}$	$< 1,76 \cdot 10^{-4}$
$^{40}\text{K}$	$3,69 \cdot 10^{-1}$
<i>Tórium sor</i>	$2,39 \cdot 10^{-2}$
<i>Rádium sor</i>	$4,20 \cdot 10^{-2}$

5-46. táblázat

<i>2020 őszi FŰMINTA izotópszelektív aktivitáskoncentrációja</i>	
<i>Vizsgált nuklid</i>	<i>Aktivitáskoncentráció (Bq/g)</i>
$^{60}\text{Co}$	$<2,43 \cdot 10^{-3}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,49 \cdot 10^{-3}$
$^{134}\text{Cs}$	$<2,96 \cdot 10^{-3}$
$^{131}\text{I}$	$<4,68 \cdot 10^{-4}$
$^{40}\text{K}$	1,07
<i>Tórium sor</i>	$4,98 \cdot 10^{-3}$
<i>Rádium sor</i>	$1,83 \cdot 10^{-2}$

5-47. táblázat

<i>2020 őszi TALAJMINTA izotópszelektív aktivitáskoncentrációja</i>	
<i>Vizsgált nuklid</i>	<i>Aktivitáskoncentráció (Bq/g)</i>
$^{60}\text{Co}$	$<1,19 \cdot 10^{-4}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,13 \cdot 10^{-2}$
$^{134}\text{Cs}$	$<6,71 \cdot 10^{-4}$
$^{131}\text{I}$	$<9,93 \cdot 10^{-5}$
$^{40}\text{K}$	0,38
<i>Tórium sor</i>	$2,63 \cdot 10^{-2}$
<i>Rádium sor</i>	$3,15 \cdot 10^{-2}$

## 6 Országhatáron túli hatások

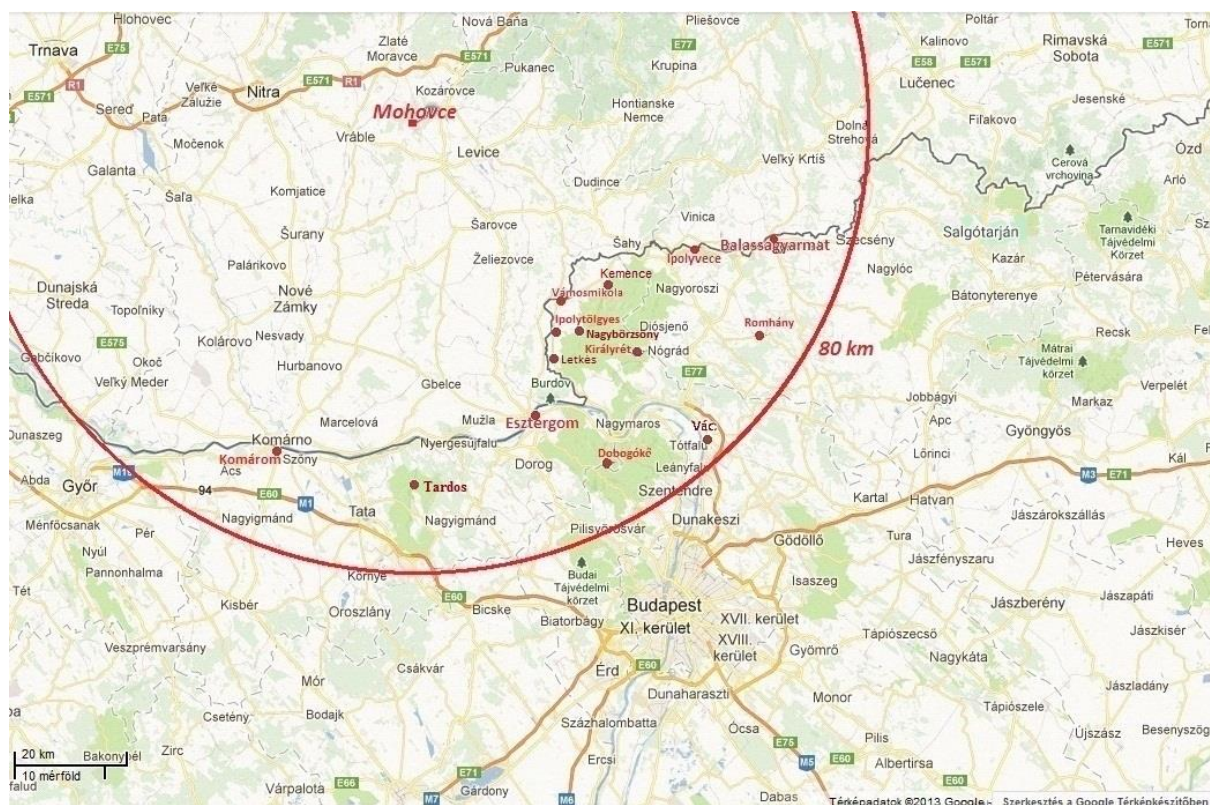
### 6.1 A Mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények

#### 6.1.1 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében mért dózisteljesítmények és aktivitás-koncentrációk

A Mohi atomerőmű hazai környezetének ellenőrzéseként az NNK SSFO in-situ gamma-spektrometriai és dózisteljesítmény méréseket is végez a határ közelében, 8 mérési helyszínen évente kétszer. 2020-ban a mérőrendszer meghibásodása miatt csak a tavaszi méréseket tudták elvégezni. A gamma-sugárzás mérések és a többi, a programhoz tartozó környezeti mintavételi helyszíneket a 6-1. ábra mutatja be. A gamma-dózisteljesítmény mérések eredményeit a 6-2. táblázat foglalja össze. A  $^{232}\text{Th}$ -sorra, az  $^{238}\text{U}$ -sorra, valamint a  $^{40}\text{K}$ -re vonatkozó adatokat csak a teljesség kedvéért tüntettük fel, ezeket a Mohi atomerőmű működése nem befolyásolja. A  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációjára kapott értékek, nem térnek el szignifikánsan az ország más területein jellemző értékektől.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek in-situ méréseket 5 mérési helyszínen, évente kétszer.

Az in-situ mérések eredményeit a 6-1. táblázatban mutatjuk be.



6-1. ábra

A Mohi atomerőmű hazai környezetének mérési helyszínei

**6-1. táblázat**  
**In-situ mérések eredményei 2020-ban (a Cs-137 mérések kBq/m<sup>2</sup>-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)**

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Ac-228	31,4	22,9	42,7	6,7	8	0
Bi-214	32,9	25,7	40,5	5,6	8	0
Cs-137	1,21	0,42	2,12	0,66	8	0
K-40	472	316	574	76	8	0
Pb-212	35,8	25,8	46,3	6,5	8	0
Pb-214	33,3	26,4	40,5	5,9	8	0
Tl-208	33,2	24,6	44,2	6,8	8	0

A gamma-dózisteljesítményt az NNK-SSFO AUTOMESS 6150 AD 6/H műszerrel mérte, a hiba minden esetben 1% körüli volt. A dózisteljesítmény mérések eredményeit a 6-2. táblázatban mutatjuk be H\*(10) egységben.

**6-2. táblázat**  
**Az NNK SSFO 2020. évi dózisteljesítmény méréseinek eredményei (EüÁ)**

Település	Dózisteljesítmény 1. félév (nSv/h)	Dózisteljesítmény 2. félév (nSv/h)
Komárom	87	77
Esztergom	91	88
Dobogókő	-	-
Királyrét	88	88
Vámosmikola	91	91
Romhány	96	87
Balassagyarmat	86	84
Tardos	103	95

A Nébih Radioanalitikai Referencia Laboratórium a Mohi atomerőmű környezetében történő mintavétel során gamma dózisteljesítmény mérést is végez, az adatokat a 6-3. táblázat tartalmazza.

**6-3. táblázat**  
**A NÉBIH 2019. évi dózisteljesítmény méréseinek eredményei**

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Kemence	-	-	92	-	1
Nagybörzsöny	-	-	102	-	1
Perócsény	-	-	99	-	1
Tatabánya	-	-	71	-	1

## 6.1.2 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fall-out minták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece és Balassagyarmat) vesz fall-out mintát a téli hónapok kivételével havi rendszerességgel márciustól novemberig. A mintavevő edények gyűjtőfelülete 0,2 m<sup>2</sup>. Ezeken a mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A gamma-spektrometriai mérésekkel csak a természetes eredetű <sup>7</sup>Be, <sup>40</sup>K és <sup>210</sup>Pb izotópokat tudták kimutatni, a mesterséges eredetű <sup>137</sup>Cs izotóp aktivitás-koncentrációja kimutatási határ, 0,13 – 0,63 Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap) alatti volt. A fall-out minták összes béta-aktivitásának mérése proporcionális detektorokkal történik, hasonlóképpen mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.

A mérések eredményeit a 6-4. táblázatban mutatjuk be.

6-4. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetében vett fall-out minták aktivitása 2020-ban, Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Be-7	120	42	310	71	23	0
Cs-137	-	-	-	-	23	23
K-40	36	1,6	110	45	23	5
Pb-210	12	4,3	24	4,8	23	0
Összes-béta	13	3,7	24	5,3	23	0

### 6.1.3 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) talaját mintázza félévente. A mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 105 °C-on szárított, homogenizált és leszitált mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm<sup>3</sup> térfogaton) végzik, 20.000 s mérési idővel. Az összes béta-aktivitást kb. 1 g talajból határozzák meg alacsony háttérű alfa/béta mérőműszerrel, amelybe proporcionális detektorok vannak beépítve. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok érzékelésére képesek.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket. A talajminták  $\gamma$ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli edényben, 80 000 s mérési idővel, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározás 1 g talajból történik szűrővizsgálatként. A felső 5 cm-es szeletből, – kémiai elválasztás után – a <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentráció is meghatározásra kerül.

A mérések eredményeit a 6-5. táblázatban mutatjuk be.

6-5. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja 2020-ban (Bq/kg)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	11	11
Cs-137	13	2,0	30	9,7	11	0
K-40	490	420	580	55	11	0
Sr-90	-	-	1,3	-	1	0
Összes-béta	650	551	804	71	11	0

#### 6.1.4 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) vesz fűmintákat félévente, a talajmintákkal egyidejűleg. Ezeken a mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A mintaelőkészítés szárítást, száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-éből, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az NNK SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri, hasonlóképpen mint a talajmintákat. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket. A fű minták  $\gamma$ -spektrum analízisét a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb.20-30g) 80 000 s mérési idővel, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1-2 g-jából végzik a laboratóriumok. Kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák.

A mérések eredményeit a 6-6. táblázatban mutatjuk be.

6-6. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták aktivitás-koncentrációja 2020-ban (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	18	18
Cs-137	0,29	0,038	0,87	0,27	18	7
K-40	570	100	2200	470	18	0
Sr-90	1,27	0,47	3,1	0,82	12	0
Összes-alfa	14	2,7	28	9,2	12	0
Összes-béta	560	94	2000	420	18	0

### 6.1.5 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) piacán vesz zöldség- és gyümölcsmintákat évente egyszer (ősszel). Ezekon a mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A minta-előkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 °C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az OKI KI SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai végeztek méréseket. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb.20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. Leveles zöldségfélékből, vadon termő ehető gombákból, illetve a gyökérzöldségekből, – kémiai elválasztás után – a <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák.

A mérések eredményeit a 6-7. táblázatban mutatjuk be.

6-7. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták aktivitás-koncentrációja 2020-ban (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	11	11
Cs-137	-	0,017	0,14	-	11	8
K-40	100	42	230	60	11	0
Sr-90	-	0,026	0,33	-	6	0
Összes-alfa	-	0,42	1,9	-	6	1
Összes-béta	92	37	200	58	11	0



## 6.1.6 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz és iszapminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti településen (Kemence, Ipolydamásd és Nagybörzsöny) vesz felszíni vízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta aktivitás-koncentrációját, valamint a trícium és  $^{40}\text{K}$  koncentrációját. A mintaelőkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és  $420\text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A  $^{40}\text{K}$  koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az összes béta-aktivitás méréseket az NNK SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A mérési eredményeket a 6-8. táblázat tartalmazza.

6-8. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó folyóvízminták aktivitáskoncentrációja (Bq/l)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	-	0,82	1,1	-	4	0
K-40	-	0,043	0,17	-	4	0
Összes-béta	-	0,099	0,28	-	4	0

Az NNK SSFO ugyanezek a helyszíneken, ugyancsak féléves gyakorisággal vett iszapmintákat is vizsgál gamma-spektrometriai módszerrel. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a  $105\text{ }^\circ\text{C}$ -on szárított mintákon, Marinelli-geometriában ( $600\text{ cm}^3$  térfogaton) végzik, 40000 s mérési idővel. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 6-9. táblázat tartalmazza.

6-9. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták

$^{137}\text{Cs}$  koncentrációja (Bq/kg)

Település	1. félév	2. félév
Kemence	$6,81 \pm 0,20$	$5,96 \pm 0,18$
Letkés	$3,68 \pm 0,11$	$5,60 \pm 0,17$
Nagybörzsöny	$10,1 \pm 0,30$	$1,96 \pm 0,06$

### 6.1.7 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom és Vác) vesz ivóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta aktivitáskonzentrációját, valamint a trícium és  $^{40}\text{K}$  koncentrációját. A mintaelőkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és  $420\text{ °C}$ -on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A  $^{40}\text{K}$  koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az NNK SSFO ezen ivóvíz minták összes béta-aktivitás mérését, a korábbiakban már bemutatott mérőműszerrel végzi el.

A mérési eredményeket a 6-10. táblázat tartalmazza.

**6-10. táblázat**  
A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó ivóvízminták aktivitáskonzentrációja (Bq/l)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	-	0,33	1,3	-	4	1
K-40	-	0,041	0,097	-	4	0
Összes-béta	-	0,068	0,12	-	4	0

## 7 Kibocsátási eredmények

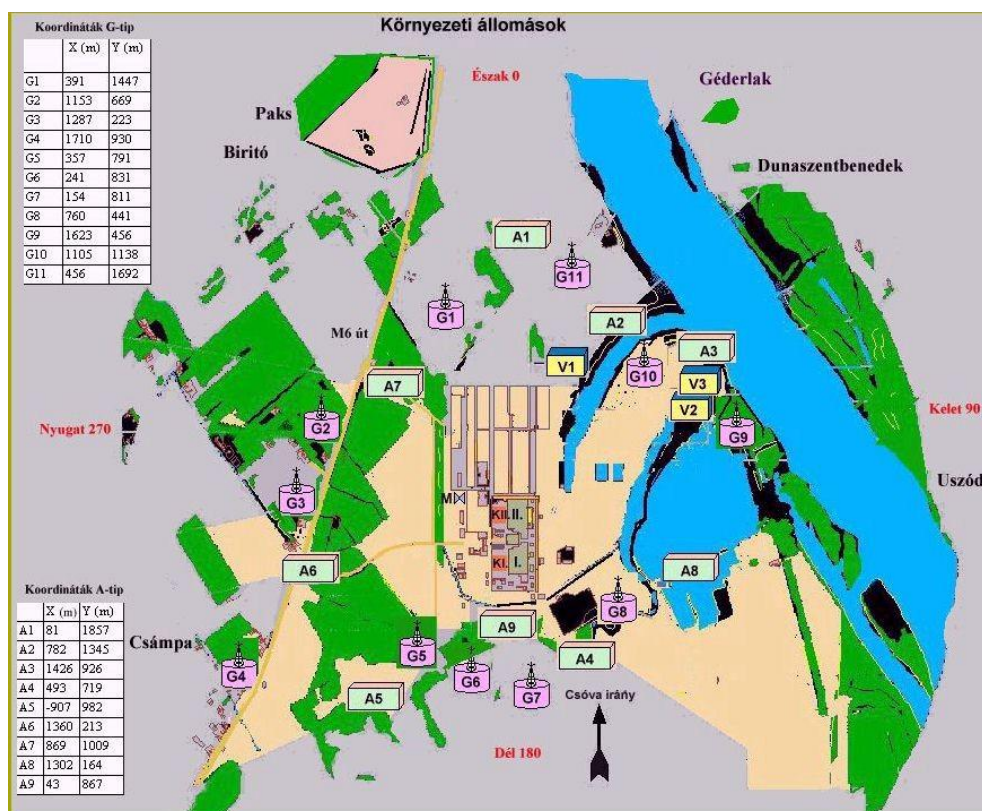
### 7.1 A Paksi Atomerőmű kibocsátásai

Az atomerőmű a Duna jobb partján, attól kb. 2 km távolságban helyezkedik el. A hűtésre használt Duna-víz, a hidegvíz csatornán (V1 mintavételi pont) keresztül kerül az atomerőműbe (vízforgalom: kb. 4.105 m<sup>3</sup>/óra). A felhasznált hűtő- és más ipari víz a melegvíz csatornán (V2 mintavételi pont), míg a kutakból táplált vízellátásból származó kommunális (WC, mosoda, laboratórium stb.) szennyvíz (napi 1500 m<sup>3</sup>, V3 mintavételi pont) tisztítás után kerül a melegvíz csatorna torkolatába, s onnan a Dunába.

