



Országos Atomenergia Hivatal

**AZ
ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI
ELLENŐRZŐ RENDSZER**

(OKSER)

2018. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2020. február

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
Előszó.....	4
1 Bevezetés	5
1.1 A mérési adatok megjelenítése.....	5
1.2 Az OKSER tagjai	7
1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviselőjét ellátó szakértők 2018-ban	7
1.4 A lakossági sugárterhelés forrásainak ismertetése	8
2 Létesítményi kibocsátások, kibocsátási korlátok	10
2.1 Kibocsátási korlátok származtatása, korlátok az egyes létesítményekre vonatkozóan	10
2.2 A kiemelt létesítmények kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata	11
2.2.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata	11
2.2.2 Az NRHT kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata	12
2.2.3 Az RHFT kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata	13
2.2.4 Az MTA EK Kutatóreaktor (BKR) kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata	14
2.2.5 Az Oktatóreaktor kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata	14
3 A hatósági ellenőrzés rendszere	15
3.1 A hatósági ellenőrzést folytató szervezetek bemutatása.....	15
3.1.1 NNK SSFO (OKI KI SSFO, OKK OSSKI)	15
3.1.2 Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal	15
3.1.3 Baranya Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály, Laboratóriumi Osztály, Radiológiai Laboratóriuma	16
3.1.4 Egészségügyi Radiológiai Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat.....	16
3.2 A hatósági ellenőrzés mérési módszerei.....	17
4 Országos mérési adatok értékelése.....	22
4.1 A külső gamma-dózisteljesítmény mérések eredményei.....	22
4.1.1 A Radiológiai Távmérő Hálózat adatai	22
4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések	27
4.2 Levegőszűrők (aeroszol) mérési eredményei	28
4.3 Kihullás (fall-out) eredmények	29
4.4 Talajminták mérési eredményei	31
4.5 Felszíni vizek monitoringja	34
4.6 Ivóvíz	37
4.6.1 Vezetékes ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz	37
4.6.2 Palackozott vizek	40
4.7 Növényzet	42
4.7.1 Takarmány.....	42
4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer	45
4.7.3 Gabonafélék és az azokból készült termékek	48
4.8 Állati eredetű élelmiszerek.....	51
4.8.1 Tej, tejtermék	51
4.8.2 Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi.....	53
4.9 Vegyes élelmiszer	56
4.10 Egyéb mérések	56
5 Létesítmények környezete.....	57
5.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében végzett mérések	57
5.1.1 Gamma-dózisteljesítmény mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében	59
5.1.2 Aeroszol aktivitás-koncentráció mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében	61
5.1.3 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetellenőrző rendszerének kihullás mérési eredményei	63
5.1.4 A Paksi Atomerőmű Zrt. hideg- és melegvízcsatornájában mért aktivitás-koncentrációk.....	63
5.1.5 Az NNK SSFO mérési adatai Paks felszíni vizekre vonatkozóan.....	64
5.1.6 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében vett halminták mérési eredményei	65
5.1.7 A vízi környezetben mért aktivitás-koncentrációk a hatósági mérések alapján	66
5.1.8 A talajban mért aktivitás-koncentrációk.....	70
5.1.9 A takarmánymintákban mért aktivitás-koncentrációk.....	72
5.1.10 A növénymintákban mért aktivitás-koncentrációk	73
5.1.11 Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása.....	75
5.2 A bátaapáti NRHT telephelyének környezetellenőrzési mérési adatai.....	78
5.2.1 Az NRHT környezetében mért aeroszol-koncentráció adatai	78
5.2.2 Az NRHT környezetében mért kihullás eredmények	79

5.2.3	Az NRHT környezetében vett talajminták mérési eredményei	80
5.2.4	Az NRHT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei	81
5.2.5	Az NRHT környezetében mért növényminták adatai	82
5.3	A püspökszilágyi RHFT környezetellenőrzési mérési adatai	83
5.3.1	Az RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok	83
5.3.2	Az RHFT környezetében mért kihullás eredmények	84
5.3.3	Az RHFT környezetének talajmérési eredményei	85
5.3.4	Az RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei	86
5.3.5	Az RHFT környezetében mért növényzet adatok	87
5.4	A KFKI telephely környezetellenőrzési mérési adatai	88
5.4.1	A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények	88
5.4.2	A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk	89
5.4.3	A KFKI telephely területén mért kihullás eredmények	89
5.4.4	A KFKI telephely területén mért talajmérési eredmények	90
5.4.5	A KFKI telephely területén mért növényzet adatok	91
5.5	A BME NTI Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai	92
6	Országhatáron túli hatások	94
6.1	A Mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények	94
6.1.1	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében mért dózisteljesítmények és aktivitás-koncentrációk	94
6.1.2	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fall-out minták mérési eredményei	96
6.1.3	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei	97
6.1.4	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei	98
6.1.5	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei	99
6.1.6	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz és iszapminták mérési eredményei	100
6.1.7	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei	101
7	Kibocsátási eredmények	102
7.1	A Paksi Atomerőmű Zrt. kibocsátásai	102
7.1.1	Légköri kibocsátás	103
7.1.2	Folyékony kibocsátás	106
7.1.3	Megállapítások	112
7.2	Az NRHT kibocsátásai	115
7.2.1	A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése	115
7.2.2	A földfelszíni telephely légnemű kibocsátás értékelése	115
7.2.3	A felszín alatti térrész légköri kibocsátásának értékelése	116
7.2.4	A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése	117
7.2.5	Megállapítások	117
7.2.6	A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése	117
7.2.6.1	A telephely felszíni és felszín alatti összesített légköri kibocsátásának értékelése	117
7.2.6.2	A telephely felszíni és felszín alatti összesített folyékony kibocsátásának értékelése	119
7.3	Az RHFT kibocsátásai	119
7.3.1	Üzemi épület kibocsátásainak ellenőrzése	119
7.3.2	Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése	120
7.3.3	Tárolóterületi gázdifúzió ellenőrzése	120
7.3.4	Összesített kibocsátások	121
7.4	A Kutatóreaktor kibocsátásai	122
7.5	Az Oktatóreaktor kibocsátásai	123
7.6	Izotóp Intézet Kft.	124
8	Létesítmények hatásának értékelése, a lakossági sugárterhelés járuléka	127
8.1	A Paksi Atomerőmű Zrt.	127
8.1.1	A légköri kibocsátásból származó sugárterhelés	127
8.1.2	A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés	130
8.1.3	Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése	131
8.2	Egyéb kiemelt létesítmények	133
	Következtetések	134
	Irodalom, hivatkozott jogszabályok	135
	Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek	136
	Rövidítések jegyzéke	138

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

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

Jelen kiadvány a 2018. évi mérési eredmények feldolgozását mutatja be.

Budapest, 2020. február 20.


Dr. Rónaky József
az OKSER Szakbizottság elnöke

1 Bevezetés

1.1 A mérési adatok megjelenítése

Az OKSER 2018. évi jelentése az OAH által működtetett Radiológiai Információs és Szolgáltató Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2018. évre vonatkozó mérési eredményeket több mint 66000 rekord tartalmazza). Az eredmények feldolgozásánál, összesítésénél és bemutatásánál a következő főbb szempontokat érvényesítettük:

- a) A jelentés szövegében az izotópok jelölését „^{AAA}Xy” alakban, a közvetlen számítógépes lekérdezések eredményeként előálló táblázatokban és ábrákon a szabványos „^{AAA}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-aktivitási¹ és összes alfa-aktivitási² 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 laboratóriumként eltérő lehet.

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

² 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 ¹³⁷Cs aktivitás-koncentrációja a talajban).

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

1.2 Az 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. a Nemzeti Népegészségügyi Központ³

1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviseletét ellátó szakértők 2018-ban

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 (Nemzeti Népegészségügyi Központ SSFO)
14. Dr. Rónaky József (az OKSER Szakbizottság elnöke)

³ 2018.09.30-ig: Országos Közegészségügyi Intézet

1.4 A lakossági sugárterhelés forrásainak ismertetése

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

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

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

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

Mivel a természetes sugárterhelés több mint a fele (házánkban átlagosan 1,26 mSv/év) az urán bomlási lánc részét képező gáznemű ^{222}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 üzemanyagaink. A mesterséges sugárterhelés esetében a legnagyobb hozzájárulást, az orvosi terület képviseli 0,62 mSv éves átlagos többletdózissal. [11]

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

A természetes sugárterhelésünk legnagyobb része, - mintegy fele, kétharmada - a felszíni kőzetekben, talajokban és az építőanyagokban bizonyos koncentrációban mindig jelen lévő urán bomlásakor felszabaduló radongáz és bomlástermékei, valamint egyéb légnemű radioaktív anyagok belégzéséből ered.

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

- A kiemelt létesítmények:
 - MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Paksi Atomerőmű
 - BME Nukleáris Technikai Intézet 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)
 - Dukovany VVER 4*500 (Hegyeshalom ÉNy 160 km)
 - Temelin VVER 2*1000 (Hegyeshalom ÉNy 280 km)

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

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

2 Létesítményi kibocsátások, kibocsátási korlátok

2.1 Kibocsátási korlátok származtatása, korlátok az egyes létesítményekre vonatkozóan

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 észszerűen elérhető legalacsonyabb szintet jelentősen ne haladja meg, a forrásra vonatkozóan dózismegszorítást kell alkalmazni. A lakossági sugárterhelésre vonatkozó dózismegszorítást az engedélyes javaslata alapján illetékes hatóságként 2016. előtt az Országos Tisztifőorvosi Hivatal (a továbbiakban: OTH) engedélyezte, 2016. január 1-jétől az OAH hatáskörébe került. A dózismegszorítást, a lakosságot érintő valamennyi engedélyezett tevékenységből és fennálló sugárzási helyzetből eredő dózisos összegére vonatkozó dóziskorlát figyelembe vételével kell megállapítani. A dózismegszorítás – a létesítmények jellegének megfelelően – a Paksi Atomerőmű 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 vizsgálati kritérium fogalmát. Ennek lényege, hogy normál üzemi körülmények között a kibocsátás mértéke, - több radionuklid kibocsátása és/vagy több kibocsátási mód esetén a hozzájuk tartozó kibocsátási határértékek és az egyes kibocsátások összege – nem haladhatja meg a kibocsátási határérték 30 %-át. Tehát a lakosságot érő sugárterhelés normál üzemi kibocsátások esetén, a dózismegszorítás harmadánál is alacsonyabb.

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

Elsőfokú környezetvédelmi hatóságként, a KöM rendeletben foglalt hatósági felügyeletet a környezet- és természetvédelmi hatáskörben eljáró Baranya Megyei Kormányhivatal Pécsi Járási Hivatala, valamint a Baranya Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály Laboratóriumi Osztály Környezetvédelmi Mérőközpontjának Radiológiai Laboratóriuma (a

továbbiakban: BAMKH NF LO) látja el. A helyszíni hatósági ellenőrzéseket a Pécsi Járási Hivatal és a BAMKH NF LO közösen látja el.

