



Országos Atomenergia Hivatal

**AZ  
ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI  
ELLENŐRZŐ RENDSZER**

**OKSER**

**2017. ÉVI JELENTÉSE**

Budapest, 2018. december

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék .....	2
Előszó .....	5
1 Bevezetés .....	6
1.1 A mérési adatok megjelenítése .....	6
1.2 Az OKSER tagjai .....	8
1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviselőjét ellátó szakértők 2017-ben .....	8
1.4 A lakossági sugárterhelés forrásainak ismertetése .....	9
2 Létesítményi kibocsátások, a kibocsátási korlátok .....	11
2.1 Kibocsátási korlátok származtatása, korlátok az egyes létesítményekre vonatkozóan .....	11
2.2 A kiemelt létesítmények kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	13
2.2.1 A Paksi Atomerőmű kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	13
2.2.2 Az NRHT kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	14
2.2.3 Az RHFT kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	15
2.2.4 Az MTA EK Kutatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	16
2.2.5 Az Oktatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata .....	16
3 A hatósági ellenőrzés rendszere .....	17
3.1 A hatósági ellenőrzést folytató szervezetek bemutatása .....	17
3.1.1 OKI KI SSFO (OKK OSSKI) .....	17
3.1.2 Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal .....	17
3.1.3 Baranya Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály, Laboratóriumi Osztály, Radiológiai Laboratóriuma .....	18
3.1.4 Egészségügyi Radiológiai Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat .....	18
3.2 A hatósági ellenőrzés mérési módszerei .....	19
f) Takarmány .....	21
g) Növényi eredetű, nyers élelmiszer .....	21
h) Gabonafélék és azokból készült termékek .....	22
i) Tej, tejtermék .....	22
j) Hús és hústermékek aktivitás-koncentrációi .....	23
k) Vegyes élelmiszer .....	23
4 Országos mérési adatok értékelése .....	24
4.1 A külső gamma-dózisteljesítmény mérések eredményei .....	24
4.1.1 A Radiológiai Távmérő Hálózat adatai .....	24
4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések .....	29
4.2 Levegőszűrők (aeroszol) mérési eredményei .....	30
4.3 Kihullás (fall-out) eredmények .....	32
4.4 Talajminták mérési eredményei .....	34
4.5 Felszíni vizek monitoringja .....	37
4.6 Ivóvíz .....	40
4.6.1 Vezetékes ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz .....	40
4.6.2 Palackozott vizek .....	44
4.7 Növényzet .....	45
4.7.1 Takarmány .....	45
4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer .....	49
4.7.3 Gabonafélék és azokból készült termékek .....	52
4.8 Állati eredetű élelmiszerek .....	55
4.8.1 Tej, tejtermék .....	55
4.8.2 Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi .....	57
4.9 Vegyes élelmiszer .....	61
4.10 Egyéb mérések .....	62
5 Létesítmények környezete .....	63
5.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében végzett mérések .....	63
5.1.1 Gamma-dózisteljesítmény mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében .....	65
5.1.2 Aeroszol aktivitás-koncentráció mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében .....	67
5.1.3 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetellenőrző rendszerének kihullás mérési eredményei .....	69
5.1.4 A Paksi Atomerőmű Zrt. hideg- és melegvízcatornájában mért aktivitás-koncentrációk .....	69
5.1.5 Az OKI KI SSFO mérési adatai Paks felszíni vizekre vonatkozóan .....	70
5.1.6 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében vett halminták mérési eredményei .....	70

5.1.7	A vízi környezetben mért aktivitás-koncentrációk a hatósági mérések alapján .....	72
5.1.8	A talajban mért aktivitás-koncentrációk .....	76
5.1.9	A takarmánymintákban mért aktivitás-koncentrációk .....	78
5.1.10	A növénymintákban mért aktivitás-koncentrációk .....	79
5.1.11	Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása.....	81
5.2	A bátaapáti NRHT telephelyének környezetellenőrzési mérési adatai .....	84
5.2.1	Az NRHT környezetében mért aeroszol-koncentráció adatai .....	84
5.2.2	Az NRHT környezetében mért kihullás eredmények.....	85
5.2.3	Az NRHT környezetében vett talajminták mérési eredményei.....	86
5.2.4	Az NRHT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei.....	87
5.2.5	Az NRHT környezetében mért növényminták adatai .....	88
5.3	A püspökszilágyi RHFT környezetellenőrzési mérési adatai.....	89
5.3.1	Az RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok .....	89
5.3.2	Az RHFT környezetében mért kihullás eredmények .....	90
5.3.3	Az RHFT környezetének talajmérés eredményei.....	91
5.3.4	Az RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei.....	93
5.3.5	Az RHFT környezetében mért növényzet adatok .....	94
5.4	A KFKI telephely környezetellenőrzési mérési adatai.....	95
5.4.1	A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények .....	95
5.4.2	A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk.....	96
5.4.3	A KFKI telephely területén mért kihullás eredmények.....	97
5.5	A BME Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai .....	97
6	Országhatáron túli hatások.....	101
6.1	A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények .....	101
6.1.1	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében mért dózisteljesítmények és aktivitás-koncentrációk (OKI KI SSFO és NÉBIH).....	101
6.1.2	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OKI KI SSFO) 103	
6.1.3	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OKI KI SSFO és NÉBIH).....	104
6.1.4	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OKI KI SSFO és NÉBIH) .....	105
6.1.5	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OKI KI SSFO és NÉBIH).....	106
6.1.6	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz és iszapminták mérési eredményei (OKI KI SSFO).....	107
6.1.7	A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvíz minták mérési eredményei (OKI KI SSFO) 108	
7	Kibocsátási eredmények .....	109
7.1	A Paksi Atomerőmű Zrt. ....	109
7.1.1	Léggöri kibocsátás .....	110
7.1.2	Folyékony kibocsátás.....	113
7.1.3	Megállapítások.....	120
7.2	Az NRHT .....	123
7.2.1	A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése .....	123
7.2.2	A földfelszíni telephely légnemű kibocsátás értékelése .....	124
7.2.3	A felszín alatti térrész léggöri kibocsátásának értékelése .....	124
7.2.4	A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése .....	125
7.2.5	A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése .....	126
7.2.5.1	A telephely felszíni és felszín alatti összesített léggöri kibocsátásának értékelése .....	126
7.2.5.2	A telephely felszíni és felszín alatti összesített folyékony kibocsátásának értékelése .....	127
7.3	Az RHFT.....	123
7.3.1	Üzemi épület kibocsátásainak ellenőrzése .....	127
7.3.2	Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése.....	128
7.3.3	Tárolóterületi gázdifúzió ellenőrzése.....	129
7.3.4	Összesített kibocsátások.....	129
7.4	A Kutatóreaktor .....	130
7.5	Az Oktatóreaktor.....	131
7.6	Az Izotóp Intézet Kft. ....	132
8	Létesítmények hatásának értékelése, a lakossági sugárterhelés járulékai .....	135
8.1	A Paksi Atomerőmű Zrt. ....	135
8.1.1	A léggöri kibocsátásból származó sugárterhelés.....	135
8.1.2	A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés .....	138

8.1.3	Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése .....	139
8.2	Egyéb kiemelt létesítmények .....	141
	Következtetések .....	142
	Irodalom, hivatkozott jogszabályok .....	143
	Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek .....	144
	Rövidítések jegyzéke .....	146

## 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 a Tanács 2013/59/EURATOM irányelvében.

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 Európai Bizottság 2000/473/EURATOM ajánlása tartalmazza. A hivatkozott nemzetközi kötelezettségekkel és ajánlásokkal összhangban lévő hazai szabályozás 2016. január elsejével megváltozott. A 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendeletet, a 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet (továbbiakban Rendelet) váltotta fel, mely „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 korábbi szabályozáshoz képest – a nemzetközi kötelezettségeken túlmutató - változás, hogy a szabályozás kiterjed a külön jogszabályban meghatározott országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszer (a továbbiakban: ONER) működéséhez szükséges adatok szolgáltatására is.

A Rendelet alapján az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) felügyeletével működő Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (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 (a továbbiakban: RISzK)A, 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. Az Országos Közegészségügyi Intézet (a továbbiakban: OKI) szakmai támogatást nyújt az OAH részére e feladat ellátásához.

Az előző évi mérési eredményekből az OKSER Szakbizottság minden évben éves jelentést készít.

Jelen kiadvány a 2017. évi mérési eredmények feldolgozását mutatja be.

Budapest, 2018. december 04.



Dr. Rónaky József  
az OKSER Szakbizottság elnöke



# 1 Bevezetés

## 1.1 A mérési adatok megjelenítése

Az OKSER 2017. évi jelentése az OAH által működtetett Radiológiai Információs és Szolgáltató Központ (továbbiakban RISzK) adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2017. évre vonatkozó mérési eredményeket több mint 67500 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  $^{137}\text{Cs}$  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 cikkeken, jelentéseken.



## **1.2 Az OKSER 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 Országos Atomenergia Hivatal
12. az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
13. a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.
14. a Mecsekérc Zrt.
15. az Országos Közegészségügyi Intézet

## **1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviselőit ellátó szakértők 2017-ben**

1. Szeitz Anita (Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - BM OKF)
2. Dr. Pellet Sándor (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Egészségügyi Ágazat)
3. Dr. Dobi Bálint (Földművelésügyi Minisztérium - Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat)
4. Ádámné Sió Tünde (Földművelésügyi Minisztérium - Földművelésügyi Ágazat)
5. Cservenák Ildikó (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Oktatási Ágazat)
6. Farkas Ferenc ezredes (Honvédelmi Minisztérium - MH GAVIK)
7. Nagy József (Országos Meteorológiai Szolgálat)
8. Dr. Zagyvai Péter (Magyar Tudományos Akadémia - Energiatudományi Kutatóközpont)
9. Kapitány Sándor (Országos Atomenergia Hivatal)
10. Dr. Bujtás Tibor (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.)
11. Dr. Radó Krisztián (Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.)
12. Molnár Éva (Mecsekérc Zrt.)
13. Fülöp Nándor (Országos Közegészségügyi Intézet KI SSFO)
14. 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 érkező nagy energiájú részecske sugárzások, az elsődleges kozmikus sugárzások ( kozmikus sugárzás és a kozmogén radionuklidok). 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 földkéreg tekintetében a kozmogén radionuklidokon kívül 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 földkérgi vagy teresztrialis 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 (hazánkban 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 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 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 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 Oktatóreaktor
  - RHK Kft. Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója
  - MTA Energiatudományi Kutatóközpont Kutatóreaktor
  - Izotópgyártó A-típusú laboratórium, Izotóp Intézet Kft.
  - 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)
  - Dukovani VVER 4\*500 (Hegyeshalom ÉNy 160 km)
  - Temelin VVER 2\*1000 (Hegyeshalom ÉNy 280 km)

A Rendelet hatálya, így az OKSER jelentés tartalma sem terjed ki a lakosság természetes, illetve orvosi eredetű 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

A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet (továbbiakban KöM rendelet) az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről 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, 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 ésszerűen 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 dózisek összegére vonatkozó dóziskorlát figyelembe vételével kell megállapítani. A dózismegszorítás – a létesítmények jellegének megfelelően – a Paksi Atomerőmű Zrt. (a továbbiakban: PA Zrt.) esetében  $90 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , a Kiegészített 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  $100 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , a Budapesti Kutatóreaktorra (a továbbiakban: BKR)  $50 \mu\text{Sv}/\text{év}$ , az 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 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 kivizsgálási 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 feladataként 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 Zrt. 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 környezetellenőrzés távmérő rendszerei: 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 dózisára 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 üzemi aktív mintavevői szolgáltatják (aeroszol-, jód-, illetve vízminták). A táplálékfelvételek közül a normálüzemi ellenőrzés a fűre, 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 Az NRHT 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 léghőri kibocsátások ellenőrzésére három kibocsátás ellenőrzési pont, a vízkörnyezeti kibocsátásokra szintén kettő (+egy) pont szolgál. Folyamatos dózisteljesítmény mérés mellett aeroszol, léghőri 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. Ezeken az állomásokon folyamatos környezeti dózisteljesítmény mérés mellett aeroszol-, kihullás-, léghőri trícium és radiokarbon, valamint talaj- és növényi mintavétel történik. A bátaapáti NRHT telephelyén környezeti laboratórium működik, ahol a környezeti minták hagyományos gamma- és összes béta vizsgálatait, illetve ezek előkészítési munkáit végzik. A nehezen mérhető izotópok mérései, 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 az 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 léghőri 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 Az RHFT kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata**

Az 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 a 20 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, valamint a Komplex Monitoring Terv határozza meg. A püspökszilágyi RHFT területén légköri vagy folyékony (elsősorban csapadékvíz) radioaktív kibocsátásokra, üzemszerűen csak az ellenőrzött zónában elhelyezkedő üzemi épületből és a tárolóterületről kerülhet sor. A légnemű kibocsátás ellenőrzése egy, az üzemi épület szellőző rendszerének a kéményébe telepített mintavevővel történik. A tárolóterület és az üzemi épület kibocsátását, az uralkodó szélirányba telepített folyamatos üzemű 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 összes béta 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 Az MTA EK Kutatóreaktor (BKR) 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”. 2017 májusától november közepéig ez a nagytérfogatú mintavevő állomás kísérleti munkák miatt nem üzemelt. A mérési módszerek és az éves mintaszámok az alábbiak:

- aeroszol-mintavétel, szakaszos kiértékelés összesbéta-számlálással, 3 napos pihentetés után: 4 állomás, éves mintaszámok 50, 247, 358, 250;
- elemi jód mintavétel, szakaszos kiértékelés összesbéta-számlálással, szükség esetén gamma-spektrometriával: 1 állomás, éves mintaszám 52;
- szerves jód mintavétel, szakaszos kiértékelés gamma-spektrometriával: 1 állomás, éves mintaszám 51;
- aeroszol, elemi jód és szerves jód szakaszos kiértékelés gamma-spektrometriával az „A” állomáson vett mintával; éves mintaszám 3\*26;
- nedves és száraz kihullás egyesített mintavétele 4 állomáson, kiértékelés gamma-spektrometriával, éves mintaszám: 3×12 (havi) + 51 (heti), összesen 87.

A szennyvízkibocsátás ellenőrzése a telekhatár közelében elhelyezkedő vízmintavevő állomáson történik, ahol napi mintavétel történik. Trícium mérés a kimenő szennyvízből vett mintából hetente egyszer, éves mintaszám: 51. Szakaszos mintamérés a kimenő szennyvízből vett mintából összesbéta-számlálással, éves mintaszám: 246.

A tevékenység részletes leírását lásd. [10]

## 2.2.5 Az 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-csőves 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 összesbétaszámlálással (éves mintaszám 12), a talajra és a növényzetre kiülepedett, illetve a növényzet által felszívott radioaktivitás mérése évente kétszer gamma-spektrometriával, valamint a Duna vízében megjelenő radioaktivitás monitorozása összesbétaszámlálással illetve gamma-spektrometriával kéthetente (éves mintaszám 26). [9]

## **3 A hatósági ellenőrzés rendszere**

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

#### **3.1.1 OKI KI SSFO (OKK OSSKI)**

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 Országos Közegészségügyi Intézet Környezetegészségügyi Igazgatóság, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályának (a továbbiakban: OKI KI SSFO) munkáját.

Az OKI 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 Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében környezeti termolumineszcens dozimetriai 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 a Földművelésügyi Minisztérium háttérintézményeként, országos hatáskörben felügyeli az élelmiszerlánc-biztonsági szabályok betartását. A radioanalitikai vizsgálatokat az Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági 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 hátterű 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 szekszárdi és 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 Debreceni RÉL, a Kecskeméti RÉL, a Kaposvári RÉL, a Miskolci RÉL és a Veszprémi RÉL

végez radioanalitikai vizsgálatokat: Mezőgazdasági tevékenységgel és erdőgazdálkodással összefüggő mintákból, élelmiszerekből, takarmányokból összes béta-sugárzás mérést, gammaspektrometriával nuklidszelektív radioaktív izotóp meghatározást, és radiostroncium elválasztást és mérést mindegyik laboratórium, összes alfa-vizsgálatot két laboratórium végez jelenleg.)

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

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

Vizsgáló laboratóriumként 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 OKI 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, szemesztermények, zöldségfélék, gyümölcsfélék, tej és tejtermékek, hús, kenyér, tojás, import élelmiszer, vegyes étrend, ivóvíz és ásványvíz.

Az OKI, - 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 nukleáris veszélyhelyzet utáni 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 mintavevővel 7-10 naponként 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 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  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  (20-30 ezer  $\text{m}^3$  átszívott levegőből, félvezető detektoros gamma-spektrométerrel mérve a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitást); illetve 0,5-2,5  $\text{mBq}/\text{m}^3$  (50-300  $\text{m}^3$  átszívott levegőből, összesbéta-aktivitás mérésével). Az összesbéta-aktivitás mérése a legtöbb laboratóriumban plasztik szcintillációs mérőfejjel ellátott detektorral történik. Ezek a detektorok kb. 50 keV – 1 MeV energiájú elektronok detektálásra alkalmasak. Más laboratóriumokban alacsony háttérű alfa/béta számláló készülékekkel történik az összes béta-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  $\text{m}^3/\text{hét}$ , 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  $\text{m}^3/\text{h}$  névleges térfogatáramú. A mintákat hetente három alkalommal (48, illetve 72 órás mintavételi idő után) feltárás és legalább 48 órás pihentetési idő után összes béta-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 $\text{m}^2$ . A havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összes béta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa 20-500 $\text{mBq}/(\text{m}^2 \cdot \text{nap})$  (összesbéta aktivitás-koncentrációra) és 1-20 $\text{mBq}/(\text{m}^2 \cdot \text{nap})$  (a  $^{137}\text{Cs}$  izotópra gamma-spektrometriai vizsgálat alapján). Az összes béta-aktivitások mérése ugyanazon detektorokkal történik mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.
- NÉBIH mérési módszer: A NÉBIH méréseit tekintve a mintavételi felület 1  $\text{m}^2$ , a mintagyűjtés ideje 1 hónap. Bepárlás után gamma-spektrometria, összes alfa, összes béta és radiostroncium meghatározás történik. 2017-ben a NÉBIH laboratóriumai 36 fall-out mintát vettek.
- Az OR mérési módszere: a mintavevő edény 0,2  $\text{m}^2$  felületű alumíniumból készült. Az edényben folyamatosan vízzel elegyedő folyadék van, mely egy fagypont felett víz, alatta etilén-glikolos vízzel. A kihullási mintát havonta 1 alkalommal dolgozzák fel. A feldolgozás során a mintát 1 – 3  $\text{cm}^3$  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 összes béta-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 OKI KI 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 OKI KI 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: Mintvételezés helye a Duna part, a Bertalan Lajos utca és a Műegyetem 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> térfogatúra pároljuk, majd a bepárolt mintát mérésre alkalmas formába hozzuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását meghatározzuk. Ha a mérés a természetes radioaktivitást (legnagyobb rész)

<sup>40</sup>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 (<sup>3</sup>H), 5-30 mBq/l (<sup>90</sup>Sr).
- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz - méréseket. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,0008 - 0,15 Bq/l; <sup>3</sup>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 <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Jellemző kimutatási határok: <sup>137</sup>Cs: 0,03 - 2,3 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,05 - 6 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 <sup>137</sup>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 gyökérzöldségekből - kémiai elválasztás után - a <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. 2017-ben 19 megye és Budapest területéről 444 nyers növényi élelmiszerminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok: <sup>137</sup>Cs: 0,01 - 0,89 Bq/kg; <sup>90</sup>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 <sup>137</sup>Cs szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, általában 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik. 2017-ben 339 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az eltérő érzékenységtől 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 egyéb mérési programjai keretében 2017-ben összesen 153 zöldség és gyümölcs minta vizsgálatát végezték el. 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 tömegrre 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 <sup>137</sup>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 <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint minden mintából elvégzik. 2017-ben 19 megye és Budapest területéről 180 gabonaféle vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok: <sup>137</sup>Cs: 0,02 - 0,9 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,03 - 0,5 Bq/kg. 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények <sup>137</sup>Cs szűrővizsgálata is. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik. 2017-ben 372 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenyséű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).
- Az EüÁ ERMAH mintavételi programjai keretében a minta-előkészítés 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 tömegrre vonatkoztatják. Az összes béta-aktivitás mérések ugyanazon mérőműszerrel történnek, mint a zöldség és gyümölcs minták esetében. A <sup>137</sup>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 tejpor minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta tejgazdaságból 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 <sup>90</sup>Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. 2017-ben 19 megye és Budapest területéről 406 tej- és tejtermékminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok: <sup>137</sup>Cs: 0,01 - 1,5 Bq/kg; <sup>90</sup>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 minta-előkészítés 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  $105^\circ\text{C}$ -on szárított  $450\text{cm}^3$ -ből (kb.200-250g), 80000 s mérési idővel végzik a laboratóriumok. 2017-ben 19 megye és Budapest területéről 333 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok:  $^{137}\text{Cs}$ : 0,05 - 1,7 Bq/kg.
- 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek  $^{137}\text{Cs}$  szűrővizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból,  $450\text{cm}^3$  térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik. 2017-ben 177 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységgű 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. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta  $420^\circ\text{C}$ -on izzított hamujának legalább  $50\text{cm}^3$ -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 ( $^{137}\text{Cs}$ ).

k) Vegyes élelmiszer:

- Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben történő félévenkénti mintavétel szerepel. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta  $420^\circ\text{C}$ -on izzított teljes hamujából, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 0,3g-jából végzik a laboratóriumok. A minta  $^{90}\text{Sr}$  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 ( $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$  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 2017-es 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) – 26 állomás
- Magyar Honvédség (a továbbiakban: MH) – 38 állomás
- Országos Meteorológiai Szolgálat (a továbbiakban: OMSZ) – 28 állomás
- MVM Paksi Atomerőmű Zrt (a továbbiakban: PA Zrt) – 20 állomás
- Emberi Erőforrások Minisztériuma (a továbbiakban: EMMI– oktatási ágazat) – 11 állomás
- Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (a továbbiakban: RHK Kft. – Bábaapáti 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 a [www.katasztrofavedelem.hu](http://www.katasztrofavedelem.hu), [www.met.hu](http://www.met.hu) honlapokon keresztül elérhetőek. Az Európai Unió által indított EURDEP (Európai Radiológiai Adatcsere Platform) program keretében az adatokat a szervező intézetbe (Joint Research Centre, Ispra, Olaszország) is megküldi a BM OKF, így ezek az ottani honlapon (<https://remap.jrc.ec.europa.eu/GammaDoseRates.aspx>) is megtekinthetőek.

Az Oktatási Ágazathoz (a továbbiakban: OÁ) tartozó egyetemeken elhelyezett, 11 mérőszonda dózisteljesítmény adatait az OÁ-OSJER központja (BME-NTI) gyűjti és értékeli. Az egyetemi mérőhálózat adatai a <http://omosjer.reak.bme.hu/> honlapon elérhetőek.

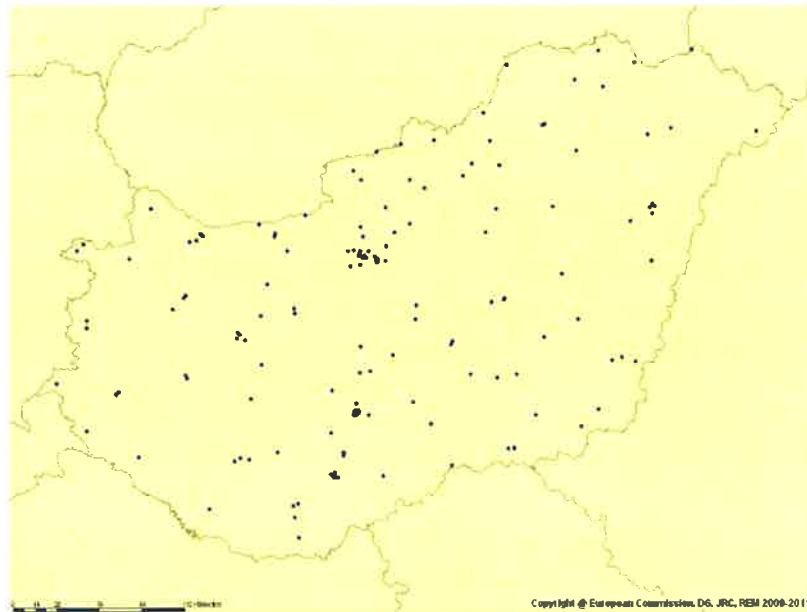
Az OSJER TMH mérőállomások országos területi elhelyezkedését az 4-1. ábra szemlélteti. Látható, hogy a területi eloszlás nem egyenletes, a potenciális nukleáris veszélyforrások környezetében - pl. Budapest és a Paksi Atomerőmű térségében - az állomások sűrűsége nagyobb, egyes térségekben azonban megynként 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 (304 és 425 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 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 2017. évi változása látható. A tárgyidőszakban nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga 92 nSv/óra volt, ami közel megegyezik a 2016. évi értékkel. A napi átlagok az 55-210 nSv/óra közötti tartományban mozogtak. Az adatok környezeti dóziségyenérték teljesítményben vannak megadva.



4-1. ábra

A dózisteljesítmény-mérőhelyek országos elhelyezkedése

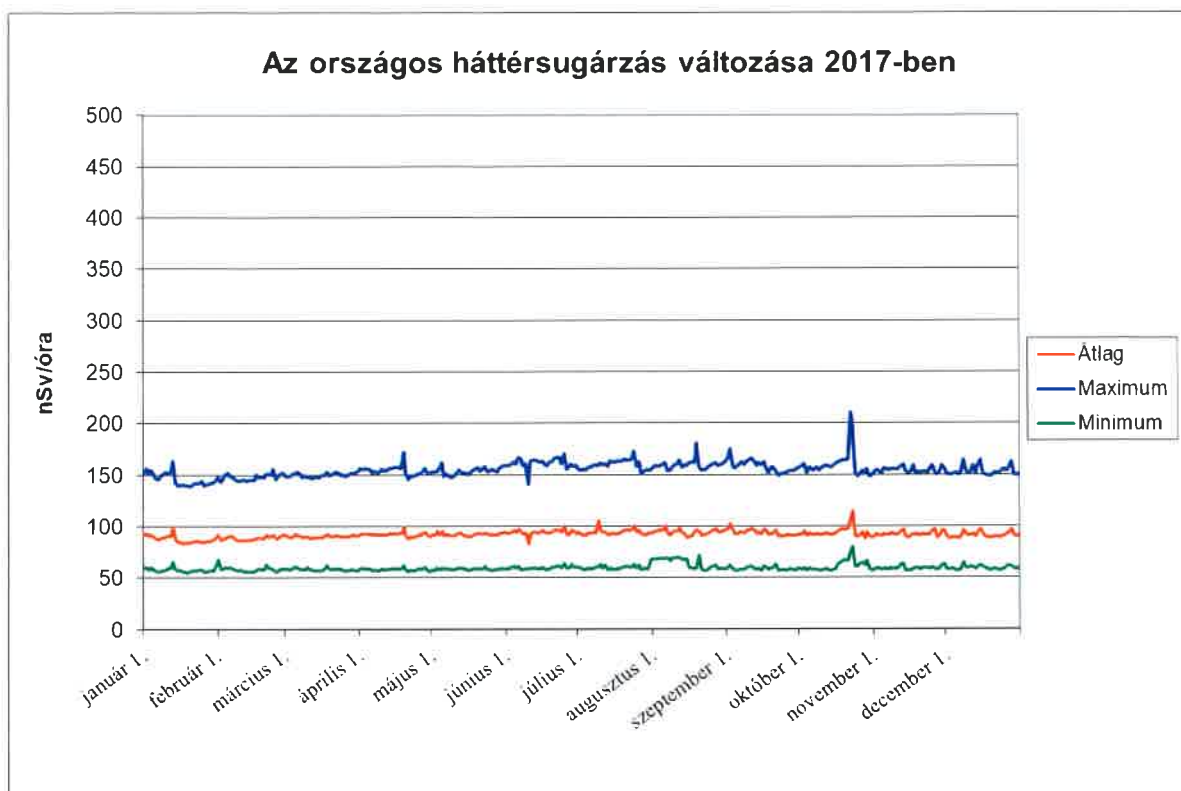
**4-1. táblázat**  
**Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2017-ben (N az üzemelő napok számát jelöli)**

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0101	Rétság	97	86	120	4.4	365
HU0104	Ózd	95	76	134	9.1	365
HU0109	Szekszárd	99	90	144	4.6	365
HU0118	Veszprém	103	96	148	4.6	360
HU0120	Budapest XIV. OKF	84	80	111	2.6	351
HU0124	Salgótarján	105	97	113	2.6	365
HU0130	Gyomaendrőd	95	69	130	6.4	363
HU0131	Vajta	88	82	128	4.3	365
HU0132	Budapest - Ferihegy	82	74	130	4.0	365
HU0133	Komárom	96	90	112	3.2	365
HU0134	Szombathely	107	101	120	2.8	365
HU0135	Solt	87	46	128	4.1	365
HU0136	Zalaegerszeg	101	91	120	3.3	365
HU0137	Kisújszállás	104	89	118	6.1	365
HU0138	Berettyóújfalu	110	96	130	6.5	363
HU0139	Hajdúszoboszló	115	101	151	5.8	340
HU0140	Gyula	126	107	146	8.3	365
HU0141	Mezőkovácsháza	109	100	122	4.0	365
HU0142	Kiskunfélegyháza	90	75	117	6.2	365
HU0143	Vámosmikola	115	104	139	5.5	365
HU0144	Mór	121	109	142	6.6	360
HU0145	Siófok	108	96	143	4.9	356
HU0146	Dombóvár	99	78	174	8.6	365
HU0147	Letenye	108	95	123	5.7	364
HU0148	Lenti	105	87	131	7.7	365
HU0149	Tiszaújváros	112	95	136	5.3	360
HU0201	Bátaapáti - Zsibrik halastó	120	100	179	9.9	363
HU0202	Bátaapáti - Mórág	153	137	209	6.4	364
HU0203	Bátaapáti	143	132	204	5.4	364
HU0204	Bátaapáti - Vadászház	134	115	177	6.4	364
HU0211	Budapest BME	88	84	118	2.6	364
HU0212	Budapest ELTE	59	55	91	2.5	345
HU0213	Budapest SOTE	102	97	119	3.3	245
HU0214	Debrecen	99	91	112	6.1	364
HU0215	Gödöllő	94	90	116	1.9	364
HU0216	Kaposvár	154	108	210	11.8	153
HU0217	Pécs	96	87	111	2.7	291
HU0218	Sopron	94	92	103	1.2	348
HU0219	Szeged1 - Szilárdtest és Radiokémia Tanszék	99	97	122	1.6	317
HU0220	Szeged2 - Orvostudományi Kar	97	77	105	3.2	326
HU0221	Veszprém	77	74	94	2.0	346
HU0223	Szombathely	78	74	89	2.4	191
HU0301	Siklós	113	99	129	5.3	158
HU0302	Székesfehérvár	82	79	110	2.4	357
HU0303	Veszprém	79	75	102	2.2	359
HU0304	Tata	150	138	205	8.5	339
HU0305	Győr	81	77	99	2.3	357
HU0307	Várpalota	92	86	162	4.6	358

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0310	Debrecen	89	80	118	3.9	360
HU0311	Táborfalva	81	72	150	5.4	358
HU0312	Hódmezővásárhely	98	90	110	3.1	334
HU0313	Szentendre	91	17	112	8.0	325
HU0316	Kaposvár	124	104	172	7.6	357
HU0322	Medina	97	86	150	5.1	358
HU0326	Jobbágyi	88	80	110	3.3	356
HU0328	Kecskemét	79	70	126	4.7	360
HU0329	Szentes	88	80	107	3.2	325
HU0330	Budapest X.ker. (HTEK VVR)	94	82	122	3.7	342
HU0332	Zalaegerszeg	102	90	114	3.6	329
HU0333	Miskolc	99	87	132	3.7	279
HU0335	Békéscsaba	95	84	116	4.2	360
HU0337	Pápa	88	82	108	3.7	356
HU0338	Szekszárd	142	128	182	5.3	355
HU0339	Budapest XI. ker. (Örezred)	95	50	135	6.7	351
HU0344	Budapest V. ker. HM I	84	81	104	2.2	358
HU0346	Budakeszi	118	110	148	3.4	342
HU0348	Pusztavacs	78	67	132	9.5	319
HU0349	Budapest XV. ker. HTEK (MH LEK 2. RB)	81	74	114	5.2	283
HU0350	Budapest II. ker. THHE	89	79	134	4.9	353
HU0351	Recsk	91	79	116	4.6	357
HU0355	Szolnok Repülőtér	91	78	134	5.5	285
HU0356	Kecskemét Repülőtér	76	68	127	4.2	359
HU0357	Pápa Repülőtér	95	87	116	4.2	355
HU0358	Szolnok Repülőtér 2	91	78	146	5.5	358
HU0359	Nyírtelek	96	75	126	6.8	357
HU0387	Erdőbénye	91	69	108	7.3	127
HU0388	Telkibánya	109	87	137	7.7	90
HU0389	Buják	93	80	128	5.0	355
HU0390	Budapest XI. Ker. (HM IV)	102	83	110	12.6	4
HU0391	Bánkút	95	72	123	5.7	330
HU0400	Mosonmagyaróvár	99	90	117	4.7	359
HU0401	Nyíregyháza Napkor	75	65	99	3.5	359
HU0402	Sopron	77	72	94	2.9	359
HU0403	Baja	81	74	120	3.9	267
HU0404	Békéscsaba	77	70	97	3.5	210
HU0405	Kékestető	88	75	123	6.1	227
HU0406	Budapest XVIII. ker. (Lőrinc)	85	80	133	4.0	324
HU0407	Győr	82	77	96	2.6	359
HU0408	Szentgotthárd Farkasfa	96	82	119	6.0	359
HU0409	Szeged	79	73	89	3.0	322
HU0411	Miskolc	78	72	102	2.6	323
HU0412	Pécs / Pogány RK	108	95	144	5.8	219
HU0413	Jósvafő	76	68	88	3.3	223
HU0414	Szécsény	95	76	113	5.0	359
HU0415	Tát	90	83	118	3.9	283
HU0416	Tata	63	59	94	3.2	218
HU0417	Záhony	73	61	92	4.2	253
HU0418	Nagykanizsa	94	80	114	4.6	359
HU0419	Homokszentgyörgy	85	79	138	4.5	326

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0420	Jászapáti	86	73	114	3.2	321
HU0421	Kelebia	74	68	93	2.4	362
HU0424	Pitvaros	101	90	117	4.6	278
HU0425	Sátoraljaújhely	97	78	120	5.8	281
HU0426	Soltvadkert	73	66	131	3.9	362
HU0427	Tésa	86	77	123	4.2	362
HU0429	Csenger	97	92	106	2.6	56
HU0500	Paks A1	75	70	128	4.2	365
HU0501	Paks A2	72	67	121	3.7	365
HU0502	Paks A3	80	75	102	2.8	365
HU0503	Paks A4	77	72	116	3.4	365
HU0504	Paks A5	84	76	169	6.3	360
HU0505	Paks A6	73	67	132	4.8	365
HU0506	Paks A7	71	66	112	3.5	365
HU0507	Paks A8	82	76	120	3.6	365
HU0508	Paks A9	73	69	107	3.2	365
HU0509	Paks G1	71	67	128	3.9	365
HU0510	Paks G2	69	64	111	3.2	365
HU0511	Paks G3	74	68	117	3.4	365
HU0512	Paks G4	78	72	127	3.7	365
HU0513	Paks G5	75	70	118	3.5	365
HU0514	Paks G6	70	64	100	2.9	365
HU0515	Paks G7	79	73	126	3.7	365
HU0516	Paks G8	83	77	132	3.9	365
HU0517	Paks G9	84	78	142	4.4	365
HU0518	Paks G10	73	68	126	3.7	365
HU0519	Paks G11	73	64	132	4.0	365

\* 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.