A légnemű radioaktív anyagok kibocsátása 2 db 100 m magas kéményen történik, ezek légforgalmának éves átlaga a mérések szerint 489 és 492 ezer m<sup>3</sup>/óra volt.

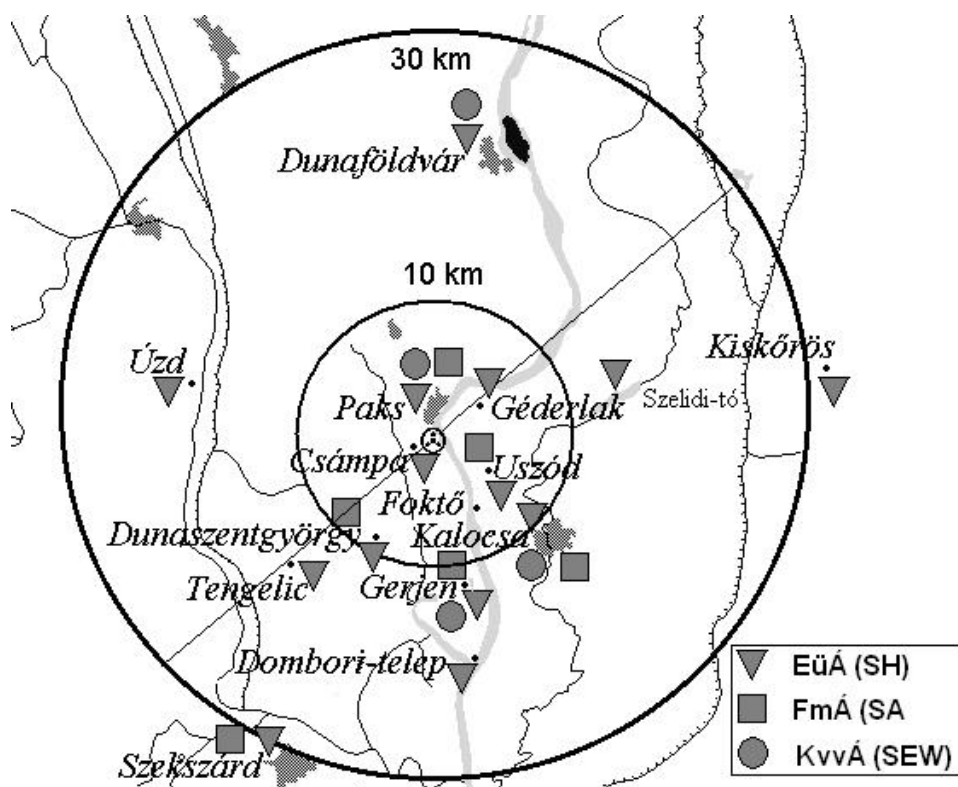
A blokkok karbantartási ideje 2020-ban a következő volt:

1. blokk: február 1. – február 27.
2. blokk: augusztus 7. – szeptember 1.
3. blokk: november 12. – december 8.
4. blokk: május 22. – június 20.



7-1. ábra

Az atomerőmű környezeti elhelyezkedése az üzemi monitorozó hálózattal



7-2. ábra

#### A hatósági mérési és mintavételi helyek

A jelentésben közöltek megértését szolgálja az erőmű földrajzi elhelyezkedését és a monitorozó állomásokat, valamint a résztvevő hatósági laboratóriumok mintavételi helyeit szemléltető 7-1. és 7-2. ábra. Az erőmű környezeti hatásának elemzéséhez, ugyanis a mért eredményeket irány és távolság szerint is célszerű csoportosítani.

Az erőműben a többéves szekunderkörü teljesítményjavító fejlesztések és hatékonyságnövelő intézkedések eredményeképpen, a blokkok névleges elektromos teljesítménye 2009. óta összesen 2000 MW.

Az NNK SSFO által működtetett, a létesítmény felügyeletéhez kapcsolódó kibocsátás-ellenőrzési és környezetellenőrzési hatósági mérési adatok száma, az 5.1 fejezetben került bemutatásra.

2004-ben került bevezetésre - a KöM rendelet előírásai alapján - a kibocsátás korlátozási és ellenőrzési rendszer az erőműben. A korlátozási rendszer alapja az, hogy a kibocsátási adatokat a dózismegszorításból ( $90 \mu\text{Sv}$ ) származtatott nuklid- és kibocsátási útvonal specifikus kibocsátási határértékekkel kell összevetni.

### 7.1.1 Légekőri kibocsátás

A légekőri kibocsátás radioizotópjainak aktivitása a 7-1. táblázatban látható. Az értékek a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések eredményei, amelyeket a sugárterhelés becsléséhez is felhasználtunk. A kibocsátások a mért értékekből és a kimutatási határokból számítottak, ezért értékük több radionuklidnál jelentősen felül becsült (pl.  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{42}\text{K}$ ). E táblázat tartalmazza továbbá az egyes radionuklidok (esetenként a külön kémiai/fizikai formára vonatkozó)

kibocsátási határértékeit és ezen mennyiségek hányadosát is. (Emlékeztetőül: e hányadosok összege adja a kibocsátási határérték kritérium kihasználásága.)

**7-1. táblázat**  
Éves nuklidspecifikus kibocsátások (a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések), 2020.

Izotóp	Kibocsátás <sup>1</sup> [Bq]	Éves korlát <sup>2</sup> [Bq]	A kibocsátási határérték kritérium kihasználásága <sup>3</sup>
<sup>41</sup> Ar	1,81E+13	4,60E+16	3,94E-04
<sup>85</sup> Kr	8,61E+10	1,20E+19	7,17E-09
<sup>85m</sup> Kr	2,79E+12	4,10E+17	6,81E-06
<sup>87</sup> Kr	9,79E+11	7,30E+16	1,34E-05
<sup>88</sup> Kr	1,49E+12	2,90E+16	5,14E-05
<sup>133</sup> Xe	3,18E+12	2,00E+18	1,59E-06
<sup>135</sup> Xe	3,64E+12	2,40E+17	1,52E-05
<sup>3</sup> H (HT)	4,17E+11	2,20E+17	1,90E-06
<sup>3</sup> H (HTO)	3,90E+12	1,70E+17	2,30E-05
<sup>14</sup> C (CO <sub>2</sub> )	2,44E+10	1,30E+14	1,88E-04
<sup>14</sup> C (CH <sub>4</sub> )	7,18E+11	1,50E+21	4,78E-10
<sup>89</sup> Sr	2,96E+05	4,30E+12	7,58E-08
<sup>90</sup> Sr *	6,73E+05	3,70E+11	1,87E-06
<sup>24</sup> Na	4,49E+07	1,50E+15	3,31E-08
<sup>42</sup> K	4,10E+08	1,70E+16	2,67E-08
<sup>51</sup> Cr	1,11E+07	8,80E+14	1,28E-08
<sup>54</sup> Mn	1,20E+06	1,80E+13	6,74E-08
<sup>58</sup> Co	1,23E+06	2,10E+13	5,94E-08
<sup>59</sup> Fe	2,79E+06	1,10E+13	2,57E-07
<sup>60</sup> Co	5,04E+06	2,40E+12	2,12E-06
<sup>65</sup> Zn	3,21E+06	2,30E+12	1,41E-06
<sup>75</sup> Se	1,12E+06	2,90E+12	3,90E-07
<sup>76</sup> As	6,46E+08	1,10E+15	5,89E-07
<sup>95</sup> Nb	1,40E+06	4,90E+13	2,91E-08
<sup>95</sup> Zr	2,23E+06	2,30E+13	9,83E-08
<sup>99</sup> Mo	2,11E+06	1,90E+15	1,20E-09
<sup>103</sup> Ru	1,06E+06	8,70E+12	1,24E-07
<sup>106</sup> Ru *	1,15E+07	2,30E+11	5,04E-05
<sup>110m</sup> Ag	4,19E+06	4,80E+12	8,77E-07
<sup>124</sup> Sb	1,08E+06	8,90E+12	1,23E-07
<sup>125</sup> Sb	3,35E+06	1,40E+13	2,41E-07
<sup>131</sup> I aer.	2,12E+06	3,70E+12	5,99E-07
<sup>131</sup> I elemi	1,41E+07	7,80E+11	1,81E-05
<sup>131</sup> I szerves	2,00E+07	9,50E+13	2,11E-07
<sup>132</sup> I elemi	1,17E+06	3,20E+15	3,66E-10
<sup>133</sup> I elemi	5,06E+06	3,70E+14	1,37E-08
<sup>133</sup> I szerves	1,07E+07	1,30E+15	8,25E-09
<sup>134</sup> Cs	1,19E+06	8,20E+11	1,47E-06
<sup>137</sup> Cs *	6,30E+06	1,00E+12	6,32E-06
<sup>140</sup> Ba *	1,11E+07	2,90E+13	3,95E-07
<sup>141</sup> Ce	1,42E+06	4,60E+13	3,15E-08
<sup>144</sup> Ce *	1,23E+07	3,50E+12	3,55E-06
<sup>154</sup> Eu	2,05E+06	5,10E+12	4,05E-07
Összesen (total)	-	-	<b>7,84E-04</b>

a \*-gal jelölt izotópok aktivitását leányelemükkel együtt adtuk meg

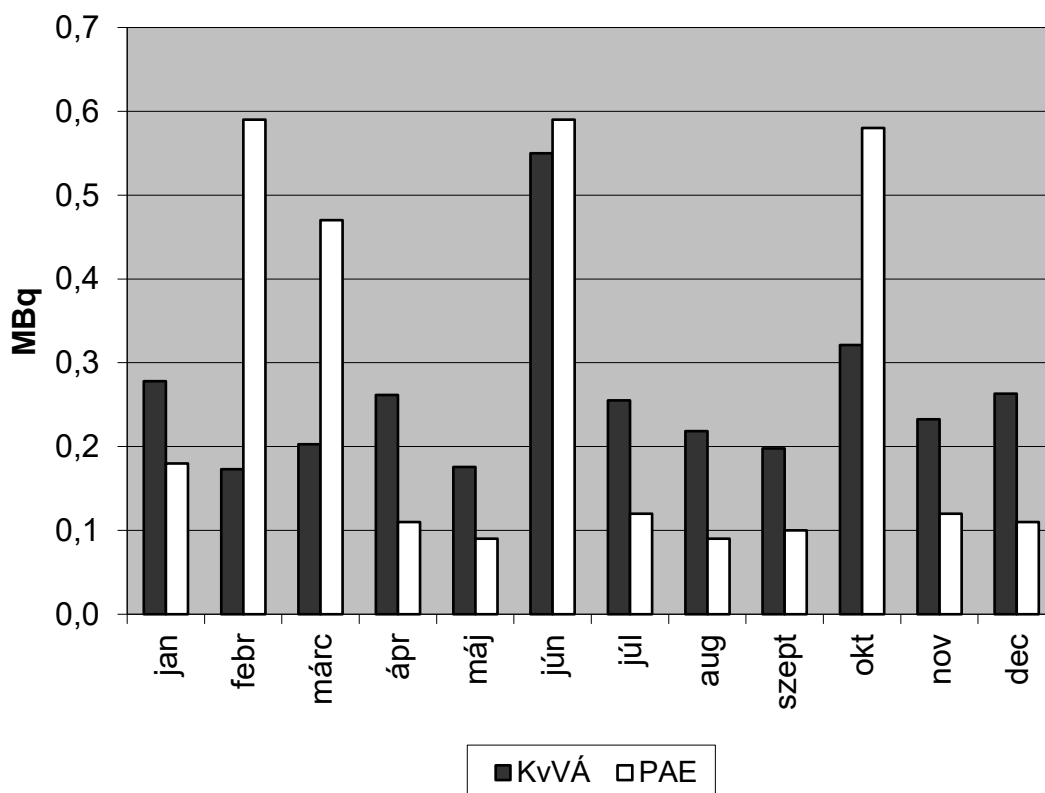
a táblázatban a blokki kibocsátásokat<sup>1</sup>, a 120 m-re vonatkozó korlátokat<sup>2</sup> és a teljes kihasználtságot<sup>3</sup> szerepeltetjük

Az aeroszol-kibocsátások 72%-a a 1.-2. blokk szellőzőkéményén keresztül történt, a két kiépítés kibocsátási arányai radionukliddól függően 0,8 – 11 közöttiek voltak. Az aeroszolak

teljes éves kibocsátásában, legnagyobb arányban (az egy napnál rövidebb felezési idejű izotópok nélkül) a  $^{76}\text{As}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ , és  $^{137}\text{Cs}$  izotópok szerepeltek (a  $^{144}\text{Ce}$  és  $^{106}\text{Ru}$  a magasabb kimutatási határuk miatt).

A kibocsátások évközbeni alakulásának, továbbá az üzemi és a hatósági mérési eredmények együttfutásának szemléltetésére a 7-3. ábrán bemutatjuk a légköri  $^{137}\text{Cs}$ -kibocsátást.

A hatóság által elfogadott éves kibocsátások meghatározásánál az üzem a három mintavevő ág közül (kettő heti és egy napi összegből képzett), amennyiben volt kimutatott érték a legnagyobb, ellenkező esetben, amikor minden kimutatási határ alatt van, akkor a legkisebb aktivitást eredményezőt veszi számításba. A KvVÁ minden esetben heti mintavételi ágot mér, aminek alacsony a kimutatási határa. Amennyiben nincsen kimutatott izotóp az aktuális hónapban, akkor ezek a kis mennyiségek kerülnek összegzésre. Az üzem összehasonlítja a heti eredményeket a napi gyakorisággal mértekkel, ahol a kimutatási határ a rövidebb mérési idő miatt jelentősen magasabb. Amikor a heti ágon nem, azonban a napi mérések során egy izotóp kimutatásra kerül, akkor a napi mérések összegéből (az egy darab kimutatott értékből és a hét többi napján a magas kimutatási határértékből) tevődik össze a legnagyobb aktivitást eredményező érték, ami jelentős eltérést mutathat a KvVÁ által mért értéktől.