A Rendelet az OKSER 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 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 követhetőek nyomon. Határérték túllépéskor a vezénylőkben fény- és hangjelzés hívja fel a figyelmet az adott mérőcsatorna jelzésére. A távmérő állomások aktív és passzív mintavevő egységekkel is fel vannak szerelve, melyek laboratóriumi vizsgálatok céljára folyamatos mintavételt végeznek a különböző környezeti közegekből. A környezet mintavételes ellenőrzése, a környezeti mintákban lévő radioaktív izotópok aktivitás-koncentrációjára, valamint a környezeti gamma-sugárzás dóziséra vonatkozó vizsgálat célja, hogy közvetlen mérési adatokat kapjanak az erőműből kibocsátott radioaktív izotópok által létrehozott környezetterhelésre. Az érzékeny, nuklidspecifikus laboratóriumi vizsgálatok kiegészítik, egyben pontosabbá teszik a távmérések útján kapott képet. Az ellenőrzés főleg az elsődleges környezeti közegekre – a légköri eredetű, a talajfelszíni, a felszíni víz és a talajvíz mintákra – terjed ki. A minták túlnyomó része az erőmű 1,5-3 km-es, néhányé a 30 km-es (14 db környezeti dózist mérő C típusú állomás) sugarú körzetéből származik. A dunaföldvári B (vagy B24) állomást kontroll állomásnak tekintik. A legfontosabb mintákat a távmérő és mintavevő állomások folyamatos üzemű aktív mintavevői szolgáltatják (aeroszol-, jód-, illetve vízminták). A táplálékféleségek közül a normálüzemi ellenőrzés a 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 légköri kibocsátások ellenőrzésére három kibocsátás ellenőrzési pont, a vízkörnyezeti kibocsátásokra szintén kettő (+egy) pont szolgál. Folyamatos dózisteljesítmény mérés mellett aeroszol, légköri trícium és radiokarbon mintavétel, majd kiértékelés szolgálja a kibocsátás folyamatos ellenőrzését.

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

A hagyományos környezetellenőrző monitoring keretébe tartozik a meteorológiai paraméterek mérése, a levegőben lévő szennyező anyagok (por, nitrogén-dioxid stb.) kimutatása, a mederüledékekben lévő (a tágabb környezetből származó) és 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 légköri kibocsátások ellenőrzésére három kibocsátás-ellenőrzési pont szolgál.

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

2.2.3 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 5 km-es körzetét érinti.

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

2.2.4 Az MTA EK Kutatóreaktor (BKR) kibocsátás- és környezetellenőrző hálózata

A környezeti sugárzási szintek folyamatos monitorozása, a mintegy 2 km² kiterjedésű telephelyen kihelyezett 17 (közülük 1 detektorpár, gépkocsi be/kihajtó közlekedési út két oldalán) GM szondával történik. A dózisteljesítmény folyamatos mérése mellett a telephelyen 4 környezetmonitorozó mérőállomás található, valamint 1 úgynevezett „Paksi Referencia Állomás”. A mérési módszerek és az éves mintaszámok az alábbiak:

- aeroszol-mintavétel, szakaszos kiértékelés összesbéta-számlálással, 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 összesbéta-számlálással (éves mintaszám 12), a talajra és a növényzetre kiülepedett, illetve a növényzet által felszívott radioaktivitás mérése évente kétszer gamma-spektrometriával, valamint a Duna vizében megjelenő radioaktivitás monitorozása összesbéta-számlálással illetve gamma-spektrometriával kéthetente (éves mintaszám 26). [9]

3 A hatósági ellenőrzés rendszere

3.1 A hatósági ellenőrzést folytató szervezetek bemutatása

3.1.1 NNK SSFO (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 Nemzeti Népegészségügyi Központ Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályának (a továbbiakban: NNK SSFO)⁴ munkáját.

Az NNK akkreditált Sugáregészségügyi Vizsgáló Laboratóriuma vizsgálja és méri a lakossági, foglalkozási, orvosi, civilizációs és környezeti sugárterhelést, azok ésszerű csökkentésének lehetőségeit. Vizsgálja és nyomon követi a természetben található radioaktív anyagok felhasználását, továbbá azok bedúsulását eredményező ipari folyamatokat. Ellenőrző méréseket végez a felszíni vizek magyarországi szakaszain, ha azok lakossági ivóvízként vagy az élelmiszergyártás során technológiai vízként kerülnek hasznosításra. Nyomon követi a szabadban lévő természetes külső sugárterhelés alakulását, és ennek érdekében a 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 (2018 nyarától Agrárminisztérium) 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 háttérű béta-számlálással. A laboratórium részt vesz a nukleáris létesítmények környezetellenőrzésében, a környezetellenőrző minták mintavételében és terepen való mérésekben. Elvégzi a nukleáris-balesetelhárítással kapcsolatban rá háruló feladatokat, kapcsolatot tart fenn a feladat végrehajtásában érintett szervezetekkel. Körvizsgálatokat szervez radioanalitikai témakörben hazai és nemzetközi érdeklődők számára. Kapcsolatot tart fenn a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel (a továbbiakban: IAEA), melynek keretében részt vesz az ALMERA (Analytical Laboratories for Measurement of Environmental Radioactivity) hálózat munkájában, az IAEA által delegált külföldi ösztöndíjasok képzésében.

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

A NÉBIH Regionális Élelmiszerlánc Laboratóriumai (a továbbiakban: RÉL) közül a Debreceni RÉL, a Kecskeméti RÉL, a Kaposvári RÉL, a Miskolci RÉL és a Veszprémi RÉL

⁴ 2018.09.30-ig: Országos Közegészségügyi Intézet Közegészségügyi Igazgatóság, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály (OKI KI SSFO)

végez radioanalitikai vizsgálatokat. Mezőgazdasági tevékenységgel és erdőgazdálkodással összefüggő mintákból, élelmiszerekből, takarmányokból összesbéta-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 NNK szervezeti keretében működő ERMAH Információs Központ (a továbbiakban: ERMAH IK) útján látja el.

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

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

3.2 A hatósági ellenőrzés mérési módszerei

A. Levegőszűrők (aeroszol) mérése

- Az ERMAH esetében a közepes légforgalmú (150 m³/h teljesítményű, kb. 3000 m³/nap) mintavevővel hetenként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú (2-4 m³/h, kb. 50-80 m³/nap) mintavevőkkel vett napi minták esetében az összesbéta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetén a 72 órás pihentetés utáni eredmények veendőek figyelembe.) A mintavevő típusa – azaz az átszívott levegőmennyiség – és az alkalmazott mérés érzékenysége, együttesen határozzák meg a levegő aktivitás-koncentrációjának kimutatási határát. Jellemző kimutatási határértékek: 1-10 μBq/m³ (20-30 ezer m³ átszívott levegőből, félvezető detektoros gamma-spektrométerrel mérve a ¹³⁷Cs aktivitást); illetve 0,5-2,5 mBq/m³ (50-300 m³ átszívott levegőből, összesbéta-aktivitás mérésével). Az összesbéta-aktivitás mérése a legtöbb laboratóriumban plasztik szcintillációs mérőfejjel ellátott detektorral történik. Ezek a detektorok kb. 50 keV-nél nagyobb energiájú elektronok detektálásra alkalmasak. Más laboratóriumokban alacsony háttérű alfa/béta számláló készülékekkel történik az összesbéta-mérés, amelybe proporcionális detektorok vannak beépítve. Ezek a detektorok hasonlóképpen, a kb. 50 keV energiájú elektronok detektálására már alkalmasak.
- A Földművelésügyi Ágazat (a továbbiakban: FmÁ) NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriumában: A budapesti telephelyen hetente végeznek szűrőcserét, az átszívott levegő kb. 40000 m³/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 m³/h névleges térfogatáramú. A mintákat hetente három alkalommal (48, illetve 72 órás mintavételi idő után) feltárás és legalább 48 órás pihentetési idő után összesbéta-számlálással mérik. Ha ez radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti a szűrőn, akkor el kell végezni a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését is.

B. Kihullás (fall-out) mérése:

- ERMAH mérési módszer: A mintavevő edények felülete 0,15-0,4 m². A havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összesbéta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa 20-500 mBq/(m²·nap) (összesbéta aktivitás-koncentrációra) és 1-20 mBq/(m²·nap) (a ¹³⁷Cs izotópra gamma-spektrometriai vizsgálat alapján). Az összesbéta-aktivitások mérése ugyanazon detektorokkal történik mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nél nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.
- NÉBIH mérési módszer: A NÉBIH méréseit tekintve a mintavételi felület 1 m², a mintagyűjtés ideje 1 hónap. Bepárlás után gamma-spektrometria, összes alfa, összes béta és radiostroncium meghatározás történik.
- Az OR mérési módszere: a mintavevő edény 0,2 m² felületű alumíniumból készült. Az edényben folyamatosan vízzel elegyedő folyadék van, mely egy fagyponthoz felett víz, alatta etilén-glikolos vízzel. A kihullási mintát havonta 1 alkalommal dolgozzák fel. A feldolgozás során a mintát 1 – 3 cm³ térfogatúra pároljuk, majd ezt a mintát szárítószekrényben szárazra pároljuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását

meghatározzuk. Amennyiben a mérés radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti a szűrőn, elvégezzük a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését.

C. Talajminták mérése:

- A talajmintákat az előkészítés során tisztítják (eltávolítják a köveket, gyökér-, növénymaradványokat), szárítják, homogenizálják. A mérések az összesbéta-aktivitás, a gamma-sugárzó radionuklidok és a ^{90}Sr meghatározását jelentik. A ^{90}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 cm³ térfogaton) végzik 20000 s mérési idővel. A ^{137}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 γ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450cm³ térfogatú Marinelli edényben, 80000s mérési idővel, az összesbétaaktivitás-koncentráció meghatározás 1g talajból történik szűrővizsgálatként. A felső 5 cm-es szeletből, - kémiai elválasztás után - ^{90}Sr aktivitás-koncentráció is meghatározásra kerül. Ezeket a vizsgálatokat lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. Jellemző kimutatási határok: ^{137}Cs : 0,3 - 0,5 Bq/kg; ^{90}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 m² 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}Cs aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.
- Az NNK SSFO a Duna-alprogram keretében havi gyakorisággal mintát vesz. A mintaelőkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literről 150 ml-re), az összesbéta-aktivitásmérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást, ^{90}Sr -aktivitás-koncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. Az összesbéta-aktivitásméréseket az NNK SSFO, az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a kálium-koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik.
- OR Duna-víz mintavételezés: 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 cm³-t) 1 – 3 cm³ térfogatúra pároljuk, majd a bepárolt mintát mérésre alkalmas formába hozzuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását meghatározzuk. Ha a mérés a természetes radioaktivitást (legnagyobb részben ^{40}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 (^3H), 5-30 mBq/l (^{90}Sr).
- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz - méréseket. Jellemző kimutatási határok; ^{137}Cs : 0,0008 - 0,15 Bq/l; ^3H : 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 γ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm³-ből (kb.20-30g), takarmánykeverékek, premixek esetén szárazanyagból 450 cm³-ből, Marinelli edényben 80000s mérési idővel; az összesbéta és összesalfa aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1-2g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. A takarmány alapanyagokból és a nyers tejjel együtt vett takarmányból, - kémiai elválasztás után - a ^{90}Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Jellemző kimutatási határok: ^{137}Cs : 0,03 - 2,3 Bq/kg; ^{90}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 γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm³-éből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitás-koncentrációt minden esetben száraz tömegre vonatkoztatják. Az összesbéta-aktivitásméréseket ugyanazon mérőkészülékkel mérik, mint a talajmintákat. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A ^{137}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 γ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm³-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- α szűrővizsgálat. (ezek a jelentésben nem szerepelnek). Leveles zöldségfélékből, vadon termő ehető gombákból, illetve a gyökérzöldségekből - kémiai elválasztás után - a ^{90}Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Jellemző kimutatási határok: ^{137}Cs : 0,01 - 0,89 Bq/kg; ^{90}Sr : 0,03 - 0,12 Bq/kg. 2007. évtől a vizsgálati programban szerepel az EU más tagországaiból vagy harmadik országból származó zöldségek, gyümölcsök, fűszerek, szárított gombák, aszalt gyümölcsök ^{137}Cs szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, általában 450 cm³ térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik.
- Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja decentrum régióként és negyedévenként 2-2 zöldségfajtát, valamint az első és negyedik negyedévben 1-1, a második és harmadik negyedévben 2-2 gyümölcsfajtát tartalmaz. A minta-előkészítés tisztítást, a tömeg mérését, szárítást, majd hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm³-éből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a

laboratóriumok. Az aktivitás-koncentrációt nyers tömegre vonatkoztatják. Az ERMAH laboratóriumai a zöldségek, gyümölcsök összes béta-aktivitását a korábban említett szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. A ^{137}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 γ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm³-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- α szűrővizsgálat, melyek a jelentésben nem szerepelnek. Kémiai elválasztás után a ^{90}Sr aktivitás-koncentrációt is meghatározzák. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint minden mintából elvégzik. Jellemző kimutatási határok: ^{137}Cs : 0,02 - 0,9 Bq/kg; ^{90}Sr : 0,03 - 0,5 Bq/kg. 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények ^{137}Cs szűrővizsgálata is. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm³ térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik.
- Az EüÁ ERMAH mintavételi programjai keretében a mintaelőkészítés szárítást, majd hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm³-ből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitás-koncentrációt száraz tömegre vonatkoztatják. Az összes béta-aktivitás mérések ugyanazon mérőműszerrel történnek, mint a zöldség és gyümölcs minták esetében. A ^{137}Cs aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg.