4-2. ábra

A napi dózisteljesítmények országos átlagainak, maximális és minimális értékeinek változása 2017-ben

#### 4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések

Az ERMAH laboratóriumok az OKI KI SSFO kivételével hetente egy alkalommal mérik a környezeti gamma-dózisteljesítményt a telephelyükön, az OKI KI SSFO-ban ez napi gyakorisággal történik. A mérési eredményeket az 4-2. táblázat tartalmazza. Az adatok foton-dózisegyenérték teljesítményben (Hx-ben) vannak megadva. Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményei megfeleltethetőek az OSJER TMH által mért értékeknek.

4-2. táblázat

Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	132	114	142	6	27
Budapest (OKI)	96	78	116	6	244
Debrecen	128	90	200	24	52
Győr	103	90	120	6	52
Miskolc	129	108	148	8	52
Szeged	98	84	120	6	50
Szekszárd	112	98	138	9	48

A külső gamma-dózisteljesítmény mérése ún. integráló típusú passzív detektorokkal is történhet. Az OKI KI SSFO egy 39 pontból álló PA Zrt. 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 háromszor mérik meg az OKI KI SSFO „C”-épülete melletti füves területen AUTOMESS 6150 AD 6 és 6/H típusú műszerrel. 2017-ben az OKI KI SSFO telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagát a 4-3. táblázat tartalmazza.

4-3. táblázat  
Az OKI KI SSFO udvarán 2017-ben 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	103,3	90 – 111	14	105,2	96 – 109	27	108,2	100 – 124	40	102,0	90 – 117
2	105,5	101 – 122	15	105,8	100 – 115	28	105,5	96 – 124	41	98,7	93 -107
3	100,5	91 – 105	16	108,2	96 – 124	29	109,1	104 -124	42	101,4	96 – 109
4	101,9	95 – 106	17	104,5	97 – 110	30	107,7	98 – 124	43	94,7	89 – 100
5	104,7	87 – 129	18	100,5	96 – 106	31	108,7	103 – 108	44	90,0	81 – 99
6	103,2	87 – 110	19	104,5	100 – 108	32	107,0	99 – 108	45	94,2	90 - 98
7	103,1	98 – 112	20	106,1	97 - 112	33	108,0	102 - 108	46	90,9	84 – 98
8	104,5	99 – 112	21	105,7	103 – 110	34	104,9	96 -113	47	93,5	83 - 100
9	104,3	95 – 110	22	105,7	88 – 112	35	109,7	106 – 114	48	94,2	81 -135
10	106,7	95 – 130	23	107,6	102 – 116	36	106,0	101 - 110	49	89,5	82 – 96
11	104,3	95 – 113	24	110,7	106 – 120	37	107,3	102 – 113	50	94,1	87 – 104
12	103,9	100 – 110	25	112,2	106 – 124	38	108,5	101 – 122	51	91,0	87 - 99
13	102,2	90 - 107	26	108,9	104 - 124	39	104,5	98 - 110	52	-	-

## 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 kiszűrhetőek. 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. 2017-ben 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 egyéb programjai keretében 2017-ben 818 aeroszol mintát vettek. Az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriuma 2017-ben 54 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 0,0054 mBq/m<sup>3</sup>-es értékig. Az aeroszolban mérhető természetes

eredetű <sup>7</sup>Be radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya 0,28-8,1mBq/m<sup>3</sup> közötti. Az aeroszol-szűrők legalább 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően 0,01-36 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.

4-4. táblázat  
Országos aeroszol mérési eredmények éves jellemzői 2017-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	4,1	1,2	8,1	1,4	101	0
Be-7	BZ	3,6	1,7	6,0	1,3	14	0
Be-7	GY	3,1	0,28	5,5	1,4	42	1
Be-7	TO	-	1,1	2,9	-	7	0
Cs-137	BP	0,0016	0,00055	0,0029	0,0014	101	77
Cs-137	BZ	0,0025	0,00094	0,0054	0,0014	14	0
Cs-137	GY	-	-	-	-	42	44
Cs-137	TO	-	-	-	-	7	7
Összes béta	BK	-	1,2	2,7	-	46	41
Összes béta	BP	1,2	0,15	25	1,7	429	102
Összes béta	CS	4,8	2,0	36	4,6	50	0
Összes béta	HA	1,0	0,010	33	4,6	51	26
Összes béta	TO	1,1	0,30	20	2,2	93	78
<b>Be-7</b>	<b>Összesen</b>	<b>3,7</b>	<b>0,28</b>	<b>8,1</b>	<b>-</b>	<b>164</b>	<b>1</b>
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,00055</b>	<b>0,0054</b>	<b>-</b>	<b>164</b>	<b>128</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>1,5</b>	<b>0,010</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>669</b>	<b>247</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 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).

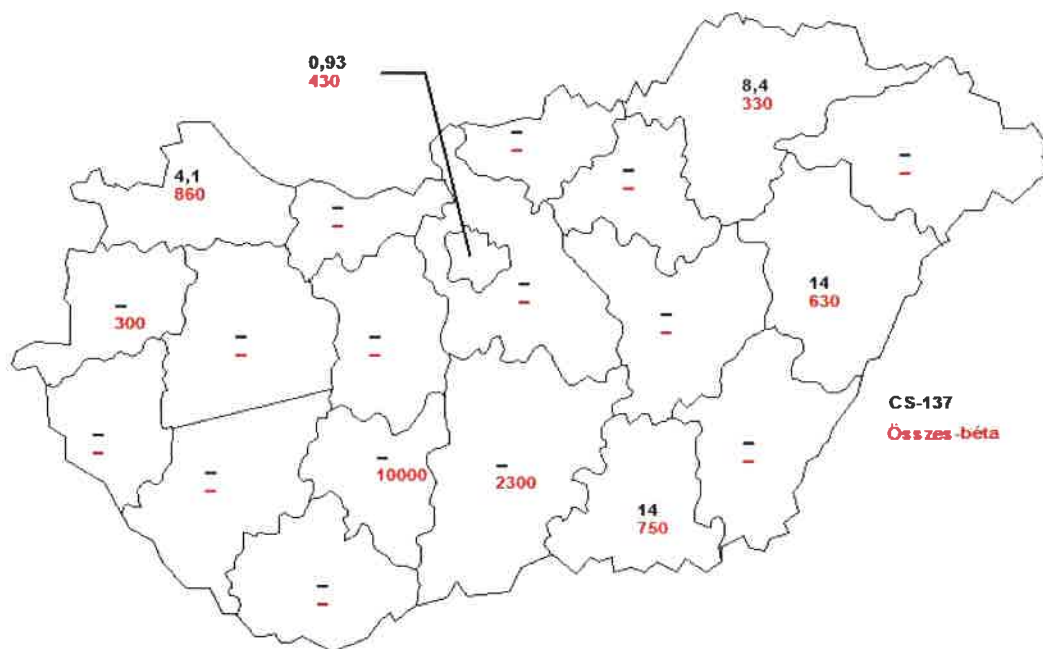
Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH, egyéb programjai keretében 2017-ben 204 fall-out mintát vett.

2017-ben a NÉBIH laboratóriumai 42 fall-out mintát vettek.

4-5. táblázat  
Kihullás mérési eredmények országos, éves jellemzői 2017-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	700	4100	1100	12	1
Be-7	BP	2000	22	8500	2000	32	1
Be-7	HA	3100	770	9500	2400	12	0
Be-7	TO	1800	31	5100	1200	60	2
Be-7	VA	2800	89	18000	5000	12	0
Cs-137	BK	-	-	-	-	12	12
Cs-137	BP	-	0,67	0,93	-	32	30
Cs-137	BZ	6,6	1,3	8,4	2,4	12	0
Cs-137	CS	1,5	0,033	14	4,5	10	0
Cs-137	GY	-	4,0	4,1	-	12	10
Cs-137	HA	9,7	1,8	14	3,2	12	0
Cs-137	TO	-	-	-	-	61	61
Cs-137	VA	-	-	-	-	12	12
Összes béta	BK	640	43	2300	600	12	0
Összes béta	BP	240	46	430	110	39	0
Összes béta	BZ	160	38	330	100	12	0
Összes béta	CS	270	42	750	220	10	0
Összes béta	GY	290	48	860	140	40	1
Összes béta	HA	390	160	630	200	11	0
Összes béta	TO	1200	52	10000	1800	57	0
Összes béta	VA	170	100	300	69	11	0
<b>Be-7</b>	<b>Összesen</b>	<b>2100</b>	<b>22</b>	<b>18000</b>	<b>-</b>	<b>128</b>	<b>4</b>
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>4,4</b>	<b>0,033</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>163</b>	<b>125</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>560</b>	<b>38</b>	<b>10000</b>	<b>-</b>	<b>192</b>	<b>1</b>

A 2017-ben, 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 2016 évvel. A Cs-137 aktivitása, a minták 75%-ában kimutatási határ alatti volt.



**4-3. ábra**  
**Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2017-ben**  
**(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. 2017-ben 19 megye és Budapest területéről, 282 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 rétegéből. Az EüÁ ERMAH egyéb mérési programjai keretében 2017-ben összesen 244 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.

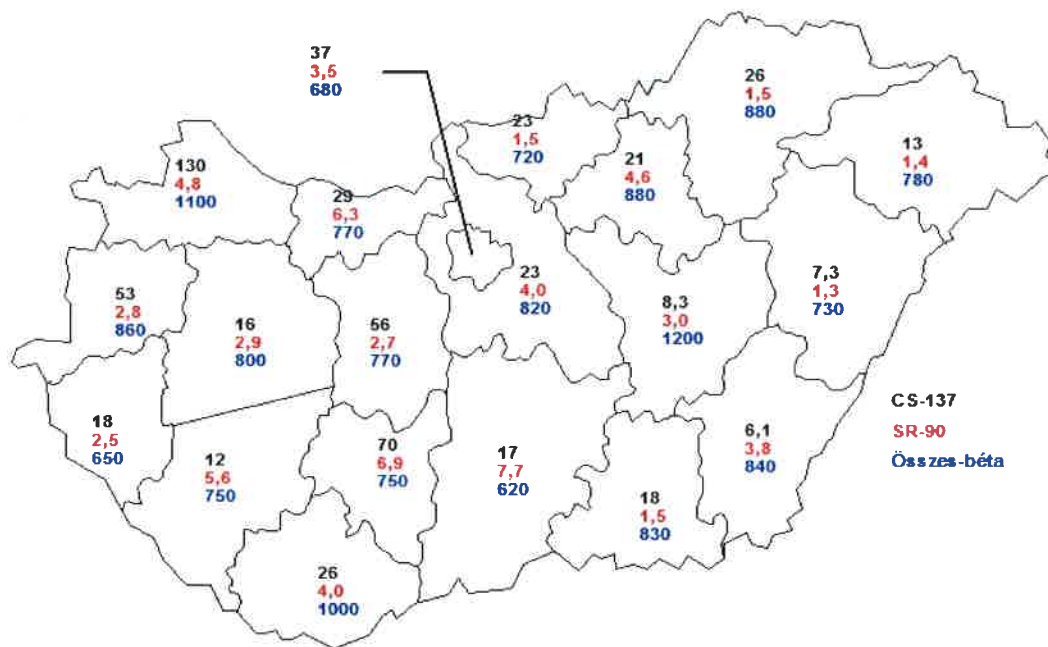
A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó  $^{137}\text{Cs}$  izotóp aktivitás-koncentrációja még mindig jól mérhető. Megyéenkénti átlagai a 2016. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 2,3-39 Bq/kg, az egyedi eredmények maximuma a 760 Bq/kg volt, mely magasabb a tavalyi értéknél. A  $^{90}\text{Sr}$  izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 1,3-2,1 Bq/kg közöttiek voltak. Az összesbéta aktivitás-koncentrációk nagyobbak (430-720 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes  $^{40}\text{K}$  izotóptól származik.

A talaj  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 8,7Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  izotópé ennél kisebb, 1,5 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 610Bq/kg volt 2017-ben. Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2016. éviéktől.

4-6. 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	6,5	0,73	26	6,6	26	3
Cs-137	BE	3,5	1,9	6,1	1,4	11	0
Cs-137	BK	2,4	0,10	17	3,5	50	33
Cs-137	BP	-	9,8	37	-	7	0
Cs-137	BZ	6,3	0,86	26	6,6	22	0
Cs-137	CS	5,7	2,5	18	3,7	16	1
Cs-137	FE	18	3,2	56	15	20	1
Cs-137	GY	26	4,4	130	24	46	0
Cs-137	HA	4,4	2,4	7,3	1,4	15	0
Cs-137	HE	9,2	3,5	21	5,1	22	0
Cs-137	JA	4,2	1,2	8,3	1,8	10	0
Cs-137	KO	7,8	1,8	29	6,1	21	0
Cs-137	NO	9,9	2,7	23	6,0	22	0
Cs-137	PE	11	0,85	23	5,9	24	0
Cs-137	SO	7,2	0,99	12	3,6	18	0
Cs-137	SZ	5,7	1,7	13	3,5	21	0
Cs-137	TO	4,5	2,4	70	9,2	118	87
Cs-137	VA	14	4,6	53	13	19	0
Cs-137	VE	7,9	3,1	16	3,9	20	0
Cs-137	ZA	8,6	3,8	18	3,6	15	0
Sr-90	BA	1,5	0,61	4,0	1,0	15	3
Sr-90	BE	-	0,71	3,8	-	7	1
Sr-90	BK	-	0,20	7,7	-	5	1
Sr-90	BP	-	2,1	3,5	-	3	0
Sr-90	BZ	0,93	0,57	1,5	0,24	11	0
Sr-90	CS	-	0,26	1,5	-	5	0
Sr-90	FE	1,3	0,36	2,7	0,68	11	0
Sr-90	GY	-	0,31	4,8	-	11	4
Sr-90	HA	0,87	0,55	1,3	0,24	11	1
Sr-90	HE	1,3	0,58	4,6	1,1	13	0
Sr-90	JA	-	0,92	3,0	-	6	0
Sr-90	KO	-	0,52	6,3	-	9	0
Sr-90	NO	-	0,39	1,5	-	11	2
Sr-90	PE	1,9	0,87	4,0	1,0	17	0
Sr-90	SO	-	0,47	5,6	-	5	0
Sr-90	SZ	-	0,52	1,4	-	11	2
Sr-90	TO	2,0	0,86	6,9	1,5	14	0
Sr-90	VA	1,4	0,21	2,8	0,66	11	0
Sr-90	VE	1,4	0,72	2,9	0,81	11	0
Sr-90	ZA	-	0,70	2,5	-	5	0
Összes béta	BA	710	540	1000	100	22	0
Összes béta	BE	-	730	840	-	7	0
Összes béta	BK	430	270	620	130	13	1
Összes béta	BP	-	480	680	-	7	0
Összes béta	BZ	690	580	880	100	18	0
Összes béta	CS	450	290	830	210	13	0
Összes béta	FE	520	280	770	130	16	0
Összes béta	GY	720	550	1100	180	16	0
Összes béta	HA	440	300	730	140	11	0
Összes béta	HE	650	440	880	120	18	0
Összes béta	JA	-	710	1200	-	6	0
Összes béta	KO	570	160	770	150	17	0
Összes béta	NO	550	390	720	93	18	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes béta	PE	650	470	820	100	24	0
Összes béta	SO	510	400	750	120	13	1
Összes béta	SZ	610	350	780	120	18	0
Összes béta	TO	560	330	750	120	19	0
Összes béta	VA	730	620	860	62	16	0
Összes béta	VE	630	400	800	120	16	0
Összes béta	ZA	590	520	650	46	11	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>8,7</b>	<b>0,10</b>	<b>130</b>	-	<b>523</b>	<b>125</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>1,5</b>	<b>0,20</b>	<b>7,7</b>	-	<b>192</b>	<b>14</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>610</b>	<b>160</b>	<b>1200</b>	-	<b>299</b>	<b>2</b>



4-4. ábra  
 Talajmérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2017-ben  
 (EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)  
 Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésekből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

## 4.5 Felszíni vizek monitoringja

A felszíni vizek radioaktív szennyeződésének monitorozása kiemelten fontos feladat, hiszen ivóvizünk jelentős 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 ( $^{131}\text{I}$ ). A 2017-ben mérési programjaik keretében 307 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 2017-ben összesen 660 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes béta-, fél éves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.

Az OKI KI 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 H-3-meghatározást végeznek belőle. 2017-ben 31 ilyen mintát vettek.

A 2017. évben kapott mérési eredményeket a 4-7. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, általában 0,1-50 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.

**4-7. táblázat**  
**Egyes felszíni vizek mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ, FmÁ és KvVÁ)**

<b>Radionuklid</b>	<b>Víz neve</b>	<b>Átlag mBq/l</b>	<b>Minimum mBq/l</b>	<b>Maximum mBq/l</b>	<b>Szórás mBq/l</b>	<b>N</b>	<b>Kha</b>
Cs-137	Által ér	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Balaton	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Cseke tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Deseda tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Duna	3,4	0,13	50	7,7	58	43
Cs-137	Eger patak	-	5,0	5,1	-	2	0
Cs-137	Fehér tó	-	1,0	1,0	-	2	0
Cs-137	Fertő tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Halas-tó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Hámori tó	-	11	15	-	2	0
Cs-137	Hármas Körös	-	1,0	1,0	-	3	0
Cs-137	Holt Duna-ág	-	-	-	-	6	6
Cs-137	Holt tiszta	-	17	20	-	4	2
Cs-137	Horgásztó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Horgász-tó	-	1,0	10	-	2	0
Cs-137	Kapos	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kondor tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Körös/Fehér-körös	-	1,0	10	-	2	0
Cs-137	Laskóvölgyi víztározó	-	-	11	-	1	0
Cs-137	Maros	-	1,0	1,0	-	6	0
Cs-137	Orfűi tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Palotási víztározó	-	10	15	-	2	0
Cs-137	Rába	-	-	9,0	-	4	3
Cs-137	Sárvár tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Séd patak	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Szelidi tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Szinva folyó	-	3,5	5,0	-	2	0
Cs-137	Tisza	1,0	1,0	1,0	0,0	14	0
Cs-137	Vártó	-	1,0	1,0	-	2	0
Cs-137	Vekeri tó	-	17	25	-	4	1
Cs-137	Zagyva	-	4,8	5,0	-	2	0
Cs-137	Zala	-	-	-	-	1	1
H-3	Börzsöny patak	-	990	1400	-	2	0
H-3	Duna	2200	200	24000	2200	160	63
H-3	Horgásztó	-	-	-	-	1	1
H-3	Kemence patak	-	800	1000	-	2	0
H-3	Kőér patak	1200	900	1500	190	12	0
H-3	Letskés patak	-	720	1100	-	2	0
H-3	Szelidi tó	1000	870	1400	150	11	0
Sr-90	Duna	4,4	0,82	19	4,5	46	20
Sr-90	Holt Duna-ág	-	4,9	12	-	4	0
Sr-90	Kondor tó	-	6,4	9,5	-	4	0
Sr-90	Szelidi tó	-	0,40	30	-	7	0
Összes béta	Által ér	300	230	380	53	11	0
Összes béta	Balaton	360	90	480	94	23	0
Összes béta	Bátaapáti patak	240	62	400	110	12	0
Összes béta	Bódva	230	170	280	37	12	0
Összes béta	Cseke tó	-	550	750	-	4	0
Összes béta	Deseda tó	-	82	230	-	4	0

<b>Radionuklid</b>	<b>Víz neve</b>	<b>Átlag mBq/l</b>	<b>Minimum mBq/l</b>	<b>Maximum mBq/l</b>	<b>Szórás mBq/l</b>	<b>N</b>	<b>Kha</b>
Összes béta	Dráva	110	76	150	21	12	0
Összes béta	Duna	130	10	520	57	179	0
Összes béta	Eger patak	330	220	440	72	12	0
Összes béta	Fehér Körös	-	180	210	-	3	0
Összes béta	Fehér tó	-	280	420	-	4	0
Összes béta	Fertő tó	-	760	1000	-	3	0
Összes béta	Halas-tó	-	210	300	-	4	0
Összes béta	Hámori tó	-	34	630	-	4	0
Összes béta	Hármas Körös	-	180	230	-	3	0
Összes béta	Hármas-Körös	-	100	320	-	11	2
Összes béta	Hernád	180	150	210	19	11	0
Összes béta	Holt Duna-ág	230	180	440	70	11	0
Összes béta	Holt tiszta	-	86	240	-	4	0
Összes béta	Horgásztó	-	64	190	-	4	0
Összes béta	Horgász-tó	-	170	210	-	3	0
Összes béta	Kapos	310	110	950	190	24	0
Összes béta	Keleti Főcsatorna	140	96	230	40	12	0
Összes béta	Kondor tó	170	140	200	22	10	0
Összes béta	Kőér patak	430	20	1200	280	21	0
Összes béta	Körös/Fehér-körös	-	160	250	-	8	0
Összes béta	Lajta	97	40	150	32	12	0
Összes béta	Lapincs	83	50	130	21	12	0
Összes béta	Laskóvölgyi víztározó	-	390	460	-	4	0
Összes béta	Maros	210	160	330	43	18	0
Összes béta	Nádor-csatorna	490	380	600	73	11	0
Összes béta	Omszki tó	-	60	500	-	8	0
Összes béta	Orfői tó	-	39	240	-	4	0
Összes béta	Palotási víztározó	-	540	670	-	4	0
Összes béta	Pinka	88	40	130	27	12	0
Összes béta	Rába	140	60	210	39	32	0
Összes béta	Sajó	250	140	360	62	12	0
Összes béta	Sárvár tó	-	120	160	-	4	0
Összes béta	Séd patak	100	70	220	41	11	0
Összes béta	Sió	450	360	580	63	11	0
Összes béta	Szelidi tó	270	180	330	41	10	0
Összes béta	Szinva folyó	120	59	200	46	12	0
Összes béta	Tisza	160	79	260	41	67	4
Összes béta	Vártó	-	200	250	-	4	0
Összes béta	Vekeri tó	-	110	200	-	4	0
Összes béta	Velencei-tó	1900	1400	2400	330	11	0
Összes béta	Zagyva	420	36	670	180	12	0
Összes béta	Zala	-	110	210	-	9	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.

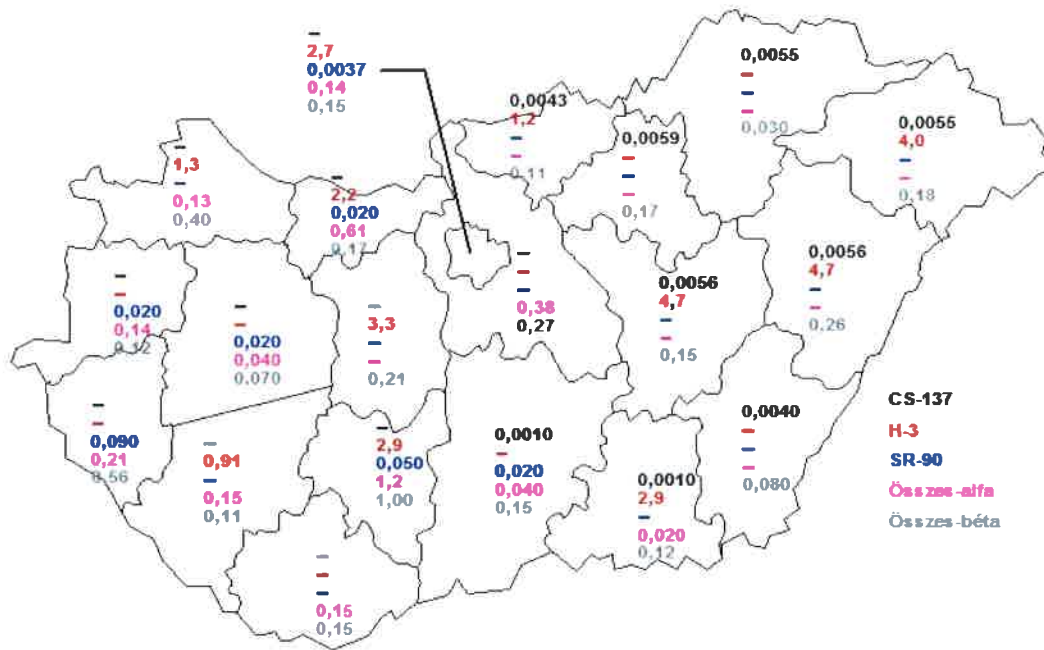
Országos vezetékes ivóvíz-ellenőrzési programot az EüÁ ERMAH laboratóriumok végeznek. A mintavételi program megyénkénti negyedéves mintázást ír elő az összes béta-mérésekhez. Ezenkívül a  $^3\text{H}$  és  $^{90}\text{Sr}$  vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Az EüÁ ERMAH egyéb mérési programjai keretében 2017-ben összesen 360 vízminta vizsgálatát végezték el.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz - méréseket. 2017-ben összesen 35 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 mélységi ivóvizek (karszt, artézi) trícium koncentrációi viszont legfeljebb a néhány tized Bq/l értéket érik el.

Az ivóvíz  $^3\text{H}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 1,5 Bq/l. A legnagyobb érték (4,7 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  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációi 0,0011-0,09 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,10 Bq/l, az összes alfa-aktivitások átlaga is 0,11 Bq/l, míg a  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, értékeik a 0,0010 és 0,0059 Bq/l között találhatók.



**4-5. ábra**  
**Ivóvíz mérési eredmények éves maximum értékei**  
**(EüÁ és FmÁ, Bq/l mértékegységben)**  
*Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)*

4-8. 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	-	-	-	-	2	2
Cs-137	BE	-	0,0010	0,0040	-	2	0
Cs-137	BK	-	0,0010	0,0010	-	6	4
Cs-137	BP	-	-	-	-	13	13
Cs-137	BZ	-	-	0,0055	-	1	0
Cs-137	CS	-	0,0010	0,0010	-	2	0
Cs-137	FE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	GY	-	-	-	-	7	7
Cs-137	HA	-	-	0,0056	-	4	3
Cs-137	HE	-	0,0056	0,0059	-	2	0
Cs-137	JA	-	0,0055	0,0056	-	4	2
Cs-137	KO	-	-	-	-	3	3
Cs-137	NO	-	-	0,0043	-	1	0
Cs-137	PE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	SO	-	-	-	-	3	3
Cs-137	SZ	-	-	0,0055	-	4	3
Cs-137	TO	-	-	-	-	19	19
Cs-137	VA	-	-	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	ZA	-	-	-	-	5	5
H-3	BA	-	-	-	-	2	2
H-3	BK	-	-	-	-	1	1
H-3	BP	1,7	1,2	2,7	0,49	13	1
H-3	CS	-	-	2,9	-	1	0
H-3	FE	-	-	3,3	-	2	1
H-3	GY	-	-	1,3	-	7	6
H-3	HA	-	-	4,7	-	2	1
H-3	JA	-	-	4,7	-	2	1
H-3	KO	-	1,0	2,2	-	6	2
H-3	NO	-	0,95	1,2	-	2	0
H-3	PE	-	-	-	-	2	2
H-3	SO	-	-	0,92	-	3	2
H-3	SZ	-	-	4,0	-	2	1
H-3	TO	0,86	0,64	2,9	0,74	27	14
H-3	VA	-	-	-	-	4	4
H-3	VE	-	-	-	-	2	2
H-3	ZA	-	-	-	-	3	3
Sr-90	BA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BK	-	0,0054	0,024	-	4	0
Sr-90	BP	0,0022	0,0011	0,0037	0,00092	12	2
Sr-90	FE	-	-	-	-	2	2
Sr-90	GY	-	-	-	-	2	2
Sr-90	KO	-	-	0,020	-	2	1
Sr-90	SO	-	-	-	-	2	2
Sr-90	TO	0,0089	0,0044	0,055	0,012	18	7
Sr-90	VA	-	0,020	0,020	-	2	0
Sr-90	VE	-	-	0,020	-	2	1
Sr-90	ZA	-	-	0,090	-	2	1
Összes alfa	BA	-	0,091	0,16	-	2	0
Összes alfa	BK	-	-	0,050	-	1	0
Összes alfa	BP	0,090	0,038	0,15	0,037	13	0
Összes alfa	CS	-	-	0,029	-	1	0
Összes alfa	FE	-	-	-	-	2	2
Összes alfa	GY	-	0,058	0,13	-	7	3

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Összes alfa	HA	-	-	-	-	2	2
Összes alfa	JA	-	-	-	-	2	2
Összes alfa	KO	-	0,14	0,61	-	4	0
Összes alfa	PE	-	0,033	0,39	-	2	0
Összes alfa	SO	-	-	0,15	-	3	2
Összes alfa	SZ	-	-	-	-	2	2
Összes alfa	TO	-	-	1,2	-	3	2
Összes alfa	VA	-	0,044	0,15	-	4	1
Összes alfa	VE	-	-	0,045	-	2	1
Összes alfa	ZA	-	0,030	0,21	-	5	1
Összes béta	BA	-	0,057	0,16	-	4	0
Összes béta	BE	-	0,048	0,080	-	4	0
Összes béta	BK	0,083	0,053	0,15	0,024	16	0
Összes béta	BP	0,10	0,018	0,16	0,044	37	0
Összes béta	BZ	-	0,024	0,035	-	4	0
Összes béta	CS	-	0,050	0,12	-	4	0
Összes béta	FE	-	0,047	0,21	-	4	0
Összes béta	GY	0,11	0,050	0,41	0,063	38	0
Összes béta	HA	0,11	0,020	0,26	0,064	14	0
Összes béta	HE	-	0,14	0,18	-	4	0
Összes béta	JA	0,092	0,025	0,15	0,039	14	0
Összes béta	KO	-	0,070	0,17	-	6	0
Összes béta	NO	-	0,059	0,12	-	4	0
Összes béta	PE	-	0,049	0,28	-	2	0
Összes béta	SO	-	0,080	0,11	-	5	0
Összes béta	SZ	0,11	0,015	0,19	0,044	11	0
Összes béta	TO	0,11	0,031	1,0	0,12	61	0
Összes béta	VA	-	0,028	0,12	-	6	0
Összes béta	VE	-	0,040	0,070	-	4	0
Összes béta	ZA	-	0,010	0,56	-	7	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,0059</b>	-	<b>86</b>	<b>72</b>
<b>H-3</b>	<b>Összesen</b>	<b>1,5</b>	<b>0,64</b>	<b>4,7</b>	-	<b>81</b>	<b>43</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0098</b>	<b>0,0011</b>	<b>0,090</b>	-	<b>50</b>	<b>20</b>
<b>Összes alfa</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,11</b>	<b>0,029</b>	<b>1,2</b>	-	<b>55</b>	<b>18</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,10</b>	<b>0,010</b>	<b>1,0</b>	-	<b>249</b>	<b>0</b>

## 4.6.2 Palackozott vizek

A palackozott vizek (ásványvizek, tisztított vizek, forrásvizek) hazánkban is erősen emelkedő mértékű fogyasztása, indokoltá teszi radiológiai szempontból történő külön vizsgálatukat. A 2017-ben 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, 2017-ben összesen 52 mintán végeztek méréseket. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek palackozottvíz-méréseket. 2017-ben összesen 6 vízminta részletes radioanalitikai vizsgálatát végezték el.