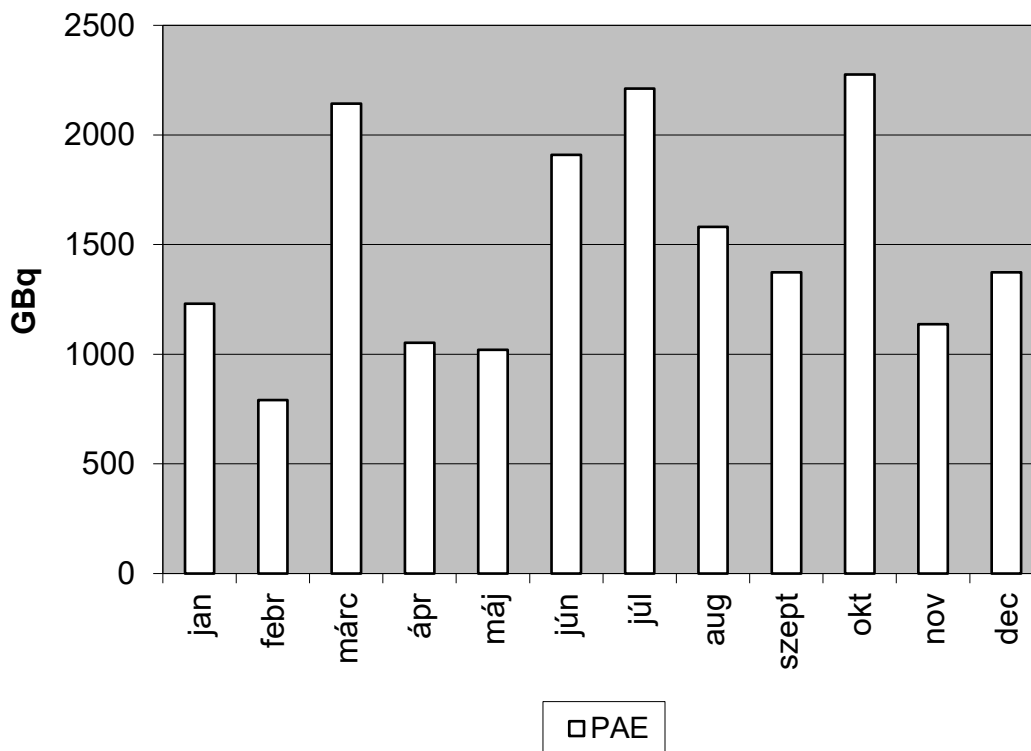
7-3. ábra

#### Havi légköri Cs-137 kibocsátások (leányelem nélkül) \*

\*Az esetenkénti eltérés oka elsősorban a hatóság (KvVÁ) és az üzem (PA Zrt) eltérő mintavételezéséből adódik (lényegében a hatóság egy mintavételi ágot mér, míg az üzem három mintavételi ág maximumát adja meg)

Megállapíthatjuk, hogy a nemesgázok izotóp-összetételében – az üzemzavart megelőző évekhez hasonlóan – újra az  $^{41}\text{Ar}$ , mint aktivációs termék volt a legjelentősebb izotóp (7-4. ábra).

Összességében – a légköri kibocsátásokat tekintve – a kibocsátási határérték kihasználás értéke a 2019. évhez hasonlóan igen kicsi, 0,078% volt, amelyben a legnagyobb súllyal az  $^{41}\text{Ar}$  és a  $^{14}\text{C}(\text{CO}_2)$  radionuklidok (együtt mintegy 75%-os arányban) szerepeltek. A Paksi Atomerőmű tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva, igen kismértékű légnemű kibocsátás mellett üzemelt 2020-ban is.



7-4. ábra  
Havi légköri Ar-41 kibocsátások

### 7.1.2 Folyékony kibocsátás

A vízzel történő radioaktív kibocsátások ellenőrzése egyrészt az ellenőrző tartályokból, másrészt a vízelvezető (V2 és V3-jelű) csatornákból vett minták mérésével folyik.

Minden, feltételezhetően radioaktív izotópot tartalmazó víz először az ellenőrző tartályokba kerül, ahol a tartály lezárását és keverését követően történik a mintavétel a vonatkozó „Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzata” (a továbbiakban: KIESz) szerint. Ezekből a mintákból a kibocsátott víztérfogattal arányos heti, havi és negyedéves átlagmintákat készít az üzem. Valamennyi tartálymintából – ellenőrzés céljából – az igényelt mennyiséget a hatósági laboratórium elviheti.

Évente általában 1000 körüli tartályürítés történik (az elmúlt évben 756 volt), ezekből a PA Zrt. heti átlagmintákat képez saját, és a hatósági laboratórium (BAMKH NF LO) részére, így az összes kibocsátásra került tartályvíz hatósági ellenőrzése megtörténik. A heti, havi és negyedéves átlagmintákat rendszeresen elszállítja izotópspecifikus vizsgálatokhoz.

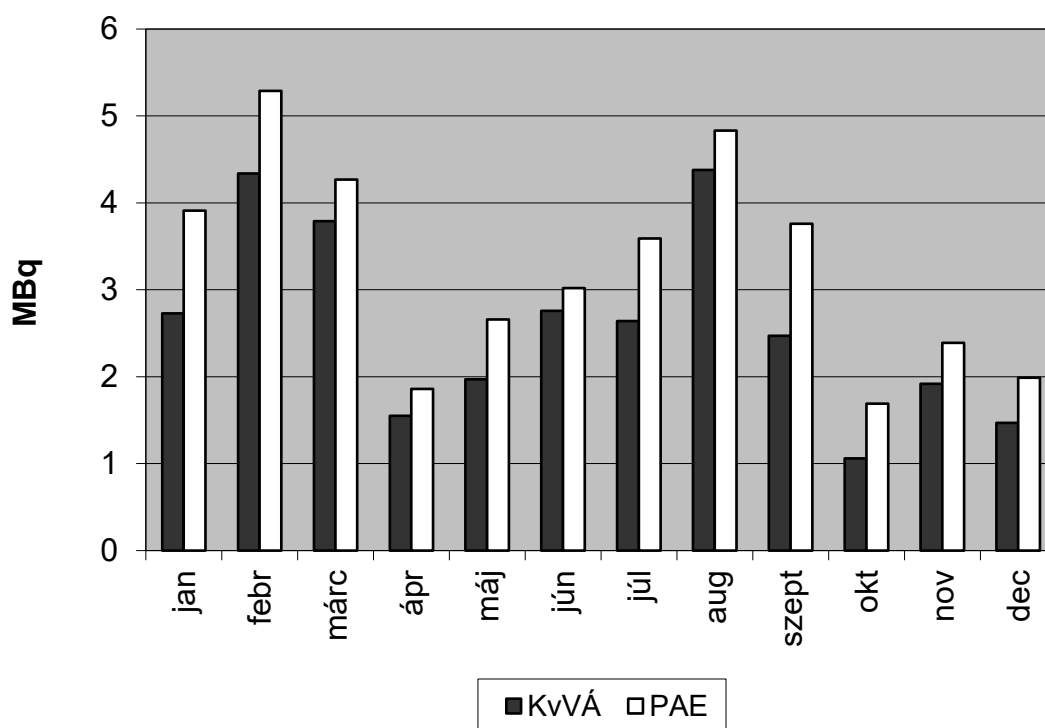
A befolyó és elvezető csatornák (V1, V2 és V3 jelű) vizének mérése, elsősorban az esetleg nem üzemszerűen távozó szennyeződések ellenőrzése céljából történik. A kibocsátási értékek a tartályokból kiengedett víz térfogatának és aktivitás-koncentrációjának segítségével határozhatóak meg pontosan.

A vízi kibocsátások ellenőrzése az egyes közegek (csatornák, tartályok vize) nuklidspecifikus mérésével történik. A méréseket az üzem rendszerint a mintavétel napján, illetve az azt követő héten dolgozza fel és méri. A BAMKH NF LO a V1 és V2 csatorna minták havi, a V3 csatorna minták havi, negyedéves, illetve szűrőpróbaszerű mintavételezését, valamint a tartályminták (TM és XZ) heti, negyedéves, szűrőpróbaszerű mintavételezését követően azonnali feldolgozás után vizsgálja.

A V1 és V2 csatornákból származó mintákban, a radionuklidok koncentrációja általában kimutatási határ alatti. Mivel ezeket a kimutatási határ értékével vesszük figyelembe, az eredmények felülbecsültek.

Az atomerőmű 2020-ban az ellenőrző tartályokból összesen 41945 m<sup>3</sup> vizet bocsátott a Dunába. A legjelentősebb korróziós termék (<sup>60</sup>Co) éves kibocsátott aktivitása harmadrésze, a hasadási termékek közül a <sup>137</sup>Cs éves kibocsátása mintegy 54-szer nagyobb volt a mérleg feletti (TM-jelű), mint a kommunális és laboratóriumi eredetű vizeknél (XZ és RZ-jelű). A TM:(XZ+RZ) térfogatok aránya a korábbi évekhez hasonlóan a 3:1 arányhoz közelített.

A kibocsátások év közbeni alakulásának, továbbá az üzemi és a hatósági mérési eredmények együttfutásának szemléltetésére a 7-5. ábrán bemutatjuk a folyékony kibocsátások egy jellemző radionuklidja, a <sup>60</sup>Co havi kibocsátásainak változását. A magasabb havi értékek a 3. és a 4. blokk karbantartásához köthetők.



7-5. ábra

Havi <sup>60</sup>Co kibocsátások a tartálymérések alapján



7-2. táblázat

A hatóság által jóváhagyott PA Zrt. tartálmérések alapján meghatározott éves kibocsátások, 2020.

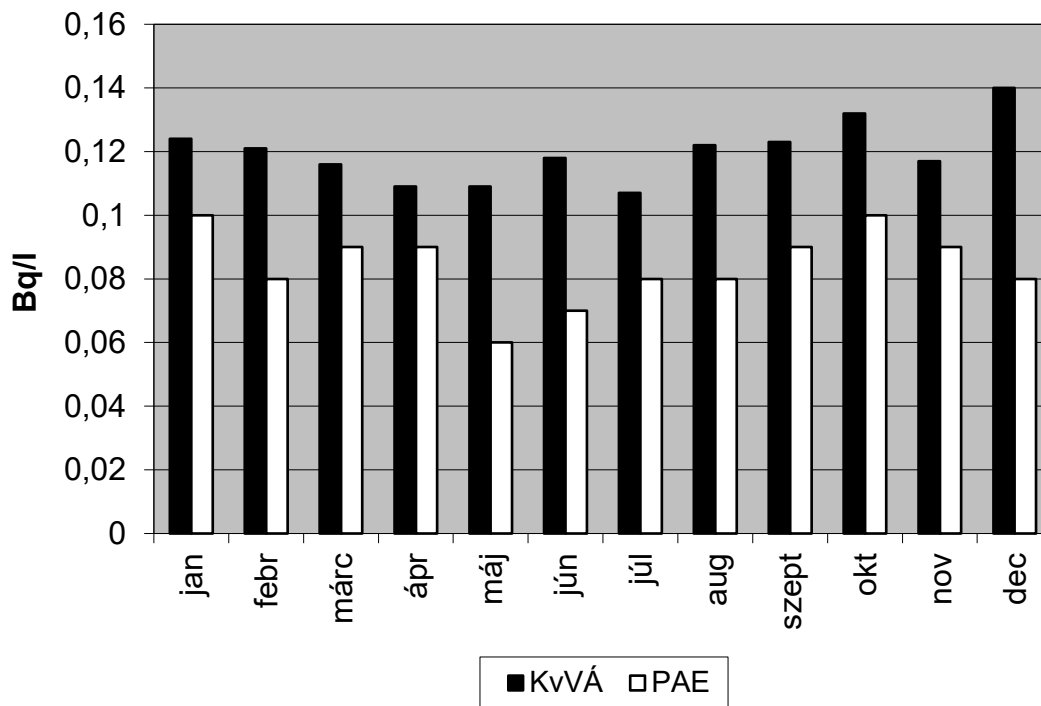
Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	A kibocsátási határérték kritérium kihasználtsága
<sup>3</sup> H	3,16E+13	2,90E+16	1,09E-03
<sup>14</sup> C	1,89E+09	3,10E+12	6,08E-04
<sup>89</sup> Sr	2,08E+06	1,20E+13	1,73E-07
<sup>90</sup> Sr *	1,75E+06	2,20E+12	7,95E-07
<sup>55</sup> Fe	1,39E+07	4,30E+13	3,24E-07
<sup>59</sup> Ni	1,30E+07	4,00E+14	3,26E-08
<sup>7</sup> Be	7,30E+07	3,00E+14	2,43E-07
<sup>51</sup> Cr	7,85E+07	2,70E+14	2,91E-07
<sup>54</sup> Mn	1,46E+07	1,00E+13	1,46E-06
<sup>58</sup> Co	9,31E+06	3,20E+12	2,91E-06
<sup>59</sup> Fe	1,63E+07	2,30E+12	7,10E-06
<sup>60</sup> Co	3,93E+07	9,50E+11	4,13E-05
<sup>65</sup> Zn	1,81E+07	1,40E+12	1,29E-05
<sup>95</sup> Nb	1,10E+07	2,10E+12	5,22E-06
<sup>95</sup> Zr	1,49E+07	8,50E+12	1,75E-06
<sup>99</sup> Mo	2,86E+07	1,30E+14	2,20E-07
<sup>103</sup> Ru	8,81E+06	9,00E+11	9,79E-06
<sup>106</sup> Ru *	7,47E+07	1,10E+12	6,79E-05
<sup>110m</sup> Ag	5,21E+07	2,00E+13	2,61E-06
<sup>124</sup> Sb	1,67E+07	9,50E+12	1,76E-06
<sup>125</sup> Sb	2,26E+07	1,10E+13	2,06E-06
<sup>131</sup> I	1,39E+07	2,70E+12	5,14E-06
<sup>134</sup> Cs	5,85E+07	6,50E+11	9,01E-05
<sup>137</sup> Cs *	2,06E+08	9,00E+11	2,28E-04
<sup>140</sup> Ba *	7,72E+07	5,50E+13	1,40E-06
<sup>141</sup> Ce	1,39E+07	2,10E+13	6,61E-07
<sup>144</sup> Ce *	1,06E+08	1,00E+13	1,06E-05
<sup>154</sup> Eu	1,43E+07	1,80E+12	7,93E-06
<sup>181</sup> Hf	1,00E+07	5,70E+13	1,76E-07
<b>U-csoport</b>	2,51E+04	7,50E+11	3,34E-08
<b>Pu-csoport</b>	3,68E+04	1,00E+12	3,68E-08
<b>Am-csoport</b>	6,25E+04	1,10E+12	5,68E-08
<b>Cm-csoport</b>	1,21E+04	2,60E+11	4,66E-08
Összesen (total):	-	-	<b>2,20E-03</b>

\* a kibocsátási határérték kritérium kihasználtsága számításánál a leányelemükkel együtt vettük figyelembe az adott izotópot

\*\* a hafnium éves korlátja 2017-ben lett jóváhagyva.

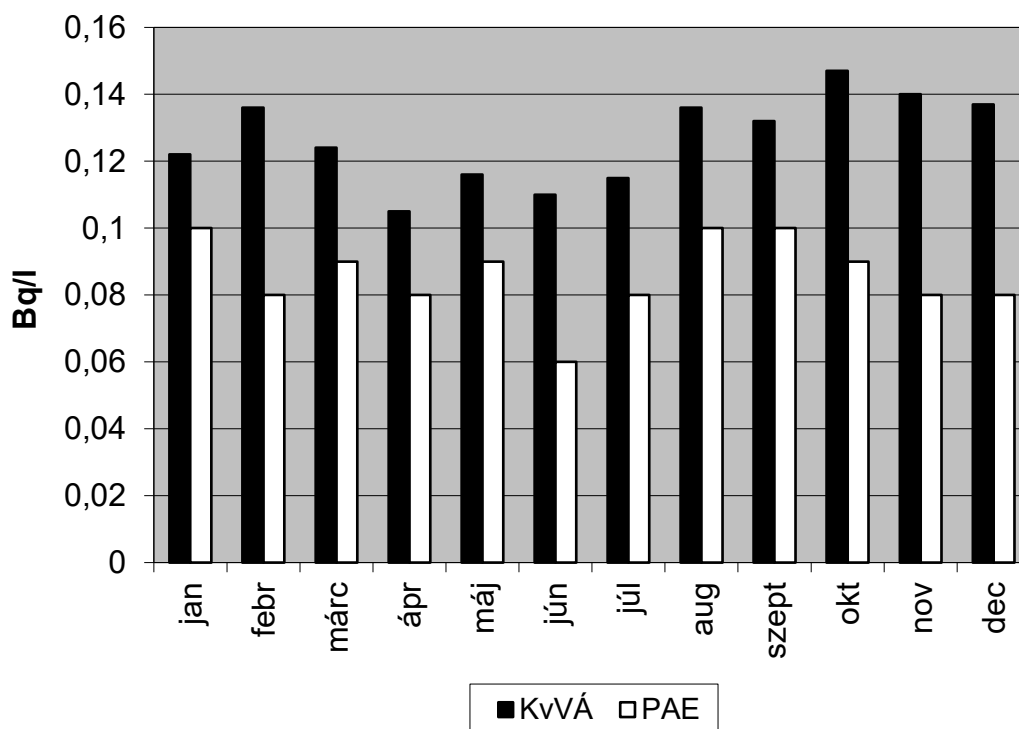
A 7-6., 7-7. és 7-8. ábrák a V1, V2 és V3 jelű helyen vett vízmintákban az üzem és a BAMKH NF LO által mért összes béta aktivitás-koncentrációk havi átlagértékeit mutatják.