I. Tej, tejtermék:

- Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában tej, sajt illetve tejpör minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta tejjgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. A γ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50cm³-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 α -aktivitás mérése (a jelentésben nem szerepel), illetve a ^{90}Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. Jellemző kimutatási határok: ^{137}Cs : 0,01 - 1,5 Bq/kg; ^{90}Sr : 0,018 - 0,6 Bq/kg.
- Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban, havonta 1-1 tejminta, továbbá negyedévente 1-1 sajt, túró és tejporminta vételére terjed ki. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50cm³-ből, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1g-jából végzik a laboratóriumok, illetve ebből kiindulva a ^{90}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}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 γ -spektrum analízist 105°C-on szárított 450cm³-ből (kb.200-250g), 80000 s mérési idővel végzik a laboratóriumok. Jellemző kimutatási határok: ^{137}Cs : 0,05 - 1,7 Bq/kg.

- 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek ^{137}Cs szűrővizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm^3 térfogatú Marinelli geometriában, 3600s mérési idővel történik. Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban, negyedévente 1-1 marha-, sertés- és baromfi húsminta vételére terjed ki. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C -on izzított hamujának legalább 50cm^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}Cs).

K. Vegyes élelmiszer:

- Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben történő félévenkénti mintavétel szerepel. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C -on izzított teljes hamujából, az összesbéta aktivitás-koncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 0,3g-jából végzik a laboratóriumok. A minta ^{90}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}Sr és ^{137}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 2018-as évre vonatkozó mérési adatokat mutatja be. Ismertetésre kerülnek a mért országos gamma-dózisteljesítmény értékek, aeroszol mérési eredmények, kihullás, növény és talajminták feldolgozása során kapott eredmények, növény- és állatminták, élelmiszerek, valamint felszíni- és ivóvíz mérések eredményei egyaránt.

4.1 A külső gamma-dózisteljesítmény mérések eredményei

4.1.1 A Radiológiai Távmérő Hálózat adatai

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

- Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: BM OKF) – 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. – Bataapáti 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 percnként, 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 és www.met.hu honlapokon keresztül elérhetőek. Az Európai Unió által indított EURDEP (Európai Radiológiai Adatsere 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 kiemelt létesítmények környezetében - pl.

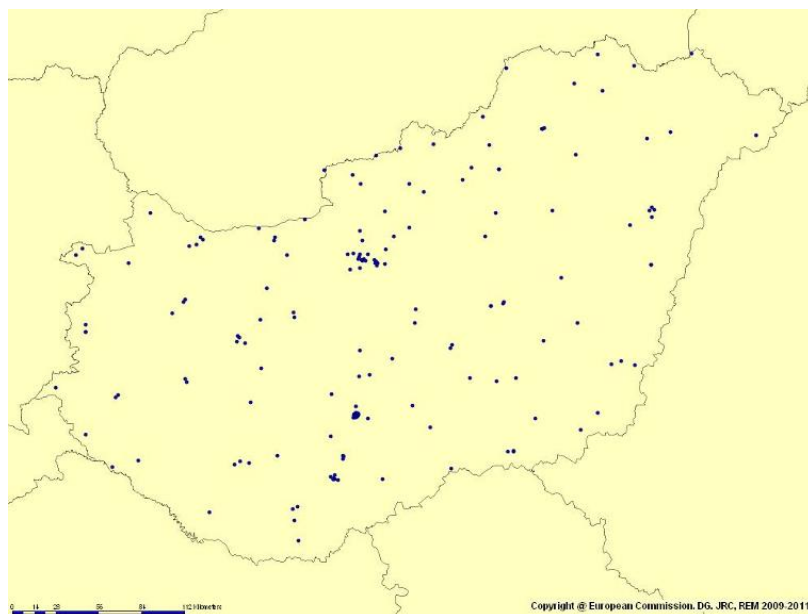
Budapest és a Paksi Atomerőmű térségében - az állomások sűrűsége nagyobb, egyes térségekben azonban megyénként csak 1-2 állomás található.

Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

- a kozmikus sugárzás, melynek országban 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 vennünk. 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 természetes radioaktivitása jelentősen megnöveli a dózisteljesítményt. Hasonló eltérésre láthatunk példát a 4-3. ábrán, ha a mérőszonda a földfelszínen, vagy egy régi téglalapítású épület falára (HU0213), illetve egy könnyűszerkezetes épület falára egy emelet magasan (HU0212) van felszerelve.

A 4-2. ábrán a napi dózisteljesítmények országos átlagának, illetve az adott napon mért minimum és maximum értékeknek 2018. 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 2017. 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

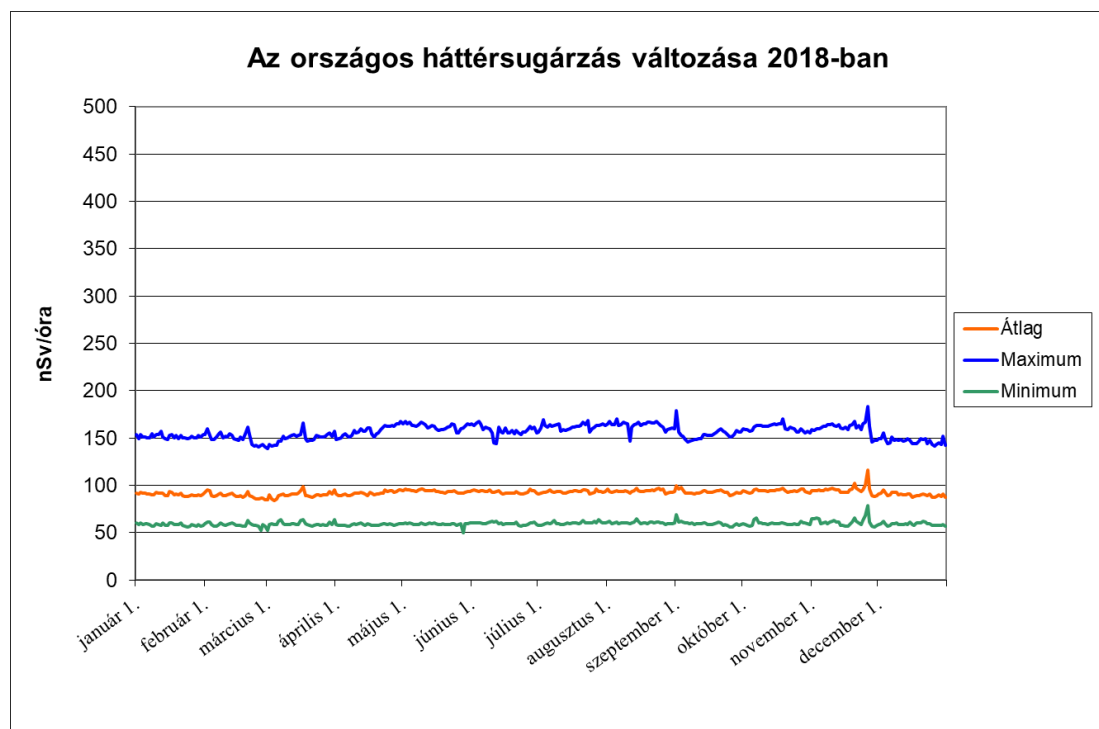
4-1. táblázat
Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2018-ban (N az üzemelő napok számát jelöli)

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0101	Rétság	100	92	115	3,0	365
HU0104	Ózd	93	83	105	3,8	365
HU0109	Szekszárd	94	84	104	2,8	353
HU0118	Veszprém	101	87	148	4,7	360
HU0120	Budapest XIV. OKF	84	80	106	2,3	365
HU0124	Salgótarján	100	90	111	4,0	365
HU0130	Gyomaendrőd	99	56	136	9,6	365
HU0131	Vajta	90	83	96	2,5	129
HU0132	Budapest - Ferihegy	82	78	115	2,9	361
HU0133	Komárom	96	88	112	2,8	365
HU0134	Szombathely	108	99	131	3,6	365
HU0135	Solt	85	80	107	2,7	365
HU0136	Zalaegerszeg	101	90	134	3,7	360
HU0137	Kisújszállás	103	91	120	5,7	365
HU0138	Berettyóújfalu	107	90	126	7,5	365
HU0139	Hajdúszoboszló	116	102	136	5,2	365
HU0140	Gyula	126	106	143	7,3	365
HU0141	Mezőkovácsháza	110	96	124	4,8	365
HU0142	Kiskunfélegyháza	89	75	114	5,9	365
HU0143	Vámosmikola	115	107	131	4,5	365
HU0144	Mór	114	103	129	6,2	365
HU0145	Siófok	108	96	146	4,7	365
HU0146	Dombóvár	105	97	123	2,6	365
HU0147	Letenye	104	91	121	5,9	365
HU0148	Lenti	106	84	131	7,4	365
HU0149	Tiszaújváros	113	97	135	4,5	365
HU0201	Bátaapáti - Zsibrik halastó	112	93	173	10,6	361
HU0202	Bátaapáti - Mórággy	151	100	354	20,5	364
HU0203	Bátaapáti	153	123	186	11,9	363
HU0204	Bátaapáti - Vadászház	132	112	151	4,4	364
HU0211	Budapest BME	89	85	176	5,2	365
HU0212	Budapest ELTE	60	56	77	1,8	360
HU0213	Budapest SOTE	101	100	107	0,9	230
HU0214	Debrecen	110	108	114	0,9	365
HU0215	Gödöllő	94	92	113	1,7	312
HU0216	Kaposvár	152	125	168	8,0	126
HU0217	Pécs	96	87	112	4,0	262
HU0218	Sopron	94	91	115	1,7	365
HU0219	Szeged1	101	98	103	1,1	149
HU0220	Szeged2	100	97	106	1,4	274
HU0221	Veszprém	77	70	105	2,8	260
HU0223	Szombathely	-	-	82	-	1
HU0301	Siklós	109	101	124	4,4	177
HU0302	Székesfehérvár	81	77	127	3,3	362
HU0303	Veszprém	80	74	310	13,8	285
HU0304	Tata	154	140	180	8,7	331
HU0305	Győr	82	77	104	2,3	362
HU0307	Várpalota	95	86	167	5,7	286
HU0310	Debrecen	87	80	388	20,2	227