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

4-9. táblázat  
Palackozott víz mérési eredmények jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	N	Kha
Cs-137	BZ	0,0044	0,0063	3	1
Cs-137	CS	0,0010	0,0010	2	0
Cs-137	FE	-	-	1	1
Cs-137	GY	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	0,022	3	2
Cs-137	SO	-	-	1	1
Cs-137	TO	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	1	1
H-3	BZ	-	-	2	2
H-3	FE	-	-	1	1
H-3	VE	-	-	1	1
Összes alfa	FE	-	0,19	1	0
Összes alfa	SO	-	0,080	1	0
Összes alfa	VE	-	0,10	1	0
Összes béta	BP	0,0030	0,40	24	0
Összes béta	BZ	0,026	0,40	5	0
Összes béta	CS	0,080	0,090	4	0
Összes béta	FE	-	0,30	1	0
Összes béta	GY	0,040	0,090	4	0
Összes béta	HA	0,11	0,36	4	0
Összes béta	SO	-	0,10	1	0
Összes béta	TO	0,13	0,24	4	0
Összes béta	VE	-	0,070	1	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,022</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<b>H-3</b>	<b>Összesen</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Összes alfa</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,080</b>	<b>0,19</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,0030</b>	<b>0,40</b>	<b>48</b>	<b>0</b>

## 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

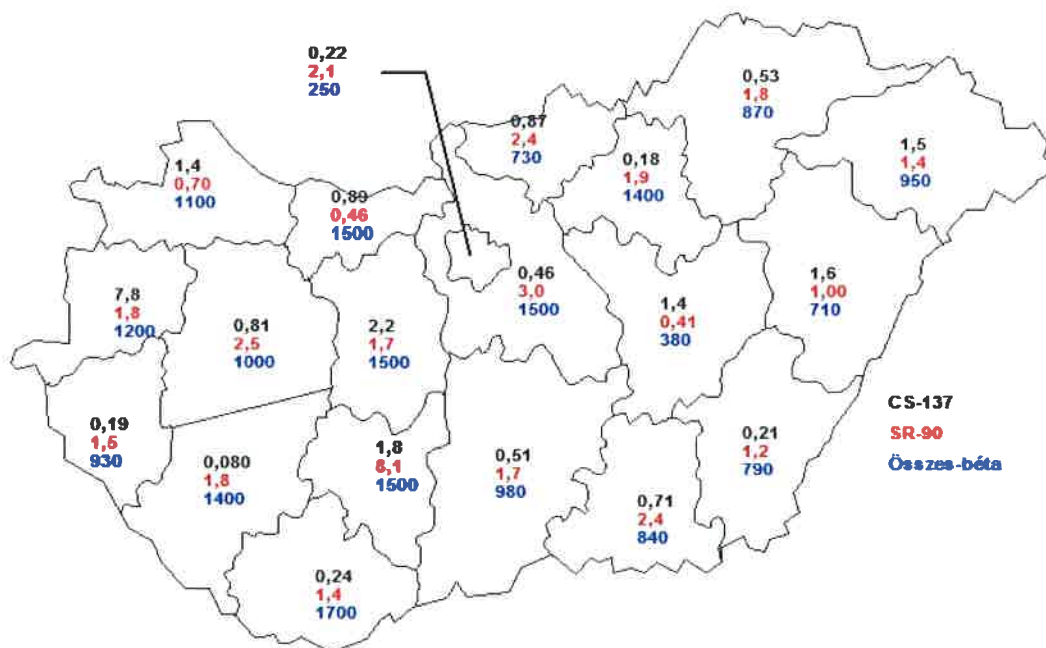
A takarmány gyűjtőnév a legelőkről származó füvet, a takarmányozási céllal termesztett növényeket, valamint az egyes adalékokat foglalja magába.

A NÉBIH takarmány mintavételi programja kiterjed a takarmány alapanyagokra, keverékekre és premixekre.

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.)

A takarmánynövények  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,43 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$ -é magasabb, 0,63 Bq/kg.



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)

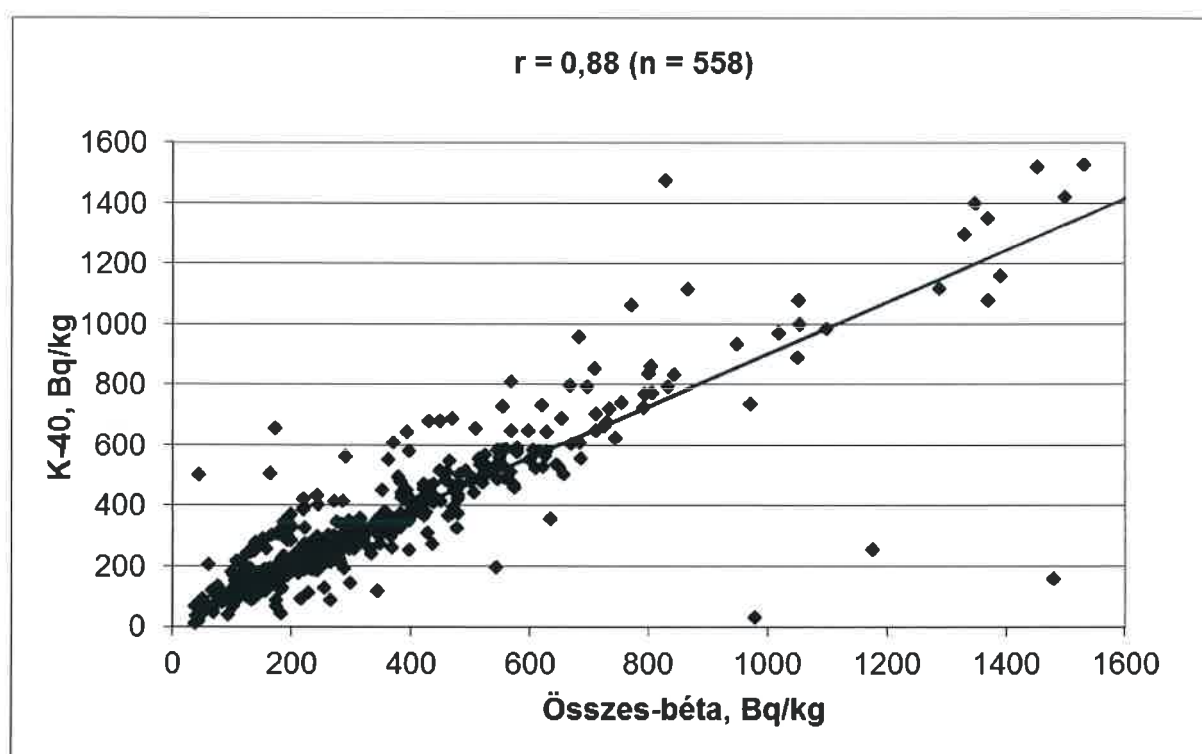
4-10. táblázat  
Országos takarmány mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	0,062	0,24	-	29	23
Cs-137	BE	-	0,0010	0,21	-	31	27
Cs-137	BK	-	0,0010	0,51	-	45	38
Cs-137	BP	-	0,073	0,23	-	56	54
Cs-137	BZ	-	0,13	0,54	-	33	29
Cs-137	CS	-	0,0010	0,71	-	33	28
Cs-137	FE	-	0,079	2,2	-	27	19
Cs-137	GY	0,48	0,25	1,4	0,28	49	30
Cs-137	HA	-	0,050	1,6	-	27	20
Cs-137	HE	-	0,14	0,18	-	21	17
Cs-137	JA	-	0,11	1,4	-	26	21
Cs-137	KO	-	0,12	0,89	-	37	35
Cs-137	NO	0,27	0,063	0,87	0,19	28	15
Cs-137	PE	0,15	0,048	0,47	0,093	46	29
Cs-137	SO	-	-	0,080	-	27	26
Cs-137	SZ	-	0,17	1,5	-	21	17
Cs-137	TO	0,41	0,042	1,8	0,34	46	30
Cs-137	VA	-	0,066	7,8	-	30	21
Cs-137	VE	-	0,42	0,81	-	28	26
Cs-137	ZA	-	0,040	0,19	-	26	20
Sr-90	BA	0,40	0,12	1,4	0,30	21	1
Sr-90	BE	0,35	0,13	1,2	0,26	23	8
Sr-90	BK	0,38	0,060	1,7	0,40	26	1
Sr-90	BP	-	0,17	2,1	-	3	0
Sr-90	BZ	0,67	0,14	1,8	0,44	20	4
Sr-90	CS	0,56	0,080	2,4	0,60	16	0
Sr-90	FE	0,75	0,070	1,7	0,56	22	0
Sr-90	GY	0,37	0,060	0,70	0,21	22	0
Sr-90	HA	0,45	0,27	1,0	0,24	16	3
Sr-90	HE	0,60	0,060	1,9	0,54	13	2
Sr-90	JA	0,17	0,090	0,41	0,10	17	6
Sr-90	KO	0,24	0,090	0,46	0,10	23	1
Sr-90	NO	0,97	0,11	2,4	0,62	21	0
Sr-90	PE	0,80	0,075	3,0	0,81	35	0
Sr-90	SO	0,41	0,10	1,8	0,43	19	0
Sr-90	SZ	0,67	0,15	1,4	0,39	17	1
Sr-90	TO	1,2	0,11	8,1	1,3	38	1
Sr-90	VA	0,80	0,12	1,8	0,50	21	1
Sr-90	VE	1,0	0,14	2,5	0,78	19	0
Sr-90	ZA	0,49	0,16	1,5	0,32	21	2
Összes béta	BA	320	39	1700	330	29	0
Összes béta	BE	280	91	790	180	31	0
Összes béta	BK	240	40	980	210	40	0
Összes béta	BP	-	160	250	-	3	0
Összes béta	BZ	380	45	870	200	30	0
Összes béta	CS	260	45	840	190	33	0
Összes béta	FE	390	83	1500	350	27	0
Összes béta	GY	550	120	1100	260	49	0
Összes béta	HA	290	110	710	160	24	0
Összes béta	HE	340	120	1400	280	20	0
Összes béta	JA	210	54	380	88	26	0
Összes béta	KO	350	86	1500	310	37	0
Összes béta	NO	400	170	730	160	28	0
Összes béta	PE	310	60	1500	220	46	0



Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes béta	SO	260	41	1400	350	24	0
Összes béta	SZ	400	120	950	220	21	0
Összes béta	TO	500	170	1500	300	46	0
Összes béta	VA	410	110	1200	310	26	0
Összes béta	VE	360	95	1000	240	26	0
Összes béta	ZA	330	57	930	260	26	0
Cs-137	Összesen	0,43	0,0010	7,8	-	666	525
Sr-90	Összesen	0,63	0,060	8,1	-	413	31
Összes béta	Összesen	350	39	1700	-	592	0

2017-ben a mintákban mérhető összes béta-aktivitás átlagosan 350 Bq/kg volt, mely döntően természetes eredetű. Ennek igazolására a 4-7. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes béta és <sup>40</sup>K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt. Az ábrából látható, hogy a takarmánynövényeknél az összes béta-aktivitás közel 90%-ban a <sup>40</sup>K radionuklidtól származik.



4-7. ábra  
Takarmányminták összes béta és <sup>40</sup>K aktivitás-koncentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

## 4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer

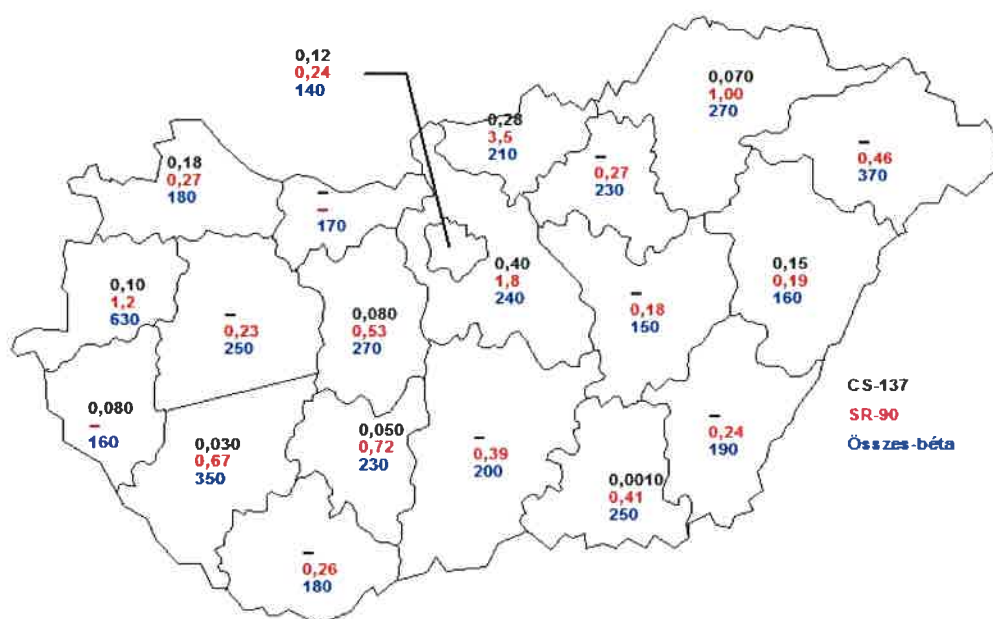
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények, – elsősorban a zöldségfélék - amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitás-koncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. 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. 2017-ben a 19 megye és Budapest területéről 206 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. 2017-ben 294 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az eltérő érzékenységgű 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 ERMAHegység mérési programjai keretében 2017-ben összesen 136 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 0,80 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  nuklidé pedig 0,32 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 mérésekből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény. A gombaminták mérési eredményeit az ábrán nem tüntettük fel)

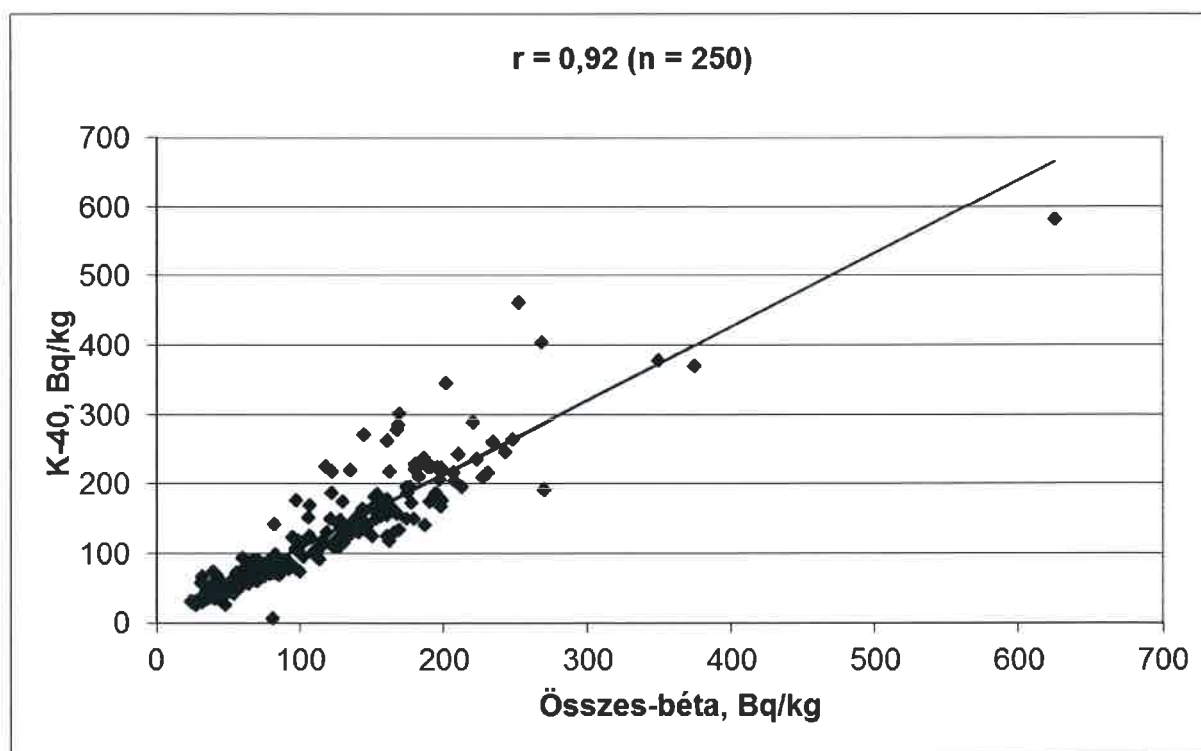
4-11. táblázat  
Nyers, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	5	5
Cs-137	BE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	BK	-	-	- (* 0,28)	-	5	5
Cs-137	BP	-	-	0,12 (* 0,76)	-	19	18
Cs-137	BZ	0,079	0,030	0,071 (* 1,0)	0,055	26	8
Cs-137	CS	0,076	0,0010	0,0010 (* 0,10)	0,15	23	9
Cs-137	FE	-	0,033	0,089 (* 0,84)	-	5	3
Cs-137	GY	-	0,044	0,18 (* 1,2)	-	20	15
Cs-137	HA	0,10	0,064	0,15	0,037	23	5
Cs-137	HE	-	-	- (* 12)	-	8	8
Cs-137	JA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	KO	-	-	- (* 0,42)	-	6	6
Cs-137	NO	-	0,053	0,29 (* 1,7)	-	6	4
Cs-137	PE	-	0,013	0,41 (* 9,8)	-	28	21
Cs-137	SO	-	-	0,030	-	15	14
Cs-137	SZ	-	-	-	-	9	9
Cs-137	TO	-	-	0,051 (* 0,072)	-	26	25
Cs-137	VA	-	0,050	0,10 (* 2,8)	-	14	10
Cs-137	VE	-	-	- (* 28)	-	19	19
Cs-137	ZA	-	0,050	0,080	-	10	8
Sr-90	BA	-	0,13	0,26	-	5	0
Sr-90	BE	-	0,24	0,24	-	2	0
Sr-90	BK	-	0,15	0,39	-	5	1
Sr-90	BP	-	-	0,25	-	1	0
Sr-90	BZ	-	0,12	1,0	-	6	1
Sr-90	CS	-	0,060	0,41	-	3	0
Sr-90	FE	-	0,12	0,54	-	4	0
Sr-90	GY	-	0,13	0,27	-	2	0
Sr-90	HA	-	-	0,19	-	2	1
Sr-90	HE	-	0,16	0,27 (* 0,82)	-	5	2
Sr-90	JA	-	-	0,18	-	1	0
Sr-90	NO	-	0,18	3,5	-	3	0
Sr-90	PE	0,38	0,053	1,8	0,52	14	1
Sr-90	SO	-	0,48	0,67	-	2	0
Sr-90	SZ	-	0,10	0,46 (* 1,9)	-	5	0
Sr-90	TO	-	0,17	0,72	-	5	1
Sr-90	VA	-	0,13	1,2	-	4	0
Sr-90	VE	-	0,060	0,23	-	7	1
Sr-90	ZA	-	-	- (* 0,82)	-	0	0
Összes béta	BA	-	120	180	-	5	0
Összes béta	BE	-	190	190	-	2	0
Összes béta	BK	-	140	200	-	4	0
Összes béta	BP	49	15	140	29	57	0
Összes béta	BZ	100	32	270	57	26	0
Összes béta	CS	100	35	250	51	26	0
Összes béta	FE	-	180	270	-	5	0
Összes béta	GY	72	28	180	40	20	0
Összes béta	HA	77	27	160	40	23	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes béta	HE	-	46	230	-	8	0
Összes béta	JA	-	40	150	-	4	0
Összes béta	KO	-	32	170	-	6	0
Összes béta	NO	-	36	210	-	6	0
Összes béta	PE	120	35	240	67	26	0
Összes béta	SO	80	28	350	77	15	0
Összes béta	SZ	-	34	370	-	9	0
Összes béta	TO	93	29	230	52	26	0
Összes béta	VA	140	24	630	150	14	0
Összes béta	VE	100	25	250	59	19	0
Összes béta	ZA	-	26	160	-	9	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,080</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,41 (* 28)</b>	-	<b>273</b>	<b>198</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,32</b>	<b>0,053</b>	<b>3,5 (* 1,9)</b>	-	<b>76</b>	<b>8</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>95</b>	<b>15</b>	<b>630</b>	-	<b>310</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

2017-ben a mintákban mérhető összes béta-aktivitás átlaga 95 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

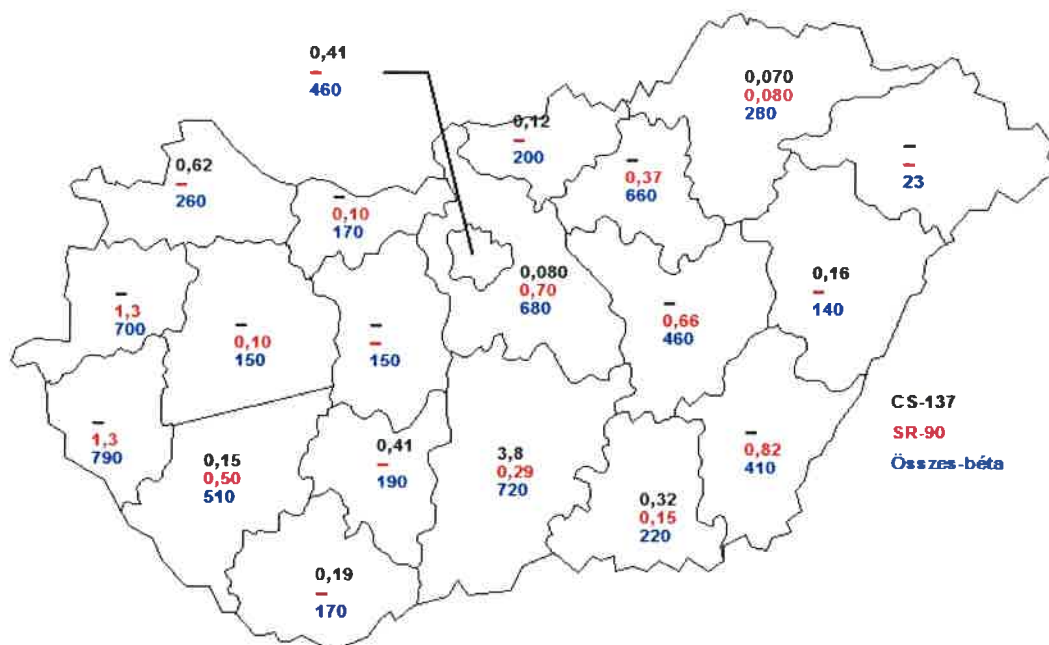
A mintacsoportba elsősorban a gabonafélék terményei, illetve ezek feldolgozott formái (liszt, kenyér, pékáru) tartoznak.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot; búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek benne. 2017-ben a 19 megye és Budapest területéről 153 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. 2017-ben 318 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 2017-ben összesen 136 minta vizsgálatát végezték el.

A gabonafélékben és termékeikben mért aktivitás-koncentrációk éves, országos értékei az alábbi határok közt mozogtak (4-12. táblázat): 0,001 - 3,8 Bq/kg ( $^{137}\text{Cs}$ ); 0,030 - 1,3 ( $^{90}\text{Sr}$ ) és 6,7 - 790 Bq/kg (összes béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű  $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$ , - az igen kis kimutatási határok ellenére - általában a minták 50-90 %-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)

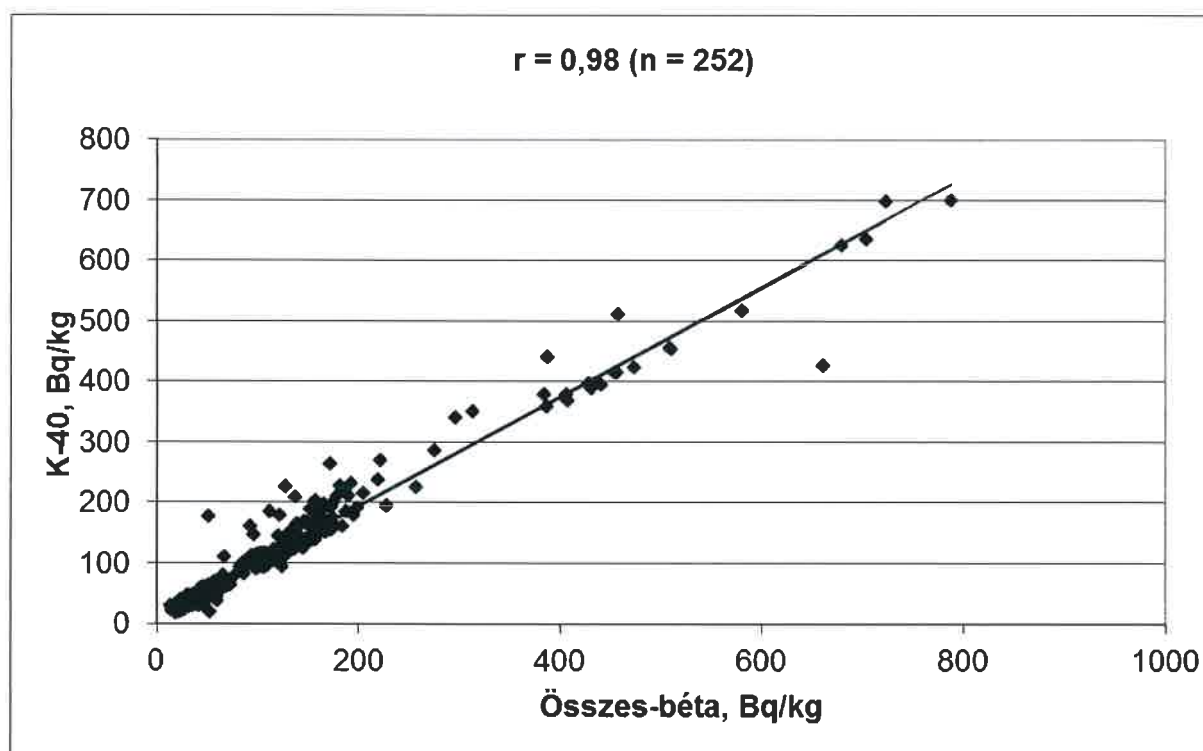
Megi.: "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény.

**4-12. táblázat**  
**Gabonafélék és az azokból készült élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

<b>Radionuklid</b>	<b>Megye</b>	<b>Átlag Bq/kg</b>	<b>Minimum Bq/kg</b>	<b>Maximum Bq/kg</b>	<b>Szórás Bq/kg</b>	<b>N</b>	<b>Kha</b>
Cs-137	BA	-	-	0,19	-	1	0
Cs-137	BE	-	-	-	-	4	4
Cs-137	BK	-	-	3,8	-	12	11
Cs-137	BP	-	-	0,41	-	24	23
Cs-137	BZ	-	0,038	0,077	-	14	6
Cs-137	CS	-	0,0010	0,32	-	12	3
Cs-137	FE	-	-	-	-	4	4
Cs-137	GY	-	-	0,62	-	13	12
Cs-137	HA	-	0,090	0,16	-	13	5
Cs-137	HE	-	-	-	-	6	6
Cs-137	JA	-	-	-	-	7	7
Cs-137	KO	-	-	-	-	2	2
Cs-137	NO	-	-	0,12	-	4	3
Cs-137	PE	-	-	0,080	-	13	12
Cs-137	SO	-	-	0,15	-	14	13
Cs-137	SZ	-	-	-	-	2	2
Cs-137	TO	-	0,20	0,41	-	18	15
Cs-137	VA	-	-	-	-	10	10
Cs-137	VE	-	-	-	-	10	10
Cs-137	ZA	-	-	-	-	24	24
Sr-90	BE	-	0,090	0,82	-	3	1
Sr-90	BK	-	0,070	0,29	-	4	1
Sr-90	BZ	-	0,050	0,080	-	4	2
Sr-90	CS	-	-	0,15	-	3	2
Sr-90	GY	-	-	-	-	1	1
Sr-90	HA	-	-	-	-	3	3
Sr-90	HE	-	0,060	0,37	-	5	2
Sr-90	JA	-	0,35	0,66	-	4	2
Sr-90	KO	-	-	0,10	-	2	1
Sr-90	NO	-	-	-	-	1	1
Sr-90	PE	-	0,034	0,70	-	13	6
Sr-90	SO	-	0,040	0,50	-	7	0
Sr-90	VA	-	0,031	1,3	-	8	2
Sr-90	VE	-	0,034	0,10	-	5	3
Sr-90	ZA	0,32	0,030	1,3	0,40	13	3
Összes béta	BA	-	-	170	-	1	0
Összes béta	BE	-	100	410	-	3	0
Összes béta	BK	170	24	720	230	10	0
Összes béta	BP	65	6,7	460	78	42	0
Összes béta	BZ	86	27	280	65	22	0
Összes béta	CS	77	10	220	50	20	0
Összes béta	FE	-	30	160	-	3	0
Összes béta	GY	65	23	260	59	18	0
Összes béta	HA	52	17	140	32	21	0
Összes béta	HE	-	110	660	-	6	0
Összes béta	JA	-	33	460	-	6	0
Összes béta	KO	-	68	170	-	2	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes béta	NO	-	16	210	-	4	0
Összes béta	PE	240	98	680	190	13	0
Összes béta	SO	150	31	510	150	14	0
Összes béta	SZ	-	-	23	-	1	0
Összes béta	TO	73	25	190	52	25	0
Összes béta	VA	200	49	700	200	10	0
Összes béta	VE	100	35	150	39	10	0
Összes béta	ZA	210	19	790	200	24	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,18</b>	<b>0,0010</b>	<b>3,8</b>	-	<b>207</b>	<b>172</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,21</b>	<b>0,030</b>	<b>1,3</b>	-	<b>76</b>	<b>30</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>120</b>	<b>6,7</b>	<b>790</b>	-	<b>255</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. 2017-ben a 19 megye és Budapest területéről 351 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 2017-ben összesen 282 minta vizsgálatát végezték el.

Megjegyezzük, hogy különösen 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.

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 - tejpörből származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

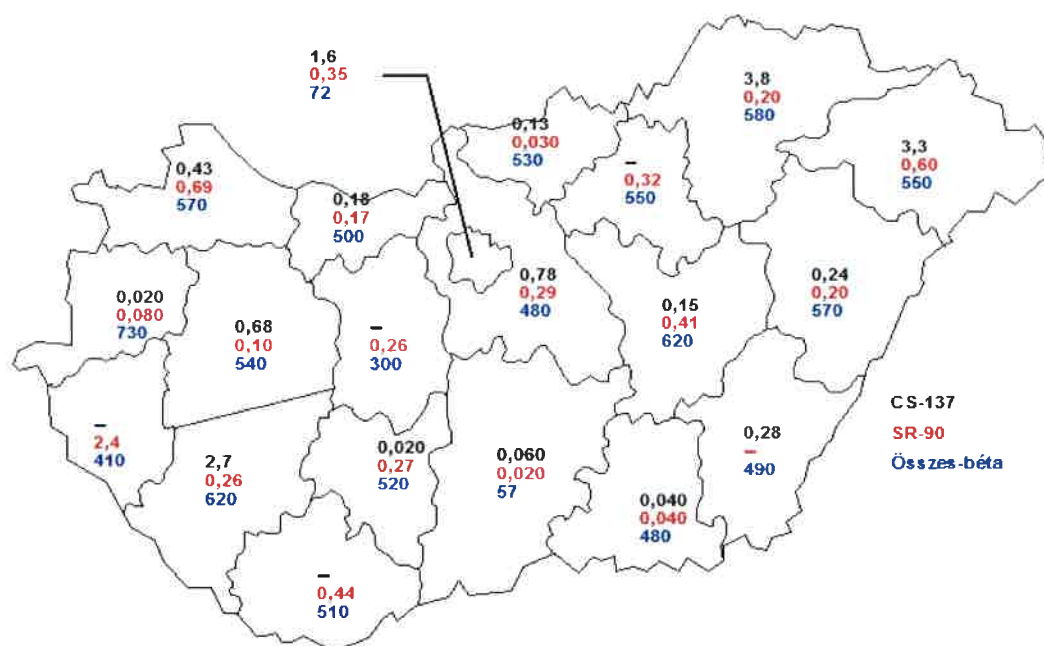
A tej és tejtermékek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,13 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  radionuklidé is hasonló, 0,12 Bq/kg. A döntően természetes eredetű összes béta-aktivitásé pedig 81 Bq/kg volt 2017-ben.