A szennyvíz csatorna (V3) összes béta aktivitás-koncentrációja általában 10-80-szor volt nagyobb a hideg- (V1) és a melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációjánál.



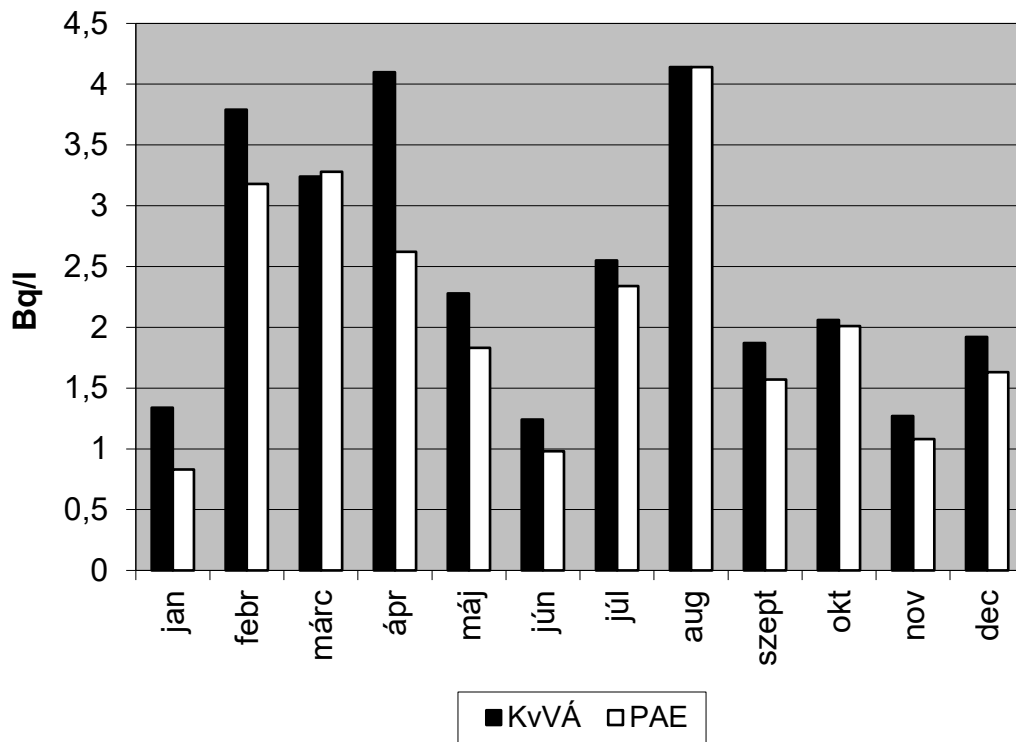
7-6. ábra

A hidegvízcsatorna (V1) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei



7-7. ábra

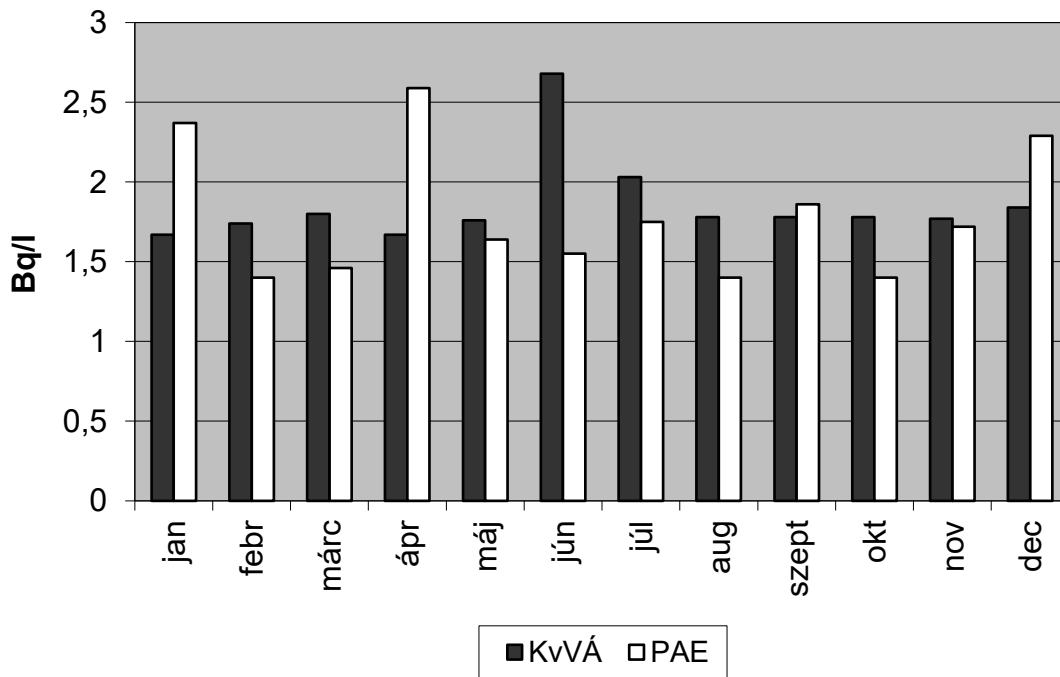
A melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei



7-8. ábra

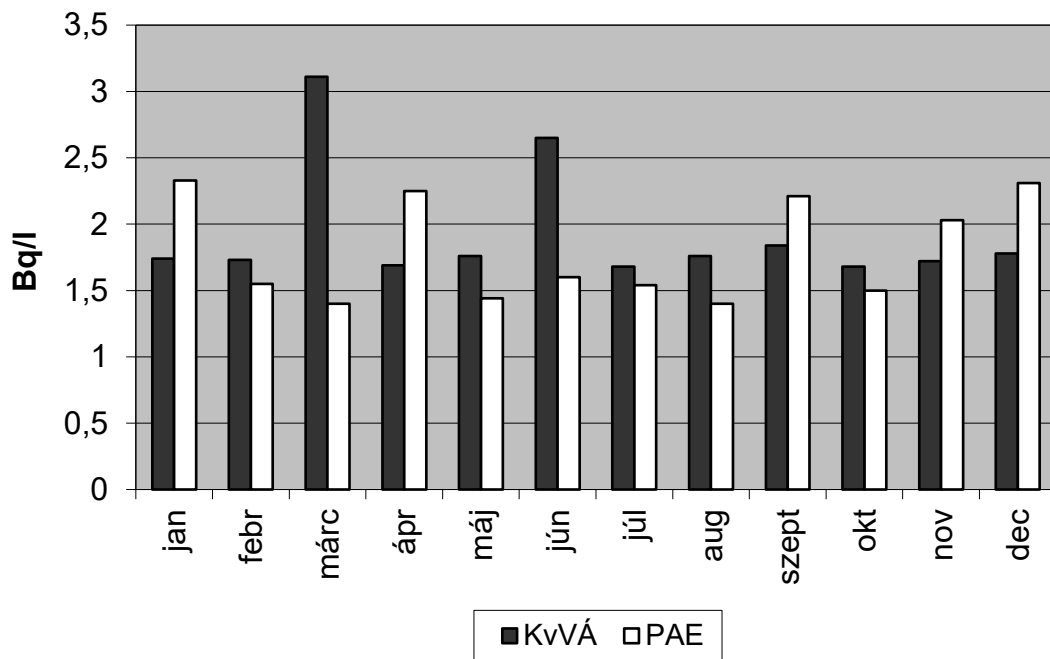
A szennyvízcsatorna (V3) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei

A 7-9., 7-10. és 7-11. ábrák az egyes csatornák trícium-koncentrációjának havi átlagait mutatják.



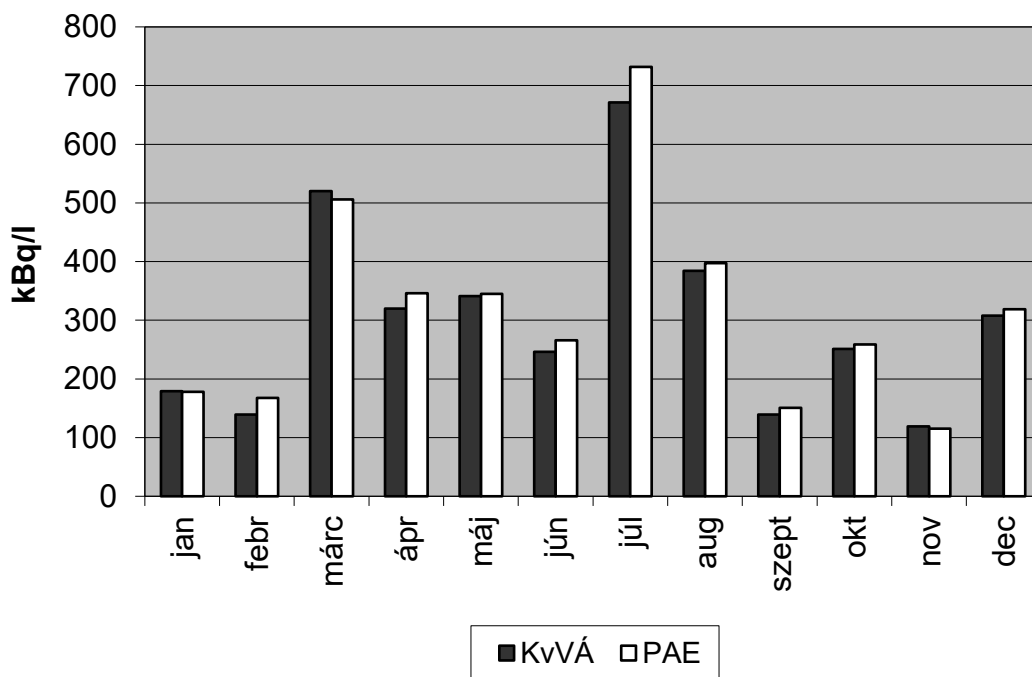
7-9. ábra

A hidegvízcsatorna (V1) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-10. ábra

A melegvízesatorna (V2) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-11. ábra

A szennyvízesatorna (V3) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei.

A hideg- és melegvízesatorna trícium-koncentrációjának a dunai értékkel (1-5 Bq/l) kell megegyeznie, a mérési adatok hasonló tartományban is mozognak. Az üzemi és hatósági adatokban az általában legfeljebb kétszeres eltérés a kis koncentrációkat tekintve elfogadható.

A ténylegesen kibocsátott trícium koncentrációja megbízhatóan a szennyvízcsatorna mintavételi pontján mérhető, havi értéke 100-700 kBq/l között változott. A hatósági adatok általában jól egyeztek az üzemiakkal, a korábbi években tapasztalt különbségek gyakorlatilag eltűntek.

A napi mintákból képzett havi átlagminták gamma-spektrometriai mérésével történt az izotóp-összetétel meghatározása (a V1 és a V2 mintáknál 15-15 dm<sup>3</sup>, a V3 mintánál 9 dm<sup>3</sup> víz bepárlási száraz maradékából). Kimutatási határ (1 mBq/dm<sup>3</sup> nagyságrendű érték) felett, mind a hideg-, mind a melegvízcsatorna mintáiban nem volt kimutatható mesterséges eredetű radioaktív izotóp.

A V3 minták átlagos radioizotópösszetétele a tavalyi évhez képest jelentősen nem változott. 2019-hez viszonyítva a folyékony kibocsátásokkal kikerült radioaktív izotópok közül a radiostroncium, és az alfa-sugárzók kibocsátása növekedett, míg a korróziós termékek a hasadási termékek, a radiokarbon és a trícium kibocsátása csökkent.

Összességében elmondható, hogy a folyékony kibocsátásokat tekintve is igen kicsi, mindössze 0,2% a kibocsátási határérték kritérium értéke, a kibocsátásokban legnagyobb súllyal a <sup>3</sup>H és a <sup>14</sup>C radionuklidok szerepeltek. A Paksi Atomerőmű tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva igen kismértékű folyékony kibocsátás mellett üzemelt 2020-ban is.

### 7.1.3 Megállapítások

Az atomerőmű környezeti sugárvédelmi ellenőrzése céljából, a hatósági intézmények 2020-ban összesen közel 11000 eredményt küldtek az adatfeldolgozó központba. A meghatározások vizsgálati irányonkénti megoszlásában az előző évekhez hasonlóan, a nuklidspecifikus mérések együttes részaránya több mint 80 %-os volt. A Paksi Atomerőmű légnemű radioaktív kibocsátása 2020-ban, az üzemzavart megelőző évekhez hasonló szinten volt. A nuklidspecifikus légnemű kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kritérium kihasználtság értéke 0,078 % volt.

A folyékony radioaktív kibocsátás ellenőrzése a gyűjtőtartályokból, valamint a vízvételi (V1) és vízelvezető (V2, V3) csatornákból vett minták vizsgálatára terjed ki.

A PA Zrt. a 2020. évben is maradéktalanul elvégezte az aktivitást hordozó vizek ellenőrzését. A hatósági laboratórium (BAMKH NF LO), a PA Zrt. laboratóriumaival heti, havi és negyedéves párhuzamos mintavételből származó átlagminták mérésével ellenőrzi az üzemi és a befogadóból származó vizeket. Főként a vízhasználat biztonsága, az esetleg illegális módon kikerülő radioaktív izotópok észlelése érdekében mintázzák az üzemi és a hatósági laboratóriumok egyaránt a hideg-, meleg- és szennyvízcsatornákat (V1, V2 és V3 jelű mintavételi helyek).

A melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációja közel azonos volt a bejövő hűtővíz koncentrációjával, míg a szennyvíz (V3) csatornában - amely az atomerőművi hulladékvizek tényleges kibocsátási útvonala - ezekhez képest kb. 10-15-szörös összes béta-koncentráció alakult ki. Jóval nagyobb és erősen ingadozó a kikerülő szennyvíz (V3-csatorna) trícium koncentrációja. A vízzel kibocsátott aktivitás meghatározása, megbízhatóan az ellenőrző tartályokból leeresztett vizek mérésével történik. A nagyobb részt üzemi, kisebb részben hatósági mérésekre alapozott folyékony kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kritérium kihasználtságának értéke 2020-ban a korábbiakhoz hasonló, 0,2% volt.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az üzem a tárgyévben betartotta a kibocsátásokra előírt hatósági korlátokat.

A környezeti minták többségénél – a talaj, szedimentum minták kivételével – a csernobili eredetű szennyeződés már nem, vagy csak nagy hibával volt mérhető.

A légköri aeroszol és fall-out vizsgálatok alapján – az előző évhez hasonlóan – atomerőművi eredetű radioizotóp nem volt kimutatható.

A Duna rendszeres monitorozása az erőmű előtt Paksnál és Dunaföldvárnál, utána pedig Gerjennél, Kalocsánál, Bajánál és Mohácsnál történik. Itt erőművi eredetű nuklid nem volt kimutatható.

A felszíni vizek üledék mintáiban, illetve a talajban a csernobili eredetű <sup>137</sup>Cs-koncentrációja az alapszintet még meghaladja.

A környezeti dózisteljesítmény 20-30%-os földrajzi, évszakos stb. ingadozása mellett, az erőműből származó kis sugárterhelés méréssel nem mutatható ki.