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0311	Táborfalva	85	76	447	22,8	341
HU0312	Hódmezővásárhely	98	84	110	3,6	345
HU0313	Szentendre	90	85	109	2,7	283
HU0316	Kaposvár	122	100	137	6,9	205
HU0322	Medina	98	80	120	4,4	362
HU0326	Jobbágyi	90	83	125	3,8	360
HU0328	Kecskemét	80	72	186	6,7	356
HU0329	Szentés	88	78	100	3,4	360
HU0330	Budapest X.ker. (HTEK VVR)	94	0	172	8,5	356
HU0331	Budapest XIII. ker. (HM II)	79	75	102	2,3	259
HU0332	Zalaegerszeg	103	90	354	14,1	344
HU0333	Miskolc	98	90	120	3,3	362
HU0335	Békéscsaba	96	82	118	3,9	362
HU0337	Pápa	88	79	146	5,0	362
HU0338	Szekszárd	147	121	1432	68,0	362
HU0339	Budapest XI. ker. (Őrezred)	94	87	128	5,6	339
HU0344	Budapest V. ker. HM I	85	79	106	5,0	346
HU0346	Budakeszi	105	91	136	9,3	294
HU0348	Pusztavacs	81	73	323	14,9	287
HU0349	Budapest XV. ker. HTEK	78	66	299	12,3	356
HU0350	Budapest II. ker. THHE	90	84	123	3,6	356
HU0351	Recsk	93	78	120	5,5	362
HU0355	Szolnok Repülőtér	94	82	146	5,7	359
HU0356	Kecskemét Repülőtér	76	69	96	2,7	247
HU0357	Pápa Repülőtér	96	85	370	15,3	362
HU0358	Szolnok Repülőtér 2	92	82	166	6,8	306
HU0359	Nyírtelek	100	83	123	5,6	353
HU0387	Erdőbénye	104	97	125	3,7	106
HU0388	Telkibánya	120	97	1077	73,6	249
HU0389	Buják	92	85	112	3,4	362
HU0391	Bánkút	95	76	122	6,2	352
HU0400	Mosonmagyaróvár	98	90	120	4,0	261
HU0401	Nyíregyháza Napkor	75	68	99	3,4	242
HU0402	Sopron Fertőrákos	77	68	125	4,6	235
HU0403	Baja	81	73	98	2,8	364
HU0404	Békéscsaba	79	68	96	3,6	364
HU0405	Kékestető	88	72	120	5,8	364
HU0406	Budapest XVIII. ker. (Lőrinc)	85	80	124	3,4	364
HU0407	Győr	82	76	113	3,2	234
HU0408	Szentgotthárd Farkasfa	93	77	146	7,2	244
HU0409	Szeged	79	68	88	3,2	364
HU0411	Miskolc	78	71	105	3,0	364
HU0412	Pécs / Pogány RK	111	92	136	6,1	364
HU0413	Jósvafő	78	70	94	2,6	364
HU0414	Szécsény	95	84	119	4,5	252
HU0415	Tát	91	84	107	3,4	364
HU0416	Tata	64	61	78	1,9	365
HU0417	Záhony	74	64	87	2,7	364
HU0418	Nagykanizsa	93	81	126	4,3	249
HU0419	Homokszentgyörgy	84	74	114	3,2	364
HU0420	Jászapáti	86	79	120	3,3	364
HU0421	Kelebia	74	67	86	2,4	254

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0424	Pitvaros	100	86	112	4,3	364
HU0425	Sátoraljaújrhely	100	90	119	4,9	364
HU0426	Soltvadkert	73	68	91	2,2	246
HU0427	Tésa	87	81	99	3,7	248
HU0500	Paks A1	72	68	94	2,8	364
HU0501	Paks A2	71	65	93	2,7	365
HU0502	Paks A3	81	74	110	3,1	365
HU0503	Paks A4	79	70	102	3,2	365
HU0504	Paks A5	84	75	112	3,6	365
HU0505	Paks A6	75	66	100	3,1	365
HU0506	Paks A7	71	64	93	2,6	365
HU0507	Paks A8	85	76	108	3,3	365
HU0508	Paks A9	74	63	208	7,5	365
HU0509	Paks G1	71	65	99	2,8	365
HU0510	Paks G2	69	60	93	2,8	365
HU0511	Paks G3	73	66	99	3,1	365
HU0512	Paks G4	78	42	316	13,2	365
HU0513	Paks G5	75	68	98	2,7	365
HU0514	Paks G6	65	55	89	4,8	365
HU0515	Paks G7	80	70	102	3,1	362
HU0516	Paks G8	83	74	108	3,1	365
HU0517	Paks G9	85	73	114	3,9	365
HU0518	Paks G10	73	66	99	2,8	365
HU0519	Paks G11	71	65	96	2,6	365

* A 100-as kezdetű kódok a BM OKF, a 201-204 közöttiek- az RHK Kft. – Bábaapáti, 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 2018-ban

4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések

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

4-2. táblázat
Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	132	115	145	6	52
Budapest (NNK)	94	78	133	9	234
Debrecen	116	90	160	14	56
Győr	103	90	112	5	52
Miskolc	134	115	165	11	53
Szeged	110	96	128	7	49
Szekszárd	123	103	143	8	52

A külső gamma-dózisteljesítmény mérése ún. integráló típusú passzív detektorokkal is történhet. Az NNK 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 egy alkalommal mérik meg az NNK SSFO „C”-épülete melletti füves területen AUTOMESS 6150 AD 6 vagy 6/H típusú műszerrel. 2018-ban az NNK SSFO telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagát a 4-3. táblázat tartalmazza.

4-3. táblázat
Az NNK SSFO udvarán 2018-ban végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai

Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)
1	91,5	88 – 95	14	89,1	85 – 92	27	97,8	90 – 104	40	92,0	84 – 98
2	93,1	88 – 96	15	89,1	88 – 90	28	101,3	98 – 105	41	95,8	92 -99
3	86,2	79 – 95	16	90,6	87 – 94	29	101,3	98 -104	42	96,0	91 – 101
4	86,7	78 – 99	17	97,6	96 – 99	30	95,6	88 – 102	43	88,0	88 – 88
5	93,0	89 – 96	18	96,0	93 – 102	31	101,0	98 – 109	44	-	-
6	93,7	90 – 98	19	97,8	94 – 100	32	98,1	93 – 104	45	91,4	89 - 94
7	92,5	88 – 98	20	101,0	92 – 133	33	100,0	96 – 102	46	90,0	84 – 96
8	92,2	87 – 100	21	108,2	96 – 129	34	95,5	91 -105	47	98,4	89 – 122
9	90,0	88 – 92	22	95,6	92 – 99	35	90,0	89 – 93	48	87,2	83 -90
10	91,0	88 – 93	23	96,4	93 – 99	36	93,2	85 – 115	49	89,2	84 – 96
11	91,1	88 – 95	24	98,8	89 – 106	37	89,6	85 – 95	50	86,4	85 – 87
12	91,3	89 – 93	25	90,8	83 – 96	38	88,2	84 – 91	51	89,3	84 - 95
13	91,5	88 - 95	26	96,1	88 - 107	39	92,6	89 - 98	52	-	-

4.2 Levegőszűrők (aeroszol) mérési eredményei

A levegőbe került radionuklidok egy része a levegőben található, por alakú szennyezőkhöz kötődik, ezeket nevezzük aeroszoloknak. Az aeroszokok 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 aeroszokok 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 laboratóriumi 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. 2018-ban közepes-, illetve kis légforgalmú mintavevővel 4-4 laboratórium rendelkezett. Az ERMAH laboratóriumok aeroszol mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Eszerint a közepes légforgalmú mintavevővel hetenként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú mintavevőkkel vett napi minták esetében az összes béta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetében, a legalább 72 órás pihentetés utáni eredmények veendő figyelembe.)

Az EüÁ ERMAH és egyéb programjai keretében 2018-ban 858 aeroszol mintát vettek. Az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriuma 2018-ban 53 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 ¹³⁷Cs koncentrációi a kimutatási határ (kh) felett is megjelentek, a 0,012 mBq/m³-es értékig. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű ⁷Be radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya 0,51-11 mBq/m³ közötti. Az aeroszol-szűrők legalább 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően 0,14-60 mBq/m³ 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 2018-ban (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag, mBq/m ³	Minimum, mBq/m ³	Maximum, mBq/m ³	Szórás, mBq/m ³	N	Kha
Be-7	BP	5,1	0,8	10	2,1	190	1
Be-7	BZ	5,9	1	11	2,7	50	0
Be-7	GY	3,6	0,74	6,5	1,6	42	4
Be-7	TO	3,7	0,51	6,1	1,6	45	0
Cs-137	BP	0,0012	0,0007	0,0018	0,07	190	65
Cs-137	BZ	0,0049	0,0013	0,012	0,0034	52	0
Cs-137	GY	-	-	-	-	43	43
Cs-137	TO	-	-	-	-	45	45
Összes béta	BK	3	0,82	60	8,9	43	30
Összes béta	BP	1,3	0,14	27	1,3	353	41
Összes béta	CS	4	2	6	0,87	51	0
Összes béta	HA	13	0,2	20	89	54	32
Összes béta	TO	1,1	0,34	4	0,52	225	121
Be-7	Összesen	4,8	0,51	11	-	327	5
Cs-137	Összesen	0,0058	0,0007	0,012	-	328	245
Összes béta	Összesen	2,4	0,14	60	-	726	316

4.3 Kihullás (fall-out) eredmények

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

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

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

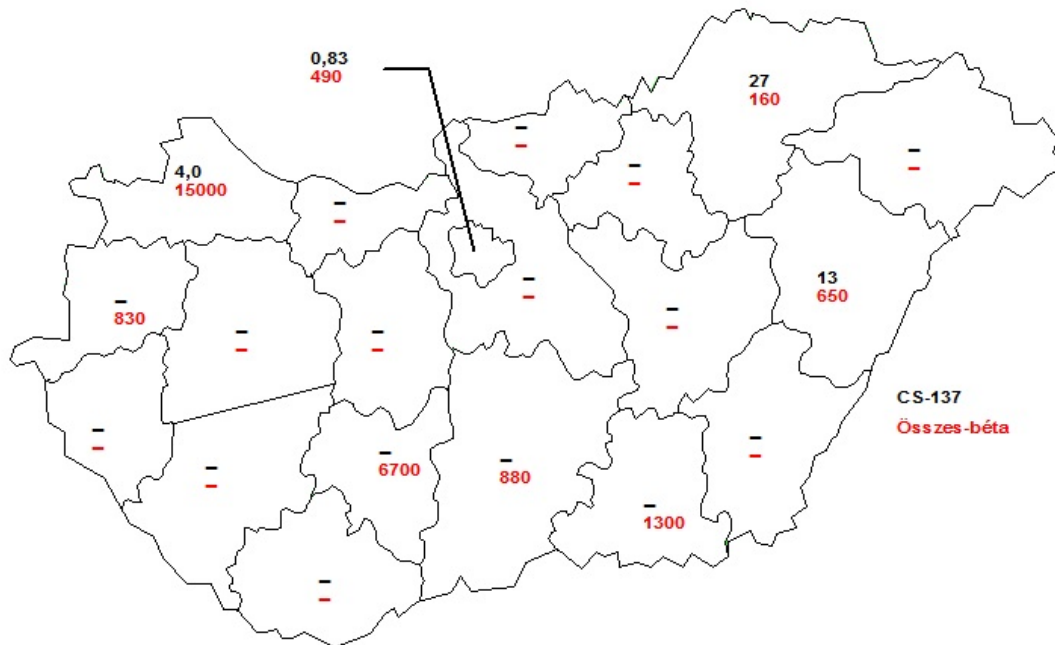
Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH programja keretében 2018-ban 154 fall-out mintát vett.

2018-ban a NÉBIH laboratóriumai 43 fall-out mintát vettek.

4-5. táblázat
Kihullás mérési eredmények országos, éves jellemzői 2017-ben (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag mBq/m ² /nap	Minimum mBq/m ² /nap	Maximum mBq/m ² /nap	Szórás mBq/m ² /nap	N	Kha
Be-7	BK	2000	850	4900	1700	12	1
Be-7	BP	1400	10	4800	820	25	0
Be-7	HA	-	-	2100	-	1	0
Be-7	TO	1700	16	7200	1800	59	2
Be-7	VA	1800	190	3800	1200	12	0
Cs-137	BK	-	-	-	-	12	12
Cs-137	BP	-	0,8	13	-	33	31
Cs-137	BZ	9,7	4	27	5,7	12	0
Cs-137	GY	-	-	4	-	12	11
Cs-137	HA	8,5	0,28	13	3,2	12	0
Cs-137	TO	-	-	-	-	59	59
Cs-137	VA	-	-	-	-	12	12
Összes-béta	BK	520	190	880	230	12	0
Összes-béta	BP	300	71	710	150	25	0
Összes-béta	BZ	110	51	160	35	12	0
Összes-béta	CS	340	67	1300	340	11	0
Összes-béta	GY	590	24	15000	2300	44	0
Összes-béta	HA	200	46	650	180	12	0
Összes-béta	TO	890	0,47	6700	1200	53	0
Összes-béta	VA	300	100	830	240	12	0
Be-7	Összesen	1700	10	7200	-	109	3
Cs-137	Összesen	6,2	0,28	27	-	152	125
Összes béta	Összesen	540	0,47	15000	-	181	0

A 2018-ban, az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket a 4-5. táblázatban foglaltuk össze. A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagos értékei az egyes régiókban eltérőek, de az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2017 évvel. A Cs-137 aktivitása, a minták 80%-ában kimutatási határ alatti volt.