**4-13. táblázat**  
**Tej és tejtermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

<b>Radionuklid</b>	<b>Megye</b>	<b>Átlag Bq/kg</b>	<b>Minimum Bq/kg</b>	<b>Maximum Bq/kg</b>	<b>Szórás Bq/kg</b>	<b>N</b>	<b>Kba</b>
Cs-137	BA	-	-	-	-	15	15
Cs-137	BE	-	-	0,28	-	13	12
Cs-137	BK	-	-	0,067	-	30	29
Cs-137	BP	-	0,017	1,6	-	13	9
Cs-137	BZ	0,24	0,012	3,8	0,63	35	24
Cs-137	CS	0,072	0,0010	0,045	0,12	23	12
Cs-137	FE	-	-	-	-	16	16
Cs-137	GY	-	0,071	0,44	-	39	35
Cs-137	HA	0,11	0,0052	0,25	0,078	38	12
Cs-137	HE	-	-	-	-	10	10
Cs-137	JA	-	-	0,15	-	19	18
Cs-137	KO	-	-	0,19	-	15	14
Cs-137	NO	-	0,011	0,14	-	14	9
Cs-137	PE	-	0,011	0,78	-	22	16
Cs-137	SO	-	0,050	2,7	-	25	23
Cs-137	SZ	-	2,6	3,4	-	17	15
Cs-137	TO	-	-	0,020	-	75	74
Cs-137	VA	-	-	0,025	-	18	17
Cs-137	VE	-	-	0,68	-	15	14
Cs-137	ZA	-	-	-	-	17	17
Sr-90	BA	-	0,034	0,44	-	15	8
Sr-90	BE	-	-	-	-	13	13
Sr-90	BK	-	0,0098	0,024	-	17	13
Sr-90	BP	-	0,013	0,35	-	13	5
Sr-90	BZ	-	0,040	0,20	-	23	19
Sr-90	CS	-	-	0,041	-	11	10
Sr-90	FE	-	0,022	0,26	-	16	12
Sr-90	GY	0,18	0,010	0,69	0,18	32	22
Sr-90	HA	-	-	0,20	-	15	14
Sr-90	HE	-	0,21	0,32	-	9	6
Sr-90	JA	-	0,18	0,41	-	20	17
Sr-90	KO	-	-	0,17	-	15	14
Sr-90	NO	-	0,024	0,035	-	14	11
Sr-90	PE	-	0,023	0,30	-	22	14
Sr-90	SO	0,14	0,020	0,26	0,11	25	10
Sr-90	SZ	-	0,030	0,60	-	16	9
Sr-90	TO	0,071	0,0047	0,27	0,11	44	24
Sr-90	VA	-	-	0,080	-	18	17
Sr-90	VE	-	0,014	0,10	-	15	11
Sr-90	ZA	0,31	0,030	2,4	0,59	17	3
Összes béta	BA	95	22	510	140	15	0
Összes béta	BE	79	20	490	120	13	0
Összes béta	BK	47	23	57	9,3	26	0
Összes béta	BP	28	2,9	72	14	64	0
Összes béta	BZ	71	23	580	120	49	0
Összes béta	CS	61	21	480	81	41	0
Összes béta	FE	57	23	300	64	16	0
Összes béta	GY	150	20	570	190	52	0
Összes béta	HA	63	2,6	570	120	42	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes béta	HE	150	27	550	210	10	0
Összes béta	JA	97	29	620	160	19	0
Összes béta	KO	99	21	500	140	15	0
Összes béta	NO	83	41	530	130	14	0
Összes béta	PE	82	28	480	120	22	0
Összes béta	SO	110	19	620	180	24	0
Összes béta	SZ	200	23	550	220	17	0
Összes béta	TO	52	16	520	54	80	0
Összes béta	VA	190	28	730	280	18	0
Összes béta	VE	74	28	540	130	15	0
Összes béta	ZA	75	22	410	110	17	0
Cs-137	Összesen	0,13	0,0010	3,8	-	469	391
Sr-90	Összesen	0,12	0,0047	2,4	-	370	252
Összes béta	Összesen	81	2,6	730	-	569	0



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 tömegrre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha, baromfi, házinyúl, hal és vadhús szerepel. 2017-ben a 19 megye és Budapest területéről 364 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek  $^{137}\text{Cs}$  szűrő vizsgálata. 2017-ben 175 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 2017-ben összesen 121 minta vizsgálatát végezték el.

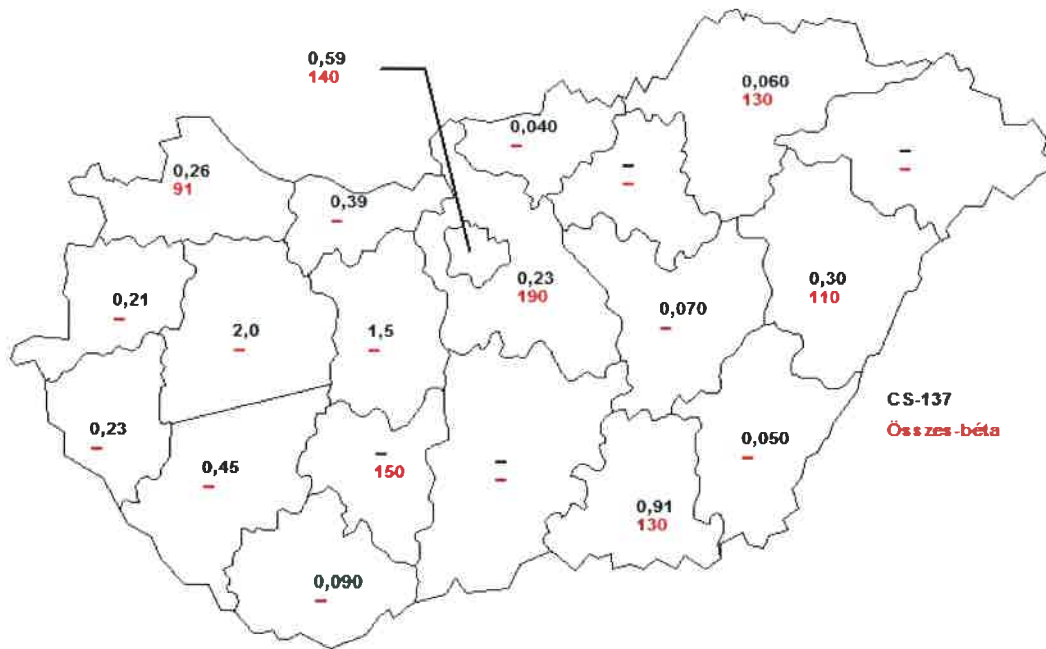
A hús- és hústermékmintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit a 4-14. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációk közel háromnegyede itt is kimutatási határ alatti.

A hús és hústermékek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,11 Bq/kg.

**4-14. 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	-	-	0,090	-	2	1
Cs-137	BE	-	-	0,057	-	10	9
Cs-137	BK	-	-	-	-	10	10
Cs-137	BP	-	0,030	0,11	-	11	7
Cs-137	BZ	-	0,035	0,063	-	13	4
Cs-137	CS	-	0,0010	0,91	-	20	12
Cs-137	FE	-	0,060	0,19	-	6	1
Cs-137	GY	-	0,026	0,13	-	12	7
Cs-137	HA	0,093	0,030	0,30	0,046	36	17
Cs-137	HE	-	-	-	-	8	8
Cs-137	JA	-	-	0,070	-	9	8
Cs-137	KO	-	0,055	0,36	-	7	3
Cs-137	NO	-	-	-	-	1	1
Cs-137	PE	-	0,052	0,23	-	13	9
Cs-137	SO	0,16	0,070	0,45	0,13	30	19
Cs-137	SZ	-	-	-	-	6	6
Cs-137	TO	-	-	-	-	9	9
Cs-137	VA	-	-	0,21	-	12	11
Cs-137	VE	-	-	-	-	8	8
Cs-137	ZA	-	0,061	0,23	-	7	4
Összes béta	BP	58	6,1	140	46	27	0
Összes béta	BZ	96	44	130	34	14	0
Összes béta	CS	91	44	130	32	14	0
Összes béta	GY	71	31	91	25	14	0
Összes béta	HA	79	32	110	28	14	0
Összes béta	PE	-	-	190	-	1	0
Összes béta	TO	100	47	150	37	14	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	<b>0,11</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,91</b>	<b>-</b>	<b>230</b>	<b>154</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>81</b>	<b>6,1</b>	<b>190</b>	<b>-</b>	<b>98</b>	<b>0</b>

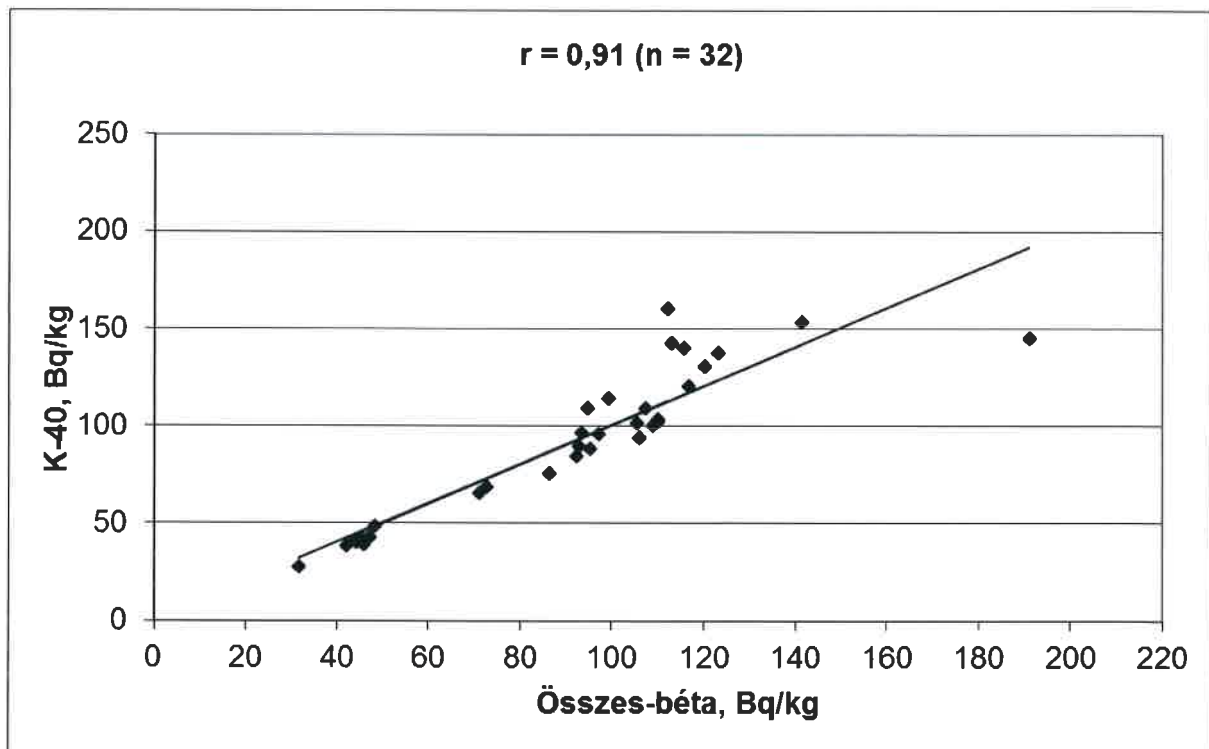
2017-ben a mintákban az átlagos összes béta-aktivitás 81 Bq/kg volt, az értékek a 2016. évihez hasonlóak voltak. Ez döntően természetes eredetű (<sup>40</sup>K), melynek igazolásaként a húsban és hústermékekben mért összes béta és <sup>40</sup>K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt a 4-14. 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 készítmények 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. 2017-ben az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, összesen 22 mintát vettek.

A 2017. évi eredményeket a 4-15. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  a  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációk jó része a 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.

4-15. 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	BZ	-	0,019	0,029	-	2	0
Cs-137	CS	-	0,0010	0,0010	-	2	0
Cs-137	GY	-	-	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	0,040	0,047	-	2	0
Cs-137	TO	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BP	-	0,060	0,070	-	2	0
Sr-90	GY	-	-	0,040	-	2	1
Sr-90	TO	-	0,0077	0,011	-	4	0
Összes béta	BP	-	30	35	-	2	0
Összes béta	CS	-	34	35	-	2	0
Összes béta	GY	-	40	51	-	2	0
Összes béta	HA	34	20	51	8,8	11	0
<b>Cs-137</b>	<b>Összesen</b>	-	<b>0,0010</b>	<b>0,047</b>	-	<b>14</b>	<b>8</b>
<b>Sr-90</b>	<b>Összesen</b>	-	<b>0,0077</b>	<b>0,070</b>	-	<b>8</b>	<b>1</b>
<b>Összes béta</b>	<b>Összesen</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	-	<b>17</b>	<b>0</b>

## 4.10Egyéb mérések

2017-ben kettő in-situ mérés történt az OKI KI SSFO telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 4-16. táblázat tartalmazza.

4-16. táblázat

Az OKI KI SSFO udvarán végzett in-situ mérések eredményei  
a <sup>137</sup>Cs -re vonatkozó értékek kBq/m<sup>2</sup>, a többi érték Bq/kg egységben szerepel

Nuklid	2017.05.18.	2017.12.08.
Ac-228	33,3 ± 1,4	34,8 ± 1,2
Tl-208	34,3 ± 1,5	33,2 ± 1,6
Pb-214	28,5 ± 1,5	33,7 ± 1,5
Bi-214	28,1 ± 1,2	37,6 ± 1,3
K-40	466 ± 19	458 ± 17
Cs-137	2,32 ± 0,12	2,29 ± 0,1

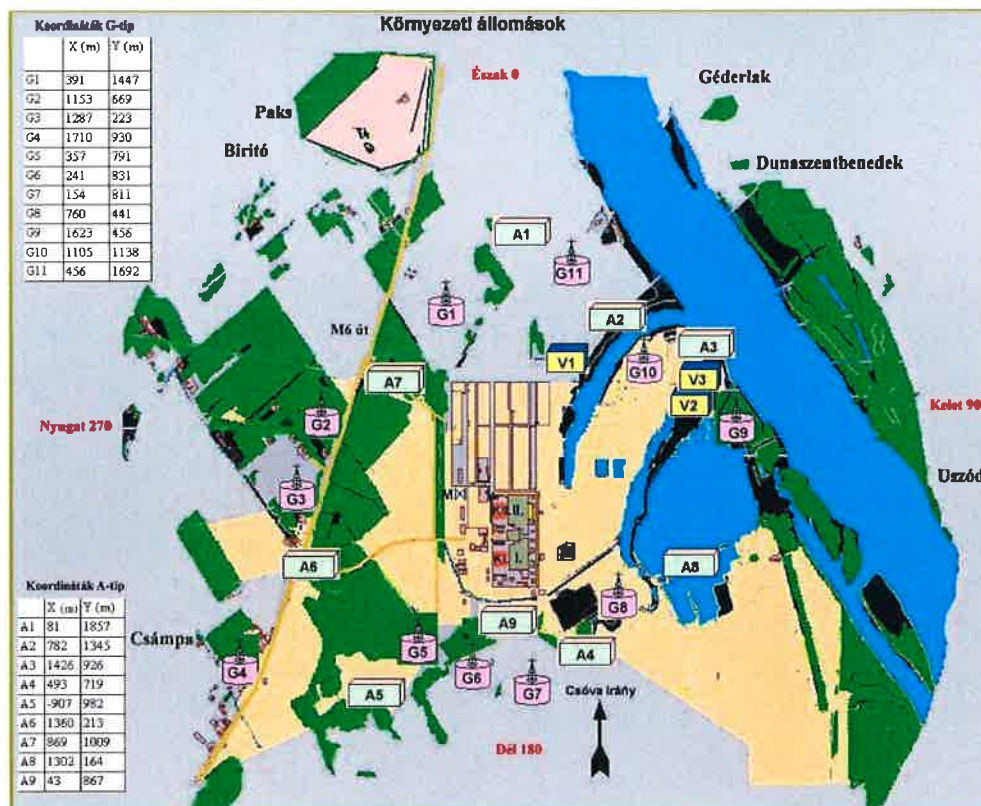
## 5 Létesítmények környezete

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 2017. évi eredményeit mutatjuk be.

### 5.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében végzett mérések

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

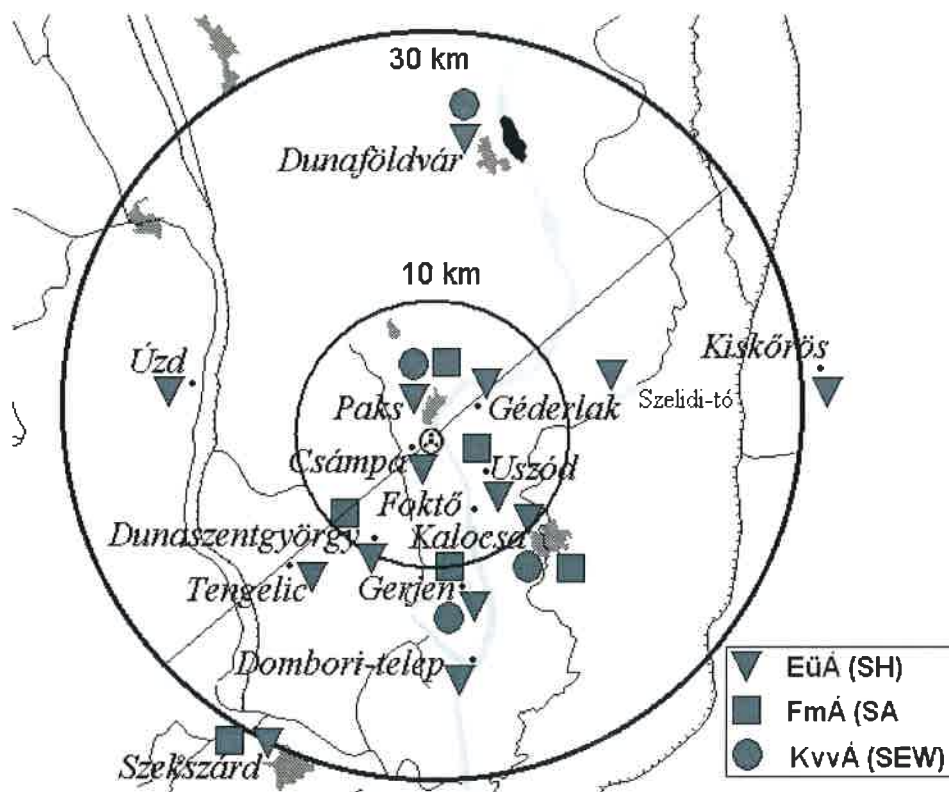
A jelentésben közöltek megértését szolgálja az erőmű földrajzi elhelyezkedését és a monitorozó állomásokat, valamint a résztvevő hatósági laboratóriumok mintavételi helyeit szemléltető 5-1. és 5-2. ábra. Az erőmű környezeti hatásának elemzéséhez, ugyanis a mért eredményeket irány és távolság szerint is célszerű csoportosítani.



5-1. ábra

Az atomerőmű környezeti elhelyezkedése az üzemi monitorozó hálózattal





5-2. ábra  
A hatósági mérési és mintavételi helyek

Az OKI KI SSFO (OKK OSSKI) 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. 2017-ben elvégzett, - a 2016. évihez hasonlóan alakuló - 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,  $^{90}\text{Sr}$  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, 2017-ben több, mint 80 %-át tette ki.

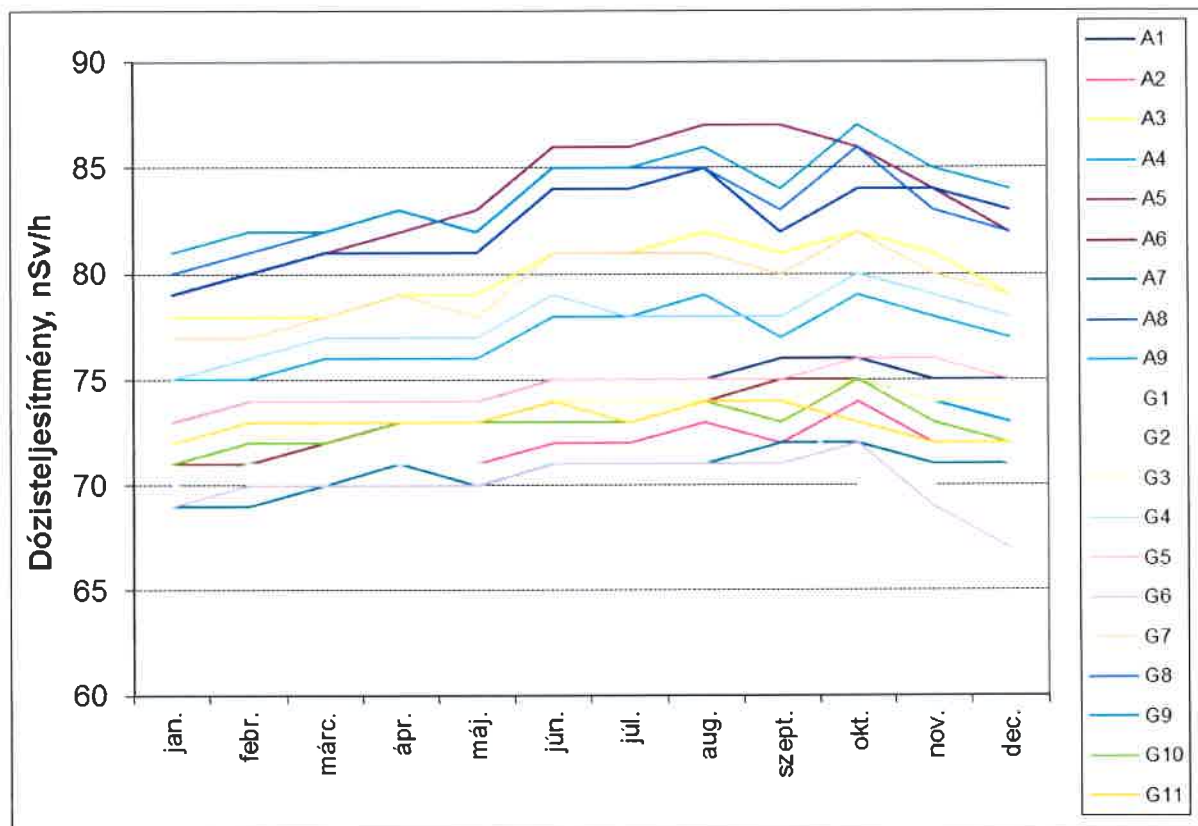
5-1. táblázat  
A hatósági meghatározások száma (N) és százalékos megoszlása a fontosabb vizsgálati irányok szerint 2017-ben

Vizsgálati irány	Meghatározások száma (N)	[%]
Összes béta-aktivitás	938	14,2
I-131	97	1,5
HpGe det. gamma-spektrometria	4347	65,9
Trícium	420	6,4
Sr-89+Sr-90*	397	6,0
egyéb vizsgálatok	400	6,1
összesen:	6599	100

\* kémiai elválasztással

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

A PA Zrt. 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 PA Zrt. környezetellenőrző állomásain mért havi dózisteljesítmények időbeli változása 2017-ben

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. Az október végi magasabb kiugrás ugyancsak az extrém esőzésnek volt köszönhető. A legnagyobb és legkisebb dózisteljesítmények között látható különbség oka, az állomások környezetének eltérő talajtípusa.

Az erőmű 30 km sugarú környezetében az OKI KI SSFO 39 helyszínen méri passzív termolumineszcens dózismérőkkel (TLD) a negyedévi integrált környezeti gamma-sugárzó izotóptól 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 hozzánk. A detektorokat 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 levegőben elnyelt dózisban kifejezve ( $D_a$ ) 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 évekkel. (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 2017. évi eredményei**

Település	Dózteljesítmény (nGy/h)			
	1. negyedév	2. negyedév	3. negyedév	4. negyedév
Bátya	84,4	81,7	83,3	83,3
Bogyiszló	79,8	94,7	89,6	95,0
Borsócséplői út	58,8	59,0	62,1	66,5
Csámpa vízmű	55,4	62,7	60,0	62,7
Császártöltés	80,5	87,5	83,7	85,6
PAE Déli bekötőút	57,0	64,6	61,0	66,2
Dunaföldvár	57,6	64,4	61,5	65,0
Dunakömlőd	97,9	97,9	96,0	96,0
Dunapataj	75,3	54,3	76,6	81,3
Dunaszentbenedek	69,2	74,5	69,8	72,8
Dunaszentgyörgy I.	64,3	68,4	69,4	70,8
Dunaszentgyörgy II.	73,1	84,0	74,7	84,6
Dusnok	76,4	84,3	82,2	83,3
PAE Északi bekötőút	53,9	56,0	54,6	59,7
Fajsz	84,9	89,3	85,9	91,5
Foktó I.	-	76,6	75,0	77,6
Foktó II.	79,8	88,5	84,5	89,8
Földespuszta	63,1	71,1	67,4	80,6
Géderlak	70,7	78,7	78,4	80,2
Hajós	76,2	81,9	81,3	85,5
Kalocsa	-	73,1	77,1	76,6
Kecel	84,1	88,1	85,0	88,0
Kiskőrös	56,3	63,4	60,2	67,2
Kölesd	92,1	101,2	102,0	102,1
Löszdomb	55,0	60,1	57,1	61,1
Miske	97,9	105,0	103,3	110,3
Nagydorog	91,9	91,9	96,0	88,4
Németkér	88,4	86,4	84,0	90,1
Öregcsertő	78,2	83,5	81,2	82,7
Paks	94,0	108,3	114,3	119,4
Simontornya	84,3	86,3	100,9	100,1
Szakmár	77,8	81,5	81,4	80,0
Szekszárd	69,8	77,0	69,9	77,2
Tengelic I.	61,5	64,5	62,0	66,8
Tengelic II.	76,5	84,1	73,9	85,5
Uszód	64,9	72,7	73,4	76,4
Uszód	-	-	76,9	-
Úzd relállomás	62,1	71,6	67,7	73,1
Zomba	119,8	118,2	114,5	117,3
<b>Vizsgálatok száma</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>38</b>
<b>Átlagos dózteljesítmény</b>	<b>75,4</b>	<b>79,9</b>	<b>78,9</b>	<b>82,6</b>

### **5.1.2 Aeroszol aktivitás-koncentráció mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében**

A PA Zrt. A-típusú állomásain elvégzett aeroszol mérések eredményeit összegzi a 5-3. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön a 2017. 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. A Ru-106 a 39. és 40. héten volt kimutatható, amiről bizonyítható volt, hogy nem a PA Zrt.-től származik.

**5-3. táblázat**  
A PA Zrt. 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	4,0	0,9	9,2	1,6	468	0
Ru-106	10,6	3,8	14,7	4,6	13	0
Co-60	-	-	-	-	468	516
Cs-134	-	-	-	-	468	516
Cs-137	-	-	-	-	468	516
I-131	-	-	-	-	468	516

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 0,16 – 20 mBq/m<sup>3</sup> között változott (5-4. táblázat). A teljes kihullást reprezentáló fall-out mintákban mért összes béta-aktivitás 1,3 – 310 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	1,4 0,25 - 20; 48(41)
Összes béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,85 0,16 - 9,0; 45(37)
Összes béta	DK-i félkör, R≥10 km	1,4 0,34 - 2,8; 47(41)
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	2,0 1,1 - 2,9; 7
Cs-134 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00058 0,00031 - 0,0014; 7(7)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00085 0,00063 - 0,0019; 7(7)
I-131 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00065 0,00046 - 0,0012; 7(7)

\* 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 - 2017-ben nem volt kimutatható a <sup>137</sup>Cs.

### 5.1.3 A Paksi Atomerőmű Zrt. 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 2017-ben nem volt kimutatható a fall-out mintákban.(5-5. 5-6. táblázat). A radionukliddól 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. Az előző fejezetben már említett Ru-106 a fall-out mintában is kimutatható volt az A4-es és A9-es állomáson október hónapban 6,85 és 5,98 Bq/m<sup>2</sup>\*hónap értékkel (kimutatási határ értéke 4 Bq/m<sup>2</sup>/hó). Ezen kívül egy esetben, az A2-es állomáson volt kimutatható a Cs-137, ami feltételezhetően csernobili eredetű 0,49 Bq/m<sup>2</sup>\*hónap értékkel .

5-5. táblázat

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

Meghatározás	Terület *	Átlag (Bq/m <sup>2</sup> /hó) min.-max.; esetszám
Összes béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	16 7,2 - 24; 11
Összes béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	22 6,3 - 36; 11
Összes béta	DK-i félkör, R≥10 km	57 1,3 - 310; 22
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	67 18 - 150; 11
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	59 33 - 120; 11
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	59 1,3 - 130; 22(1)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,13 0,11 - 0,18; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,14 0,10 - 0,16; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,13 0,10 - 0,15; 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

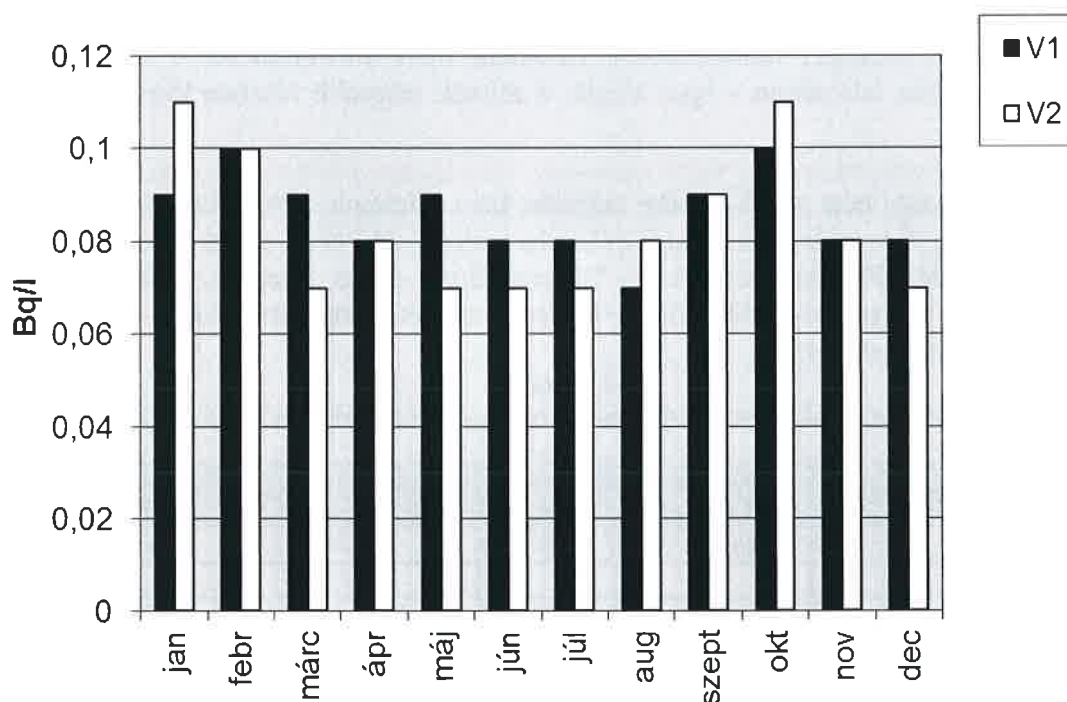
A levegőkörnyezetben mért teljes kihullás aktivitás-koncentrációk jellemző értéktartománya, üzemi mérésekből [13].

Radionuklid	Átlag Bq/m <sup>2</sup> /hó	Minimum Bq/m <sup>2</sup> /hó	Maximum Bq/m <sup>2</sup> /hó	Szórás Bq/m <sup>2</sup> /hó	N	Kha
Be-7	68	6,0	383	59	108	0

### 5.1.4 A Paksi Atomerőmű Zrt. 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 PA Zrt. hideg- és melegvízcsatornájában mért összes béta aktivitás-koncentrációk

### 5.1.5 Az OKI KI SSFO mérési adatai Paks felszíni vizekre vonatkozóan

Az OKI KI SSFO a Duna alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vizéből Paksnál, illetve a paksi kollégák segítségével az M5 és T24 figyelőkutakból, valamint a V2 melegvízes csatornából. 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 minta-előkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literrel 150 ml-re), az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást, a  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitáskoncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a  $^{40}\text{K}$  koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A  $^{137}\text{Cs}$  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 (OKI KI SSFO)

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha	Egység
Sr-90	Paks	2,3	1,6	2,1	1	4	0	mBq/l
Sr-90	V2	2,8	2,3	2,9	0,5	4	0	mBq/l
H-3	M5	21,1	10,0	38,0	10,6	12	0	Bq/l
H-3	T24	12,2	6,7	16,9	3,4	12	0	Bq/l
H-3	V2	1,76	1,45	2,39	0,3	12	0	Bq/l

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

A PA Zrt. 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.