Az erőmű 2020. évi üzemelése során a környezet radioaktív szennyeződése miatt hatósági intézkedésre nem volt szükség.

A kibocsátásokra vonatkozó hatósági határérték kritérium kihasználtságának értékei láthatóak a 7-3. táblázatban. Az értékek azt tükrözik, hogy az üzem több nagyságrenddel a megállapított határértékek alatt működött 2020-ban.

7-3. táblázat

A kibocsátási határérték kritérium kihasználtság értékei 2020-ban

Kibocsátási határérték kritérium	Kihasználtság (%)
Légnemű kibocsátásokra	0,078
Folyékony kibocsátásokra	0,20
Összesen	0,28

7-4. táblázat a kibocsátásokat nemzetközi összehasonlításban tartalmazza. Látható, hogy a Paksi Atomerőműnél a légköri jód és a vízi hasadványtermék kibocsátások a világátlag alattiak, a többi e feletti.

7-4. táblázat

A villamosenergia termelésre (1 GW·év egységre) normál radioaktív kibocsátások 2020-ban a PWR típusú reaktorokra vonatkozó nemzetközi összehasonlításban.[14] (Az erőmű 2020-ban 1,7 GW·év elektromos energiát termelt.)

Kibocsátás	Mennyiség	PAE	UNSCEAR (1998-2002)
légköri	nemesgáz összesen (TBq)	30	11
	aeroszol összesen (GBq)	1,2	0,03
	H-3 (HT + HTO) (TBq)	4,3	2,1
	C-14 (CO <sub>2</sub> +szerves) (TBq)	0,74	0,22
	jódok (I-131 egyenérték) (GBq)	0,042	0,3
folyékony	korróziós és hasadványtermékek összesen (GBq)	1,0	11
	H-3 (TBq)	32	20

Az összevetésből kitűnik, hogy a 2020. évi paksi légköri kibocsátások adatai, – a radiojódokat kivéve – fölötté vannak a PWR típusú reaktorok 1998-2002. közötti világtárgának, amely a reaktorok életkorával, a kibocsátott izotópok meghatározásával és a 4. blokki kismértékű inermetikussággal függ össze. A korróziós és hasadási termékek látszólagos növekedése azzal magyarázható, hogy az új szabályozás szerint a kibocsátási adatokat izotópszelektív mérésekből határozza meg az atomerőmű, a nem mért izotópokat pedig a kimutatási határértékkal veszi figyelembe. A radiojódok kibocsátása alatta van a világtárgnak, viszont a nemesgázok, légnemű trícium és radiokarbon kibocsátási értékei magasabbak. Összességében 2020-ben az atomerőmű kibocsátásai az előző évhez hasonlóak.

Az érzékeny mérések ellenére is előfordul, hogy a mérendő aktivitás a kimutatási határnál kisebb. Megállapodás szerint a korlátozás alá eső radioaktív komponensek esetén, a kimutatási határ alatti értékeknél a kimutatási határt jegyezzük fel, s a feldolgozás ezen értékkel történik. Az így kapott átlagérték a valódinál mindig nagyobb lesz, azaz felülbecslést végzünk. A hatóságilag szabályozott mennyiségeknél a kimutatási határ általában nagyságrendekkel a megállapított korlátnak megfelelő érték alatta van.

## **7.2 A Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló kibocsátásai**

### **7.2.1 A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése**

A telephely felszíni vízkörnyezeti kibocsátásának számítását a csapadék mennyiségéből végeztük. A csapadék havi mennyiségéből, illetve a mintázott csapadékvízben mért izotópkoncentráció ismeretében számítottuk a kibocsátott nuklidmennyiséget. A csapadéokra vonatkozó adatokat az OMSZ által a telephelyen üzemeltetett időjárásfigyelő állomás gyűjtötte.

A csapadékvizek esetében konzervatívan úgy vesszük, hogy az ellenőrzött területre 2020. év során lehullott 577 mm csapadék 100%-a távozott olyan megoszlásban, hogy 1135 m<sup>2</sup> gyűjtőterületről származó mennyiség az Ua1 aknán keresztül, illetve 900 m<sup>2</sup> gyűjtőterületről származó csapadékvíz mennyiség az Ua2 aknán keresztül folyt a Roclába.

A csapadékgyűjtő aknák esetében a havonta végzett trícium aktivitáskoncentráció meghatározások értékei (~0,14-1,73 Bq/dm<sup>3</sup>) időszakos ciklikus változást követve összevethetők a magyarországi csapadékvizekével, az értékekben a természetes szezonális ingadozás tapasztalható mindkét akna esetében párhuzamosan. Mindkét akna gyűjtött csapadékvíz mintáikban a mért radiokarbon aktivitáskoncentráció nagyságrendekkel a vonatkozó KöM rendelet előírásainak teljesíthetőségére alkalmas igényelt kimutatási határ (0,1 Bq/dm<sup>3</sup>) alatt volt (~6,76E-03 és 7,30E-03 Bq/dm<sup>3</sup>). Emellett a Sr-90 nuklid éves átlagkoncentrációja mindkét akna esetében KH alatt (<2,83E-02 Bq/dm<sup>3</sup> és <3,59E-02 Bq/dm<sup>3</sup>) alakult.

Sem a csapadék-, sem a szivárgó drain, sem a telephely közös vízkörnyezeti kibocsátási pontjaként üzemeltetett Rocla kifolyó esetében mesterséges eredetű izotópok nem voltak kimutathatók a gamma spektrometriai vizsgálatokkal. Mind a csapadékvíz tárolók, mind a Rocla-ból vett minták esetében csak természetes eredetű izotópok voltak jelen KH fölött.

A havi csapadék mennyiségével, a vonatkozó trícium koncentrációkkal számolva a felszíni telephelyről folyékony formában kibocsátott, becsült trícium össz mennyisége: 9,01E+05 Bq/év.

A kibocsátott vizek C-14 és Sr-90 értékei sem utalnak anomális kibocsátásra. A csapadékaknákban gyűjtött éves átlagminta vonatkozó koncentrációjából, a számított csapadékmennyiségéből a telephely föld felszíni létesítményének becsült radiokarbon kibocsátása folyékony formában: 8,6E+03 Bq/év, becsült Sr-90 kibocsátása 3,8E+04 Bq/év.

Összefoglalóan elemezve a mérési eredményeket, figyelembe véve a nullszintmérések eredményeiből származtatott, felszíni vizekre vonatkoztatott referenciaértékeket, a telephely felszíni vízkörnyezeti kibocsátása a környezetre nem számottevő, az eredményekben tendencia nem figyelhető meg.

### **7.2.2 A földfelszíni telephely légnemű kibocsátás értékelése**

A földfelszíni telephely légkörnyezeti kibocsátását a technológiai épület szellőzőkéményében (LK1 kibocsátási pont) elhelyezett automata mintavevő berendezés mintáiból képzett trícium és radiokarbon, az F&J típusú aeroszol mintagyűjtő szűrőjéből végzett gamma- és összesbéta aktivitásmérés adatok alapján határozzuk meg. A minta elvezetése a folyamatosan mérő aeroszol monitor részére 12x2 mm átmérőjű impulzus csővezetékekkel történik, a mérőeszköz 3,6 m<sup>3</sup>/óra levegőt szív el a kéményből. Az F&J típusú mintavevők szűrőkorongjait kétheti (illetve a telítődés függvényében heti) rendszerességgel mintáztuk és mértük. A kombinált H-3 és C-14 mintavevő a működéséhez óránként ~10 liter mintát igényel, a mintagyűjtési ciklusidő 2 hónap.



A kémény F&J típusú aeroszol szűrőjén átáramló nagy mennyiségű légtömeg által hordott aeroszol aktivitás reprezentálja a légkörbe kikerülő gamma aktivitás mértékét, valamint ez szolgál az esetlegesen kijutható mesterséges izotópok indikációs kimutatására az összesbéta mérések alapján. A mérések során a kéményen keresztül a légkörbe jutó szennyezők között mesterséges gamma sugárzó radioizotópot nem mutattunk ki. Az LK-1 ponton kibocsátott levegő radiológiai minőségét tekintve nagyságrendileg összevethető a kültéren (bármely állomás) észleltekkkel.

Az egész éves mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében (LK-1) mért C-14 aktivitáskoncentráció a 2020 évben átlagosan  $4,66E-02$  Bq/m<sup>3</sup> (szervetlen formában) és  $4,67E-02$  Bq/m<sup>3</sup> (szervetlen + szerves formában). A légtechnikai berendezés gépkönyvi maximális napi teljesítményét figyelembe véve ( $354400$  m<sup>3</sup> naponta) a 2020. évben a föld felszíni technológiai létesítmény  $1,27E+07$  Bq C-14 aktivitást juttatott a légkörbe.

Az egész éves mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében (LK-1) mért H-3 aktivitáskoncentráció a 2020. évben átlagosan  $3,24E-02$  Bq/m<sup>3</sup> HTO és  $2,09E-02$  Bq/m<sup>3</sup> a HT+ szénhidrogének formájában. A légtechnikai berendezés gépkönyvi maximális napi teljesítményét figyelembe véve ( $354400$  m<sup>3</sup> /nap) konzervatív számítással a 2020. évben  $6,64E+06$  Bq H-3 aktivitást juttatott a légkörbe, miközben a kibocsátási határérték  $1,09E+14$  Bq/év. Az LK-1 kéményen kibocsátott trícium és radiokarbon koncentrációja a levegőben nagyságrendileg összevethető az aktuális, bármely környezeti állomáson azonos időszakban mért értékekkel. Látható, hogy a technológiai csarnokban tárolt hulladékból származó kibocsátás nagy érzékenységgel mérés technikával detektálható, ám mindemellett elhanyagolható mértékben járul hozzá a trícium, radiokarbon kibocsátáshoz. A technológiai épület szellőzőkéményén a környezetbe kibocsátott trícium és radiokarbon mennyiség nagyságrendekkel alatta van a kibocsátási korlátnak, tehát a lakosság kritikus csoportjára vonatkozó dóziszjáruléka minimális.

### 7.2.3 A felszín alatti térrész légköri kibocsátásának értékelése

A radiológiai monitoring keretein belül az ellenőrzött zóna határánál gyűjtöttünk légköri mintákat, melyeket szerves és szervetlen formában jelenlévő radiokarbon és trícium mérésekhez használtunk fel.

Az ellenőrzött zóna határánál végzett CO<sub>2</sub> és CO<sub>2</sub> + C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> mérések C-14 átlagértékei – rendre  $4,07E-02$  Bq/m<sup>3</sup>, illetve  $4,11E-02$  Bq/m<sup>3</sup> – sem utalnak anomáliára figyelembe véve a felszínre vonatkozó nullszint referenciaértéket ( $4,0-4,4E-02$  Bq/m<sup>3</sup>). A levegő páratartalmából mért trícium átlagértékek (HTO:  $1,34E-02$  Bq/m<sup>3</sup>, HT:  $1,36E-02$  Bq/m<sup>3</sup>) a szabad levegőn lévő értékekkel és a már említett nullszint referenciaértékkel ( $2,0E-02$  Bq/m<sup>3</sup>) összevethetők. Mindkét izotópra vonatkozó mérés sorozat arra utal, hogy a rendkívül intenzív mesterséges levegőcsere határozza meg a levegő nuklidtartalmát, gyakorlatilag a külső levegővel közel megegyező minőségű közeget létrehozva.

A felszín alatti térrész kibocsátási pontjánál nagyobb mintamennyiség vételére alkalmas F&J típusú mintavevőket üzemeltettünk. Az aeroszol gyűjtő korongokat kétheti – vagy telítődéstől függően heti – rendszerességgel cseréltük és gamma-, valamint összesbéta méréshez használtuk fel.

A mérések során a felszín alatt gyűjtött szennyezők között mesterséges gamma sugárzó radioizotópot nem mutattunk ki. Az összesbéta mérések az „A” típusú állomásokon elhelyezett környezeti mintavevőkkel megegyező nagyságrendű eredményeket adtak ( $\sim E-03$  -  $E-04$  Bq/m<sup>3</sup>), ami megerősíti, hogy a kibocsátási útvonalon mesterséges izotópokat jelenleg nem bocsátunk ki, a mérnöki gátak ellátják funkcióikat.

A fentiekben említett aerosol mintavevőkkel azonos helyszíneken a levegőben mérhető radon koncentráció nyomon követését is végrehajtottuk. A radon mennyiségét elsősorban az anyag Ra-226 aktivitáskoncentrációja határozza meg. 2020 évben a mesterséges szellőztetés napi 24 órában folyamatosan zajlott, mely mellett a radonkoncentráció átlagosan 20-38 Bq/m<sup>3</sup>/nap között volt mérhető.

A 2020. évi mért értékekre vonatkozóan kijelenthetjük, hogy a radonszint ingadozása természetes folyamatok eredménye tekintettel arra, hogy a betárolt hulladék nem ad járulékot. A vágatban mérhető radonkoncentráció esetén a hulladékból származó Rn-222 járulék mennyisége elhanyagolható, meghatározó eredetként a gránit kőzet nevezhető meg, melyből emanációs, diffúziós és exhalációs folyamatok révén jut ki. A konzervatívan becsült éves radon kibocsátás a légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve, 29,3 Bq/m<sup>3</sup> átlagos koncentrációval számolva: 2,75E+10 Bq/év.

#### 7.2.4 A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése

A tárolókamra nyaktagok és a felszín alatti térrész ellenőrzött zsompja vizsgálati pontokként kerül figyelembevételre a H-3 és C-14 nuklidokra vonatkozóan - melyek megjelenését elsőként várjuk a kibocsátási útvonalon. A vízminták C-14 (ellenőrzött zsomp: 7,013E-03 Bq/dm<sup>3</sup>), H-3 (ellenőrzött zsomp: 3,79E-02 Bq/dm<sup>3</sup>) és Sr-90 (ellenőrzött zsomp: <5,0 E-02 Bq/dm<sup>3</sup>) átlagos éves eredményeihez elmondható, hogy a felszín alatti térrész gyűjtött vizek esetében mind az aktivitáskoncentrációja a felszíni vizeknél mértek alatt van.

A vízminták gamma spektrometriai és összesbéta mérési eredményei során mesterséges eredetű vagy arra utaló izotóp jelenlétét nem mutattuk ki, ami azt erősíti meg, hogy az I-K1 kamrában tárolt hulladék mérnöki gátjai (hordó, monolitblokk) intaktak.

Az ellenőrzött zóna felszín alatti térrészből kibocsátott vízmennyiség a 2020. évben 21034 m<sup>3</sup> volt. Az erre a mennyiségre számított vízkörnyezeti C-14 kibocsátás: 1,55E+05 Bq/év. Tríciumra ez az érték hasonló számítással: 7,95E+05 Bq/év.

#### 7.2.5 Megállapítások

A monitoring program végrehajtásával nyert mérési adatok (trícium, radiokarbon, stroncium értékek), az ezek alapján számított értékek elemzése azt mutatja, hogy a telephely nem bocsátott ki az előírt határértéket akár csak nagyságrendileg megközelítő mértékben sem radioaktív hulladékból származó radionuklidot. Ezt a tényt a gamma-spektrometriai és összesbéta mérések megerősítik. A kibocsátási értékek nem érték el a létesítmény éves kibocsátás határértékeinek 30 százalékát, nem volt jelentési kötelezettséget elérő normál üzemi kibocsátás.