4-3. ábra

Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2018-ban
(EüÁ és FmÁ, mBq/m²/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. 2018-ban 19 megye és Budapest területéről, 380 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 2018-ban összesen 235 talajminta vizsgálatát végezték el.

Az ERMAH és az FmÁ NÉBIH laboratóriumok országos mérési eredményeit a 4-4. ábrán mutatjuk be. Az ábra a ^{137}Cs , a ^{90}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.

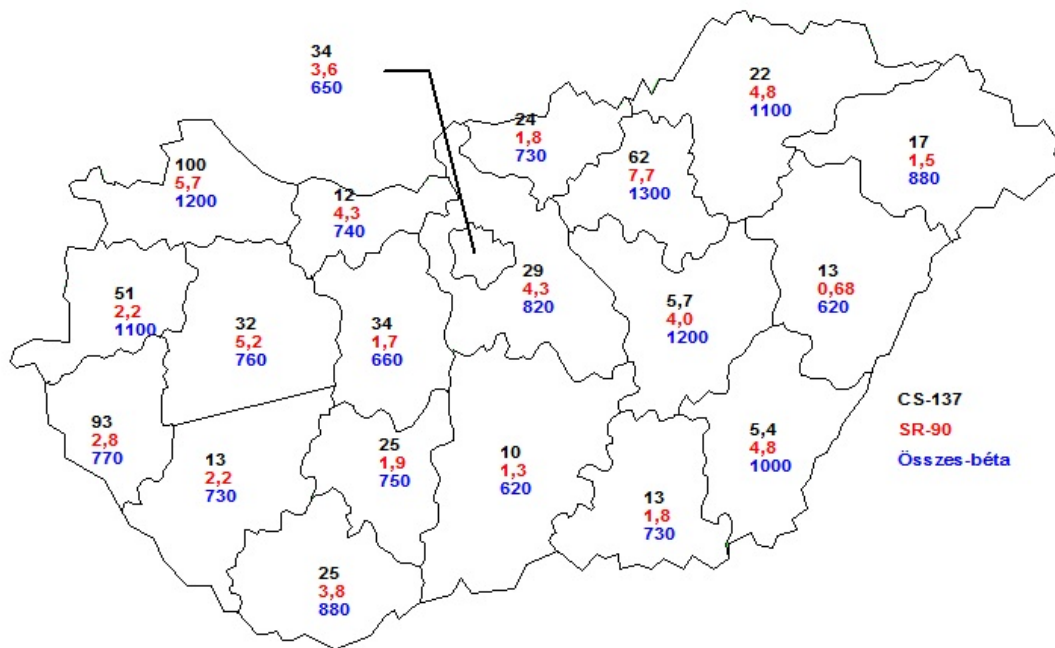
A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó ^{137}Cs izotóp aktivitás-koncentrációja még mindig jól mérhető. Megyéenkénti átlagai a 2017. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 1,8-24 Bq/kg, az egyedi eredmények maximuma a 100 Bq/kg volt, mely alacsonyabb a tavalyi értéknél. A ^{90}Sr izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 0,75-2,4 Bq/kg közöttiek voltak. Az összesbéta aktivitás-koncentrációk nagyobbak (440-990 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes ^{40}K izotóptól származik.

A talaj ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 8,2 Bq/kg, a ^{90}Sr izotópé ennél kisebb, 1,4 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitásé pedig 630 Bq/kg volt 2018-ban. Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2017. 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	7,2	1,4	25	6,0	24	2
Cs-137	BE	3,3	0,52	5,4	1,2	13	0
Cs-137	BK	1,8	1,1	10	1,9	51	34
Cs-137	BP	-	5,1	34	-	3	0
Cs-137	BZ	7,7	1,5	22	6,8	20	1
Cs-137	CS	5,3	2,1	13	3,0	15	0
Cs-137	FE	9,6	2,9	34	6,5	24	1
Cs-137	GY	24	3,2	100	19	47	1
Cs-137	HA	3,8	1,1	13	2,6	17	0
Cs-137	HE	13	2,0	62	14	20	0
Cs-137	JA	3,5	0,13	5,7	1,6	16	0
Cs-137	KO	5,1	0,46	12	3,5	20	0
Cs-137	NO	9,0	1,5	24	5,3	25	0
Cs-137	PE	11	3,8	29	7,3	31	0
Cs-137	SO	8,2	4,5	13	2,5	18	0
Cs-137	SZ	5,2	0,94	17	3,9	24	1
Cs-137	TO	3,3	1,6	25	5,6	126	94
Cs-137	VA	17	3,8	51	12	20	0
Cs-137	VE	9,8	1,3	32	8,1	20	0
Cs-137	ZA	17	0,19	93	22	20	0
Sr-90	BA	-	0,83	3,8	-	12	6
Sr-90	BE	-	0,56	4,8	-	13	4
Sr-90	BK	-	0,43	1,3	-	4	0
Sr-90	BP	-	0,59	3,6	-	2	0
Sr-90	BZ	1,7	0,32	4,9	1,4	11	0
Sr-90	CS	-	0,57	1,8	-	4	1
Sr-90	FE	1,3	0,41	1,7	0,34	14	0
Sr-90	GY	1,9	0,27	5,7	1,8	11	0
Sr-90	HA	-	0,22	0,68	-	12	6
Sr-90	HE	2,4	0,61	7,7	2,0	11	0
Sr-90	JA	-	0,51	4,0	-	12	3
Sr-90	KO	1,0	0,25	4,3	1,1	11	1
Sr-90	NO	1,2	0,41	1,8	0,40	15	0
Sr-90	PE	1,7	0,68	4,3	0,90	20	0
Sr-90	SO	1,1	0,50	2,2	0,49	10	0
Sr-90	SZ	0,75	0,25	1,5	0,36	14	3
Sr-90	TO	-	0,80	1,9	-	12	9
Sr-90	VA	1,4	0,20	2,2	0,63	11	0
Sr-90	VE	1,8	0,79	5,2	1,6	11	0
Sr-90	ZA	1,2	0,16	2,8	0,70	12	0
Összes-béta	BA	690	560	880	93	19	0
Összes-béta	BE	910	740	1000	97	13	0
Összes-béta	BK	450	260	620	100	16	0
Összes-béta	BP	-	490	650	-	3	0
Összes-béta	BZ	710	450	1100	160	16	0
Összes-béta	CS	440	240	730	170	13	0
Összes-béta	FE	550	410	660	76	20	0
Összes-béta	GY	740	530	1200	180	17	0
Összes-béta	HA	440	290	620	90	12	0
Összes-béta	HE	760	370	1300	210	16	0
Összes-béta	JA	990	380	1200	210	12	0
Összes-béta	KO	520	330	740	130	16	0
Összes-béta	NO	560	410	730	98	21	0
Összes-béta	PE	660	380	820	110	31	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	SO	590	400	730	130	14	0
Összes-béta	SZ	530	260	880	180	20	0
Összes-béta	TO	500	170	750	140	18	0
Összes-béta	VA	780	650	1100	98	16	0
Összes-béta	VE	620	370	760	130	16	0
Összes-béta	ZA	580	180	770	140	17	0
Cs-137	Összesen	8,2	0,13	100	-	554	134
Sr-90	Összesen	1,4	0,16	7,7	-	222	33
Összes béta	Összesen	630	170	1300	-	326	0



4-4. ábra
Talajmérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2018-ban
(EüÁ és FmÁ, Bq/kg mértékegységben)
Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

4.5 Felszíni vizek monitoringja

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

A Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat területi kormányhivatalaihoz tartozó laboratóriumok, az országos felszíni vízminőségi törzshálózat program keretében mérik a vizek összesbéta aktivitás-koncentrációit. A BAMKH NF LO a PAZrt. környezetellenőrző programjához tartozóan a Duna erőmű feletti és alatti szakaszán a vízmintákból gamma-spektrometriai mérést (^{137}Cs), valamint ^3H és ^{90}Sr aktivitás-koncentráció meghatározást is végez. A BAMKH NF LO vizsgálja az orvosi alkalmazásból származtatható mesterséges radionuklidok jelenlétét, a potenciálisan veszélyeztetett felszíni vizekben (^{131}I). 2018-ban mérési programjaik keretében 315 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 2018-ban összesen 504 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes béta-, féléves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. A ^{137}Cs aktivitás-koncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.

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

A NÉBIH laboratóriumai Baja, Uszód és Gerjen közelében havonta vesznek mintát a Duna vizéből és ^3H -meghatározást végeznek belőle. 2018-ban 37 ilyen mintát vettek.

A 2018. évben kapott mérési eredményeket a 4-7. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, általában 0,1-100 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)

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Cs-137	Által ér	-	-	3,1	-	3	2
Cs-137	Balaton	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Cseke tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Deseda tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Duna	1,9	0,12	5,5	2,0	56	44
Cs-137	DVCS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Eger patak	-	4,8	5,3	-	2	0
Cs-137	Fertő tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Godafoki csat.	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Halas-tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Hámori tó	-	15	17	-	2	0
Cs-137	Holt Duna-ág	-	-	-	-	6	6
Cs-137	Holt tiszta	-	-	20	-	2	1
Cs-137	Horgásztó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Kapos	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kondor tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Laskóvölgyi víztározó	-	15	16	-	2	0
Cs-137	Orfűi tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Palotási víztározó	-	-	15	-	1	0
Cs-137	Rába	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Sárközi I.	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Sárközi II.	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Sárvár tó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Séd patak	-	-	120	-	2	1
Cs-137	Szelidi tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Szinva folyó	-	4,5	5,3	-	2	0
Cs-137	Vekeri tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Zagyva	-	4,9	5,2	-	2	0
Cs-137	Zala	-	-	-	-	1	1
H-3	Duna	2200	200	18000	2300	106	78
H-3	Horgásztó	-	-	-	-	1	1
H-3	Zala	-	-	-	-	1	1
Sr-90	Duna	-	-	-	-	31	31
Sr-90	Holt Duna-ág	-	-	-	-	4	4
Sr-90	Kondor tó	-	-	-	-	4	4
Sr-90	Szelidi tó	-	-	-	-	4	4
Sr-90	Zala	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	Által ér	310	200	450	67	11	0
Összes-béta	Balaton	430	240	500	79	28	1
Összes-béta	Bátaapáti patak	260	130	430	100	12	0
Összes-béta	Bódva	200	100	300	60	12	0
Összes-béta	Cseke tó	-	170	1300	-	4	0
Összes-béta	Deseda tó	-	120	190	-	4	0
Összes-béta	Dráva	150	94	460	100	12	0
Összes-béta	Duna	140	20	1300	100	158	0
Összes-béta	DVCS	-	-	180	-	1	0
Összes-béta	Eger patak	340	210	430	60	12	0
Összes-béta	Fehér tó	-	310	410	-	4	0
Összes-béta	Fertő tó	-	120	910	-	4	0