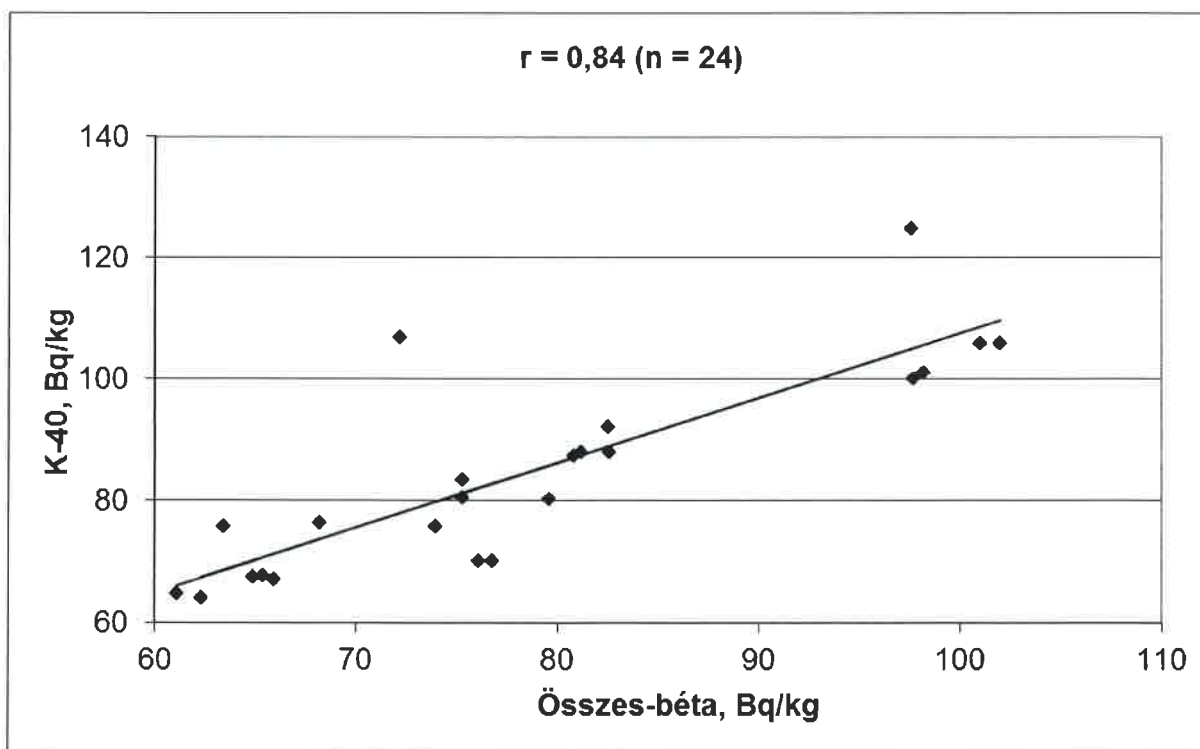
Látható, hogy a mesterséges radionuklidok halakban mért koncentrációi – a szárazföldi tápláléklánc elemeihez hasonlóan – igen kicsik, a minták nagyobb részben kimutatási határ alattiak.

A halakban mért összes béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt az 5-6. ábrán szemléltetjük. A korreláció a tavalyi évhez hasonlóan elég erős annak ellenére, hogy 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 PA Zrt. 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	0,64	-	24	18
Sr-90	-	-	-	-	24	24
Összes béta	78	61	100	13	24	0



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 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.

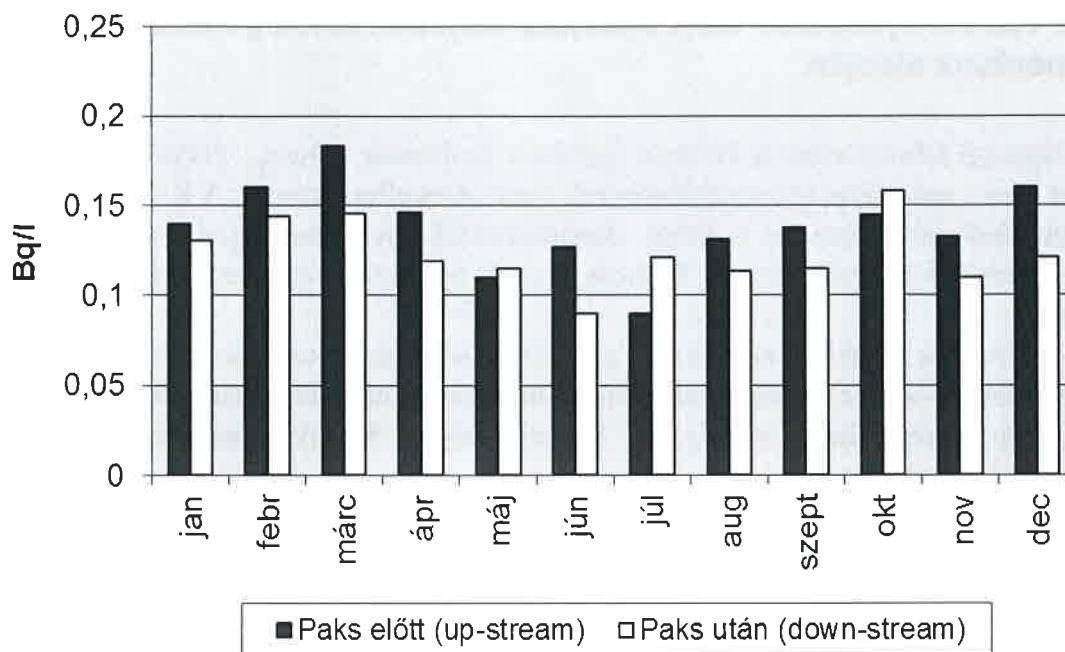
A heti-havi gyakorisággal vett Duna-víz mintákban meghatározott összes béta aktivitáskoncentrációkat a 5-7. ábra, a hetente-havonta mért trícium-koncentráció értékeket pedig a 5-8. ábra szemlélteti a környezetvédelmi és az egészségügyi hatóság mérései alapján. A nagyszámú vízmintából meghatározott összes béta-aktivitások éves átlaga Paks előtt 0,14 Bq/l, Paks után pedig 0,11 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 alig magasabbak az erőmű után mint az erőmű előtt. A vizsgálati pontokon a Duna-szakasz trícium-koncentrációja Paks előtt és Paks után átlagosan 2,5, illetve 2,6 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.

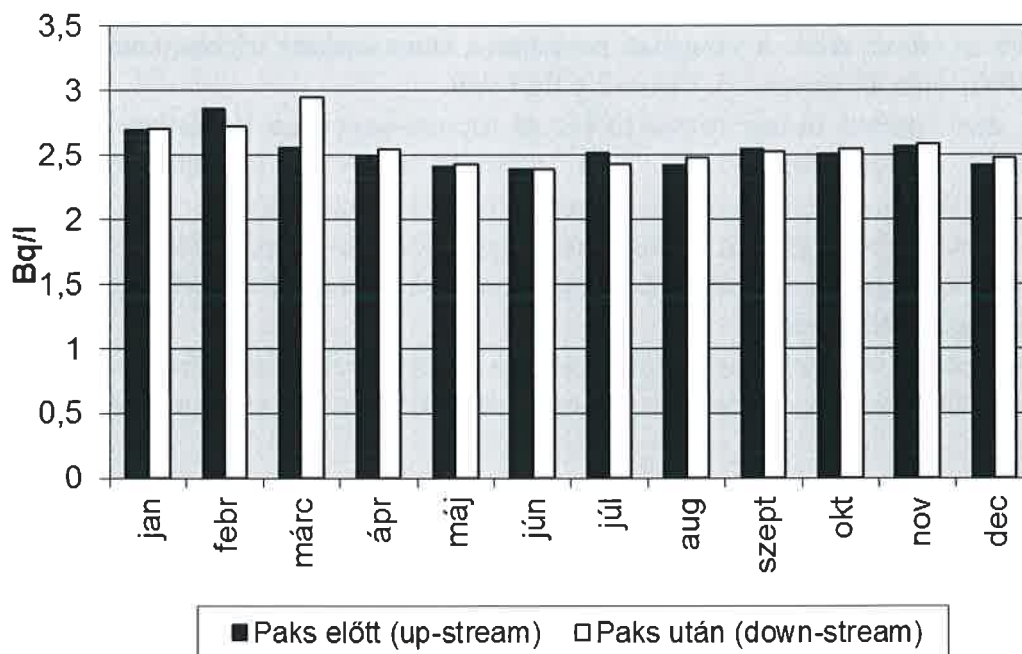
A Duna-vízben egyetlen radionuklid átlagos aktivitás-koncentrációja sem haladja meg lényegesen az alapszint értékeket, és általában a Paks után mért értékek nem magasabbak a Paks előtt mért értékeknél.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a Duna vizében az erőmű utáni szakaszon, erőművi eredetű lényeges radioaktív szennyeződés 2017-ben 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 (KvVÁ)

**5-9. táblázat**  
**A Duna-vízben mért éves aktivitás-koncentráció értékek, hatósági mérések alapján (KvVÁ)**

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám*	alapszint (Bq/l) (1981)
Összes béta	Paks előtt	0,14 0,090 - 0,21; 12	0,2
	Paks után	0,11 0,023 - 0,26; 50	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,00048 0,00018 - 0,0020; 4(2)	
	Paks után	0,00038 0,00013 - 0,0012; 30(27)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,094 0,075 - 0,11; 4	
	Paks után	0,052 0,0080 - 0,099; 30(1)	
H-3	Paks előtt	2,5 2,4 - 2,9; 12(12)	7,00
	Paks után	2,6 2,4 - 3,4; 37(37)	
Sr-90	Paks után	0,0011 0,00082 - 0,0014; 15(15)	0,005

\* 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 0,14 - 0,44 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 0,14 - 0,20; 10
	DK-i félkör, R≥10 km	0,25 0,18 - 0,44; 21
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,0078 0,0044 - 0,017; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,012 0,0041 - 0,051; 8(8)
H-3	DK-i félkör, R<10 km	1,3 0,90 - 4,2; 10(6)
	DK-i félkör, R≥10 km	1,6 0,90 - 5,0; 20(11)
Sr-90	DK-i félkör, R<10 km	0,0075 0,0064 - 0,0095; 4
	DK-i félkör, R≥10 km	0,011 0,0049 - 0,030; 8

\* 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 620-1100 Bq/kg közötti érték volt (száraz tömegre vonatkoztatva). A <sup>90</sup>Sr átlagos aktivitás-koncentrációja a mérések alapján Paks után 2,2 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 0,42 - 39 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	970 800 - 1100; 12	
	Paks után	930 620 - 1100; 56(1)	
Cs-134 (gamma-spekt.)	Paks előtt	0,45 0,11 - 0,87 19(19)	
	Paks után	0,34 0,096 - 0,60 22(22)	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	15 0,62 - 33; 31(12)	10,0
	Paks után	18 0,42 - 39; 78(22)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	490 270 - 670; 31	
	Paks után	500 210- 760; 78	
Sr-90	Paks után	2,2 1,5 - 3,2; 52(52)	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, 0,82 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	0,43 0,11 - 0,82; 21(21)
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,82 0,51 - 1,2; 19(19)
K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	300 250 - 440; 20

\* 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  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációja 0,46 - 70 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  pedig 0,36 - 7,7 Bq/kg között változott.

A PA Zrt. 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<10 km	570 550 - 580; 3
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	500 300 - 690; 10
	DK-i félkör, R<10 km	460 290 - 570; 4(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	520 270 - 750; 15
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,41 0,12 - 0,62; 24(24)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,49 0,14 - 0,84; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,41 0,098 - 0,85; 24(24)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	1,3 0,46 - 6,2; 27(24)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	9,5 0,60 - 70; 22(12)
	DK-i félkör, R<10 km	12 7,1 - 17; 4
	DK-i félkör, R≥10 km	3,3 0,76 - 13; 29(20)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	290 190 - 480; 27
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	400 260 - 530; 22
	DK-i félkör, R<10 km	410 350 - 470; 4
	DK-i félkör, R≥10 km	430 280 - 610; 39(1)
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,86 - 2,6; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	2,3 0,493 - 6,9; 7
	DK-i félkör, R<10 km	0,20 - 0,60; 2(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	2,3 0,36 - 7,7; 8

\* 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: Foktő, 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, 2017-ben 0,062-1,8Bq/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	460 210 - 770; 13
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	330 130 - 980; 5
	DK-i félkör, R<10 km	360 40 - 830; 20
	DK-i félkör, R≥10 km	250 62 - 720; 23
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,50 0,12 - 1,8; 13(3)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,20 0,14 - 0,30; 5(4)
	DK-i félkör, R<10 km	0,32 0,062 - 0,77; 21(18)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,25 0,11 - 0,72; 23(22)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	500 220 - 1100; 13
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	190 32 - 320; 5
	DK-i félkör, R<10 km	470 65 - 1500; 21(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	280 100 - 700; 23
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	1,5 0,30 - 8,1; 13(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,58 0,36 - 0,82; 3
	DK-i félkör, R<10 km	1,1 0,040 - 2,1; 19(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,57 0,070 - 2,2; 13(1)

\* 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

2017-ben 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., az 5-16. és az 5-17. 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	190 - 390; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	190; 1
	DK-i félkör, R<10 km	120 - 200; 2
	DK-i félkör, R≥10 km	250 80 - 510; 13
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,24 - 0,39; 2(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,17; 1(1)
	DK-i félkör, R<10 km	0,43 0,16 - 0,65; 3(3)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,27 0,042 - 0,75; 14(11)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	170 - 420; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	350
	DK-i félkör, R<10 km	240 180 - 330; 3
	DK-i félkör, R≥10 km	290 130 - 660; 14
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,17 - 1,5; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,09
	DK-i félkör, R<10 km	0,14 0,10 - 0,18; 3
	DK-i félkör, R≥10 km	0,26 0,11 - 0,49; 13(3)

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



5-16. táblázat

Gyomnövényminták aktivitás-koncentrációinak éves átlagai a hatósági mérések alapján (FmÁ)

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	190; 1
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	190 170 - 230; 4
	DK-i félkör, R≥10 km	200 85 - 520; 12
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,089 - 0,39; 2(2)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,085 0,056 - 0,12; 4(4)
	DK-i félkör, R<10 km	0,10; 1
	DK-i félkör, R≥10 km	0,65 0,026 - 4,9; 13(9)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	230 - 270; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	190 170 - 210; 4
	DK-i félkör, R<10 km	260; 1
	DK-i félkör, R≥10 km	210 10 - 420; 13
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,17; 1
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,13 - 0,30; 2(1)
	DK-i félkör, R<10 km	0,080; 1(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	1,1 0,070 - 7,2; 10(2)

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

Összefoglalva elmondható, hogy a paksi erőműből 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 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 PA Zrt. területe. A mérési eredményeket az 5-17. táblázat összesíti. A vizsgált vizek összes béta-aktivitása a kutak jellegétől függően 31-1000 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	0,089 0,068 - 0,19; 24
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,086 0,079 - 0,097; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,11 0,031 - 1,0; 26(1)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0047 0,0041 - 0,0052; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0047 0,0044 - 0,0050; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0043 0,0015 - 0,0064; 11(11)
H-3	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,20 0,20 - 0,20; 12(12)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	1,3 0,64 - 2,1; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,90 - 0,90; 2(2)
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0070 0,0044 - 0,015; 8(4)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0053 0,0044 - 0,0064; 4(3)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,017 0,0054 - 0,055; 8(1)

\* 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, foktői 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 legtöbbször kimutatási határral szerepel, így az ebből képzett átlagértékek is felülbecsültek. A minták <sup>137</sup>Cs koncentrációi a 9,8-130 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	42 38 - 47; 12
	DK-i félkör, R<10 km	48 22 - 64; 33
	DK-i félkör, R≥10 km	54 44 - 59; 26
Cs-134 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,072 0,063 - 0,092; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,078 0,059 - 0,091; 24(24)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,028 0,020 - 0,051; 12(12)
	DK-i félkör, R<10 km	0,061 0,010 - 0,12; 37(36)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,085 0,0098 - 0,13; 34(34)
I-131 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,079 0,043 - 0,11; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,076 0,027 - 0,23; 24(24)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	50 36- 74; 12
	DK-i félkör, R<10 km	59 42 - 86; 37(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	51 45 - 65; 34
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,032 0,019 - 0,047; 12(6)
	DK-i félkör, R<10 km	0,034 0,0047 - 0,060; 23(15)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,014 0,0069 - 0,044; 10(6)

\* 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)**

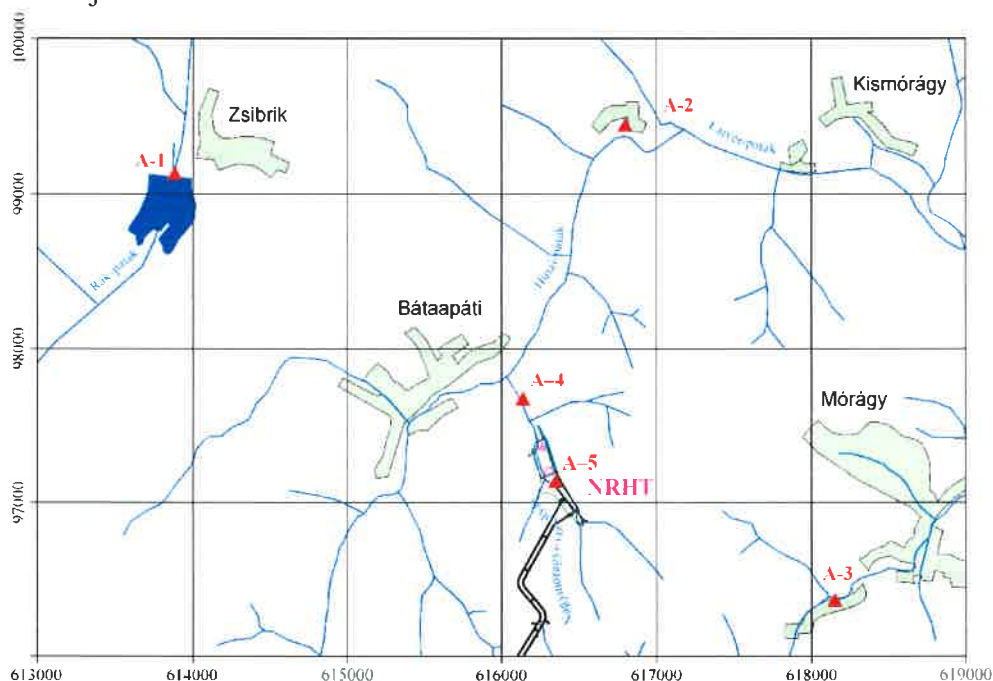
Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Sertés, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	0,11 0,090 - 0,15; 5(5)
Sertés, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	130 110 - 160; 5
Szarvasmarha, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	0,093; 1(1)
Szarvasmarha, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	100;1
Baromfi, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	0,071 - 0,095;2(2)
Baromfi, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km	120 - 130; 2

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

## 5.2 A bátaapáti NRHT telephelyének környezetellenőrzési mérési adatai

### 5.2.1 Az NRHT környezetében mért aeroszol-koncentráció adatai

A bátaapáti NRHT környezetében mért aeroszol-koncentrációkat az 5-21. 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.

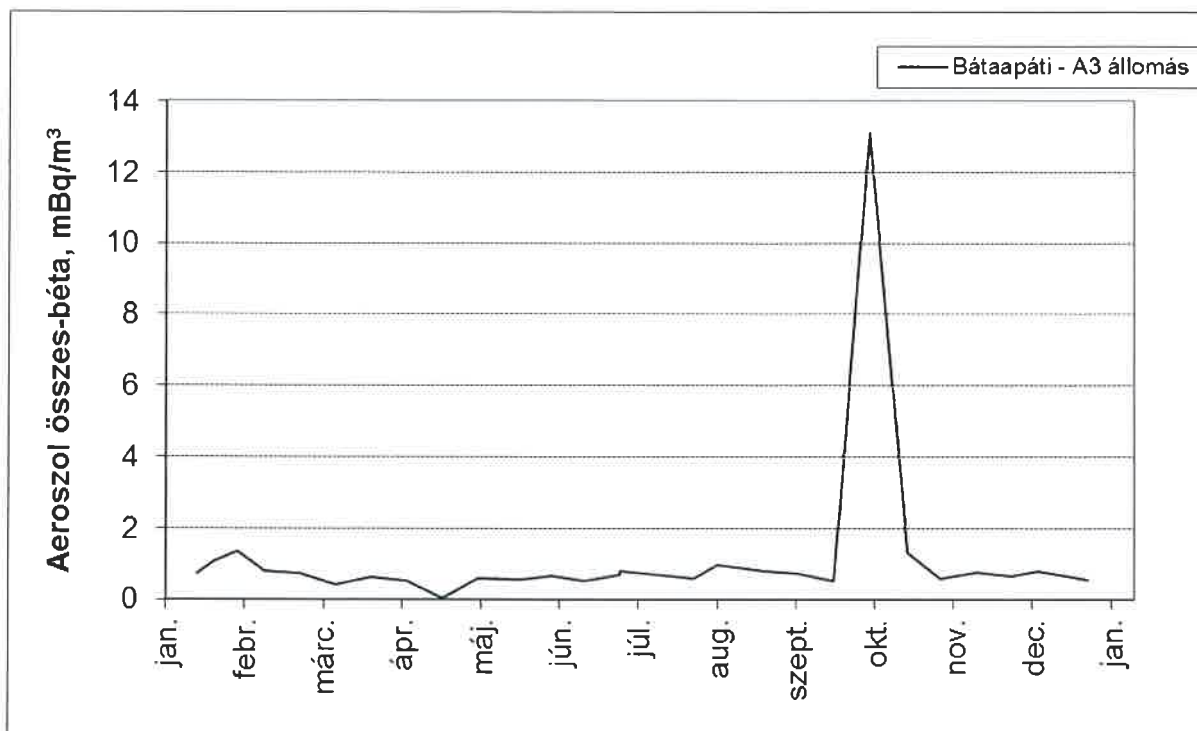


5-9. ábra

#### A bátaapáti NRHT környezetellenőrző állomásainak helyszínei

Az elhelyezett mintavevők 3 m<sup>3</sup>/h optimális térfogatárral működnek. A jellemző mintavételi idő (14 nap) alatt közel 1000 m<sup>3</sup> 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: 0,1-1,0 mBq/m<sup>3</sup> (összes béta-aktivitás), 0,05 mBq/m<sup>3</sup> (gamma-spektrometria, <sup>137</sup>Cs izotóp).

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat, illetve az állomásokon mért adatok közti eltéréseket, az alkalmanként megnövekvő portterhelés indokolja. Ennek oka az állomások környezetében folyó emberi tevékenység (közlekedés, mezőgazdasági munka, tüzgújtás-fűtés), melynek mértéke az állomások telepítési helyére jellemző (az A3 állomás helyezkedik el egyedül településen belül). A csúcsoktól eltekintve az összes béta aktivitás-koncentrációk jellemzően ~1 mBq/m<sup>3</sup> alatt maradnak, ami igen alacsony érték. A 2017. 41. hetén mért kiugró, ~13 mBq/m<sup>3</sup> értéket az adott időszakban Európa szerte észlelt antropogén eredetű légköri <sup>106</sup>Ru szennyezés okozta. Az időszakos mintákban a <sup>106</sup>Ru izotópot gamma spektrometriai vizsgálatokkal is ki lehetett mutatni.



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

5-21. táblázat  
Az NRHT környezetében végzett aeroszol-mérések eredményeinek éves összefoglalása

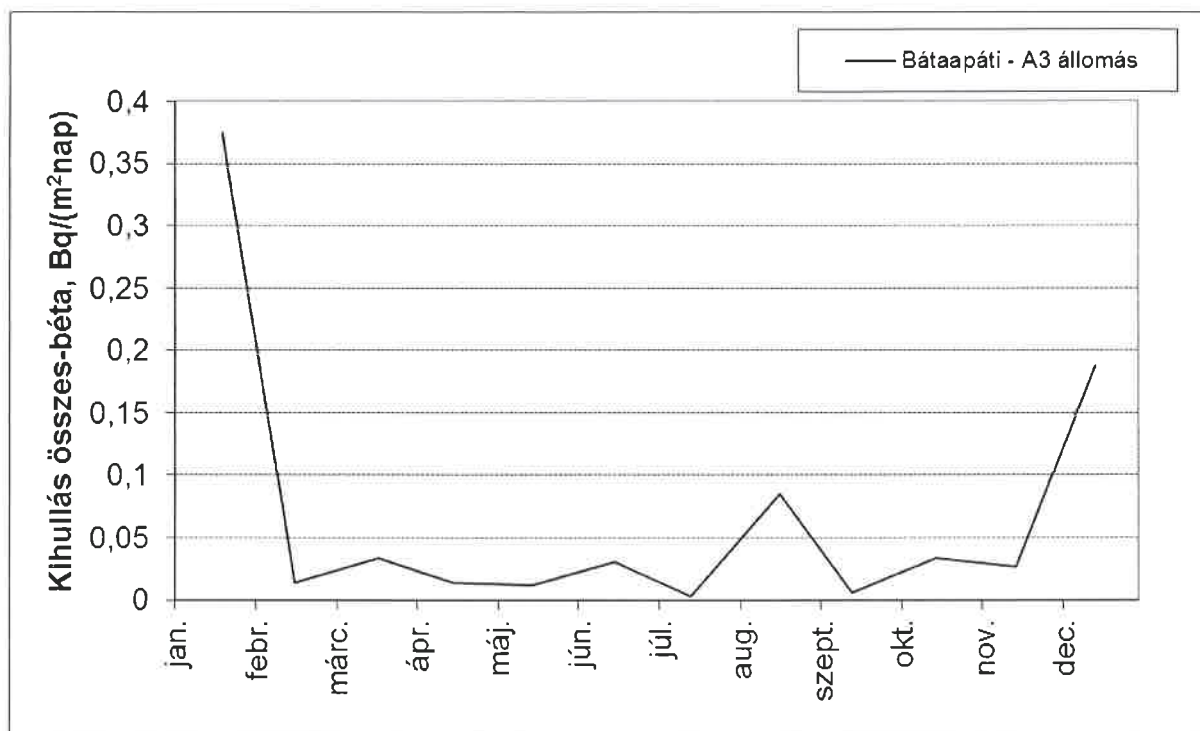
Radionuklid	Átlag mBq/m <sup>3</sup>	Minimum mBq/m <sup>3</sup>	Maximum mBq/m <sup>3</sup>	Szórás mBq/m <sup>3</sup>	N	Kha
Be-7	5,5	0,68	370	32	135	2
Co-60	-	-	-	-	135	135
Cs-137	-	-	-	-	135	135
Ru-106	-	3,62	7,03	-	5	0
Összes béta	1,2	0,0	13	2,3	135	0

### 5.2.2 Az 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 5-22. táblázatban foglaltuk össze. Az 5-11. ábrán az A3 állomáson mért kihullás összes béta-aktivitásainak időbeli változását mutatjuk be. Az állomás Mórágó belterületén található. Az adatokon jól követhető a fűtési időszakkal összefüggő változás.



5-11. ábra

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

5-22. 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	-	46	2300	-	60	57
Cs-137	-	-	-	-	60	60
Összes béta	37	1,4	380	59	60	9

### 5.2.3 Az 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).

Az NRHT telephelyén a talajban mért aktivitás-koncentrációk mérési eredményeit az 5-23. táblázatban mutatjuk be.

5-23. 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
Cs-137	-	0,73	2,7	-	5	0
K-40	-	200	280	-	5	0
Ra-226	-	-	-	-	5	5
Sr-90	-	-	-	-	3	3
Összes béta	-	930	1500	-	5	0

A NÉBIH laboratóriumai végeztek in-situ méréseket Bátaapáti térségében is, melyek eredményeit az 5-24. táblázatban mutatjuk be.

5-24. táblázat

In-situ mérések eredményei 2017-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	-	55	79	-	4	0
Bátaapáti	Be-7	-	8,2	8,7	-	2	0
Bátaapáti	Bi-214	-	38	54	-	6	0
Bátaapáti	K-40	-	530	1100	-	6	0
Bátaapáti	Pb-212	-	53	100	-	6	0
Bátaapáti	Pb-214	-	39	59	-	6	0
Bátaapáti	Cs-137	-	92	600	-	5	0
Mórág	Ac-228	-	-	71	-	1	0
Mórág	Be-7	-	-	11	-	1	0
Mórág	Bi-214	-	-	50	-	1	0
Mórág	K-40	-	-	760	-	1	0
Mórág	Pb-212	-	-	82	-	1	0
Mórág	Pb-214	-	-	49	-	1	0
Mórág	CS-137	-	-	480	-	1	0

#### 5.2.4 Az 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 5-25. táblázat foglalja össze. Az ellenőrzési eredmények nem térnek el az országos mérési program keretében felszíni vizekre kapott eredményektől.



5-25. 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
Cs-137	-	-	-	-	5	5
K-40	-	1,6	1,8	-	5	0
Ra-226	-	-	0,30	-	5	4
Összes béta	-	0,014	0,020	-	5	1

### 5.2.5 Az 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 növényminták mérési eredményeit az 5-26. táblázatban foglaltuk össze.

5-26. 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
Be-7	-	44	2400	-	5	0
Cs-137	-	-	-	-	5	5
K-40	-	1000	1900	-	5	0
Sr-90	-	0,026	0,037	-	3	1
Összes béta	-	3100	8700	-	5	0

## **5.3 A püspökszilágyi RHFT környezetellenőrzési mérési adatai**

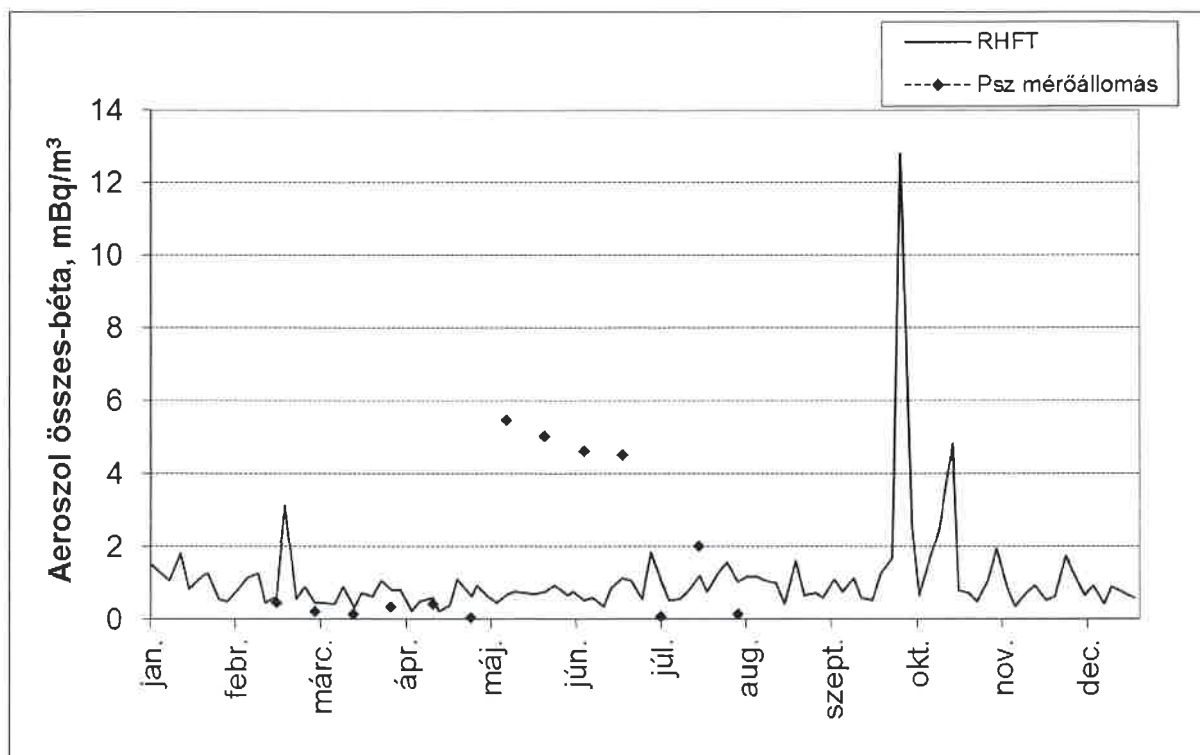
### **5.3.1 Az RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok**

A püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (a továbbiakban: 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 térfogatáramú (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 térfogatáramú aeroszol mintavevő található,  $32 \text{ m}^3/\text{h}$  optimális térfogatárammal. 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:  $0,1\text{-}0,7 \text{ mBq}/\text{m}^3$  (összes béta-aktivitás), és  $0,03 \text{ mBq}/\text{m}^3$  (gamma-spektrometria,  $^{137}\text{Cs}$  izotóp).