#### 7.2.6 A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése

##### 7.2.6.1 A telephely felszíni és felszín alatti összesített légköri kibocsátásának értékelése

A kibocsátási határérték kritérium (a továbbiakban: KHK) teljesülését – a hatósági előírások szerint – az alábbi összefüggés alapján igazoljuk:

AKHK:

$$\sum_{ij} \frac{R_{ij}}{EL_{ij}} \leq 1$$

ahol:

EL<sub>ij</sub> = az i radionuklid, illetve radionuklid csoport j kibocsátási módra (légnemű, vagy folyékony) vonatkozó kibocsátási határértéke [Bq/év]

$R_{ij}$  = az i radionuklid, illetve radionuklid csoport j kibocsátási módra (légnemű, vagy folyékony) vonatkozó éves kibocsátása [Bq/év]

A kibocsátási határérték kritériumok teljesülésére vonatkozó adatok táblázatos formában a következőkben kerülnek bemutatásra:

**7-5. táblázat**

**A radioaktív hulladék-tároló légköri kibocsátásaira meghatározott kibocsátási határértékek (100 µSv/év dózismegszorítás a lakosság kritikus csoportjára)**

Radionuklid	Felszíni $R_i$ légnemű [Bq/év]	Felszín alatti $R_i$ légnemű [Bq/év]	Felszíni és felszín alatti összesített érték $\sum R_i$ légnemű [Bq/év]	$EL_i$ légnemű [Bq/év] (Kibocsátási határérték)	$\frac{R_{ilégn}}{EL_{ilégn}}$
<b>H-3</b> (vízgőz)	6,64E+06	2,54E+07	3,20E+07	1,09E+14	2,94E-07
<b>C-14</b>	1,21E+07	7,68E+07	8,89E+07	5,67E+11	1,57E-04
<b>Rn -222</b>	1,89E+09	2,75E+10	2,94E+10	4,97E+12	5,92E-03
$\sum_{ilégn} \frac{R_{ilégn}}{EL_{ilégn}}$ (KHK-érték)					6,07E-03

A felszíni légkörnyezeti kibocsátás a technológiai épület kéménynél, a felszín alatti az alsó zónahatáron mért eredmények alapján került kiszámításra. A kimutatási határt el nem érő egyéb izotópokat, illetve mérési eredményeket jelen esetben nem vettük számításba.

A légkörnyezeti kibocsátás 2020. évben a mérési adatok alapján a korlát **0,61 %-a** volt.

### 7.2.6.2 A telephely felszíni és felszín alatti összesített folyékony kibocsátásának értékelése

A felszíni kibocsátás az Ua1, Ua2 csapadékgyűjtő aknák, a felszín alatti kibocsátás az ellenőrzött zomp mintáinak mért eredményei alapján került kiszámításra. A kimutatási határt el nem érő Sr-90 izotóp mérési eredményeket konzervatív megközelítésként jelen esetben a kimutatási határ értékével vettük számításba.

A vízkörnyezeti kibocsátás 2020 évben a mérési adatok alapján a korlát 0,055 %-a volt.

7-6. táblázat

A radioaktív hulladék-tároló vízi kibocsátásaira meghatározott kibocsátási határértékek (100  $\mu$ Sv/év dózismegszorítás a lakosság kritikus csoportjára)

Radionuklid	Felszíni összesített érték $R_{i \text{ folyékony}}$ [Bq/év]	Felszín alatti összesített érték $R_{i \text{ folyékony}}$ [Bq/év]	Felszíni és felszín alatti összesített érték $\sum R_{i \text{ folyékony}}$ [Bq/év]	$EL_{i \text{ folyékony}}$ [Bq/év] (Kibocsátási határérték)	$\frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$
<b>H-3</b> (vízgőz)	9,01E+05	7,96E+05	1,70E+06	1,02E+13	1,66E-07
<b>C-14</b>	8,60E+03	1,55E+05	1,63E+05	3,48E+09	4,69E-05
<b>Sr-90</b>	3,80E+04	6,75E+05	7,13E+05	1,43E+09	4,99E-04
$\sum_{i \text{ folyé}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ $\sum_{i \text{ folyé}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ (KHK-érték)					5,46E-04

### 7.3 A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló kibocsátásai

A püspökszilágyi RHFT környezeti kibocsátási korlátait a BMKH által 3271-12/2016. számon kiadott környezetvédelmi működési engedély határozza meg.

A püspökszilágyi RHFT esetében radioaktív kibocsátás az üzemi épületből és a végleges tároló területéről történhet. 2020. évben a radioaktív hulladékok beszállítása, feldolgozása és elhelyezése során hatósági korlátot meghaladó radioaktív anyag kibocsátás nem történt. Az illetékes környezetvédelmi hatóság felé a jogszabályokban előírt jelentési kötelezettségeknek a püspökszilágyi RHFT eleget tett. A környezetvédelmi hatóság ellenőrzései során hiányosságok nem merültek fel. A környezetvédelmi hatóság a kibocsátásellenőrzésbe tartozó aeroszol, valamint csapadékvíz mintákat a püspökszilágyi RHFT környezeti laboratóriumával, valamint a külső vállalkozóval párhuzamosan vizsgálja.

Légnemű kibocsátás az üzemi épület szellőző rendszerén keresztül történik, mely során jellemzően légnemű ( $^3\text{H}$  és  $^{14}\text{C}$ ) izotópok kerülnek kibocsátásra több nagyságrenddel a kibocsátási korlát alatti mennyiségben.

Az üzemeltetési tevékenység során az üzemi épületben mosásból, tisztálkodásból és felmosásból származó kis mennyiségű kommunális szennyvizet  $25\text{ m}^3$ -es zárt tartályban gyűjtik. Jelenlegi üzemeltetési körülmények között a tartály általában évente egy alkalommal telik meg. Az így keletkező kommunális, folyékony hulladékot a BMKH által 3271-12/2016. számon kiadott környezetvédelmi működési engedélye alapján a püspökszilágyi RHFT közcsatornába bocsátja. Az itt kibocsátott radioaktív izotópok mennyisége az elmúlt években több nagyságrenddel a kibocsátási korlát alatt marad. 2020-ban ezen az útvonalon egy alkalommal történt kibocsátás.

A csapadékvizek a víz minőségének ellenőrzését követően, a csapadékgyűjtők átereszeinek megnyitásával, a csapadékelvezető árkon keresztül kerülnek kibocsátásra a befogadóba, mely a Szilágyi-patak. A telephely üzemeltetése során a csapadékgyűjtőkből kibocsátott vízzel kibocsátott radioaktív izotópok mennyisége több nagyságrenddel a kibocsátási korlát alatti.

#### 7.3.1 Üzemi épület kibocsátásainak ellenőrzése

Az üzemi épületben a gáz állapotú radioaktív izotópok forrásai az épület pinceszintjén, az Átmeneti Tárolóban tárolt trícium és/vagy radiokarbon tartalmú hulladékok, valamint a kezelés alatt álló folyékony hulladékok. A hulladékcsomagokból a  $^{222}\text{Rn}$ , a  $^3\text{H}$  és a  $^{14}\text{C}$  légnemű formában tud kiszabadulni.

2020-ban a kibocsátások számításakor a teljes évre konzervatívan a szellőző rendszer által névlegesen elszívott  $9600\text{ m}^3/\text{h}$  levegő elszívási teljesítményt vettük figyelembe.

A tárolásból és hulladékfeldolgozásból származó trícium és radiokarbon kibocsátás a szellőzőkéményben üzemelő trícium-radiokarbon mintavevők adataiból és a névleges szellőzési teljesítményből ( $9600\text{ m}^3/\text{h}$ ) került meghatározásra. A mért kibocsátásokat és a korábbi évek mérési eredményeit a 4. és 5. ábrák ismertetik. Az ábrák alapján megállapítható, hogy az éves trícium kibocsátás ( $3,31\text{E}+10\text{ Bq}/\text{év}$ ) az elmúlt évhez képest kis mértékben csökkent a korábbi évekhez viszonyítva nem tapasztaltunk jelentős változást. A radiokarbon kibocsátás ( $4,89\text{E}+10\text{ Bq}/\text{év}$ ) az előző évekhez képest kis mértékben emelkedett, az éves kibocsátás nem éri el a kibocsátási korlát egy százalékát.

Az éves radon kibocsátás az üzemi épületben elhelyezett aeroszol monitorok mérési eredményei és a szellőző rendszer névleges térfogatárama alapján  $1,65\text{E}+09\text{ Bq}/\text{év}$  értékre adódott.

Az üzemi épület kéményébe telepített aeroszol mintavevőből származó mintákban mesterséges eredetű izotópokat 2020-ban nem mutattak ki.

### 7.3.2 Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése

A 100 m<sup>3</sup>-es csapadéktározó medence az „A” típusú hulladéktárolók környezetében, a III. és IV. medencesorról gyűjti össze a csapadékvizeket. A 60 m<sup>3</sup>-es csapadéktározó medence az A típusú I. és II. medencesorról és a „B”, „C” és „D” tárolók környezetéből gyűjti a csapadékvizet. A csapadéktározók vizei kibocsátás előtt, illetve amennyiben nincs kibocsátás, akkor félévente kerülnek mintázásra.

2020-ban a 100 m<sup>3</sup>-es csapadéktároló medencéből 8 alkalommal, összesen 639,33 m<sup>3</sup>, míg a 60 m<sup>3</sup>-esből 14 alkalommal összesen 690,12 m<sup>3</sup> csapadékvizet bocsátottunk ki a befogadóba. A vizsgált minták gamma-spektrumában technológiai eredetű szennyeződésre utaló <sup>137</sup>Cs és <sup>60</sup>Co izotópok jelenléte nem volt kimutatható.

A 100 m<sup>3</sup>-es csapadéktárolóban mért <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentráció 2020-ban minden minta esetében kimutatási határ (0,03-0,05 Bq/dm<sup>3</sup>) alatt maradt.

A 60 m<sup>3</sup>-es csapadéktárolóban vizsgált vízminták <sup>90</sup>Sr koncentrációja 2020-ban minden esetben kimutatási határ (0,03-0,05 Bq/dm<sup>3</sup>) alatt maradt.

A telephelyről származó, csapadékvízzel kibocsátott trícium mennyisége 11,6 MBq, a <sup>14</sup>C izotóp mennyisége 321 kBq, a <sup>90</sup>Sr 51,2 kBq volt.

2020-ban az ellenőrzött zóna felmosásából gyűjtött szennyvízzel egy alkalommal telt meg a 25 m<sup>3</sup>-es szennyvíztároló. A közcsatornába kibocsátott <sup>3</sup>H mennyisége 1,23 MBq, a <sup>14</sup>C izotóp mennyisége 113 kBq, a <sup>90</sup>Sr 250 Bq, a <sup>241</sup>Am 4,5 kBq és a <sup>137</sup>Cs mennyisége 1,25 kBq volt.

2020-ban a becsült folyékony közegbe történt kibocsátás nagyságrendekkel BMKH 3271-12/2016. számon kiadott püspökszilágyi RHFT környezetvédelmi működési engedélyében meghatározott kibocsátási korlát alatt maradt.

### 7.3.3 Tárolóterületi gázdifúzió ellenőrzése

Légköri kibocsátásként a hulladékot tartalmazó hordókból gázdifúzióval távozó gázokat, ill. elhelyezésekor, a tárolók megnyitásakor a légkörbe távozó aktivitást kell figyelembe venni.

Az üzemi épület melletti PSZ-2 mintavevő a püspökszilágyi RHFT üzemi épület kéményhez képest az uralkodó széliránynak megfelelően van telepítve, a várható kibocsátások útvonalába. PSZ-1 mintavevő a tároló terület mellett található szintén az uralkodó széliránynak megfelelő pozícióban. A 2007-es üzembe helyezés óta mindkét mintavevő egyenletes mérési eredményeket produkált, trícium és radiokarbon esetében egyaránt 10<sup>-2</sup> -10<sup>0</sup> Bq/m<sup>3</sup> nagyságrendben ingadozott. (Megj.: A természetes trícium háttér kb. 0,07 Bq/m<sup>3</sup>, a természetes radiokarbon háttér kb. 0,04 Bq/m<sup>3</sup>.) 2015-2020 között az átlagos trícium koncentráció értékek nem változtak jelentősen. Az egyedi mintákban mérhető értékek 2020-ban 2,42E-02 és 2,24E-01 Bq/m<sup>3</sup> közötti ingadozást mutattak.

A radiokarbon légköri koncentrációja a PSz-1 és PSz-2 mintavételi helyeken a korábbi évekhez hasonlóan alakult. 2020-ban az egyedi mintákban mérhető értékek 6,12E-02 és 2,72E-01 Bq/m<sup>3</sup> közötti ingadozást mutattak.

### 7.3.4 Összesített kibocsátások

A mért, illetve becsült kibocsátási értékek messze az éves kibocsátás határértékek alatt maradnak, az éves korlát 0,7 %-át érik el. 2019-ben a jelentési kötelezettséget elérő normál üzemi kibocsátás, illetve a normál üzemtől való eltérésből eredő kibocsátás nem történt. A telephely összesített kibocsátásait a 7-7. táblázat szemlélteti.

7-7. táblázat

A püspökszilágyi RHFT összesített kibocsátási adatai

Kibocsátás jellege	Vizsgált izotópok	Mért vagy becsült aktivitás (Bq/év)	Éves korlát 30%-a (Bq/év)	Éves korlát (Bq/év)
Légköri – Üzemi épület	<sup>3</sup> H	*3,31E+10	1,72E+14	5,72E+14 (1)
	<sup>14</sup> C	*4,89E+10	2,39E+12	7,97E+12 (1)
Folyékony, csapadék	<sup>3</sup> H	1,16E+07	3,51E+11	1,17E+12 (1)
	<sup>14</sup> C	3,21E+05	7,50E+07	2,50E+08 (1)
	<sup>90</sup> Sr	5,12E+04	1,10E+10	3,67E+09 (1)
Folyékony, kommunális	<sup>3</sup> H	1,23E+06	9,78E+16	3,26E+17 (1)
	<sup>14</sup> C	1,13E+05	2,99E+15	9,98E+15 (1)
	<sup>90</sup> Sr	2,50E+02	4,05E+08	1,35E+09 (1)
	<sup>241</sup> Am	4,50E+03	1,46E+09	4,88E+09 (1)
	<sup>137</sup> Cs	1,25E+03	7,89E+07	2,68E+08 (1)

(1) 3271-12/2016 számú BAM KH határozat szerint

\*Becsült érték: A számítás, a mintavétel időtartama, a mért aktivitáskoncentráció és a szellőzés névleges teljesítményének szorzatával történik. Az érték azért becsült, mert a kibocsátott térfogat számítása konzervatíván a szellőzés névleges térfogatáramával történik.

## 7.4 A Budapesti Kutatóreaktor kibocsátásai

Az Energiatudományi Kutatóközpont által üzemeltetett BKR hatósági engedélye a BMK 9104-4/2015. sz. módosító határozata alapján légnemű és folyékony kibocsátási határértékeket tartalmaz.

Légköri kibocsátás a BKR és az Izotóp Intézet Kft. „A”-szintű izotóplaboratóriumainak közös 80 m magas kéményén keresztül történik, a szűrt levegő radioaktivitását mindkét ágban külön és az ágak egyesítése után a közös szakaszban is mérik. Az alábbi adatok a BKR kibocsátására vonatkoznak.

7-8. táblázat  
A reaktor légköri kibocsátásai

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték [Bq]	Tényleges kibocsátott érték [Bq]	Kibocsátási határérték kritérium az adott izotópra
Ar-41	3,30E+15	3,82E+13	1,16E-02
Kr-85m	2,53E+16	2,36E+11	9,33E-06
Kr-87	5,24E+15	3,94E+11	7,51E-05
Kr-88	5,28E+13	1,14E+12	2,16E-02
Xe-133	1,21E+17	1,85E+11	1,53E-06
Xe-135	1,63E+16	3,39E+11	2,08E-05
Σ kibocsátási határérték kritérium:	<b>3,33E-02</b>		

Megjegyzés: 1827,41 teljesített üzemóra (10 MW teljesítményen).

A 2020-s évben nem volt folyékony hulladék kibocsátás.

Összesített kibocsátási mutató 2020-ban: 0,033 volt.



## 7.5 A BME NTI Oktatóreaktor kibocsátásai

### Légnemű kibocsátás:

Az elmúlt **2020-as** évben  $2,00 \cdot 10^9$  Bq  $^{41}\text{Ar}$ -egyenértékű aktivitást (ez az éves kibocsátási korlát 0,27 %-a), aeroszolhoz kötötten pedig  $5,94 \cdot 10^3$  Bq összesbéta-aktivitást bocsátottunk ki a levegőbe; amelyek megfelelnek az elmúlt évek kibocsátásainak.