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Összes-béta	Godafoki csat.	-	-	240	-	1	0
Összes-béta	Halas-tó	-	180	240	-	4	0
Összes-béta	Hámori tó	-	28	44	-	4	0
Összes-béta	Hármas Körös	-	200	250	-	3	0
Összes-béta	Hármas-Körös	160	100	280	56	11	1
Összes-béta	Hernád	160	80	250	48	12	0
Összes-béta	Holt Duna-ág	200	75	330	56	12	0
Összes-béta	Holt tiszta	-	110	120	-	2	0
Összes-béta	Horgásztó	-	120	220	-	4	0
Összes-béta	Horgász-tó	-	180	190	-	4	0
Összes-béta	Kapos	270	180	440	80	24	0
Összes-béta	Keleti Főcsatorna	140	92	270	51	13	0
Összes-béta	Kondor tó	150	120	170	16	12	0
Összes-béta	Körös/Fehér-körös	210	140	390	63	12	0
Összes-béta	Lajta	120	20	290	91	12	0
Összes-béta	Lapincs	170	50	540	160	12	0
Összes-béta	Laskóvölgyi víztározó	-	370	480	-	4	0
Összes-béta	Maros	260	100	820	170	20	1
Összes-béta	Nádor-csatorna	570	480	640	40	12	0
Összes-béta	Orfűi tó	-	86	110	-	4	0
Összes-béta	Palotási víztározó	-	540	690	-	4	0
Összes-béta	Pinka	130	30	360	92	12	0
Összes-béta	Rába	130	30	490	78	35	0
Összes-béta	Sajó	210	130	280	52	12	0
Összes-béta	Sárközi I.	-	-	210	-	1	0
Összes-béta	Sárközi II.	-	180	210	-	2	0
Összes-béta	Sárvár tó	-	90	160	-	4	0
Összes-béta	Séd patak	97	70	160	27	11	0
Összes-béta	Sió	540	450	610	41	12	0
Összes-béta	Szamos	-	210	240	-	2	0
Összes-béta	Szelidi tó	210	21	270	65	12	0
Összes-béta	Szinva folyó	120	56	200	49	12	0
Összes-béta	Tisza	170	100	320	57	46	8
Összes-béta	Vártó	-	180	240	-	4	0
Összes-béta	Vekeri tó	-	-	170	-	1	0
Összes-béta	Velencei-tó	2100	1900	2300	110	12	0
Összes-béta	Zagyva	520	350	630	110	12	0
Összes-béta	Zala	150	120	220	28	12	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 ³H és ⁹⁰Sr vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Az EüÁ ERMAH egyéb mérési programjai keretében 2018-ban összesen 398 vízminta vizsgálatát végezték el.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz - méréseket. 2018-ban összesen 50 vízminta vizsgálatát végezték el.

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

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

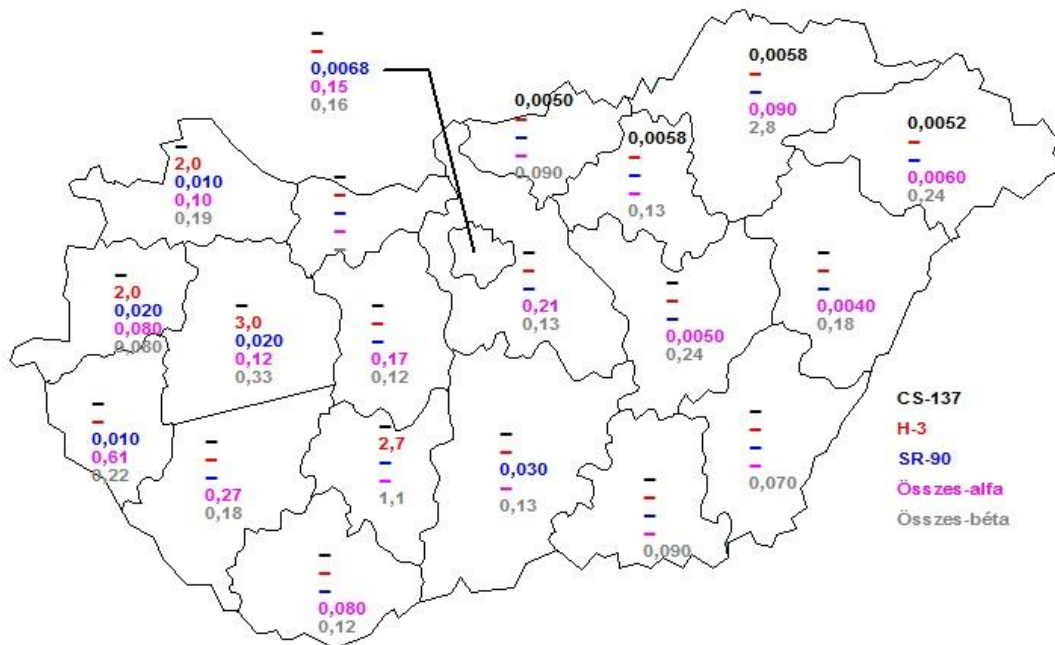
Az ivóvíz ³H aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 1,2 Bq/l. A legnagyobb érték (3,0 Bq/l) is jóval kisebb, mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A ⁹⁰Sr koncentrációi 0,0074-0,034 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,11 Bq/l, az összes alfa-aktivitások átlaga is 0,077 Bq/l, míg a ¹³⁷Cs koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, értékeik a 0,0042 és 0,0058 Bq/l között találhatóak.

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	BK	-	-	-	-	4	4
Cs-137	BP	-	-	-	-	13	13
Cs-137	BZ	-	0,0044	0,0058	-	5	3
Cs-137	FE	-	-	-	-	3	3
Cs-137	GY	-	-	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	-	-	-	5	5
Cs-137	HE	-	0,0042	0,0058	-	3	1
Cs-137	JA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	NO	-	-	0,0050	-	1	0
Cs-137	PE	-	-	-	-	6	6
Cs-137	SO	-	-	-	-	4	4
Cs-137	SZ	-	-	0,0052	-	4	3
Cs-137	TO	-	-	-	-	18	18
Cs-137	VA	-	-	-	-	1	1
Cs-137	VE	-	-	-	-	4	4

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	ZA	-	-	-	-	4	4
H-3	BA	-	-	-	-	5	5
H-3	BE	-	-	-	-	2	2
H-3	BK	-	-	-	-	1	1
H-3	BP	-	-	-	-	1	1
H-3	BZ	-	-	-	-	2	2
H-3	CS	-	-	-	-	1	1
H-3	FE	-	-	-	-	3	3
H-3	GY	-	-	2,0	-	3	2
H-3	HA	-	-	-	-	2	2
H-3	HE	-	-	-	-	1	1
H-3	JA	-	-	-	-	4	4
H-3	PE	-	-	-	-	7	7
H-3	SO	-	-	-	-	4	4
H-3	SZ	-	-	-	-	2	2
H-3	TO	1,0	1,2	2,7	0,86	25	12
H-3	VA	-	-	2,0	-	4	3
H-3	VE	-	-	3,0	-	3	2
H-3	ZA	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BK	-	-	0,034	-	4	3
Sr-90	BP	0,0032	0,0020	0,0068	0,0015	12	0
Sr-90	FE	-	-	-	-	2	2
Sr-90	GY	-	-	0,010	-	1	0
Sr-90	PE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	SO	-	-	-	-	2	2
Sr-90	TO	-	-	-	-	18	18
Sr-90	VA	-	0,020	0,020	-	2	0
Sr-90	VE	-	-	0,020	-	2	1
Sr-90	ZA	-	-	0,010	-	2	1
Összes-alfa	BA	-	-	0,081	-	2	1
Összes-alfa	BP	0,090	0,029	0,15	0,039	13	0
Összes-alfa	BZ	-	-	0,096	-	3	2
Összes-alfa	FE	-	0,12	0,17	-	3	1
Összes-alfa	GY	-	0,040	0,10	-	3	0
Összes-alfa	HA	-	0,0020	0,0040	-	5	3
Összes-alfa	HE	-	-	-	-	1	1
Összes-alfa	JA	-	0,0010	0,0050	-	7	3
Összes-alfa	PE	-	0,026	0,22	-	6	1
Összes-alfa	SO	-	0,049	0,27	-	4	1
Összes-alfa	SZ	-	-	0,0060	-	5	4
Összes-alfa	TO	-	-	-	-	2	2
Összes-alfa	VA	-	0,052	0,080	-	4	0
Összes-alfa	VE	-	0,088	0,13	-	4	2
Összes-alfa	ZA	-	0,060	0,61	-	4	1
Összes-béta	BA	-	0,092	0,12	-	4	0
Összes-béta	BE	-	0,040	0,070	-	3	0
Összes-béta	BK	0,083	0,069	0,13	0,015	14	0
Összes-béta	BP	0,13	0,091	0,17	0,027	13	0
Összes-béta	BZ	-	0,019	2,8	-	7	0
Összes-béta	CS	-	0,080	0,090	-	4	0
Összes-béta	FE	-	0,11	0,13	-	5	0
Összes-béta	GY	0,10	0,040	0,19	0,035	40	0
Összes-béta	HA	0,094	0,026	0,19	0,049	14	0
Összes-béta	HE	-	0,061	0,13	-	5	0
Összes-béta	JA	0,12	0,032	0,24	0,054	16	0
Összes-béta	NO	-	0,065	0,095	-	4	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Mínimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Összes-béta	PE	-	0,022	0,14	-	6	0
Összes-béta	SO	-	0,071	0,18	-	6	0
Összes-béta	SZ	0,12	0,025	0,24	0,056	16	0
Összes-béta	TO	0,098	0,044	1,1	0,13	60	0
Összes-béta	VA	-	0,020	0,080	-	6	0
Összes-béta	VE	-	0,040	0,33	-	6	0
Összes-béta	ZA	-	0,070	0,22	-	6	1
Cs-137	Összesen	-	0,0042	0,0058	-	83	77
H-3	Összesen	1,2	1,2	3,0	-	74	58
Sr-90	Összesen	0,0074	0,0020	0,034	-	48	30
Összes alfa	Összesen	0,077	0,0010	0,61	-	66	22
Összes béta	Összesen	0,11	0,019	2,8	-	235	1



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)

4.6.2 Palackozott vizek

A palackozott vizek (ásványvizek, tisztított vizek, forrásvizek) hazánkban is erősen emelkedő mértékű fogyasztása, indokoltá teszi radiológiai szempontból történő külön vizsgálatukat. A 2018-ban kapott eredményeket a 4-9. táblázatban foglaltuk össze. Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben negyedévenkénti mintavétel szerepel. Az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, 2018-ban összesen 26 mintán végeztek méréseket. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek palackozottvíz-méréseket. 2018-ban összesen 27 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	BK	-	-	2	2
Cs-137	BP	-	-	1	1
Cs-137	BZ	0,0045	0,0048	4	2
Cs-137	GY	-	-	4	4
Cs-137	HA	0,023	0,025	4	1
Cs-137	HE	-	-	2	2
Cs-137	PE	-	-	8	8
Cs-137	SO	-	-	1	1
Cs-137	TO	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	2	2
Cs-137	ZA	-	-	2	2
H-3	BK	-	-	5	5
H-3	BP	-	33	1	0
H-3	BZ	-	-	3	3
H-3	GY	-	-	2	2
H-3	HE	-	-	2	2
H-3	PE	-	17	8	7
H-3	SO	-	-	1	1
H-3	VE	-	-	1	1
Összes-alfa	BK	0,020	0,13	4	1
Összes-alfa	BP	-	0,023	1	0
Összes-alfa	BZ	-	0,14	2	1
Összes-alfa	GY	0,21	0,26	2	0
Összes-alfa	HE	-	0,59	2	1
Összes-alfa	PE	0,020	0,82	9	5
Összes-alfa	SO	-	0,13	1	0
Összes-alfa	VE	-	0,092	1	0
Összes-alfa	ZA	-	0,43	1	0
Összes-béta	BK	0,047	0,057	2	0
Összes-béta	BP	-	0,049	1	0
Összes-béta	BZ	0,022	2,3	6	0
Összes-béta	CS	0,060	0,10	4	0
Összes-béta	GY	0,040	0,52	6	0
Összes-béta	HA	0,094	0,29	4	0
Összes-béta	HE	0,022	1,1	2	0
Összes-béta	PE	0,030	0,60	9	0