Az 5-12 ábrán látható kiugró érték egybeesik az európaszerte az időszakban mért antropogén eredetű  $^{106}\text{Ru}$  izotóp légköri koncentrációjának telephelyen mért maximumával. A kérdéses mintában a  $^{106}\text{Ru}$  izotópot gamma spektrométerrel sikerült kimutatni közel egy nagyságrenddel magasabb koncentrációban mint a környezetben általában mérhető összes béta koncentráció. Az 5-12 ábrán látható csúcs egyértelműen a  $^{106}\text{Ru}$  hozzájárulásából adódik az aeroszol összes-béta koncentrációban. Az év során jelentkező kisebb ingadozások az alkalmanként megnövekvő porterhelésnek köszönhetők, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység, illetve a környező falvakban történő tüzgújtás, fűtés. Az összes béta aktivitás-koncentrációk jellemzően  $3 \text{ mBq}/\text{m}^3$  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

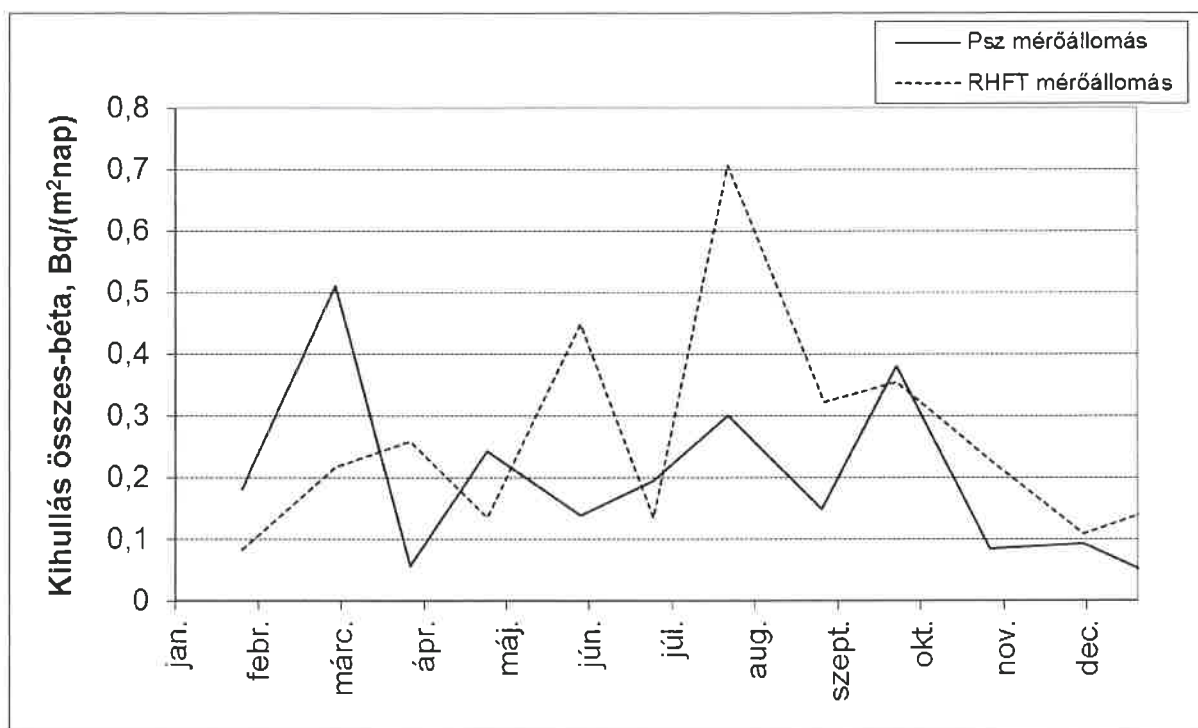
Meghatározás	Átlag mBq/m <sup>3</sup>	Minimum mBq/m <sup>3</sup>	Maximum mBq/m <sup>3</sup>	Szórás mBq/m <sup>3</sup>	N	Kha
CO-60	-	-	-	-	6	6
CS-137	-	-	-	-	123	123
K-40	0,82	0,25	6,0	1,1	29	7
RA-226	-	0,022	1,0	-	6	0
Ru-106	-	2,4	8,7	-	2	0
Összes béta	1,1	0,032	13	1,4	124	16

### 5.3.2 Az 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 0,2m<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	K <sub>ha</sub>
K-40	1200	86	2900	820	17	2
Összes béta	230	48	710	160	24	0

### 5.3.3 Az 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
Co-60	-	-	-	-	3	3
Cs-137	8,4	0,49	45	11	29	2
K-40	360	180	520	97	26	0
Ra-226	50	17	76	15	22	0
Sr-90	0,16	0,0077	0,46	0,13	15	5
U-235	2,8	0,0028	4,7	1,3	25	1
Összes béta	520	260	880	110	31	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 2017-ben (Bq/kg)**

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Cs-137	-	6,6	6,9	-	2	0
Kisnémedi	K-40	-	490	500	-	2	0
Kisnémedi	Sr-90	-	0,97	2,5	-	2	0
Kisnémedi	Összes béta	-	710	740	-	2	0
Püspökszilágy	Cs-137	-	0,85	20	-	3	0
Püspökszilágy	K-40	-	540	590	-	3	0
Püspökszilágy	SR-90	-	0,87	4,0	-	3	0
Püspökszilágy	Összes béta	-	690	820	-	3	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 2017-ben (a  $^{137}\text{Cs}$  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	-	18	35	-	2	0
Kisnémedi	Be-7	-	-	6,4	-	1	0
Kisnémedi	Bi-214	-	17	28	-	2	0
Kisnémedi	K-40	-	240	470	-	2	0
Kisnémedi	Pb-212	-	16	43	-	2	0
Kisnémedi	Pb-214	-	16	29	-	2	0
Kisnémedi	CS-137	-	130	990	-	2	0
Püspökszilágy	Ac-228	-	15	42	-	3	0
Püspökszilágy	Be-7	-	8,4	9,5	-	2	0
Püspökszilágy	Bi-214	-	16	40	-	3	0
Püspökszilágy	K-40	-	310	510	-	3	0
Püspökszilágy	Pb-212	-	9,9	42	-	3	0
Püspökszilágy	Pb-214	-	12	39	-	3	0
Püspökszilágy	CS-137	-	200	720	-	3	0

### 5.3.4 Az RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei

A felszíni vizeket 9 ponton mintázzuk. 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 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  $^{137}\text{Cs}$  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

Apüspökszilágyi 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	-	0,23	1,2	-	6	0
Ra-226	-	0,050	0,090	-	8	0
Összes béta	-	0,12	0,40	-	9	0

### 5.3.5 Az RHFT környezetében mért növényzet adatok

A növényzetet a telephely környezetében 15 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.

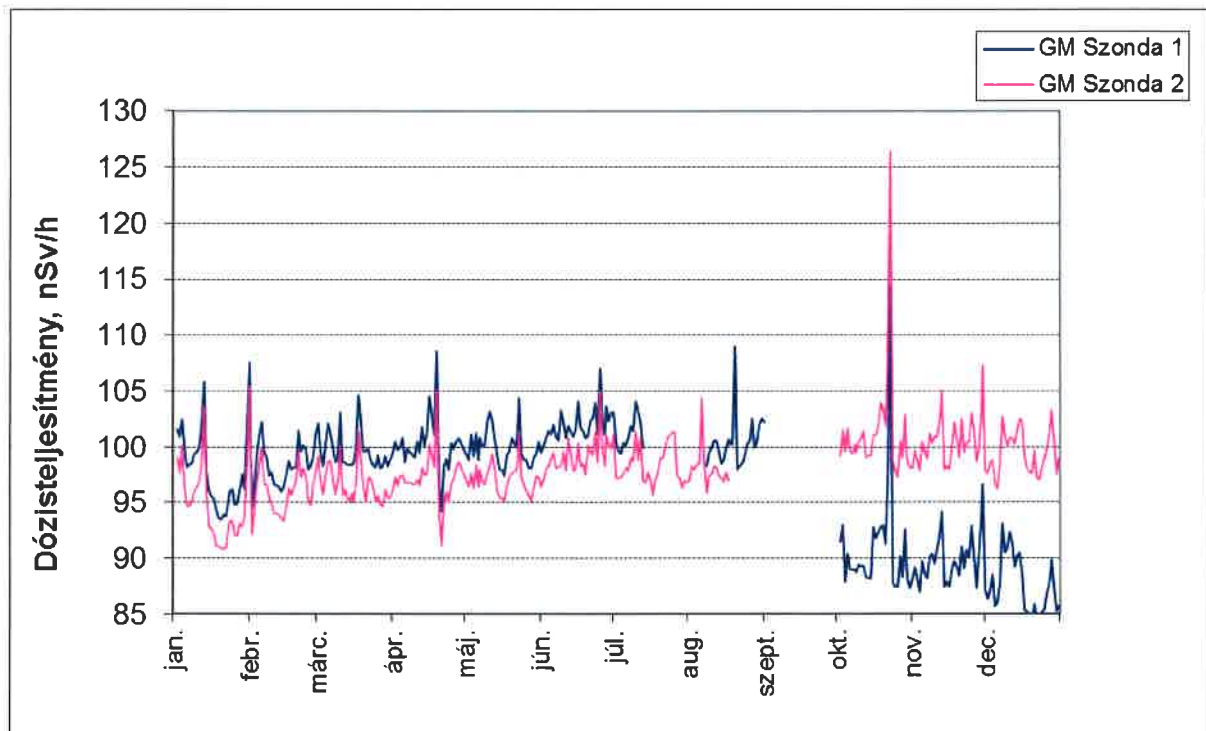
5-33. táblázat  
Az RHFT környezetében vett növényminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	-	0,21	1,9	-	27	23
K-40	630	41	1500	370	27	0
Ra-226	-	-	-	-	2	2
Sr-90	-	-	-	-	12	12
U-235	-	0,31	1,1	-	4	2
Összes béta	630	77	1300	290	24	0

## 5.4 A KFKI telephely környezetellenőrzési mérési adatai

### 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 a Környezetvédelmi Szolgálatra (a továbbiakban: MTA EK KVSz) futnak be. Ezen mérőhelyek közül két olyat választottunk ki (1. és 2. állomás), amelyek általában jól jellemzik a telephely egészének dózisteljesítményszintjét (5-14. ábra). A többi állomáson az izotópforgalom és izotópszállítások miatt, időnként az átlagos háttérszintet 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 2017-ben két „környezeti” elhelyezésű állomáson

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

A MTA 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 MTA EK KVSz Éves Jelentése tartalmazza, amelyet a Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu/>) lehet megtekinteni a „Jelentések” menüpontban.



## 5.4.2 A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk

A Központi Fizikai Kutató Intézet (a továbbiakban: KFKI) telephelyen 5 mérőállomáson történik aeroszolos mintavételezés. Az összes béta-mérésre szánt minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. Az átszívott levegő mennyisége általában 100 m<sup>3</sup>/nap körül van. A mintavételt és mérést jellemző összes béta aktivitás-koncentráció szokásos kimutatási határa 0,1 mBq/m<sup>3</sup>.

A KFKI telephely területén létesített „A” típusú (a paksi állomásokkal azonos kivitelű) környezetellenőrző állomáson, nagy légforgalmú mintavevővel történik az aeroszol mintavételezés. Az átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke 5000 m<sup>3</sup>/hét. A nuklidspecifikus mérés két HPGe detektor segítségével történik. A mérés szokásos kimutatási határa <sup>125</sup>I és izotópra 0,1 mBq/m<sup>3</sup>, <sup>131</sup>I izotópra pedig 0,02 mBq/m<sup>3</sup>. Feldolgozást követően az éves adatok a Környezetvédelmi Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu>) elérhetőek.

A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk éves jellemző adatait az 5-34. táblázatban foglaltuk össze.

5-34. 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
<sup>7</sup> Be	4,3	0,63	28	3,8	100
<sup>60</sup> Co	0	0	0	0	100
<sup>137</sup> Cs	0	0	0	0	100
<sup>125</sup> I	2,6	0,02	22	4,0	151
<sup>131</sup> I	1,6	0,03	16	3,0	151
<sup>40</sup> K	1,3	0,17	6,3	1,3	72
<sup>106</sup> Ru	13	4,0	25	6,2	11
Összes béta	1,6	0,1	35	2,3	958

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 nem 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. A Magyarországon kívüli eredetű <sup>106</sup>Ru méréséről és más, hozzá kapcsolódó kérdésekről külön tudományos közleményben[19] számoltak be.

### 5.4.3 A KFKI telephely területén mért kihullás eredmények

A KFKI telephely területén az MTA EK KVSz havonta, ill., hetente vesz fall-out mintákat a Telephely négy pontján (havi: 1., 2., 5., és heti: 6. állomás). 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 <sup>125</sup>I, <sup>131</sup>I és <sup>137</sup>Cs izotópokat találtak (5-35. táblázat).

5-35. táblázat

A KFKI telephelyen végzett fall-out mérések eredményeinek éves 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	43	4,9	194	39	78	9
Cs-137	1,2	0,7	1,7	0,7	2	85
I-125	2,6	0,6	5,7	1,8	11	76
I-131	2,4	1,4	4,1	1,5	3	84
K-40	145	6,7	302	124	18	69
Ru-106	10,1	8,8	11,6	1,4	3	

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 <sup>106</sup>Ru radioizotóp eredetéről a 5.4.2. fejezetben már szoltunk.

### 5.5 A BME Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai

A BME NTI OR környékén 2017. év során elvégzett környezetellenőrző vizsgálatok – Duna-víz és kihullás összes béta, valamint talaj- és növényminták nuklid-specifikus kiértékelésének – eredményeit az 5-36 – 5-41. táblázatok mutatják be.

A 2017. évi környezetellenőrző mérések eredményei lényegében megfelelnek az elmúlt években mért értékeknek.

5-36. táblázat

A 2017. évi Duna-víz minták aktivitás-koncentrációja havi átlagban (kéthetente végzett mintavétel alapján)

	Összesbéta aktivitás (Bq/m <sup>3</sup> )	Összesgamma aktivitás (Bq/m <sup>3</sup> )
Január	$5,19 \cdot 10^2$	$1,40 \cdot 10^4$
Február	$< 1,35 \cdot 10^3$	$1,01 \cdot 10^4$
Március	$< 1,13 \cdot 10^3$	$6,53 \cdot 10^3$
Április	$4,61 \cdot 10^2$	$6,97 \cdot 10^3$
Május	$8,53 \cdot 10^2$	$6,53 \cdot 10^3$
Június	$< 1,10 \cdot 10^3$	$5,24 \cdot 10^3$
Július	$< 1,38 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^4$
Augusztus	$< 1,30 \cdot 10^3$	$8,65 \cdot 10^3$
Szeptember	$< 1,04 \cdot 10^3$	$8,10 \cdot 10^3$
Október	$< 1,52 \cdot 10^3$	$1,39 \cdot 10^4$
November	$1,01 \cdot 10^3$	$8,94 \cdot 10^3$
December	$8,88 \cdot 10^2$	$1,16 \cdot 10^4$

5-37. táblázat

A 2017. évi fall-out (kihullás) összes béta aktivitás-koncentrációja (havi egy mintavétel alapján)

Hónap	Összesbéta aktivitáskoncentráció (Bq/m <sup>2</sup> )
Január	$< 2,58$
Február	2,46
Március	8,17
Április	$4,50 \cdot 10^1$
Május	$5,69 \cdot 10^1$
Június	$1,66 \cdot 10^1$
Július	4,81
Augusztus	5,97
Szeptember	8,78
Október	9,67
November	8,44
December	1,66

5-38. táblázat  
A 2017. évi tavaszi fűminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás koncentráció (Bq/g)
Co-60	$< 2,71 \cdot 10^{-3}$
Cs-137	$< 8,25 \cdot 10^{-4}$
Cs-134	$< 2,13 \cdot 10^{-3}$
K-40	1,29
I-131	$< 2,40 \cdot 10^{-3}$
Tórium sor	$6,02 \cdot 10^{-3}$
Rádium sor	$6,25 \cdot 10^{-3}$

5-39. táblázat  
A 2017. évi tavaszi talajminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás-koncentráció (Bq/g)
Co-60	$< 3,36 \cdot 10^{-4}$
Cs-137	$1,05 \cdot 10^{-2}$
Cs-134	$1,02 \cdot 10^{-3}$
K-40	$3,05 \cdot 10^{-2}$
I-131	$< 2,98 \cdot 10^{-4}$
Tórium sor	$2,16 \cdot 10^{-2}$
Rádium sor	$3,79 \cdot 10^{-2}$

5-40. táblázat  
A 2017. évi őszi fűminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás-koncentráció (Bq/g)
Co-60	$< 3,51 \cdot 10^{-3}$
Cs-137	$< 1,30 \cdot 10^{-3}$
Cs-134	$< 4,11 \cdot 10^{-3}$
K-40	1,21
I-131	$< 3,44 \cdot 10^{-3}$
Tórium sor	$7,45 \cdot 10^{-3}$
Rádium sor	$2,34 \cdot 10^{-2}$

**5-41. táblázat**  
**A 2017. évi őszi talajminta**

<b>Vizsgált nuklid</b>	<b>Aktivitás-koncentráció (Bq/g)</b>
<b>Co-60</b>	$< 3,25 \cdot 10^{-4}$
<b>Cs-137</b>	$1,81 \cdot 10^{-2}$
<b>Cs-134</b>	$< 1,89 \cdot 10^{-3}$
<b>K-40</b>	$3,84 \cdot 10^{-1}$
<b>I-131</b>	$< 3,11 \cdot 10^{-4}$
<b>Tórium sor</b>	$3,07 \cdot 10^{-2}$
<b>Rádium sor</b>	$3,78 \cdot 10^{-2}$

## 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 (OKI KI SSFO és NÉBIH)

A Mohi atomerőmű hazai környezetének ellenőrzéseként az OKI KI SSFO in-situ gamma-spektrometriai és dózisteljesítmény méréseket is végez a határ közelében, 8 mérési helyszínen évente kétszer. A mérési helyszíneket a 6-1. ábra és a 6-2. táblázat mutatja be. 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.

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 2017-ben (a Cs-137 mérések kBq/m<sup>2</sup>-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)**

<b>Radionuklid</b>	<b>Átlag</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Szórás</b>	<b>N</b>	<b>Kha</b>
Ac-228	35	11	51	13	10	0
Be-7	-	5,4	17	-	6	0
Bi-214	32	14	52	13	10	0
K-40	440	250	610	100	10	0
Pb-212	38	6,6	59	17	10	0
Pb-214	34	8,6	59	17	10	0
Cs-137	71	110	1900	520	10	0

A gamma-dózisteljesítményt az OKI-KI-SSFO AUTOMESS 6150 AD 6 és 6/H műszerrel mérte, a hiba minden esetben 1% körüli. A dózisteljesítmény mérések eredményeit a 6-2. táblázatban mutatjuk be. A 2017. év őszén a salgótarjáni helyszín helyett Tardos közelében jelöltünk ki új mintavételi pontot, amely könnyebben megközelíthető, mint a salgótarjáni és közelebb esik a szolvák erőműhöz.

**6-2. táblázat**  
**2017. évi dózisteljesítmény mérések eredményei**

<b>Település</b>	<b>Dózisteljesítmény, 1. félév (nSv/h)</b>	<b>Dózisteljesítmény, 2. félév (nSv/h)</b>
Komárom	115	91
Esztergom	101	107
Dobogókő	107	94
Királyrét	117	100
Vámosmikola	108	110
Romhány	113	122
Balassagyarmat	100	107
Salgótarján	106	-
Tardos	-	118

### 6.1.2 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fall-out minták mérési eredményei (OKI KI SSFO)

Az OKI KI SSFO három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece és Balassagyarmat) vesz fall-out mintát havi rendszerességgel márciustól novemberig (a téli hónapokban nem). A mintavevő edények felülete 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 hat minta kivételével kimutatási határ, 0,13 – 0,63 Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap) alatti volt. A detektált <sup>137</sup>Cs felületi aktivitások 0,07 és 0,21 Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap) voltak, a mintában lévő cézium valószínűleg a talaj felporzásából származott. 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 6-3. táblázatban mutatjuk be.

6-3. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetében vett fall-out minták aktivitása 2017-ben Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Be-7	106,8	25,9	264,7	83,7	24	0
Cs-137	0,29	0,13	0,46	0,18	6	18
K-40	8,3	4,5	15,3	4,5	17	7
Pb-210	14,1	7,3	25,4	7,4	15	9
Összes béta	16,0	8,0	25,4	5,8	24	0



### 6.1.3 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OKI KI SSFO és NÉBIH)

Az OKI KI 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 110 °C-on szárított 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 6-4. táblázatban mutatjuk be.

6-4. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja 2017-ben (Bq/kg)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	0,39	2,0	-	6	6
Cs-137	14	6,9	29	5,89	21	0
K-40	450	370	560	65,30	21	0
Sr-90	0,39	0,39	0,39		10	0
Összes béta	2,0	0,88	3,7	0,99	21	0

#### 6.1.4 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OKI KI SSFO és NÉBIH)

Az OKI KI SSFO három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) vesz fűmintákat félévente, a talajmintákkal egyidejűleg. Ezekon 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 OKI KI 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 6-5. táblázatban mutatjuk be.

6-5. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták aktivitás-koncentrációja 2017-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	6	6
Cs-137	-	0,080	1,7	-	24	16
K-40	490	219,00	1500	330	24	0
Sr-90	1,0	0,30	2,3	0,75	18	0
Összes alfa	8,9	2,73	21	4,8	18	3
Összes béta	460	226,00	1500	300	24	0

### 6.1.5 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OKI KI SSFO és NÉBIH)

Az OKI KI SSFO három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) piacán vesz zöldség- és gyümölcsmintákat évente egyszer (ősszel). Ezek a minták összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A mintaelőkészítés 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 aktivitás-koncentráció 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 <sup>137</sup>Cs koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb. 0,25 Bq/kg) alatt maradt, az összes béta aktivitás-koncentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű <sup>40</sup>K izotóptól származtak.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeznek 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 6-6. táblázatban mutatjuk be.

6-6. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták aktivitás-koncentrációja 2017-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	6	6
Cs-137	-	0,030	0,24	-	14	12
K-40	160	46	290	91	14	0
Sr-90	-	0,050	1,8	-	8	0
Összes alfa	-	0,62	7,7	-	8	2
Összes béta	130	32	240	78	14	0

### 6.1.6 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz és iszapminták mérési eredményei (OKI KI SSFO)

Az OKI KI SSFO három határ menti településen (Kemence, Letkés és Nagybörzsöny) vesz folyóvízmintákat félévente az Ipolyból. 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  $380\text{ }^{\circ}\text{C}$ -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 OKI KI SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A mérési eredményeket a 6-7. táblázat tartalmazza.

6-7. táblázat

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

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	0,99	0,72	1,35	0,22	6	0
K-40	118	56	249	70	6	0
Összes béta	162	103	272	66	6	0

Az OKI KI SSFO ugyanezek a helyszíneken, - ugyancsak féléves gyakorisággal - iszapmintákat is vizsgál gamma-spektrometriai módszerrel. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ -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 6-8. táblázat tartalmazza.

6-8. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták

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

Település	1. félév	2. félév
Kemence	$2,51 \pm 0,22$	$2,84 \pm 0,19$
Letkés	$5,50 \pm 0,17$	$3,76 \pm 0,19$
Nagybörzsöny	$1,32 \pm 0,18$	$2,84 \pm 0,17$

### 6.1.7 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OKI KI SSFO)

Az OKI KI 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 380 °C-on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A  $^{40}\text{K}$  koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az OKI KI SSFO ezen ivóvíz minták összes béta-aktivitás mérését, a korábbiakban már bemutatott mérőműszerrel végzi el.

A mérési eredményeket a 6-9. táblázat tartalmazza.

6-9. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó ivóvízminták aktivitáskonzentrációja (Bq/l)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	1,51	0,95	2,17	0,56	6	0
K-40	82,5	69,4	94,4	10	6	0
Összes béta	117	88,2	154	28	6	0

## 7 Kibocsátási eredmények

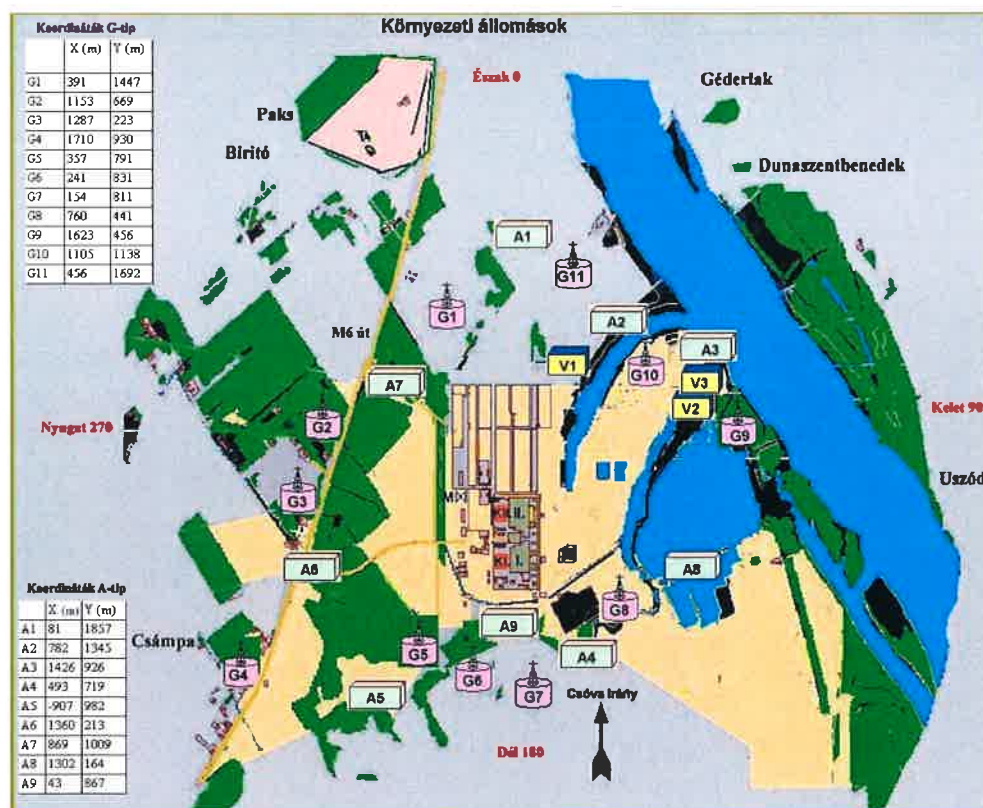
### 7.1 A Paksi Atomerőmű Zrt.

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 434 és 499 ezer m<sup>3</sup>/óra volt.

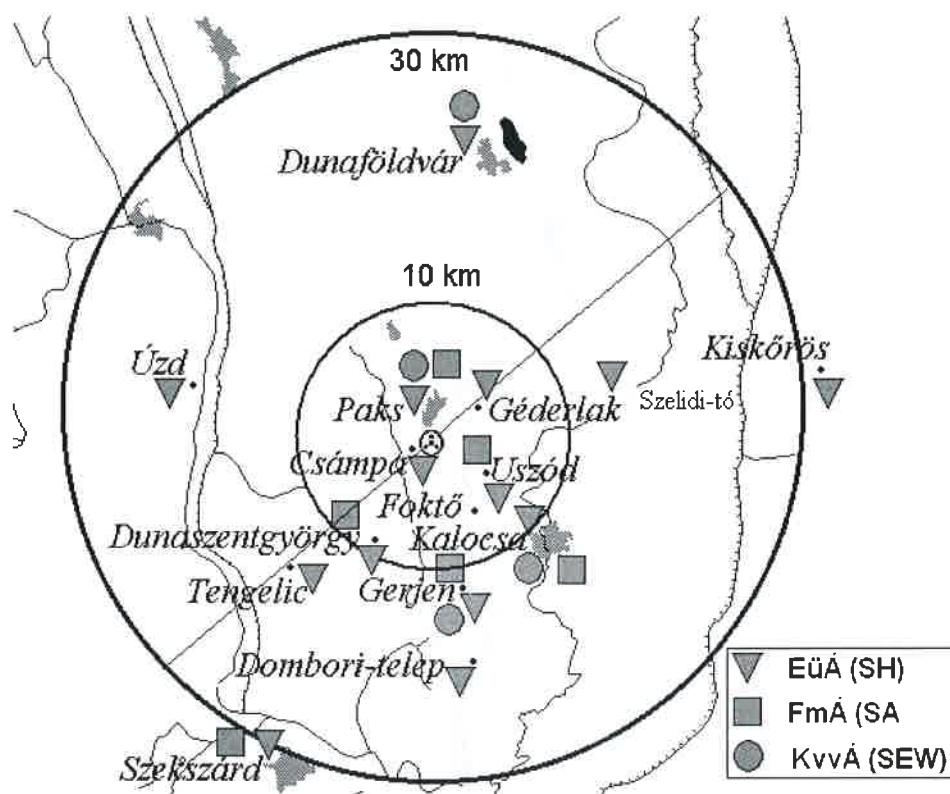
A blokkok karbantartási ideje 2017-ben a következő volt:

1. blokk: július 27. – szeptember 20.
2. blokk: nem volt főjavítás
3. blokk: február 1. – március 1.
4. blokk: november 1. – november 30.



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 OKI KI (OKK OSSKI) 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 Léggöri kibocsátás

A léggöri 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-kihasználást.)

7-1. táblázat  
Éves nuklidspecifikus kibocsátások (a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések), 2017.

Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	Határérték kihasználása
<sup>41</sup> Ar	1,80E+13	4,60E+16	3,91E-04
<sup>85</sup> Kr	1,66E+11	1,20E+19	1,38E-08
<sup>85m</sup> Kr	4,41E+12	4,10E+17	1,08E-05
<sup>87</sup> Kr	1,69E+12	7,30E+16	2,32E-05
<sup>88</sup> Kr	2,48E+12	2,90E+16	8,55E-05
<sup>133</sup> Xe	7,44E+12	2,00E+18	3,72E-06
<sup>135</sup> Xe	3,82E+12	2,40E+17	1,59E-05
<sup>3</sup> H (HT)	4,88E+11	2,20E+17	2,22E-06
<sup>3</sup> H (HTO)	4,87E+12	1,70E+17	2,86E-05
<sup>14</sup> C (CO <sub>2</sub> )	2,58E+10	1,30E+14	1,98E-04
<sup>14</sup> C (CH <sub>4</sub> )	6,06E+11	1,50E+21	4,04E-10
<sup>89</sup> Sr	3,20E+05	4,30E+12	7,44E-08
<sup>90</sup> Sr *	1,97E+05	3,70E+11	5,34E-07
<sup>24</sup> Na	6,37E+07	1,50E+15	4,25E-08
<sup>42</sup> K	5,14E+08	1,70E+16	3,02E-08
<sup>51</sup> Cr	9,06E+06	8,80E+14	1,03E-08
<sup>54</sup> Mn	2,32E+06	1,80E+13	1,29E-07
<sup>58</sup> Co	1,78E+06	2,10E+13	8,48E-08
<sup>59</sup> Fe	3,81E+06	1,10E+13	3,46E-07
<sup>60</sup> Co	6,43E+06	2,40E+12	2,68E-06
<sup>65</sup> Zn	4,47E+06	2,30E+12	1,94E-06
<sup>75</sup> Se	1,66E+06	2,90E+12	5,72E-07
<sup>76</sup> As	8,73E+07	1,10E+15	7,94E-08
<sup>95</sup> Nb	2,29E+06	4,90E+13	4,67E-08
<sup>95</sup> Zr	2,16E+06	2,30E+13	9,39E-08
<sup>99</sup> Mo	3,52E+06	1,90E+15	1,85E-09
<sup>103</sup> Ru	1,90E+06	8,70E+12	2,18E-07
<sup>106</sup> Ru *	6,24E+06	2,30E+11	2,71E-05
<sup>110m</sup> Ag	5,36E+06	4,80E+12	1,12E-06
<sup>124</sup> Sb	1,58E+06	8,90E+12	1,78E-07
<sup>125</sup> Sb	4,59E+06	1,40E+13	3,28E-07
<sup>131</sup> I aer.	2,04E+06	3,70E+12	5,51E-07
<sup>131</sup> I elemi	1,48E+07	7,80E+11	1,90E-05
<sup>131</sup> I szerves	1,77E+07	9,50E+13	1,86E-07
<sup>132</sup> I elemi	4,57E+06	3,20E+15	1,43E-09
<sup>133</sup> I elemi	3,04E+06	3,70E+14	8,22E-09
<sup>133</sup> I szerves	2,87E+06	1,30E+15	2,21E-09
<sup>134</sup> Cs	1,67E+06	8,20E+11	2,04E-06
<sup>137</sup> Cs *	6,20E+06	1,00E+12	6,20E-06
<sup>140</sup> Ba *	3,32E+06	2,90E+13	1,14E-07
<sup>141</sup> Ce	2,21E+06	4,60E+13	4,80E-08
<sup>144</sup> Ce *	1,12E+07	3,50E+12	3,21E-06
<sup>154</sup> Eu	1,66E+06	5,10E+12	3,25E-07
<sup>181</sup> Hf	3,00E+04	1,00E+13	3,00E-09
Összesen (total)	-	-	8,29E-04

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

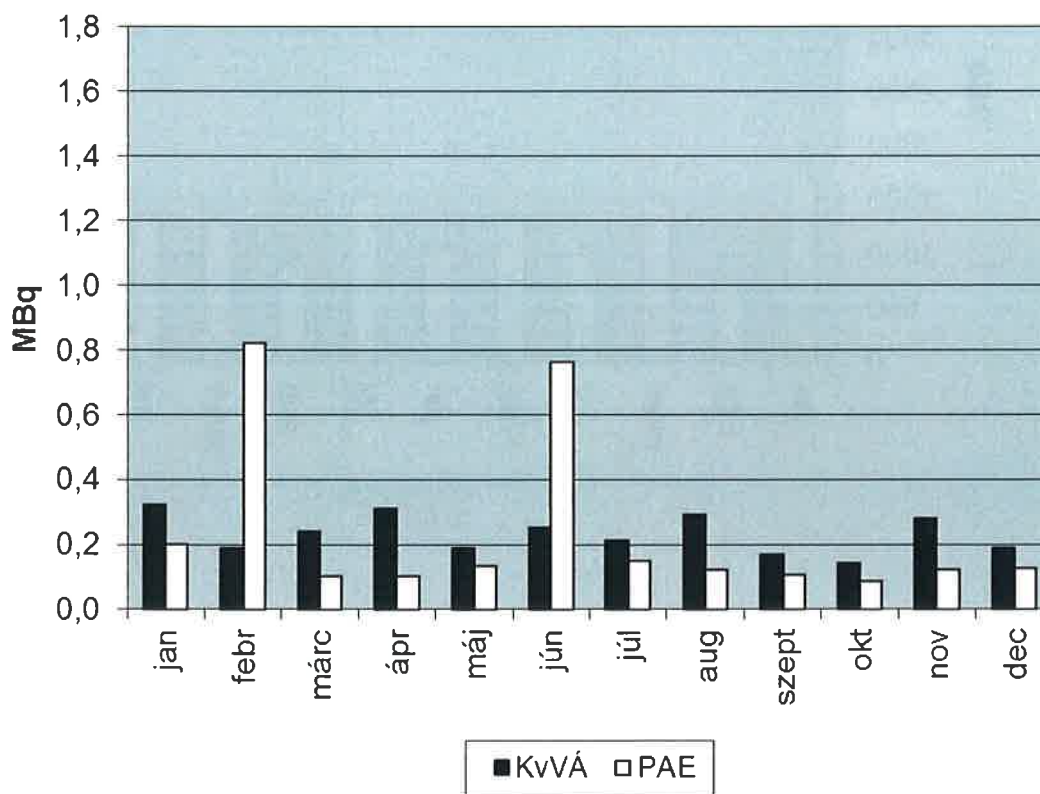
Az aeroszol-kibocsátások 51%-a a 3.-4. blokk szellőzőkéményén keresztül történt, a két kiépítés kibocsátási arányai radionukliddól függően 1 – 4 közöttiek voltak. Az aeroszlok



teljes éves kibocsátásában, legnagyobb arányban (az egy napnál rövidebb felezési idejű izotópok nélkül) a  $^{76}\text{As}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  és  $^{137}\text{Cs}$  izotópok szerepeltek.

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 eredményező veszi számításba. A KvVÁ minden esetben heti mintavételi ágat 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

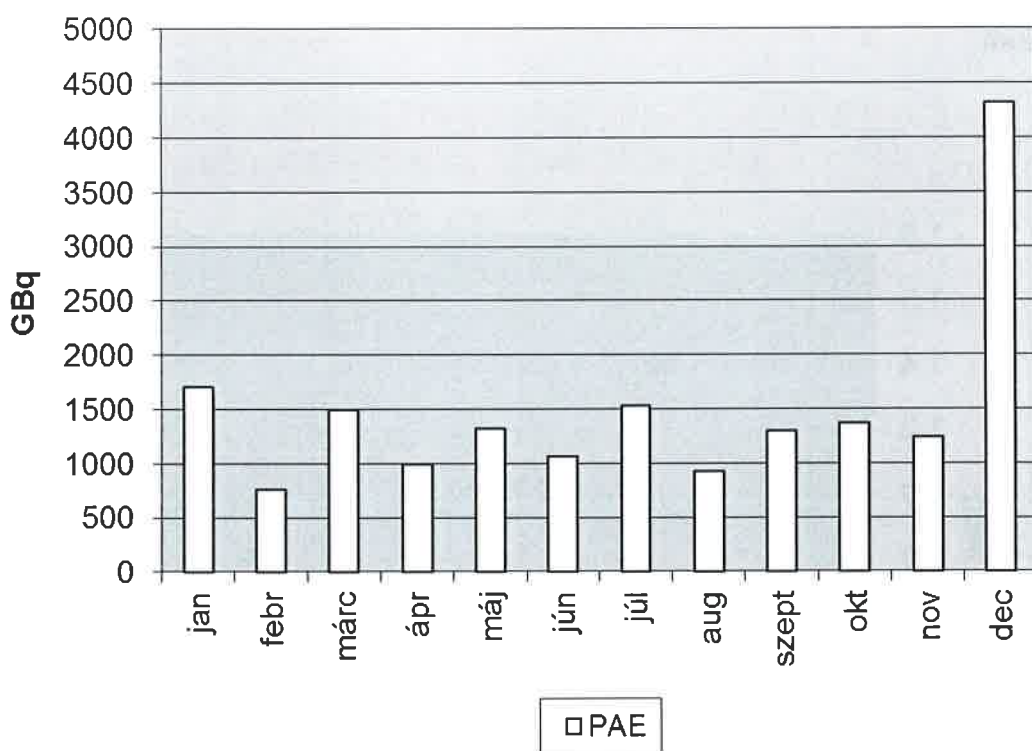
#### Havi légköri Cs-137 kibocsátások \*

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

Az éves átlagos nemesgáz-kibocsátások az 1-2., illetve a 3-4. blokkok kéményénél egy 2-3-as faktoron belül megegyeztek a  $^{133}\text{Xe}$  kivételével. 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).

2017-ben került sor első ízben a biztonsági rendszerek üzem közbeni karbantartására (továbbiakban ÜKK), amelynek során tervezett állapot volt a blokkok pótvíz-gáztalanító nélküli üzeme. A tényleges ÜKK előtti próbaüzemeltetés (I. kiépítésen december elején, II. kiépítésen december közepén), majd az I. kiépítés Y rendszereit érintő ÜKK során a nemesgáz-kibocsátás a normál üzemi érték többszörösére növekedett

Összességében - a légköri kibocsátásokat tekintve - a kibocsátási határérték kritérium értéke a 2017. évhez hasonlóan igen kicsi, 0,083% volt, amelyben a legnagyobb súllyal az  $^{41}\text{Ar}$  és a  $^{14}\text{C}(\text{CO}_2)$  radionuklidok (együtt mintegy 71%-os arányban) szerepeltek. A PA Zrt. tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva, igen kismértékű légnemű kibocsátás mellett üzemelt 2017-ben 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 vízvezető (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 Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat(a továbbiakban: KIESz) szerint. Ezekből a mintákból a kibocsátott víztérfogattal arányos heti, havi és negyedéves átlagmintákat készít az

üzem. Valamennyi tartálmintából – ellenőrzés céljából – az igényelt mennyiséget a hatósági laboratórium elviheti.

Évente általában 1300 körüli tartályürítés történik, 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.

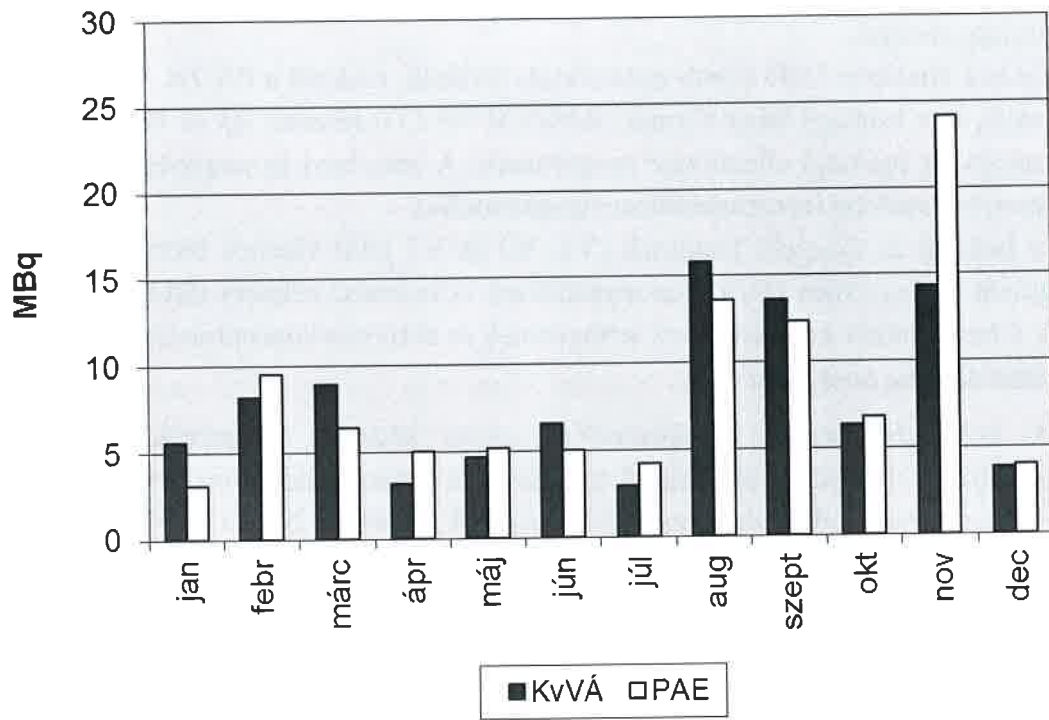
A befolyó és elvezető csatornák (V1, V2 és V3 jelű) vizének mérése, elsősorban az esetleg nem üzemszerűen távozó szennyeződések ellenőrzése céljából történik. A kibocsátási értékek a tartályokból kiengedett víz térfogatának és aktivitás-koncentrációjának segítségével határozhatóak meg pontosan.

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 tartálminták (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 2017-ben az ellenőrző tartályokból összesen 42680 m<sup>3</sup> vizet bocsátott a Dunába. A legjelentősebb korróziós termék (<sup>60</sup>Co) éves kibocsátott aktivitása közel 3-szor kisebb, a hasadási termékek közül a <sup>137</sup>Cs éves kibocsátása mintegy 40-szer nagyobb volt a mérleg feletti (TM-jelű), mint a kommunális és laboratóriumi eredetű vizeknél (XZ-jelű). A TM:XZ térfogatok aránya a korábbi évekhez hasonlóan a 3:1 arányhoz közelített.

A kibocsátások év közbeni alakulásának, továbbá az üzemi és a hatósági mérési eredmények együttlátásának 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 tartálmérések alapján

7-2. táblázat

A hatóság által jóváhagyott PA Zrt. tartálmérések alapján meghatározott éves kibocsátások, 2017.

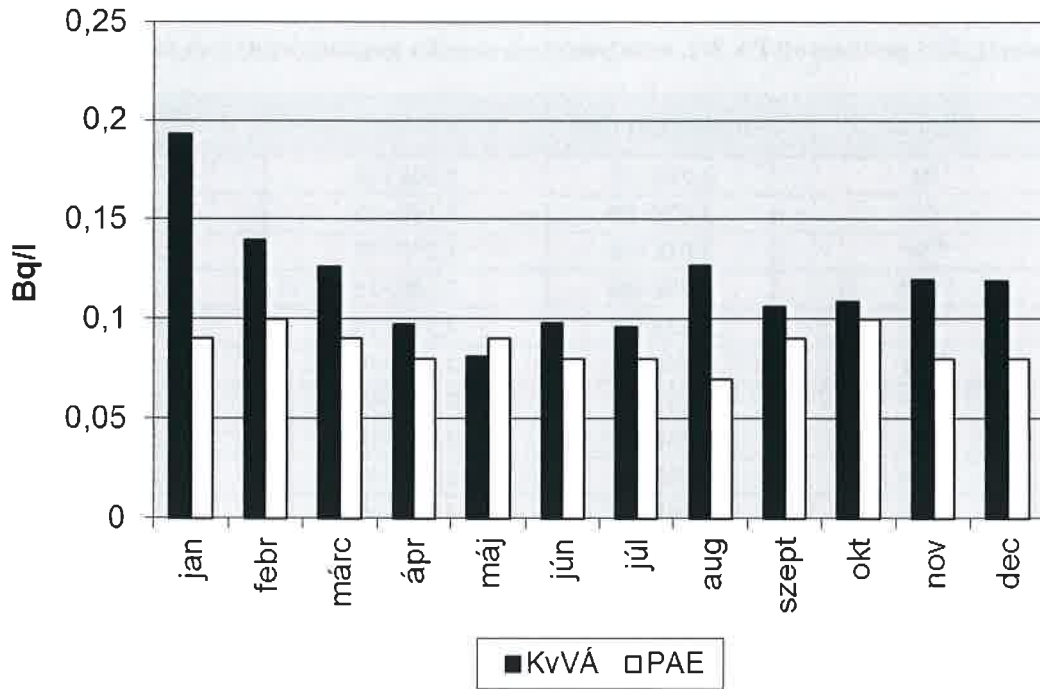
Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	Határérték kihasználása
<sup>3</sup> H	2,78E+13	2,90E+16	9,57E-04
<sup>14</sup> C	3,47E+09	3,10E+12	1,12E-03
<sup>89</sup> Sr	3,04E+06	1,20E+13	2,54E-07
<sup>90</sup> Sr *	1,70E+06	2,20E+12	7,73E-07
<sup>55</sup> Fe	2,82E+07	4,30E+13	6,56E-07
<sup>59</sup> Ni	1,36E+07	4,00E+14	3,41E-08
<sup>7</sup> Be	8,10E+07	3,00E+14	2,70E-07
<sup>51</sup> Cr	6,26E+07	2,70E+14	2,32E-07
<sup>54</sup> Mn	3,10E+07	1,00E+13	3,10E-06
<sup>58</sup> Co	1,86E+07	3,20E+12	5,80E-06
<sup>59</sup> Fe	2,07E+07	2,30E+12	9,00E-06
<sup>60</sup> Co	9,92E+07	9,50E+11	1,04E-04
<sup>65</sup> Zn	2,13E+07	1,40E+12	1,52E-05
<sup>95</sup> Nb	2,06E+07	2,10E+12	9,80E-06
<sup>95</sup> Zr	1,49E+07	8,50E+12	1,75E-06
<sup>99</sup> Mo	3,21E+07	1,30E+14	2,47E-07
<sup>103</sup> Ru	9,54E+06	9,00E+11	1,06E-05
<sup>106</sup> Ru *	5,13E+07	1,10E+12	4,66E-05
<sup>108m</sup> Ag	8,50E+05	2,40E+13	3,54E-08
<sup>110m</sup> Ag	1,34E+08	2,00E+13	6,68E-06
<sup>124</sup> Sb	2,56E+07	9,50E+12	2,70E-06
<sup>125</sup> Sb	2,61E+07	1,10E+13	2,37E-06
<sup>131</sup> I	3,44E+07	2,70E+12	1,27E-05
<sup>133</sup> I	8,60E+05	2,70E+13	3,19E-08
<sup>134</sup> Cs	5,10E+07	6,50E+11	7,84E-05
<sup>137</sup> Cs *	2,13E+08	9,00E+11	2,37E-04
<sup>140</sup> Ba *	2,58E+07	5,50E+13	4,68E-07
<sup>141</sup> Ce	1,49E+07	2,10E+13	7,07E-07
<sup>144</sup> Ce *	6,77E+07	1,00E+13	6,77E-06
<sup>154</sup> Eu	1,29E+07	1,80E+12	7,16E-06
<sup>181</sup> Hf	1,00E+07	5,70E+13	1,76E-07
U-csoport	3,11E+04	7,50E+11	4,15E-08
Pu-csoport	6,41E+04	1,00E+12	6,41E-08
Am-csoport	5,11E+04	1,10E+12	4,65E-08
Cm-csoport	1,18E+04	2,60E+11	4,53E-08
Összesen (total):	-	-	2,64E-03

\* a kibocsátási korlát kihasználás számításánál a leányelemekkel együtt vettük figyelembe az adott izotópot

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

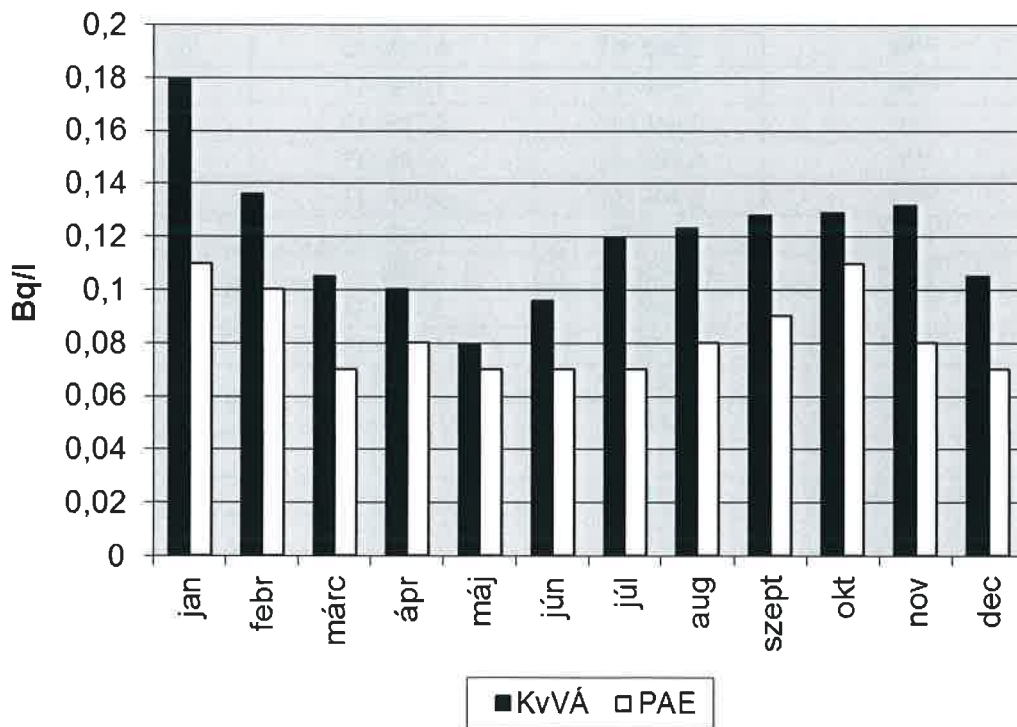
A 7-6., 7-7. és 7-8. ábrák a V1, V2 és V3 jelű helyen vett vízmintákban az üzem és a BAMKH NF LO által mért összes béta aktivitás-koncentrációk havi átlagértékeit mutatják.

A szennyvíz csatorna (V3) összes béta aktivitás-koncentrációja általában 5-60-szor volt nagyobb a hideg- (V1) és a melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációjánál.



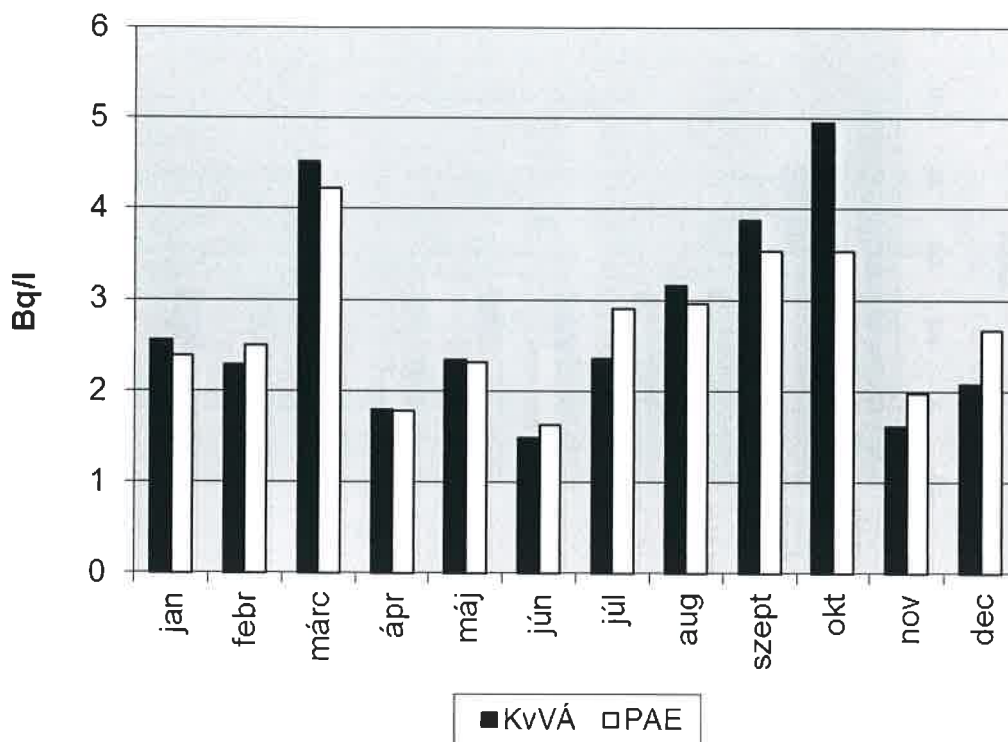
7-6. ábra

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



7-7. ábra

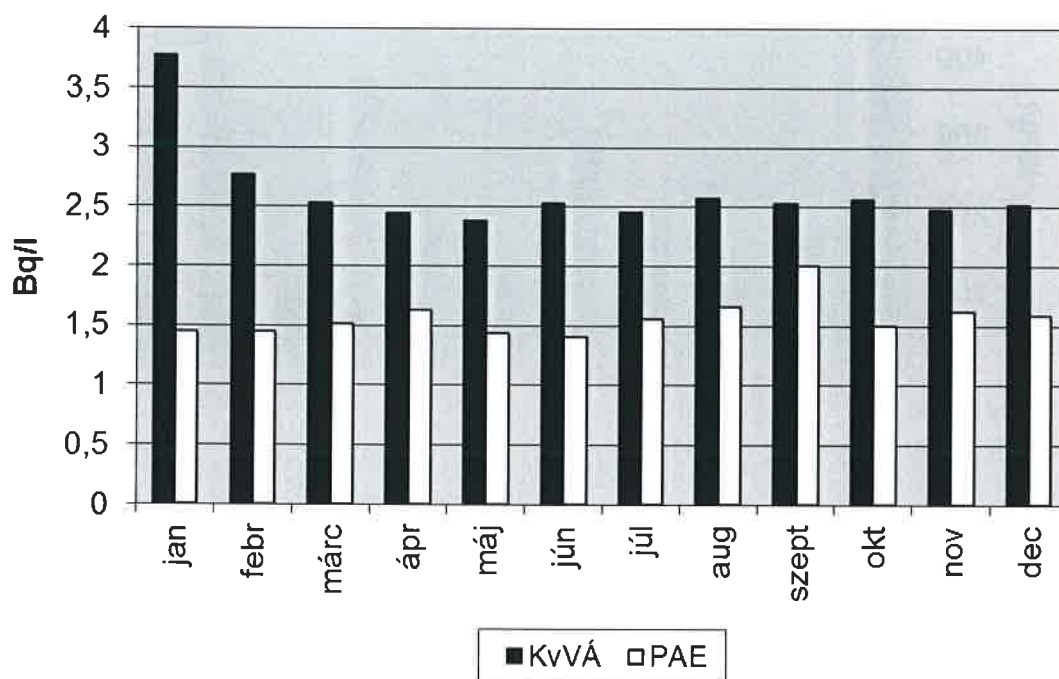
A melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei



7-8. ábra

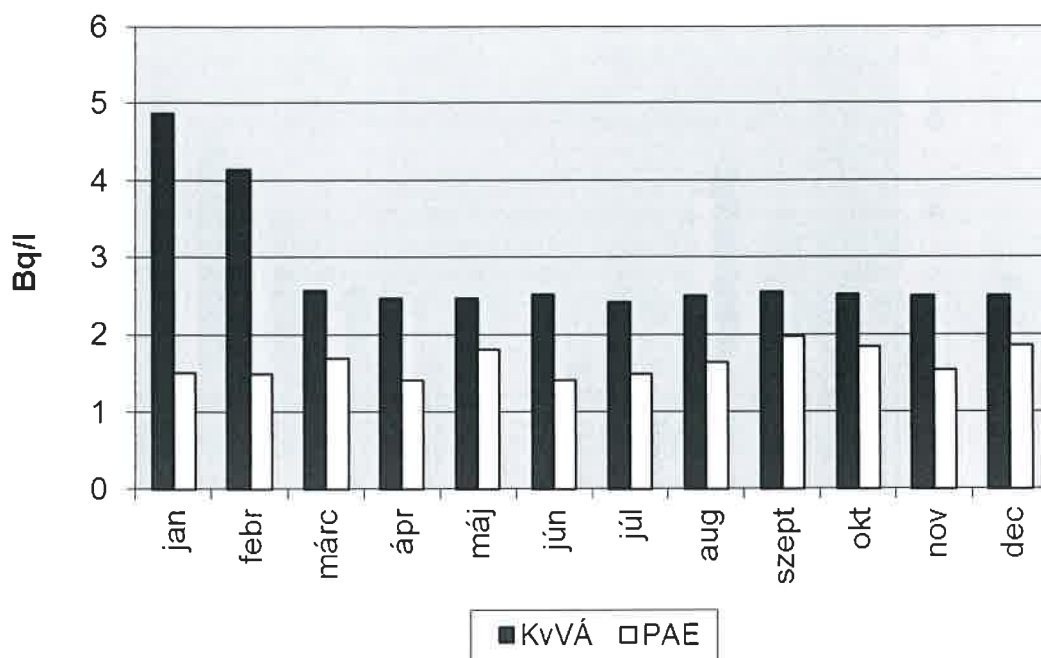
A szennyvízcsatorna (V3) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei

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



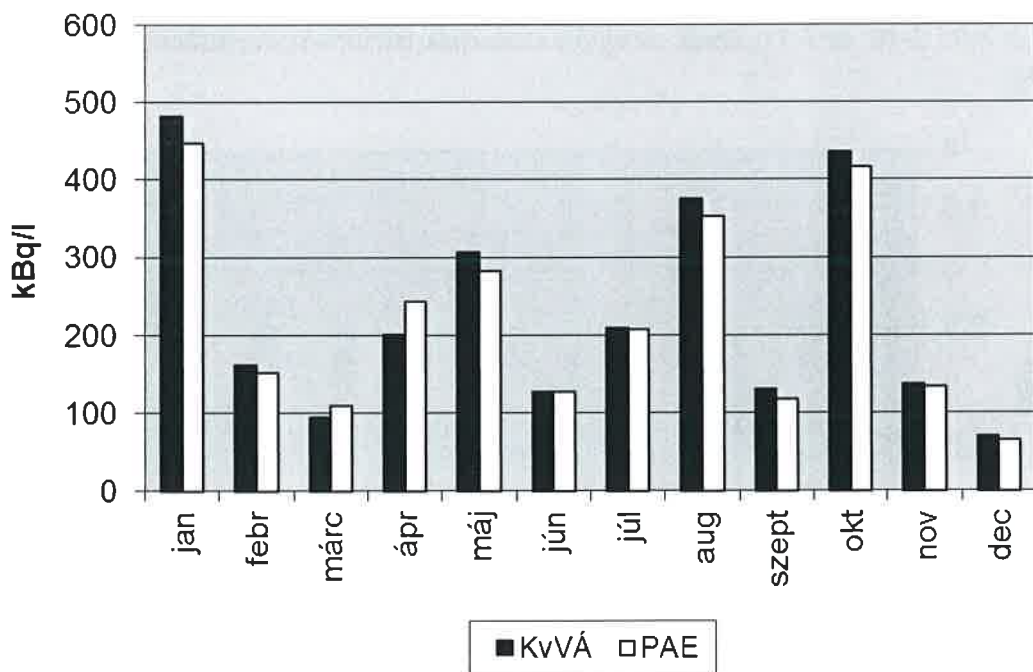
7-9. ábra

A hidegvízcsatorna (V1) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-10. ábra

A melegvízcsatorna (V2) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-11. ábra

A szennyvízcsatorna (V3) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei.

A hideg- és melegvízcsatorna trícium-koncentrációjának a dunai értékkel (1-10 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 60-500 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. 2016-hoz viszonyítva a folyékony kibocsátásokkal kikerült radioaktív izotópok közül a, a radiostroncium, a hasadási termékek és az alfa-sugárzók kibocsátása csökkent, míg a korróziós termékek, a radiokarbon és a trícium kibocsátása növekedett.

Összességében elmondható, hogy a folyékony kibocsátásokat tekintve is igen kicsi, mindössze 0,26% a kibocsátási határérték kritérium értéke, a kibocsátásokban legnagyobb súllyal a <sup>3</sup>H és a <sup>14</sup>C radionuklidok szerepeltek. A PA Zrt. tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva igen kismértékű folyékony kibocsátás mellett üzemelt 2017-ben is.

### 7.1.3 Megállapítások

Az atomerőmű környezeti sugárvédelmi ellenőrzése céljából, a hatósági intézmények 2017-ben összesen 6599 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 PA Zrt. légnemű radioaktív kibocsátása 2017-ben, az üzemzavart megelőző évekhez hasonló szinten volt. A nuklidspecifikus kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kihasználás értéke 0,083 % 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 2017. 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 nagyobbrészt üzemi, kisebb részben hatósági mérésekre alapozott folyékony kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kihasználásának értéke 2017-ben a korábbiakhoz hasonló, 0,26% 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 valószínűsíthető, hogy az üzem – az előző évhez hasonlóan – PA Zrt. eredetű radioizotópot nem mutatott ki.

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 mérésével nem mutatható ki.

Az erőmű 2017. évi üzemelése során a környezet radioaktív szennyeződése miatt hatósági intézkedésre nem volt szükség.

A kibocsátásokra vonatkozó hatósági határérték kihasználásának értékei láthatóak a 7-3. táblázatban. Az értékek azt tükrözik, hogy az üzem több nagyságrenddel a megállapított határértékek alatt működött 2017-ben.

7-3. táblázat

A kibocsátási határérték kritérium értékei 2017-ben

Kibocsátási határérték kritérium	(%)
Légnemű kibocsátásokra	0,083
Folyékony kibocsátásokra	0,26
Összesen	0,34

A 7-4. táblázat a kibocsátásokat nemzetközi összehasonlításban tartalmazza. Látható, hogy a PA Zrt-nél 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 2017-ben a PWR típusú reaktorokra vonatkozó nemzetközi összehasonlításban.[14] (Az erőmű 2017-ben 1,8 GW·év elektromos energiát termelt.)

Kibocsátás	Mennyiség	PAE	UNSCEAR (1998-2002)
légköri	nemesgáz összesen (TBq)	38	11
	aeroszol összesen (GBq)	0,76	0,03
	H-3 (HT + HTO) (TBq)	5,4	2,1
	C-14 (CO <sub>2</sub> +szerves) (TBq)	0,63	0,22
	jódok (I-131 egyenérték) (GBq)	0,037	0,3
folyékony	korróziós és hasadványtermékek összesen (GBq)	1,1	11
	H-3 (TBq)	28	20

Az összevetésből kitűnik, hogy a 2017. évi paksi légköri kibocsátások adatai, – a radiojódokat kivéve – fölötté vannak a PWR típusú reaktorok 1998-2002. közötti világátlagának, amely a reaktorok életkorával, a kibocsátott izotópok meghatározásával és a

4. blokki kismértékű inhermetikussággal 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 határértékkel veszi figyelembe. A radiojódok kibocsátása alatta van a világtábornak, viszont a nemesgázok, légnemű trícium és radiokarbon kibocsátási értékei magasabbak. Összességében 2017-ben az atomerőmű kibocsátásai az előző két évhez képest, a megnövekedett légköri kibocsátási értékek miatt, valamivel magasabbak.

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 alatt van.