### Aeroszol szűrők izotóp-szelektív gamma-spektrometriás mérése:

A negyedévente gyűjtött aeroszolszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás vizsgálatát is elvégeztük a 2020. évben, melynek eredményeiről az alábbi táblázatokban számolunk be.

7-9. táblázat

<i>2020. I. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq/hónap)</i>
$^{60}\text{Co}$	$< 1,08 \cdot 10^{-2}$
$^{137}\text{Cs}$	$6,93 \cdot 10^{-3}$
$^{134}\text{Cs}$	$< 1,14 \cdot 10^{-2}$
$^{131}\text{I}$	$< 9,11 \cdot 10^{-3}$
<i>2020. II. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq)</i>
$^{60}\text{Co}$	$< 1,41 \cdot 10^{-2}$
$^{137}\text{Cs}$	$< 1,38 \cdot 10^{-2}$
$^{134}\text{Cs}$	$< 1,56 \cdot 10^{-2}$
$^{131}\text{I}$	$< 1,29 \cdot 10^{-2}$
<i>2020. III. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq)</i>
$^{60}\text{Co}$	$< 1,32 \cdot 10^{-2}$
$^{137}\text{Cs}$	$< 3,98 \cdot 10^{-3}$
$^{134}\text{Cs}$	$< 1,30 \cdot 10^{-2}$
$^{131}\text{I}$	$< 1,02 \cdot 10^{-2}$
<i>2020. IV. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq/hónap)</i>
$^{60}\text{Co}$	$< 1,24 \cdot 10^{-2}$
$^{137}\text{Cs}$	$< 1,27 \cdot 10^{-2}$
$^{134}\text{Cs}$	$< 1,33 \cdot 10^{-2}$
$^{131}\text{I}$	$< 8,34 \cdot 10^{-3}$

### Folyékony kibocsátások:

Az alkalmasszerűen kibocsátott hulladékvíz kibocsátások során a **2020-as** évben  $2,16 \cdot 10^5$  Bq  $^{137}\text{Cs}$ -egyenértékű aktivitást bocsátottunk ki a közcsatornába (ez az éves kibocsátási korlát  $1,1 \cdot 10^{-3}$  %-a), ami megfelel az elmúlt évek kibocsátásainak.

## 7.6 Izotóp Intézet Kft.

### Folyékony kibocsátások:

Az Izotóp Intézet Kft. kiemelt és egyéb létesítményeiben, a következők szerint keletkeznek radionuklidokkal terhelt szennyvizek:

Kiemelt létesítmények:

- XVII. sz. épület „A”-szintű laboratóriumaiból I-125, I-131, Ir-192, Co-60, Sm-153 Ho-166, Lu-177, Ir-192
- XXII/B sz. épület „A”-szintű laboratóriumaiból Co-60

Egyéb létesítmények:

- XXI/A sz. épület „B” és „C”-szintű laboratóriumaiból H-3, C-14
- XXI/B sz. épület „B” és „C”-szintű laboratóriumaiból I-125

A keletkezett szennyvizeket külön csatornarendszeren keresztül az épületek alsó szintjén elhelyezett, vagy földalatti tartályokba gyűjtik, melyek össze vannak kötve a telephelyi garázsok/tárolók alatt elhelyezkedő 3 db 80 m<sup>3</sup>-es tartállyal. Az Izotóp Intézet Kft. folyékony radioaktív anyag-kibocsátása csak egy útvonalon, a 80 m<sup>3</sup>-es tartályokból történik.

### Légnemű kibocsátások:

Az Izotóp Intézet Kft. működése során az alább felsorolt radioaktív anyagok levegőbe irányuló kibocsátását kell figyelembe venni.

Kiemelt létesítmények:

- XVII és XXII/B épület „A”-szintű laboratóriumaiból, a reaktoral közös 80 m-es kéményen keresztül I-131 és I-125 radionukliddal szennyezett levegő. A többi radionuklid a felhasználás hőmérsékletén nem illékony, így légköri kibocsátásukkal nem kell számolni.

Egyéb létesítmények:

- A XXI/B épület „B”-szintű laboratóriumaiból I-125 radionukliddal szennyezett levegő az épület tetején lévő, szűrővel felszerelt kéményeken keresztül.
- A XXI/A épület „B” és „C”-szintű laboratóriumaiból H-3, C-14 radionukliddal szennyezett levegő az épület tetején lévő, szűrővel felszerelt kéményeken keresztül.

**7 -10. táblázat**  
**Folyékony kibocsátási adatok 2020-ben**

<b>Radionuklid</b>	<b>Éves kibocsátási határérték (Bq/év)</b>	<b>Tervezett kibocsátás (Bq/év)</b>	<b>Ténylegesen kibocsátott érték (Bq/év)</b>	<b>Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)</b>
H-3	8,1E+15	3,80E+11	1,96E+10	2,42E-06
C-14	1,1E+13	3,50E+11	1,84E+11	1,67E-02
Co-60	8,4E+12	2,80E+09	1,78E+08	2,11E-05
Sr-82/Rb-82	1,7E+13	1,10+10	0	0
Rb-83	6,70E+12	3,2E+09	0	0
Sr-85	1,10E+14	1,00E+11	0	0
Sr-90	3,60E+12	2,70E+08	0	0
Y-90	4,7E+14	1,20E+09	0	0
Mo-99	3,1E+14	1,20E+10	0	0
Tc-99m	9,3E+16	1,60E+09	0	0
I-125	4,5E+12	3,20E+10	2,03E+09	4,52E-04
I-131	3,3E+12	1,00E+09	9,82E+06	2,98E-06
Cs-137	4,5E+11	5,00E+08	6,12E+05	1,36E-06
Sm-153	2,00E+15	5,00E+10	0	0
Ho-166	2,7E+14	3,00E+10	0	0
Lu-177	2,30E+14	2,30E+10	0	0
Ir-192	8,00E+13	1,00E+09	0	0
<b>Kibocsátási határérték kritérium összesen</b>				<b>1,72E-02</b>

**7-11. táblázat**  
**Légnemű kibocsátási adatok „A”-szintű laboratóriumokból a reaktor kéményen keresztül 2020-ben**

<b>Radionuklid</b>	<b>Éves kibocsátási határérték (Bq)</b>	<b>Tervezett kibocsátás (Bq/év)</b>	<b>Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)</b>	<b>Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)</b>
I-125	2,7E+11	1,30E+10	1,13E+10	4,18E-02
I-131	4,69E+11	7,00E+09	9,05E+08	1,93E-03
H-3 „A” szint.	8,30E+14		0,00E+00	0
C-14 „A” szint.	7,70E+12	7,70E+08	0,00E+00	0
<b>Kibocsátási határérték kritérium összesen</b>				<b>4,37E-02</b>

**7-12. táblázat**  
**Légnemű kibocsátás XXI/B épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2020-ban**

<b>Radionuklid</b>	<b>Éves kibocsátási határérték (Bq)</b>	<b>Tervezett kibocsátás (Bq/év)</b>	<b>Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)</b>	<b>Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)</b>
I-125	4,00E+09	1,00E+08	1,81E+08	4,53E-02

**7-13. táblázat**  
**Légnemű kibocsátás XXI/A épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2020-ban**

<b>Radionuklid</b>	<b>Éves kibocsátási határérték (Bq)</b>	<b>Tervezett kibocsátás (Bq/év)</b>	<b>Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)</b>	<b>Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)</b>
H-3	2,00E+13	2,00E+11	0	0
C-14	6,00E+11	8,00E+10	8,00E+10	1,33E-01

Az Izotóp Intézet Kft. összesített kibocsátási mutatója 2020-ban **0,239** volt.

## 8 Létesítmények hatásának értékelése, a lakossági sugárterhelés járulékai

### 8.1 A Paksi Atomerőmű

A kiemelt létesítmények esetén a közelben élő lakosságra, – az 1 mSv éves lakossági dóziskorlátan belül – dózismegszorítást kell érvényesíteni A Paksi Atomerőmű telephelyére az OTH a 40-6/1998. sz. állásfoglalásában 100  $\mu\text{Sv}/\text{év}$  dózismegszorítást állapított meg, amelyből 90  $\mu\text{Sv}$  vonatkozik az erőműre (10  $\mu\text{Sv}$  pedig a Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolójára). A KöM rendelet szerint ezen értékből kiindulva kell a kibocsátási határértékeket is származtatni.

A fenti állásfoglalás egyúttal meghatározta a lakosság vonatkoztatási csoportját is: 1-5 éves gyermekek hipotetikus csoportja, a légköri kibocsátásokat tekintve csámpai, a vízi kibocsátások vonatkozásában gerjéni lakóhellyel. Tekintettel arra, hogy a dózistényezőket stb. tekintve ez az életkori csoport túl tágnak mutatkozott, a számításokat az 1 éves korcsoportra végezték el. (Ez általában és összességében konzervatív megközelítést jelent.)

#### A légköri kibocsátásból származó sugárterhelés

Az NNK SSFO a hatóság által elfogadott légköri és folyékony kibocsátások, az időjárási viszonyok, a fogyasztási szokások stb. alapján, számítással határozza meg az erőmű környezetében élő lakosság sugárterhelés járulékát, az 1993-ban kialakított módszertan szerint.

A légköri terjedés számítása során a IAEA, Safety Series No. 57 [15]-ben közölt (IAEA, Safety Reports Series No. 19 [16]-ben módosított) ún. szektorátlagolt Gauss-féle csóvamoddellen alapuló eljárást használjuk. A nemzetközi ajánlásokon alapuló, a világ sok országában összegyűlt tapasztalatokat egyesítő, a rutinszerű gyakorlat számára egyszerűen használható eljárást alkalmaztunk. A módszer hosszú időre (pl. 1 évre) állandó átlagos légköri viszonyokat feltételez a forrás közelében. Ez alapján a talajfelszín felett kialakuló nuklid koncentrációt, illetve a talajfelszíni depozíciót is meghatározzák.

A szárazföldi tápláléklánc egyes komponensei szennyeződésének leírása az ún. koncentráció-faktor technikán alapul [15]. A növényzet szennyezettségének leírásakor a modell figyelembe veszi a növényzet felületére történő külső depozícióból, illetve a hosszú felezési idejű izotópok esetén azok gyökérzetten keresztüli felszívódását is. Az állati termékek szennyezettségének becslésekor a modell erősen konzervatív, mivel a felhasznált takarmány kizárólag a helyben termelt, szennyezett növényekből kerül ki. A koncentráció-faktorok a nemzetközi szakirodalomból származnak [15,16], míg a növényekre és állatokra vonatkozó paramétereket magyarországi mezőgazdasági adatokból határozzák meg.

A környezeti elemekben kialakuló aktivitás-koncentrációk alapján a sugárterhelés számítása során a külső bemerülési dózisok, a talajfelszíni gamma-dózis, a belélegzésből és az ételmiszerek lenyeléséből származó dózis mellett, figyelembe veszik a reszuszpenzióból származó dózisokat és a leányelemek hatását is.

Az üzemi kibocsátásokra vonatkozó számítások szerint, a jelentősebb radionuklidokra a vonatkoztatási csoport lakóhelyén (Csámpa, 1200 m, NY-DNY irány) a talajfelszíni levegőben 62  $\text{mBq}/\text{m}^3$   $^{41}\text{Ar}$ -koncentráció; 0,020  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$   $^{60}\text{Co}$ , valamint 16  $\text{mBq}/\text{m}^3$   $^3\text{H}$  (HTO) és 0,098  $\text{mBq}/\text{m}^3$   $^{14}\text{C}$  ( $\text{CO}_2$ ) koncentráció alakul ki. Ezek az értékek hasonlóak a korábbi évek koncentrációihoz. A légköri depozíció következtében a  $^{60}\text{Co}$  talajfelszíni kiülepedése 3,8  $\text{mBq}/\text{m}^2$ , a leveles zöldség aktivitás-koncentrációja (nedves tömegre) 0,023  $\text{mBq}/\text{kg}$ , a tehéntejé 0,011  $\text{mBq}/\text{l}$ , a húsa 0,13  $\text{mBq}/\text{kg}$ , a gabonáé pedig 0,075  $\text{mBq}/\text{kg}$  értékre becsülhető, ezek az értékek a tavalyinál alacsonyabbak, a kibocsátásnak megfelelően. Az üzem a  $^3\text{H}$ , a  $^{14}\text{C}$

radionuklidok és a radiojódok kémiai formáját is meghatározta, ezeket a számításokban figyelembe vettük. Így pl. az erőmű  $^{14}\text{C}$  kibocsátásának 3,3 %-a szén-dioxid formájú, a többi szerves vegyület. Azonban az élelmiszerfogyasztásból eredő belső sugárterhelés kialakulásában csupán az előbbi játszik szerepet.

A kibocsátásokból (7-1. táblázat) a vonatkoztatási csoportra számított egyéni effektív dózisok – a szóbanjehető radionuklidok és fizikai, kémiai formák esetén – az egyes besugárzási útvonalak szerinti bontásban a 8-1. táblázatban láthatóak. Az eredmények Csámpára (1,2 km-es távolság, NY-DNY irány) vonatkoznak.

A normál üzemi légköri kibocsátásokból származó lekötött dózis a lakosság kritikus csoportjára 86 nSv, ami a korábbi évekhez hasonlóan magasabb az üzem által számolt 12 nSv-nél. Az eltérés nagysága a modellszámítások bizonytalanságát – ami mintegy két nagyságrendnél nem kisebb – figyelembe véve elfogadható.

A lakosság kritikus csoportjának a hatóság által számított dózisa valamivel magasabb a tavalyinál, de a sokévi átlagtól nem tér el lényegesen.

8-1. táblázat

A normál üzemi légköri kibocsátásokból számolt átlagos egyéni effektív sugárterhelés a vonatkoztatási csoportra (Csámpa, 1 éves korcsoport, 1200 m, NY-DNY irány)

Izotóp	Éves sugárterhelés (nSv)			
	felhőből	Külső talajfelszín	Belső belégzés	élelmiszer- fogyasztás
nemesgázok :				
Ar-41	47	*	*	*
Kr-85	*	*	*	*
Kr-85m	0,83	*	*	*
Kr-87	1,5	*	*	*
Kr-88	6,3	0,037	0,077	*
Xe-133	0,20	*	*	*
Xe-135	19	*	*	*
aeroszol:				
Mn-54	*	*	*	*
Co-58	*	*	*	*
Fe-59	*	*	*	0,025
Co-60	*	0,10	*	0,19
Zn-65	*	0,010	*	0,12
Se-75	*	*	*	0,018
As-76	*	0,013	*	*
Sr-89+Sr-90	*	*	*	0,066
Zr-95	*	*	*	0,010
Ru-106	*	0,026	*	0,57
Ag-110m	*	0,064	*	0,25
Sb-124	*	*	*	0,013
Sb-125	*	*	*	0,022
Cs-134	*	0,013	*	0,062
Cs-137	*	0,031	*	0,26
Ba-140	*	*	*	0,054
Ce-144	*	0,013	*	0,47
Eu-154	*	0,021	*	0,026
egyéb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
radiojódok:				
I-131 (aeroszol)	*	*	*	0,068
I-131 (elemi)	*	*	*	2,5
I-131 (szerves)	*	*	*	0,022
globális:				
C-14	*	*	4,3	15
H-3	*	*	0,57	3,7
<b>Összesen</b>	<b>58</b>	<b>0,38</b>	<b>5,0</b>	<b>23</b>
<b>Teljes járulék a légköri kibocsátásból:</b>		<b>86 nSv</b>		

\* a becült dózis < 0,01 nSv

## 8.1.1 A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés

A vízzel kibocsátott radioaktív szennyeződés a Dunába jut. A Duna vizének hasznosítása során, az abban található radioaktív anyagok külső és belső sugárterhelést okoznak. A számításoknál használt modell alapvető kiindulási pontjait, közelítéseit, paramétereit az 1993. évi jelentés 2. melléklete tartalmazta. Ezt a modellt az IAEA ajánlásának megfelelően a 2000-es évek elején átdolgoztuk, elsősorban a Safety Reports Series No. 19 [16] kiadvány módosításainak megfelelően.