Összes-béta	SO	-	0,070	1	0
Összes-béta	TO	0,19	0,24	4	0
Összes-béta	VE	-	0,33	1	0
Összes-béta	ZA	0,18	0,21	2	0
Cs-137	Összesen	0,0045	0,025	32	27
H-3	Összesen	17	33	23	21
Összes alfa	Összesen	0,020	0,82	23	8
Összes béta	Összesen	0,022	2,3	42	0

* Általában a vásárlás helyét jelenti

4.7 Növényzet

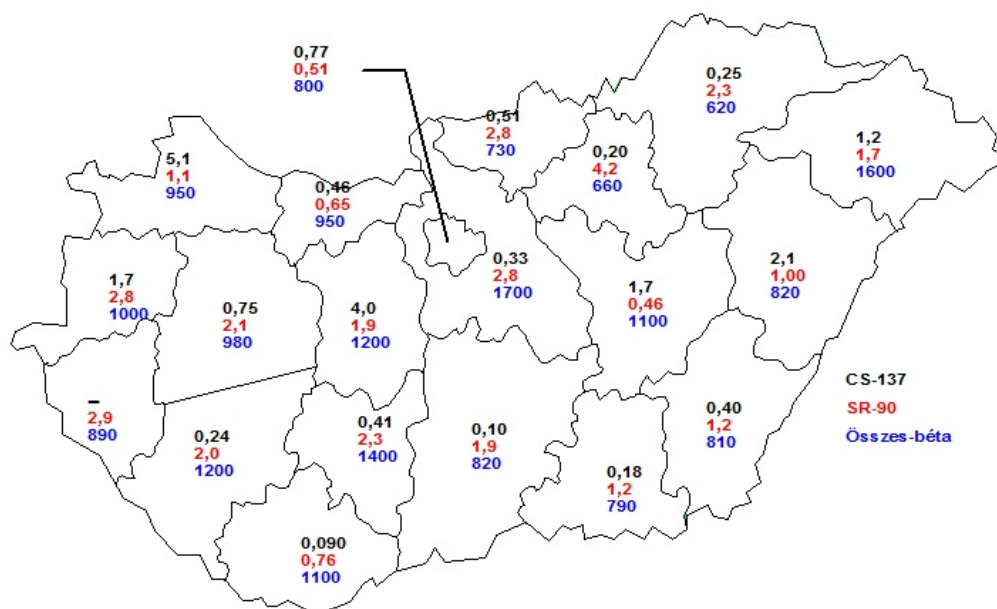
A táplálékláncon keresztül a talajra, illetve közvetlenül a növényzetre kijutott radionuklidok, - az élelmiszerek elfogyasztása révén - a lakosság belső sugárterhelését okozzák. A fejezet mindazon mintákra vonatkozó eredményeket tartalmazza, amelyeket közvetlenül a növényzetből, – fű, takarmány, zöldség,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

4.7.1 Takarmány

A NÉBIH takarmány mintavételi programja kiterjed a takarmány alapanyagokra, keverékekre és premixekre. A takarmány gyűjtőnév a legelőkről származó fűvet, a takarmányozási céllal termesztett növényeket, valamint az egyes adalékokat foglalja magába.

A takarmánynövények ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,37 Bq/kg, a ^{90}Sr -é magasabb, 0,69 Bq/kg. A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit, a 4-10. táblázatban és a 4.6. ábrán foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ^{137}Cs aktivitás-koncentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a ^{90}Sr eredmények nagyobb része meghaladja azt. Ennek oka egyrészt a két mérési módszer eltérő érzékenysége, másrészt a ^{90}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}Cs magasabb koncentrációjú, mint az ^{90}Sr , addig a takarmánymintáknál ez éppen fordított. Ennek két lehetséges oka van, egyrészt a ^{90}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}Sr -ra 10, ^{137}Cs -ra pedig 1 körüli.)



4-6. ábra

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

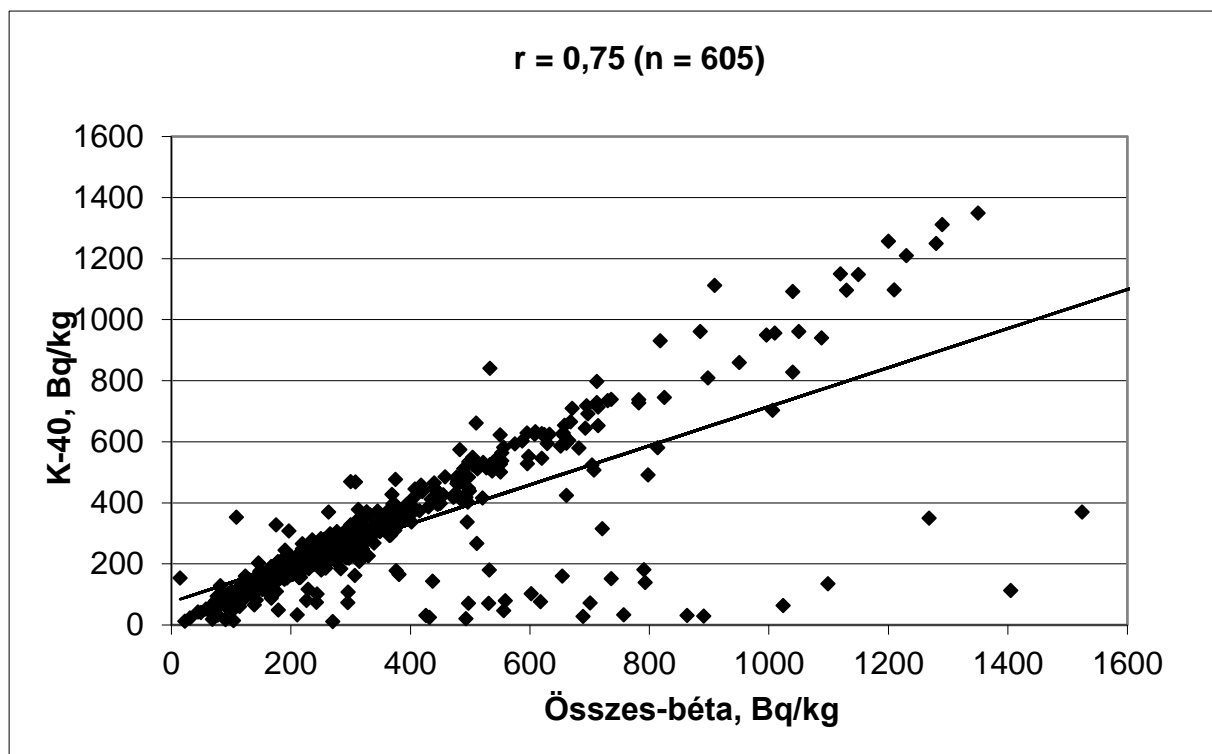
Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

4-10. 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	-	-	0,10	-	30	29
Cs-137	BE	-	0,090	0,40	-	26	19
Cs-137	BK	-	-	0,11	-	34	33
Cs-137	BP	-	-	0,77	-	57	56
Cs-137	BZ	-	0,12	0,25	-	34	29
Cs-137	CS	-	0,13	0,19	-	33	30
Cs-137	FE	-	0,024	4,0	-	25	16
Cs-137	GY	0,54	0,040	5,1	0,73	47	26
Cs-137	HA	-	0,11	2,1	-	25	16
Cs-137	HE	-	0,16	0,20	-	23	18
Cs-137	JA	-	0,074	1,7	-	32	24
Cs-137	KO	-	0,061	0,46	-	52	47
Cs-137	NO	0,18	0,041	0,52	0,11	23	12
Cs-137	PE	0,24	0,032	0,34	0,20	71	53
Cs-137	SO	-	0,050	0,24	-	33	25
Cs-137	SZ	-	0,24	1,2	-	32	26
Cs-137	TO	-	0,14	0,41	-	53	50
Cs-137	VA	0,31	0,043	1,7	0,40	24	7
Cs-137	VE	-	0,068	0,75	-	25	16
Cs-137	ZA	-	-	-	-	21	21
Sr-90	BA	0,45	0,059	0,76	0,25	21	7
Sr-90	BE	0,42	0,17	1,2	0,30	12	1
Sr-90	BK	0,59	0,098	1,9	0,57	11	0
Sr-90	BP	-	0,34	0,52	-	2	0
Sr-90	BZ	1,2	0,10	2,4	1,3	23	3
Sr-90	CS	-	0,14	1,2	-	9	0
Sr-90	FE	0,75	0,18	1,9	0,47	22	1
Sr-90	GY	0,37	0,080	1,1	0,25	21	0
Sr-90	HA	-	0,090	1,0	-	10	1
Sr-90	HE	0,97	0,20	4,2	0,99	16	1
Sr-90	JA	0,17	0,043	0,46	0,13	19	5
Sr-90	KO	0,23	0,050	0,65	0,15	22	1
Sr-90	NO	0,89	0,14	2,8	0,86	19	0
Sr-90	PE	0,85	0,12	2,8	0,66	38	0
Sr-90	SO	0,38	0,12	2,0	0,41	19	0
Sr-90	SZ	0,91	0,11	1,7	0,57	20	1
Sr-90	TO	1,1	0,10	2,3	0,70	36	9
Sr-90	VA	0,63	0,15	2,9	0,68	21	1
Sr-90	VE	0,73	0,18	2,1	0,59	18	0
Sr-90	ZA	0,77	0,22	2,9	0,64	18	0
Összes-béta	BA	330	100	1200	280	27	0
Összes-béta	BE	300	110	810	180	30	0
Összes-béta	BK	250	69	820	170	31	0
Összes-béta	BP	310	31	800	220	17	0
Összes-béta	BZ	300	91	620	140	34	0
Összes-béta	CS	260	130	790	120	33	0
Összes-béta	FE	410	120	1200	300	25	0
Összes-béta	GY	580	190	950	240	47	0
Összes-béta	HA	290	71	820	160	28	0
Összes-béta	HE	300	160	660	140	23	0
Összes-béta	JA	250	90	1100	190	34	0
Összes-béta	KO	290	78	950	160	53	0
Összes-béta	NO	390	120	730	200	23	0
Összes-béta	PE	480	75	1700	370	71	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	SO	270	70	1200	270	33	0
Összes-béta	SZ	460	50	1600	320	31	0
Összes-béta	TO	480	14	1400	340	52	0
Összes-béta	VA	380	89	1000	250	24	0
Összes-béta	VE	310	110	980	200	27	0
Összes-béta	ZA	280	79	890	210	21	0
Cs-137	Összesen	0,37	0,024	5,1	-	700	553
Sr-90	Összesen	0,69	0,043	4,2	-	377	31
Összes béta	Összesen	360	14	1700	-	664	0

2018-ban a mintákban mérhető összesbéta-aktivitás átlagosan 360 Bq/kg volt, mely döntően természetes eredetű. Ennek igazolására a 4-7. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes béta és ⁴⁰K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt. Az ábrából látható, hogy a takarmánynövényeknél az összes béta-aktivitás közel 75%-ban a ⁴⁰K radionuklidtól származik.