## 7.2 Az NRHT

### 7.2.1 A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése

A telephely felszíni vízkörnyezeti kibocsátásának számítását a csapadék mennyiségéből, valamint a technológiai épület gyűjtőtartályából történő kibocsátásból végeztük. A tartály tartalmának mért mennyiségéből, valamint csapadék havi mennyiségéből, illetve az adott mért izotópkoncentráció ismeretében számítottuk a kibocsátott nuklidmennyiséget. A csapadéokra vonatkozó adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat által a telephelyen üzemeltetett időjárásfigyelő állomás gyűjtötte.

A csapadékvizek esetében konzervatívan úgy vesszük, hogy az ellenőrzött zónára 2017. év során lehullott 634,4 mm csapadék 100%-a távozott az aknákon keresztül, így a kibocsátott csapadék mennyisége összesen 1291 m<sup>3</sup> volt a 2017. évben.

A csapadékgyűjtő aknák esetében a havonta végzett trícium aktivitáskoncentráció meghatározások értékei többször az igényelt mérés technika kimutatási határa (1,0 Bq/dm<sup>3</sup>) alatt voltak. A trícium aktivitása a természetes éves ciklust követve összevethető a magyarországi csapadékvizekével, az értékekben a természetes szezonális ingadozás tapasztalható mindkét akna esetében párhuzamosan. Az aknák radiokarbon aktivitáskoncentrációja minden esetben az igényelt mérés technika kimutatási határa alatt (0,1 Bq/dm<sup>3</sup>) volt. A Sr-90 nuklid éves átlagkoncentrációja ~1E-03 Bq/dm<sup>3</sup> volt a gyűjtött csapadékvíz mintákban.

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 kifolyóból vett minták esetében csak természetes eredetű izotópok voltak jelen KH fölött.

A technológiai épület tartályparkjából 2017. március 21-én 12 m<sup>3</sup> kémiai és radiológiai szempontból is minősített ipari szennyvíz került kibocsátásra a kommunális szennyvízgyűjtő csatornába. A tartályból a vett minták eredményei alapján a trícium esetében 2,03E+04 Bq, radiokarbon esetében 2,84+04Bq, Sr-90 esetében 1,44E+01 Bq volt a kibocsátott mennyiség. Mesterséges izotópot a gamma spektrometriai mérések során nem tudtunk kimutatni.

A havi csapadék mennyiségével, a kibocsátott szennyvíz mennyiségével, illetve a vonatkozó trícium koncentrációkkal számolva a felszíni telephelyről folyékony formában kibocsátott, becsült trícium össz mennyisége: 1,49E+06 Bq/év.

A kibocsátott vizek C-14 értékei sem utalnak anomális kibocsátásra. A csapadékaknákból gyűjtött éves átlagminta és a tartályparkból kibocsátott szennyvíz mennyiségéből, valamint a vonatkozó C-14 koncentrációkból számítva a telephely föld felszíni létesítményének becsült radiokarbon kibocsátása folyékony formában: 1,68E+05 Bq/év.

Összefoglalóan elemezve a trícium, radiokarbon, radiostroncium értékeket, figyelembe véve a nullszintmérések eredményeiből származtatott, felszíni vizekre vonatkoztatott referenciaértékeket, a telephely felszíni vízkörnyezeti kibocsátása a környezetre nem számottevő.

## 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 összesbéta mérések a környezeti mintavevőkkel megegyező nagyságrendű eredményeket adtak (~E-04 Bq/m<sup>3</sup>), ami megerősíti, hogy a kibocsátási útvonalon mesterséges izotópokat nem bocsátunk ki, a mérnöki gátak ellátják funkcióikat.

Az egész éves mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében mért C-14 aktivitáskoncentráció a 2017-os évben átlagosan 6,96E-02 Bq/m<sup>3</sup> (szervetlen) és 8,20E-02 Bq/m<sup>3</sup> (szervetlen + szerves formában) formában. A légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve (354400 m<sup>3</sup> naponta) a 2017-es évben a föld felszíni technológiai létesítmény 1,96E+07 Bq C-14 aktivitást juttatott a légkörbe.

A 2017-es évben végzett mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében mért H-3 aktivitáskoncentráció átlagosan 8,50E-02 Bq/m<sup>3</sup> HTO és 1,26E-01 Bq/m<sup>3</sup> a HT+hidrokarbonátok formájában. A föld felszíni technológiai létesítmény légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve (354400 m<sup>3</sup> /nap) a 2017-es évben 2,73 E+07 Bq H-3 aktivitást juttatott a légkörbe. Az LK-1 kéményen kidobott trícium koncentrációja a levegőben néhányszorososan meghaladja az aktuális, a környezeti állomásokon azonos időszakban mért értéket (A1-A5 állomások - HTO: 8,55E-03 Bq/m<sup>3</sup>, HT: 9,30E-03 Bq/m<sup>3</sup>), a radiokarbon koncentráció viszont azzal összemérhető (A1-A5 állomások - CO<sub>2</sub>: 7,56E-02 Bq/m<sup>3</sup>, CO<sub>2</sub> + C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> formák 8,09E-02 Bq/m<sup>3</sup>). Látható, hogy a technológiai csarnokban tárolt hulladéknak van némi járuléka a trícium kibocsátásra, a radiokarbonra vonatkozóan viszont nem mérhető.

## 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 6,94E-02 Bq/m<sup>3</sup>, illetve 8,25E-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: 1,17E-02 Bq/m<sup>3</sup>, HT: 1,75E-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. Az adatok arra utalnak, hogy a rendkívül intenzív levegőcsere (mintegy 3 millió m<sup>3</sup> naponta)

határozza meg a felszín alatti légkör 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. Az aeroszol mintákban KH-t elérő koncentrációban mesterséges izotópokat egy esetben mutattunk ki: A 2017.10.09-én levett aeroszol mintákban a gamma spektrometriai mérés  $\sim 7,1 \text{ E-03 Bq/m}^3$  aktivitásban mutatta ki a Ru-106 izotópot. Az összesbéta mérés a 2017.10.09-én vett mintákon kívül a környezeti mintavevőkkel megegyező nagyságrendű eredményeket adott ( $\sim \text{E-04 Bq/m}^3$ ). Az említett két mintán az átlageredményeket lényegesen meghaladó összesbéta aktivitást mértünk. A kiugró értékek az európa szerte mért antropogén eredetű légköri Ru-106 szennyezésnek tulajdoníthatók. A Ru-106 kimutatásának ténye megerősíti, hogy a közel 3 millió köbméternyi levegő átforgatása a felszín alatti térrészen meghatározó a levegő minőségére.

A felszín alatti térrész levegőjében mérhető radon koncentráció méréseink során bebizonyosodott, hogy – köszönhetően az intenzív szellőztetésnek – a radonkoncentráció átlagosan  $15\text{-}60 \text{ Bq/m}^3$  között ingadozik. A relatíve nagy felületről folyamatosan beözönlő Rn-222 a bánya levegőjében könnyen mérhető, a levegőbeáramlási útvonalon fokozatosan emelkedő, a szabad légkört többszörösen meghaladó koncentrációra dúsul fel. A tapasztalt fluktuációk mindkét mérési helyen egy időben jelentkeznek. A 2017. évi mért értékekre vonatkozóan kijelenthetjük, hogy a felszín alatti térrészben vizsgált radon koncentrációban nem történt lényegi változás. A radonszint ingadozása természetes folyamatok eredménye. A konzervatívan becsült éves radon kibocsátás a légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve,  $53,25 \text{ Bq/m}^3$  átlagos éves koncentrációval számolva:  $6,1\text{E}+10 \text{ Bq/év}$ .

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

A tárolókamra nyaktag 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 (kamra nyaktag:  $1,09\text{E-01 Bq/dm}^3$ , ellenőrzött zsomp:  $9,93\text{E-02 Bq/dm}^3$ ) és H-3 (kamra nyaktag:  $8,97\text{E-01 Bq/dm}^3$ , ellenőrzött zsomp:  $8,6\text{E-01 Bq/dm}^3$ ) átlagos éves eredményeihez elmondható, hogy a felszín alatti térrész gyűjtött vizek esetében mind a trícium, mind a radiokarbon 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 2017. évben  $23550 \text{ m}^3$  volt. Az erre a mennyiségre számított vízkörnyezeti C-14 kibocsátás:  $2,34\text{E}+06 \text{ Bq/év}$ . Tríciumra ez az érték hasonló számítással:  $2,02\text{E}+07 \text{ Bq/év}$ .

#### **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 vizsgált időtávban (2013-2017. év) 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:

- $EL_{ij}$  = 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)	$\frac{R_{ilég.}}{EL_{ilég.}}$
H-3 (vízgőz)	2,73E+07	1,74E+08	2,01E+08	5,90E+15	3,41E-08
C-14	1,96E+07	1,74E+08	1,93E+08	7,10E+12	2,72E-05
Rn -222	1,97E+09	6,10E+10	6,29E+10	1,00E+14	6,29E-04
$\sum \frac{R_{ilég.}}{EL_{ilég.}}$ (KHK-érték)					<b>6,57E-04</b>

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 mérési adatok alapján a légnemű kibocsátás 2017. évben a korlát **0,0657 %-a** volt.

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

7-6. táblázat

A radioaktív hulladék-tároló vízi kibocsátásaira meghatározott kibocsátási határértékek (100  $\mu\text{Sv}/\text{év}$  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)	$\frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$
H-3 (vizgőz)	1,49E+06	2,02E+07	2,17E+07	3,50E+12	6,21E-06
C-14	1,68E+05	2,34E+06	2,51E+06	1,10E+10	2,28E-04
Sr-90	1,34E+03	2,63E+04	2,76E+04	2,80E+08	9,87E-05
$\sum_{i \text{ folyékony}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ (KHK-érték)					3,33E-04

A felszíni kibocsátás a csapadékgyűjtő aknák, valamint a 2017 márciusában kibocsátott technológiai épület tartály, a felszín alatti kibocsátás az ellenőrzött zsonp mintáinak mért eredményei alapján került kiszámításra. A kimutatási határt el nem érő egyéb izotópokat, illetve mérési eredményeket jelen esetben nem vettük számításba.

A vízkörnyezeti kibocsátás 2017-ben a mérési adatok alapján a korlát 0,0333%-a volt.

### 7.3 Az RHFT

A püspökszilágyi RHFT környezeti kibocsátási korlátait a BAMKH Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztálya által jóváhagyott SZ-3150 számú Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat határozza meg.

Az püspökszilágyi RHFT esetében radioaktív kibocsátás az üzemi épületből és kültéri tárolótérről történhet. 2017. évben a radioaktív hulladékok beszállítása, feldolgozása és elhelyezése során, a hatósági korlátot meghaladó radioaktív anyag kibocsátás nem történt. Az illetékes környezetvédelmi hatóság felé a jogszabályokban előírt jelentési kötelezettségeknek eleget tettünk.

Az üzemeltetési tevékenység során keletkező kis mennyiségű (évente maximum 0,5 m<sup>3</sup>) radioaktív folyékony hulladékot zárt rendszerű tartályokban tároljuk, ezekből a tárgyév folyamán kibocsátás nem történt.

A csapadékvíz-tározóból kibocsátott vízben csak a természetben előforduló, illetve a tárolókból diffúzióval a légkörbe jutott és onnan kimosódott radionuklidokat sikerült kimutatni.

#### 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 hulladéksomagokból a <sup>222</sup>Rn, a <sup>3</sup>H és a <sup>14</sup>C légnemű formában tud kiszabadulni.

2017-ben befejeződött az RHFT szellőző rendszerének rekonstrukciója, mely során a szellőző rendszer által elszívott óránkénti levegő térfogat a korábbiak mintegy



háromszorosára emelkedett. A régi és az új szellőző rendszer közötti átállás február közepén történt meg. A kibocsátások számításakor a 2017.02.20. előtti számításokhoz a régi szellőző rendszer 3200 m<sup>3</sup>/h-s térfogatáramát használtuk fel, míg a 2017.02.20. utáni számításokhoz az új szellőző rendszer 9600 m<sup>3</sup>/h elszívott levegő mennyiségét alkalmaztuk.

A tárolásból és hulladékfeldolgozásból származó trícium és radiokarbon kibocsátás a szellőzőkéményben üzemelő trícium-radiokarbon mintavevők adataiból és a névleges szellőzési teljesítményből (3200 illetve 9600 m<sup>3</sup>/h) került meghatározásra. A mért kibocsátásokat és a korábbi évek mérési eredményeit összevetve megállapítható, hogy az éves trícium kibocsátás (4,37E+10 Bq/év) a korábbi évekhez hasonlóan alakult, a radiokarbon kibocsátás (5,80E+09 Bq/év) az előző évhez képest kismértékben emelkedett, a korábbi évekhez viszonyítva továbbra is alacsony. Az éves radon kibocsátás a pinceszinti aeroszol mintavevő mérési eredményei és a szellőző rendszer névleges térfogatárama alapján 4,56E+09 Bq/év értékre adódott.

Az üzemi épület kéményének szélirányába eső alfa és béta aeroszol-aktivitáskoncentráció mérő monitor adatai a korábbi években mértektől nem térnek el jelentősen, a természetes háttérnek megfelelő aktivitásokat mutattak.

Az üzemi épület kéményébe telepített aeroszol mintavevőből származó mintákban mesterséges eredetű izotópokat 2017-ben nem mutattunk 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 ha nincs kibocsátás, akkor félévente kerül mintázásra kerülnek.

2017-ben a 100 m<sup>3</sup>-es csapadéktározó medencéből 10 alkalommal, összesen 696,5 m<sup>3</sup>, míg a 60 m<sup>3</sup>-esből 6 alkalommal összesen 235 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 csapadéktározóban mért <sup>90</sup>Sr aktivitás-koncentráció 2017-ben 0,4 – 2,32 mBq/dm<sup>3</sup> között ingadozott, a 60 m<sup>3</sup>-es csapadéktározóban mért pedig 0,77 – 1,70 mBq/dm<sup>3</sup>. Ezek az értékek megfelelnek a felszíni vizekben mérhető értékeknek, valamint a korábbi évek mérési eredményeinek.

A telephelyről származó, csapadékvízzel kibocsátott trícium mennyisége 9,12 MBq, a <sup>14</sup>C izotóp mennyisége 120 kBq, a <sup>90</sup>Sr 1,01 kBq volt. Ennek a mennyiségnek egy része a tárolóból a betárolás és a hulladéksomagok mozgatása során, diffúzió révén szabadul ki, a másik része a tárolóból közvetlenül a talajlevegőbe, majd onnan a csapadéktározóba diffundáló izotópokhoz köthető.

A korábbi évekhez képest 2017-ben új útvonalon keresztül is történt folyékony kibocsátás a telephelyről. A Baranya Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály által kiadott 2016.12.15-én kelt, 3271-12/2016 számú határozat szerint közszolgáltatónak további kezelésre átadtuk az ellenőrzött zónában felmosásból, tisztálkodásból, valamint a ruhák mosásából keletkezett 25 m<sup>3</sup> kommunális szennyvizet. Az elszállított szennyvízben a mérési eredmények alapján a trícium mennyisége 55 kBq, a <sup>14</sup>C izotóp mennyisége 2,6 kBq a <sup>241</sup>Am mennyisége 55 kBq, valamint a <sup>137</sup>Cs mennyisége 2,5 kBq volt.

2017-ben a becsült folyékony közegbe történt kibocsátás mind a csapadékvíz, mind a kommunális szennyvíz tekintetében nagyságrendekkel a kibocsátási korlát alatt maradt.

### 7.3.3 Tárolóterületi gázdifúzió ellenőrzése

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

Az üzemi épület melletti PSZ-2 mintavevő az 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  $10^{-2}$  -  $10^0$  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>.) Az egyedi mintákban mérhető értékek 2017-ben 0,025-0,25 Bq/m<sup>3</sup> közötti ingadozást mutattak.

A radiokarbon légköri koncentrációja a PSz-1 és PSz-2 mintavételi helyeken a korábbi évekhez képest csökkent. A 2017-ben végzett mérések mindegyike kimutatási határ alatti eredményt hozott.

### 7.3.4 Összesített kibocsátások

A mért, illetve becsült kibocsátási értékek messze az éves kibocsátás határértékek alatt maradnak, az éves korlát 0,13 %-át érik el. 2017-ben a jelentési kötelezettséget elérő normál üzemi kibocsátás, illetve a normál üzemtől való eltérésekből eredő kibocsátás nem történt. A telephely összesített kibocsátásait az alábbi. táblázat szemlélteti.

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	4,37E+10	1,72E+14 <sup>(1)</sup>	5,72E+14 <sup>(1)</sup>
	<sup>14</sup> C	5,80E+09	2,39E+12 <sup>(1)</sup>	7,97E+12 <sup>(1)</sup>
Folyékony, csapadék	<sup>3</sup> H	9,12E+06	3,51E+11 <sup>(1)</sup>	1,17E+12 <sup>(1)</sup>
	<sup>14</sup> C	1,20E+05	2,50E+08 <sup>(1)</sup>	2,50E+08 <sup>(1)</sup>
	<sup>90</sup> Sr	1,01E+03	1,10E+10 <sup>(1)</sup>	3,67E+09 <sup>(1)</sup>
Folyékony, kommunális	<sup>3</sup> H	5,50E+04	9,78E+16	3,26E+17
	<sup>14</sup> C	2,63E+03	2,99E+15	9,98E+15
	<sup>137</sup> Cs	5,50E+04	1,46E+09	4,88E+09
	<sup>241</sup> Am	2,55E+03	8,04E+07	2,68E+08

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

## 7.4 A Kutatóreaktor

A Budapesti Kutatóreaktor (BKR) hatósági engedélye a BMK 9104-4/2015. sz. módosító határozata alapján légnemű és folyékony kibocsátási határértékeket tartalmaz.

Légekori 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 légekori kibocsátásai

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték [Bq]	Tényleges kibocsátott érték [Bq]	Kibocsátási határérték kritérium az adott izotópra
Ar-41	3,30E+15	3,98E+13	1,21E-02
Kr-85m	2,53E+16	2,81E+11	1,11E-05
Kr-87	5,24E+15	3,75E+11	7,15E-05
Kr-88	5,28E+13	7,79E+11	1,47E-02
Xe-133	1,21E+17	2,34E+11	1,93E-06
Xe-135	1,63E+16	3,28E+11	2,01E-05
Σ kibocsátási határérték kritérium:	2,69E-2		

Megjegyzés: 2400 teljesített üzemóra (10 MW teljesítményen)

Folyékony kibocsátás: a két 150 m<sup>3</sup>-es tartályban összegyűjtött szennyvizet, ioncserélő gyantán átvezetve bocsátják a közcsatornába.

7-9. táblázat  
A reaktor vízi kibocsátásai - 2017-ben nem volt folyékony kibocsátás a hulladékvíz-tartályból

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték [Bq]	Tényleges kibocsátott érték [Bq]	Kibocsátási határérték kritérium az adott izotópra
Sc-46	8,76E+11		
Cr-51	7,87E+13		
Mn-54	2,49E+12		
Co-60	1,02E+12		
Zn-65	9,90E+12		
Ag-110m	1,59E+13		
Sb-124	1,14E+13		
Sb-125	3,78E+13		
Cs-137	3,13E+12		
H-3	9,26E+15		
Σ kibocsátási határérték kritérium:	0		

Megjegyzés: Nem terveztek és nem is volt folyékony kibocsátás 2017-ben.

Összesített kibocsátási mutató 2017-ben: 0,027 volt.

## 7.5 Az Oktatóreaktor

### Légnemű kibocsátás:

A légnemű kibocsátás ellenőrzése a reaktorépület szellőzőrendszerének szívó ágára telepített mellékág levegőjének folyamatos GM-csőves mérésével, továbbá a mellékág levegőjéből kiszűrt aeroszol havi összes béta-számlálásával történik. Az elmúlt évben  $1,40 \cdot 10^9$  Bq  $^{41}\text{Ar}$ -egyenértékű aktivitást (ez az éves kibocsátási korlát 0,186 %-a), aeroszolhoz kötötten pedig  $1,74 \cdot 10^4$  Bq összesbéta-aktivitást bocsátottunk ki a levegőbe; amelyek lényegében megfelelnek az elmúlt évek kibocsátásainak

### Folyékony kibocsátás:

Az alkalomszerűen kibocsátott hulladékvíz aktivitás-koncentrációjának ( $^{137}\text{Cs}$ -egyenértékben történő) meghatározása úgy történik, hogy kibocsátás előtt szcintillációs detektorra alapozott mérőrendszer segítségével felvesszük a kibocsátandó hulladékvíz 450 ml-es reprezentatív mintájának a gamma-spektrumát. A 2017-es évben  $2,23 \cdot 10^5$  Bq  $^{137}\text{Cs}$ -egyenértékű aktivitást bocsátottunk ki a közcatornába (ez az éves kibocsátási korlát  $1,1 \cdot 10^{-3}$  %-a), ami lényegében megfelel az elmúlt évek kibocsátásainak.

7-10. táblázat

A levegőben lévő, aeroszolhoz kötött radioaktív izotópok aktivitás-koncentrációja havi átlagban (Bq/m<sup>3</sup>, heti 3 mintavétel alapján), a rövid felezési idejű radon-leányelemek lebomlása után

	Összes béta-aktivitás (Bq/m <sup>3</sup> )	Összes gamma-aktivitás (Bq/m <sup>3</sup> )
Január	$3,75 \cdot 10^{-4}$	$4,64 \cdot 10^{-3}$
Február	$3,92 \cdot 10^{-4}$	$3,43 \cdot 10^{-3}$
Március	$< 6,78 \cdot 10^{-4}$	$3,64 \cdot 10^{-3}$
Április	$3,46 \cdot 10^{-4}$	$3,09 \cdot 10^{-3}$
Május	$3,67 \cdot 10^{-4}$	$3,15 \cdot 10^{-3}$
Június	$4,51 \cdot 10^{-4}$	$< 6,93 \cdot 10^{-3}$
Július	$5,08 \cdot 10^{-4}$	$4,02 \cdot 10^{-3}$
Augusztus	$3,33 \cdot 10^{-4}$	$3,93 \cdot 10^{-3}$
Szeptember	$4,12 \cdot 10^{-4}$	$5,20 \cdot 10^{-3}$
Október	$3,35 \cdot 10^{-3}$	$7,80 \cdot 10^{-3}$
November	$4,99 \cdot 10^{-4}$	$5,26 \cdot 10^{-3}$
December	$5,54 \cdot 10^{-4}$	$4,45 \cdot 10^{-3}$

## **7.6 Az Izotóp Intézet Kft.**

### **Folyékony kibocsátás**

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 szennyvizet 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 kibocsátás**

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 reaktorral 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.

**7-11. táblázat**  
**Folyékony kibocsátási adatok 2017-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	1,53E+10	1,89E-06
C-14	1,1E+13	1,10E+11	9,05E+10	8,22E-03
Fe-59	6,3E+13	1,00E+09	0	0
Co-60	8,4E+12	2,80E+09	5,62E+08	6,70E-05
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	4,15E+09	9,22E-04
I-131	3,3E+12	1,00E+09	1,9E+07	5,76E-06
Cs-137	4,5E+11	5,00E+08	4,19E+07	9,30E-05
Sm-153	2,00E+15	5,00E+10	0	0
Ho-166	2,7E+14	3,00E+10	2,29E+06	8,48E-09
Lu-177	2,30E+14	2,30E+10	0	0
Re-186	1,60E+10	1,60E+07	0	0
Re-188	1,60E+12	1,60E+09	0	0
Ir-192	8,00E+13	1,00E+09	0	0
<b>Kibocsátási határérték kritérium összesen</b>				<b>9,31E-03</b>

**7-12. táblázat**  
**Légnemű kibocsátási adatok „A”-szintű laboratóriumokból a reaktor kéményen keresztül 2017-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	4,90E+09	5,16E+09	1,91E-02
I-131	4,69E+11	7,00E+09	2,63E+09	5,61E-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>2,50E-02</b>

**7-13. táblázat**  
**Légnemű kibocsátás XXI/B épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2017-ben**

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték (Bq)	Tervezett kibocsátás (Bq/év)	Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)	Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)
I-125	4,00E+09	3,00E+08	1,65E+08	4,12E-02

**7-14. táblázat**  
**Légnemű kibocsátás XXI/A épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2017-ben**

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték (Bq)	Tervezett kibocsátás (Bq/év)	Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)	Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)
H-3	2,00E+13	2,00E+09	0	0
C-14	6,00E+11	8,00E+10	9,20E+10	1,53E-01

Az Izotóp Intézet Kft. összesített kibocsátási mutatója 2017-ben 0,229 volt.

## 8 Létesítmények hatásának értékelése, a lakossági sugárterhelés járulékai

### 8.1 A Paksi Atomerőmű Zrt.

A 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet előírta, hogy a kiemelt létesítmények esetén a közelben élő lakosságra, - az 1 mSv éves lakossági dóziskorláton belül - dózismegszorítást kell érvényesíteni. Ennek értékét az OTH határozta meg. A PA Zrt. 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. 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 gerjени 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.)

#### 8.1.1 A légköri kibocsátásból származó sugárterhelés

Az OKI KI 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 csóvamodellen 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 gyökérzeten 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 belégzésből és az élelmiszerek 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  $58 \text{ mBq/m}^3$   $^{41}\text{Ar}$ -koncentráció;  $0,024 \text{ } \mu\text{Bq/m}^3$   $^{60}\text{Co}$ , valamint  $19 \text{ mBq/m}^3$   $^3\text{H}$  (HTO) és  $0,10 \text{ mBq/m}^3$   $^{14}\text{C}$  ( $\text{CO}_2$ ) koncentráció alakul ki. Ezek az értékek hasonlóak a korábbi évek koncentrációihoz. A légköri depozíció következtében a  $^{60}\text{Co}$  talajfelszíni kiülepedése  $5,5 \text{ mBq/m}^2$ , a leveles zöldség aktivitás-koncentrációja (nedves tömegre)  $0,033 \text{ mBq/kg}$ , a tehéntejé  $0,016 \text{ mBq/l}$ , a húsa  $0,18 \text{ mBq/kg}$ , a gabonáé pedig  $0,11 \text{ mBq/kg}$  értékre becsülhető, ezek az értékek a tavalyinál kissé alacsonyabbak. 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  $4,1 \%$ -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 szóbjöhető 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  $90 \text{ nSv}$ , ami a korábbi évekhez hasonlóan magasabb az üzem által számolt  $18 \text{ nSv}$ -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)			
	Külső		Belső	
	felhőből	talajfelszín	belégzés	élelmiszer-fogyasztás
nemesgázok :				
Ar-41	44	*	*	*
Kr-85	*	*	*	*
Kr-85m	1,3	*	*	*
Kr-87	2,5	*	*	*
Kr-88	10	0,085	0,15	*
Xe-133	0,44	*	*	*
Xe-135	1,9	*	*	*
aeroszol:				
Mn-54	*	0,013	*	*
Co-58	*	*	*	*
Fe-59	*	*	*	0,039
Co-60	*	0,15	*	0,27
Zn-65	*	0,016	*	0,19
Se-75	*	*	*	0,031
Sr-89+Sr-90	*	*	*	0,026
Nb-95	*	*	*	0,011
Zr-95	*	*	*	0,011
Ru-106	*	0,016	*	0,35
Ag-110m	*	0,092	*	0,36
Sb-124	*	*	*	0,022
Sb-125	*	0,014	*	0,034
Cs-134	*	0,022	*	0,10
Cs-137	*	0,035	*	0,29
Ba-140	*	*	*	0,018
Ce-144	*	0,014	*	0,49
Eu-154	*	0,019	*	0,024
egyéb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
radiojódok:				
I-131 (aeroszol)	*	*	*	0,075
I-131 (elemi)	*	*	*	2,5
I-131 (szerves)	*	*	*	0,019
globális:				
C-14	*	*	3,5	15
H-3	*	*	0,69	4,2
<b>Összesen</b>	<b>61</b>	<b>0,53</b>	<b>4,4</b>	<b>24</b>
<b>Teljes járulék a légköri kibocsátásból:</b>		<b>90 nSv</b>		

\* a becstelt dózis < 0,01 nSv

## 8.1.2 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 a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség 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 gerjени 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 dózisok a gerjени lakosság 1 éves gyermek és felnőtt csoportjára, 2017

Radionuklid	Dózis (nSv/év)			
	1 éves gyermek		felnőtt	
	külső	belső	külső	belső
H-3	*	28,200	*	26,200
C-14	*	12,400	*	21,200
Mn-54	*	0,010	*	*
Fe-59	0,018	0,022	0,018	*
Co-58	0,013	0,011	0,013	*
Co-60	0,197	0,471	0,197	0,093
Sr-90	*	0,014	*	*
Zr-95	*	*	*	*
Ru-103	*	0,003	*	*
Ag-110m	0,019	0,148	0,019	0,033
Sb-124	*	0,029	*	*
I-131	*	0,292	*	0,054
Cs-134	0,016	0,230	0,016	0,579
Cs-137	0,036	0,736	0,036	1,680
Ba-140	*	0,019	*	*
Ce-144	*	0,213	*	0,031
Pu-csoport	*	*	*	*
Am-csoport	*	*	*	*
egyéb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Összesen	0,31	43	0,32	50
<b>Mindösszesen</b>	<b>43</b>		<b>50</b>	

\* a becsült dózis < 0,01 nSv

A 2017. évi sugárterhelés valamivel magasabb a 2016. 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 elég jól egyeznek a PA Zrt. által becsült dózissal (68 illetve 74 nSv), azoknál valamivel alacsonyabbak.

### **8.1.3 Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése**

Az üzem 2017. 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 néhányszoros bizonytalansággal becsült dózissal összege az erőmű közelében élő lakosság vonatkoztatási csoportjára 133 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.

2017-ben 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 1,4 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)	
Léggöri kibocsátás		
külső sugárterhelés:		
nemesgáz izotópok	60	
radiokobalt aeroszol	0,15	
radiocézium aeroszol	0,57	
radioezüst aeroszol	0,092	
egyéb izotóp	0,2	
belső sugárterhelés:		
inhaláció	4,4	
radiojód (élelm.)	2,6	
radiokobalt (élelm.)	0,27	
radiocézium (élelm.)	0,39	
radioezüst (élelm.)	0,36	
globális szennyezők (H-3, C-14) (élelm.)	19	
egyéb izotóp	1,5	
Összes léggöri:	90	
Folyékony kibocsátás		
külső sugárterhelés:	0,31	
belső sugárterhelés:		
trícium	28	
radiokarbon	12	
egyéb izotóp	2,0	
Összes folyékony:	43	
<b>Mindösszesen:</b>	<b>133</b>	<b>90 000</b>

## 8.2 Egyéb kiemelt létesítmények

A bátapáti 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 módszertan kialakítás alatt van, a 2016. január 1.-jén hatályba lépett 487/2015. (XII.30.) Korm. rendelet 64. §.-ban foglalt rendelkezések alapján.

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.

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 dózisos a lakosság vonatkoztatási csoportjára, besugárzási útvonalak szerint

Létesítmény	Határérték kihasználás	Dózismegszorítás [nSv]	Becsült sugárterhelés [nSv]
NRHT	Légekőri: 6,57E-04 Folyékony: 3,33E-04	100 000	99
RHFT	Légekőri: 0,08 Folyékony: 0,051	100 000	131
Kutatóreaktor	Légekőri: 0,027 Folyékony: 0	50 000	1 350
Oktatóreaktor	Légekőri: 1,86E-3 Folyékony: 1,1E-5	50 000	94
Izotóp Intézet Kft.	Légekőri: 0,229 Folyékony: 9,31E-03	50 000	11 900

## 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 2017-ben 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 2017. 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%202017\\_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%202017_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 2017. évi jelentése. (Szerk.: Bujtás Tibor) Paks, 2018. 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  $^{106}\text{Ru}$  detection in the environment in Budapest, Hungary Journal of Environmental Radioactivity 192 (2018) 543–550

### **Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek**

A 2017. 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 (OKI KI SSFO ÉS ERMAH LABORATÓRIUMOK)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

OKI KI SSFO: Szabó Gyula, Homoki Zsolt, 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: Hoványiné

Kádár Erika

Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály:

Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna

Hajdú-Bihar Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Madarász

István

Tolna Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Kerekes Irén

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Cservenák Ildikó

**FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM - 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

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Veszprémi Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Debreceni Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

**FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM - 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

**MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT (MTA EK)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Zagyvai Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Endrődi Gáborné, Danczák Ákos

**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, Fekete István

**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

## 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

NÉBIH – Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal

OÁ - oktatási ágazat

OAH – Országos Atomenergia Hivatal

OKI – Országos Közegészségügyi Intézet

OKI KI SSFO - Országos Közegészségügyi Intézet, Közegészségügyi Igazgatóság, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály

OKSER - Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer

OSJER - Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer

OMSZ – Országos Meteorológiai Szolgálat

TMH – Távmérő Hálózat

### A megyék kódjai:

Megye kódja	Megye
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