A fenti közelítésekkel és kiinduló adatokkal meghatározott, az atomerőmű által a Dunába kibocsátott radioaktív izotóptól (7-2. táblázat) származó egyéni sugárterheléseket a gerjeni lakosságra (1 éves gyermekek, mint vonatkoztatási csoport; továbbá felnőttek) a 8-2. táblázat tartalmazza.

8-2. táblázat

Az atomerőmű normál üzemi éves folyékony radioaktív kibocsátásaiból származó belső és külső dózisek a gerjeni lakosság 1 éves gyermek és felnőtt csoportjára, 2020

Radionuklid	Dózis (nSv/év)			
	1 éves gyermek		felnőtt	
	külső	belső	külső	belső
H-3	*	31	*	29
C-14	*	6,6	*	11
Mn-54	*	*	*	*
Fe-59	0,014	0,017	0,014	*
Co-58	*	*	*	*
Co-60	0,076	0,18	0,076	0,036
Sr-90	*	0,014	*	*
Zr-95	*	*	*	*
Ru-103	*	*	*	*
Ag-110m	*	0,056	*	0,012
Sb-124	*	0,019	*	*
I-131	*	0,12	*	0,021
Cs-134	0,018	0,26	0,018	0,65
Cs-137	0,034	0,69	0,034	1,6
Ba-140	*	0,056	*	*
Ce-144	*	0,33	*	0,047
Pu-csoport	*	*	*	*
Am-csoport	*	*	*	*
egyéb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Összesen	0,17	40	0,17	43
<b>Mindösszesen</b>	<b>40</b>		<b>43</b>	

\* a becsült dózis < 0,01 nSv

A 2020. évi sugárterhelés valamivel magasabb a 2019. évinél. A táblázat adataiból látható, hogy a sugárterhelés túlnyomó részét adó <sup>3</sup>H izotóp mellett - különösen a felnőtteknél - megjelenik a <sup>14</sup>C izotóp is, mint kritikus radionuklid. A belső sugárterhelés járuléka több, mint 2 nagyságrenddel nagyobb a külsőnél.

Az eredmények szerint az aktuális kibocsátás-összetétel és modellparaméterek mellett, a felnőttek sugárterhelése hasonló az 1 éves gyermekekéhez (az utóbbi a vonatkoztatási



csoport). A számolt értékek egy egy 2-es faktoron belül megegyeznek a PA Zrt. 2020-as üzemi jelentésében becsült dózissal (53 illetve 60 nSv).

### 8.1.2 Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése

Az üzem 2020. évi légköri kibocsátásai azt mutatták, hogy az erőmű a korábbi évekhez hasonlóan kedvező környezeti sugárvédelmi paraméterekkel üzemelt. A kibocsátások mérésére szolgáló rendszerek folyamatosan működtek.

A vízelvezető csatornában végzett összes béta- és tríciummérések eredményei igazolják, hogy az atomerőműből a Dunába vezetett radioaktív szennyezés (koncentráció) jelentéktelen, erőművi eredetű radionuklid csak a szennyvíz (V3) csatornában volt detektálható.

Környezeti ellenőrzések során a levegőben és a többi vizsgált környezeti komponensben sem volt kimutatható, az atomerőműből származó radionuklid.

Az éves folyékony és légköri kibocsátásból néhányszorosan bizonytalansággal becsült dózisok összege az erőmű közelében élő lakosság vonatkoztatási csoportjára 126 nSv (8-1., 8-2. és 8-3. táblázatok) volt, miközben a természetes háttér éves hazai értéke 3 mSv felett van [11] és az erőműre vonatkozó hatósági dóziskorlát 90  $\mu$ Sv.

Azaz az erőmű közelében élő lakosság sugárterhelése a dózismegszorítás ezrelékének vehető.

2020-ban a vonatkoztatási csoportra becsült dózis – a 2003. évi üzemzavari légköri kibocsátások hatásának elmúltával – a 2002 előtti évekhez hasonló volt.

Az erőmű 30 km sugarú - légköri kibocsátásban érintett - térségében 210 ezer ember él, míg a vízi kibocsátásban érintett lakosság 20 ezer főre tehető. Az erőmű légnemű és folyékony kibocsátásaiból származó, az átlagos egyéni dózisértékek alapján számított kollektív dózis 1,2 személy-mSv volt.

8-3. táblázat

Az éves kibocsátásokból becsült egyéni dózisek a lakosság vonatkoztatási csoportjára, besugárzási útvonalak szerint

Besugárzási útvonal	becsült érték	korlát
	(nSv)	
Légköri kibocsátás		
külső sugárterhelés:		
nemesgáz izotópok	58	
radiokobalt aeroszol	0,10	
radiocézium aeroszol	0,044	
radioezüst aeroszol	0,064	
egyéb izotóp	0,2	
belső sugárterhelés:		
inhaláció	5,0	
radiojód (élelm.)	2,5	
radiokobalt (élelm.)	0,19	
radiocézium (élelm.)	0,32	
radioezüst (élelm.)	0,25	
/ globális szennyezők (H-3, C-14) (élelm.)	19	
egyéb izotóp	1,0	
Összes légköri:	86	
Folyékony kibocsátás		
külső sugárterhelés:	0,17	
belső sugárterhelés:		
trícium	31	
radiokarbon	6,6	
egyéb izotóp	2,0	
Összes folyékony:	40	
<b>Mindösszesen:</b>	<b>126</b>	<b>90 000</b>

## 8.2 Egyéb kiemelt létesítmények

A bátaapáti NRHT, a püspökszilágyi RHFT, a BKR, az OR és az Izotóp Intézet Kft. esetében a hatóság által végzett, a lakosság sugárterhelésének – környezeti méréseken alapuló – becslésére vonatkozó - az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII.30.) Korm. rendelet 64. §.-ban foglalt rendelkezések szerinti - módszertana kialakítás alatt áll. A módszertan kialakításig, a lakosság sugárterhelése becsülhető a tényleges kibocsátások és a dózismegszorításból származtatott kibocsátási korlátok hányadosából képzett határérték kihasználás, valamint a dózismegszorítás aránya alapján, korrigálva a dózismegszorítás megállapításához előírt biztonsági tényezővel.

A kiemelt létesítmények környezetében élőknek a létesítmény üzemeltetéséből származó becsült sugárterhelését a 8-4. táblázat mutatja be.

8-4. táblázat

Az éves kibocsátásokból becsült egyéni dózisek a lakosság vonatkoztatási csoportjára, besugárzási útvonalak szerint

Létesítmény	Határérték kihasználás	Dózismegszorítás [nSv]	Becsült sugárterhelés [nSv]
bátaapáti NRHT	Légekőri: 0,0061 Folyékony: 0,00055	100 000	662
püspökszilágyi RHFT	Légekőri: 0,0062 Folyékony: 0,00131	100 000	750
BKRr	Légekőri: 0,033 Folyékony: -	50 000	330
OR	Légekőri: 0,0027 Folyékony: 0,0011	50 000	134
Izotóp Intézet Kft.	Légekőri: 0,13 Folyékony: 0,045	50 000	1750

## Következtetések

Hangsúlyozni kell, hogy míg az Európai Unió rendelete szerint {*Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020 (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)*} az élelmiszerekben a  $^{134}\text{Cs}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidok megengedhető együttes legnagyobb szintje 600 Bq/kg (tejben, tejtermékekben és csecsemőélelmiszerben 370 Bq/kg), addig a Magyarországon kapható, feldolgozott élelmiszerekben a 2020-ban mért legnagyobb értékek is 10 Bq/kg alatt maradtak.

A lakosság mesterséges forrásokból származó sugárterhelése – az orvosi célú alkalmazásokon kívül – hazánkban az utóbbi években 3-6  $\mu\text{Sv}$  közöttire becsülhető, míg a természetes eredetű sugárterhelés ennél közel három nagyságrenddel nagyobb.

**Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy mind az országos, mind a létesítményi környezetellenőrzés során kapott eredmények szerint az engedélyhez kötött tevékenységeknek a környezetre, illetve a lakosságra gyakorolt hatása elhanyagolható, a radioaktív izotópok aktivitás-koncentráció értékei több mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alatt maradnak.**

## Conclusion

It should be emphasized that the activity concentration of radiocaesium concentrations remained below 10 Bq/kg in foodstuffs available in Hungary in 2020. The maximum permitted levels according to the Council Regulation {*Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020 (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)*} on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station are 600 Bq/kg in general and 370 Bq/kg for milk, milk products and infant foods, for the sum of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{134}\text{Cs}$ .

The annual dose of the Hungarian population due to artificial radiation sources – excluding the exposure due to the medical applications – was about 3-6  $\mu\text{Sv}$  in the last years, while the natural radiation burden is higher by nearly 3 orders of magnitude.

**It can be concluded that the environmental monitoring results indicated very low radiological effect of licensed activities on the environment and negligible population doses, many measurement results were even below the detection limits.**

## Irodalom, hivatkozott jogszabályok

- [1] 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról
- [2] 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről
- [3] 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről
- [4] 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
- [5] <http://www.rttz.hu/docs/roviden.pdf>
- [6] A TANÁCS 2013/59/EURATOM IRÁNYELVE (2013. december 5.) az ionizáló sugárzás miatti sugárterhelésből származó veszélyekkel szembeni védelmet szolgáló alapvető biztonsági előírások megállapításáról, valamint a 89/618/Euratom, a 90/641/Euratom, a 96/29/Euratom, a 97/43/Euratom és a 2003/122/Euratom irányelv hatályon kívül helyezéséről
- [7] <http://www.rhk.hu/>
- [8] [http://hadmernok.hu/151\\_15\\_bujtast\\_ml\\_ng\\_sj.pdf](http://hadmernok.hu/151_15_bujtast_ml_ng_sj.pdf)
- [9] [https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/20CFAC350F87228EC12580ED00253B29/\\$File/K%C3%B6z%C3%A9rthet%C5%91%20%C3%B6sszefoglal%C3%B3\\_BME%2017\\_v.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/20CFAC350F87228EC12580ED00253B29/$File/K%C3%B6z%C3%A9rthet%C5%91%20%C3%B6sszefoglal%C3%B3_BME%2017_v.pdf)
- [10] <http://www.energia.mta.hu/hu/content/kornyezetvedelmi-szolgalat>
- [11] <http://www.unscear.org/>
- [12] 8/2002. (III. 12.) EüM rendelet az egészségügyi ágazat radiológiai mérő és adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről
- [13] A Paksi Atomerőmű Sugár- és Környezetvédelmi Főosztálya 2020. évi jelentése. (Szerk.: Bujtás Tibor) Paks, 2021. március
- [14] Sources and Effects of Ionizing Radiation - VOLUME I (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2008)
- [15] IAEA, Safety Series No. 57 (SS57), 1982
- [16] IAEA, Safety Reports Series No. 19 (SRS19), 2001.
- [17] FZK, GSF 12/90, 1990
- [18] NAÜ, Biztonsági Sorozat No. 115 (IBSS115), 1996,
- [19] D. Jakab, G. Endrődi, A. Kocsonya, A. Pántya, T. Pázmándi, P. Zagyvai: Methods, results and dose consequences of <sup>106</sup>Ru detection in the environment in Budapest, Hungary, Journal of Environmental Radioactivity 192 (2018) 543–550

## **Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek**

A 2020. évi jelentésben szereplő mérési adatokat szolgáltató szervezetekben a mérésekben és adatküldésben részt vett intézmények és szakemberek:

### **BELÜGYMINISZTERIUM (ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

Az adatküldésben részt vett: Szabados László tű. őrnagy

### **EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA - EGÉSZSÉGÜGYI ÁGAZAT (NNK SSFO ÉS ERMAH LABORATÓRIUMOK)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

NNK SSFO: Dr. Osváth Szabolcs, Homoki Zsolt, Kövendiné Kónyi Júlia,  
Dr. Szarkáné Németh Ágnes

Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi

Főosztály:Farkasné Győry Edit

Budapest Főváros Kormányhivatala Népegészségügyi Főosztály: Berenkei Réka

Csongrád Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Hoványné Kádár Erika

Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály:  
Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna

Hajdú-Bihar Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Madarász István, Bodnár Eszter

Tolna Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Kerekes Irén

### **EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA - OKTATÁSI ÁGAZAT**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Cservenák Ildikó

### **AGRÁRMINISZTERIUM - FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÁGAZAT**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Ádámné Sió Tünde

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

Nemzeti Élelmiszer-lánc Biztonsági Hivatal (NÉBIH), Élelmiszer- és

Takarmánybiztonsági Igazgatóság akkreditált laboratóriumai:

Radioanalitikai Referencia Laboratórium (Budapesti telephely,  
Szekszárdi telephely, Szombathelyi telephely)

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Kecskeméti Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Miskolci Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Kaposvári Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

### **AGRÁRMINISZTERIUM - KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI ÁGAZAT**

Megyei Kormányhivatalok Környezetvédelmi Mérőközpontjai

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Lókiné Nagy Enikő

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Alföldi Attila, Erdős József, Gulyásné Deák Magdolna, Dr. Szécsényi István, Ulrich Zsolt, Weissenburger Edit, Jónás Adrienn

**ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT (EK)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Zagyvai Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Endrődi Gáborné, Kocsis Tímea

**MVM PAKSI ATOMERŐMŰ ZRT. (PA ZRT.)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Daróczi László

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Manga László, Lencsés András, Végh Gábor, Kapás Péter

**RADIOAKTÍV HULLADÉKOKAT KEZELŐ KÖZHASZNÚ NONPROFIT KFT. (PÜSPÖKSZILÁGYI RHFT)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Turza Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Turza Péter, Kirchhofer Beáta

**RADIOAKTÍV HULLADÉKOKAT KEZELŐ KÖZHASZNÚ NONPROFIT KFT. (BÁTAAPÁTI NRHT)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Radó Krisztián

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Dr. Radó Krisztián, László Mónika

**IZOTÓP INTÉZET KUTATÓ, FEJLESZTŐ, TERMELŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Tyukodi Lajos

**MECSEKÉRC ZRT.**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Molnárné Róna Éva

**BÁNYAVAGYON-HASZNOSÍTÓ NONPROFIT KÖZHASZNÚ KORLÁTOLT FELELŐSÉGŰ TÁRSASÁG**

Adatszolgáltatásért felelős személy: dr. Várhegyi András

## **Rövidítések jegyzéke**

BAMKH – Baranya Megyei Kormányhivatal

BME NTI – Budapesti Műszaki Egyetem Nukleáris Technikai Intézete

EMMI – Emberi Erőforrások Minisztériuma

ERMAH - Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat

EüÁ - egészségügyi ágazat

FmÁ - földművelésügyi ágazat

KIESZ – Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat

KÖESZ – Környezet Ellenőrzési Szabályzat

KvVÁ - környezetvédelmi és vízügyi ágazat

NNK – Nemzeti Népegészségügyi Központ

NNK SSFO - Nemzeti Népegészségügyi Központ, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály

NÉBIH – Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

OÁ - oktatási ágazat

OAH – Országos Atomenergia Hivatal

OKSER - Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer

OSJER - Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer

OMSZ – Országos Meteorológiai Szolgálat

TMH – Távmérő Hálózat



**A megyék kódjai:**

<b>Megye kódja</b>	<b>Megye</b>
BA	Baranya
BE	Békés
BK	Bács-Kiskun
BP	Budapest
BZ	Borsod-Abaúj-Zemplén
CS	Csongrád
FE	Fejér
GY	Győr-Moson-Sopron
HA	Hajdú-Bihar
HE	Heves
JA	Jász-Nagykun-Szolnok
KO	Komárom-Esztergom
NO	Nógrád
PE	Pest
SO	Somogy
SZ	Szabolcs-Szatmár-Bereg
TO	Tolna
VA	Vas
VE	Veszprém
ZA	Zala