4-7. ábra

Takarmányminták összes béta és ⁴⁰K aktivitás-koncentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer

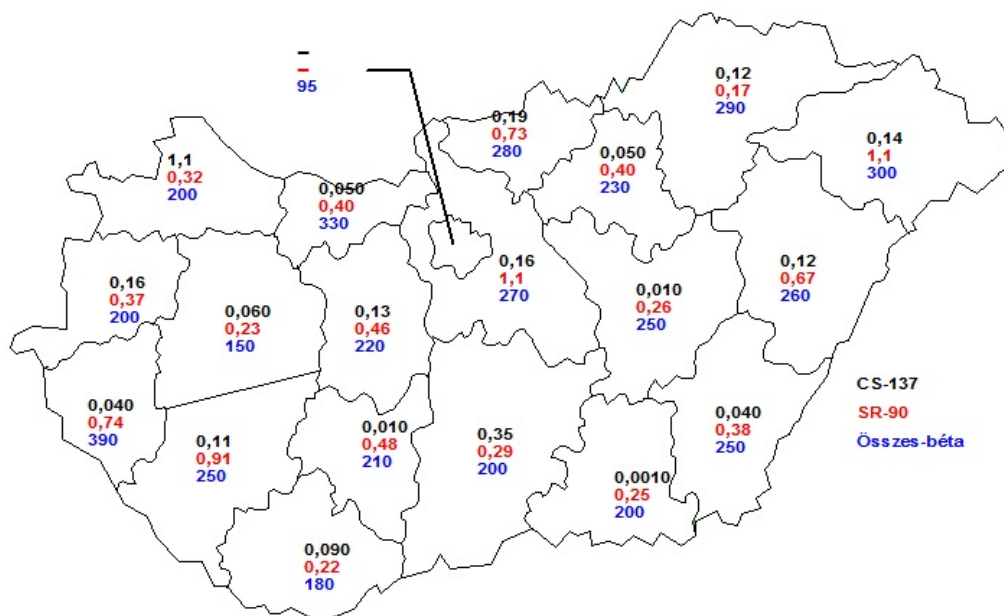
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények, – elsősorban a zöldségfélék - amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitás-koncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegről vonatkoztatják. 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. 2018-ban a 19 megye és Budapest területéről 331 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}Cs szűrő vizsgálata. 2018-ban 619 ilyen típusú mintát vettek (ezen utóbbi adatok – az eltérő érzékenységre 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 EüA ERMAHegység mérési programjai keretében 2018-ban összesen 120 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}Cs aktivitás-koncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak (kivéve a vadon termő gombákat). A nyers növényi élelmiszerek ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,056 Bq/kg, a ^{90}Sr nuklidé pedig 0,22 Bq/kg.



4-8. ábra

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

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

4-11. táblázat

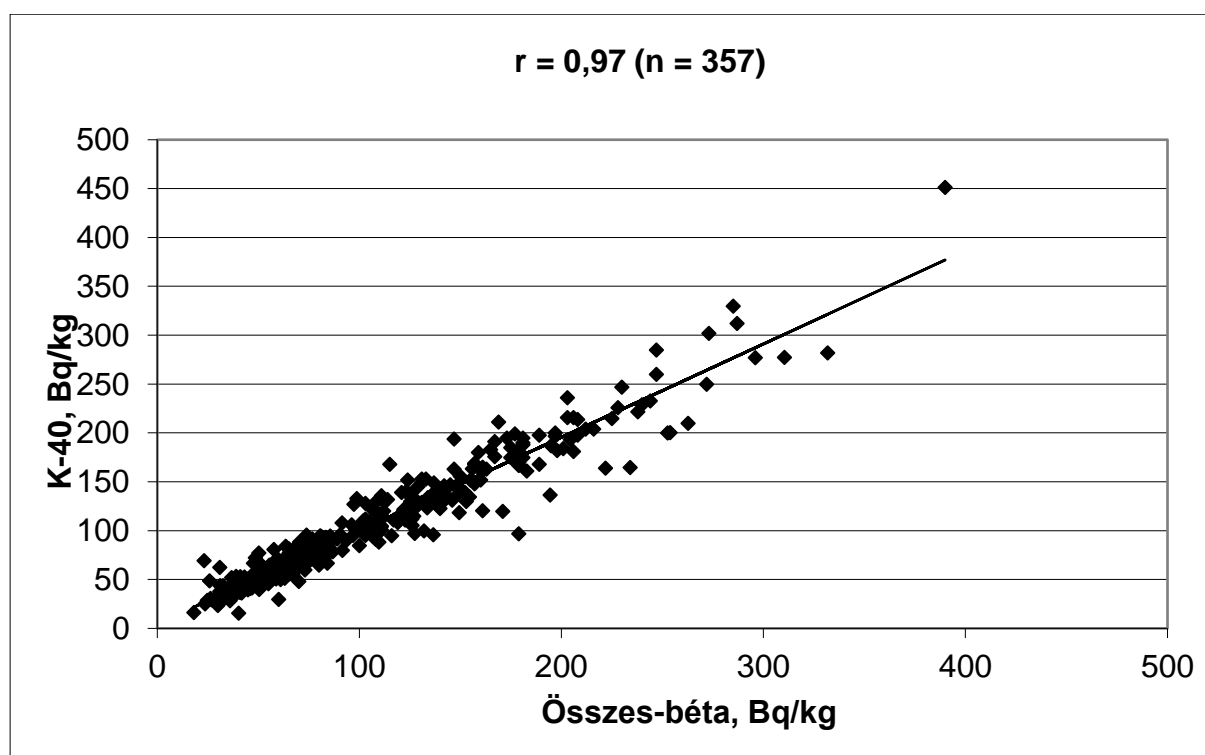
Nyers, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	0,019	0,099	-	20	17
Cs-137	BE	-	-	0,040	-	25	24
Cs-137	BK	-	0,23	0,36	-	25	23
Cs-137	BP	-	-	-	-	2	2
Cs-137	BZ	0,070	0,031	0,13 (* 0,38)	0,033	44	26
Cs-137	CS	-	0,0010	0,0010	-	20	14
Cs-137	FE	0,046	0,012	0,14 (* 0,38)	0,036	21	11
Cs-137	GY	-	0,050	1,1 (*16)	-	31	28
Cs-137	HA	0,082	0,061	0,13	0,033	30	12
Cs-137	HE	-	-	0,059 (* 0,48)	-	14	13
Cs-137	JA	-	-	0,013	-	19	18
Cs-137	KO	-	-	0,056 (* 0,69)	-	14	13
Cs-137	NO	-	0,058	0,20 (* 3,0)	-	14	9
Cs-137	PE	-	0,017	0,17	-	35	26
Cs-137	SO	-	0,080	0,11	-	22	19
Cs-137	SZ	-	0,069	0,15	-	18	16
Cs-137	TO	-	-	0,016 (* 0,19)	-	38	37
Cs-137	VA	-	0,017	0,16 (* 6,7)	-	22	20
Cs-137	VE	-	0,040	0,062 (* 7,4)	-	21	17
Cs-137	ZA	-	0,020	0,040 (* 2,4)	-	15	13
Sr-90	BA	-	-	0,22	-	5	4
Sr-90	BE	-	0,060	0,38	-	11	4
Sr-90	BK	-	0,052	0,29	-	8	0
Sr-90	BZ	-	0,029	0,17	-	10	2
Sr-90	CS	-	-	0,25	-	1	0
Sr-90	FE	0,22	0,095	0,47	0,14	11	0
Sr-90	GY	-	0,080	0,32	-	7	0
Sr-90	HA	-	0,076	0,67	-	6	1
Sr-90	HE	-	0,026	0,40	-	6	1
Sr-90	JA	-	0,048	0,26	-	8	2
Sr-90	KO	-	0,10	0,40	-	6	0
Sr-90	NO	-	0,014	0,74	-	10	1
Sr-90	PE	0,26	0,021	1,1	0,28	21	1
Sr-90	SO	-	0,19	0,91	-	8	0
Sr-90	SZ	-	0,032	1,1	-	7	0
Sr-90	TO	-	0,028	0,48	-	7	2
Sr-90	VA	-	0,075	0,37	-	8	0
Sr-90	VE	-	0,070	0,23	-	7	0
Sr-90	ZA	-	0,060	0,74	-	5	0
Összes-béta	BA	-	64	180	-	7	0
Összes-béta	BE	110	30	250	69	25	0
Összes-béta	BK	-	26	200	-	9	0
Összes-béta	BP	41	15	95	23	30	0
Összes-béta	BZ	85	26	290	46	45	0
Összes-béta	CS	83	23	200	46	20	0
Összes-béta	FE	120	41	220	61	21	0
Összes-béta	GY	77	30	200	43	32	1
Összes-béta	HA	94	18	260	68	30	0
Összes-béta	HE	110	37	230	59	14	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	JA	110	41	250	63	19	0
Összes-béta	KO	120	31	330	100	14	0
Összes-béta	NO	130	34	290	87	14	0
Összes-béta	PE	110	24	270	66	35	0
Összes-béta	SO	93	30	250	52	21	0
Összes-béta	SZ	100	29	300	65	18	0
Összes-béta	TO	85	25	210	46	28	0
Összes-béta	VA	97	27	200	51	22	0
Összes-béta	VE	88	35	150	36	21	0
Összes-béta	ZA	89	32	390	91	15	0
Cs-137	Összesen	0,056	0,0010	1,1 (* 16)	-	450	358
Sr-90	Összesen	0,22	0,014	1,1	-	152	18
Összeses béta	Összesen	95	15	390	-	440	1

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

2018-ban 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 ⁴⁰K izotóp aktivitás-koncentrációi közötti korrelációt. A korreláció itt is erős és látható, hogy az összes béta-aktivitás szinte teljes egészét a ⁴⁰K aktivitása teszi ki.



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

4.7.3 Gabonafélék és az azokból készült termékek

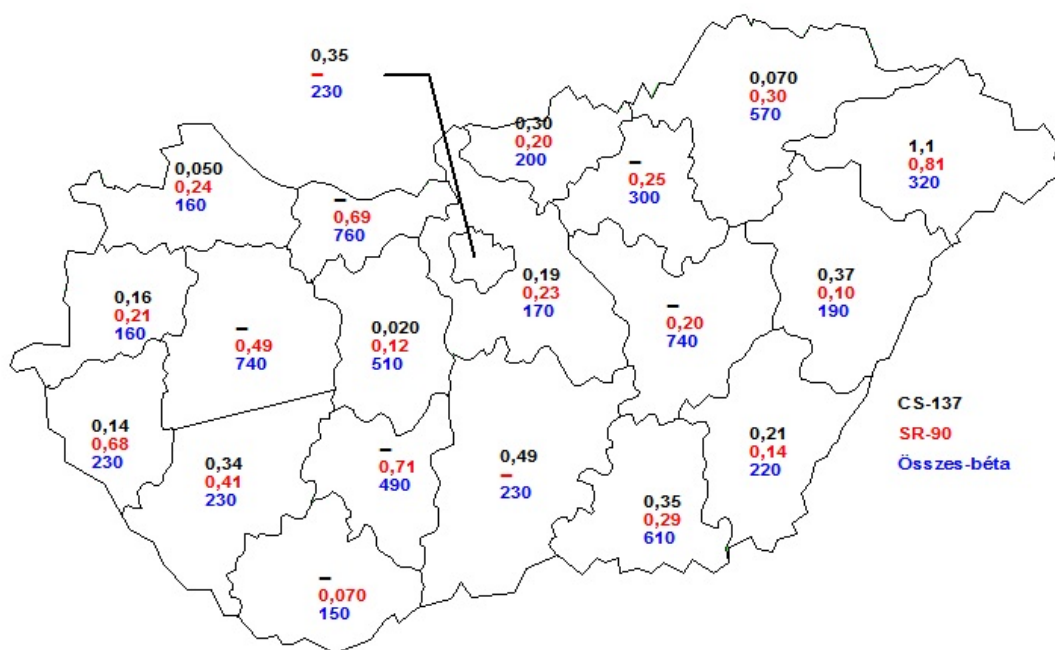
A mintacsoportba elsősorban a gabonafélék terményei, illetve ezek feldolgozott formái (liszt, kenyér, pékáru) tartoznak.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot; búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek benne. 2018-ban a 19 megye és Budapest területéről 308 gabonaféle vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai-

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények ^{137}Cs szűrő vizsgálata is. 2018-ban 421 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 2018-ban összesen 114 minta vizsgálatát végezték el.

A gabonafélékben és termékeikben mért aktivitás-koncentrációk éves, országos értékei az alábbi határok közt mozogtak (4-12. táblázat): 0,001 - 1,1 Bq/kg (^{137}Cs); 0,030 - 0,81 (^{90}Sr) és 9,3 - 760 Bq/kg (összes béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű ^{90}Sr és ^{137}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)

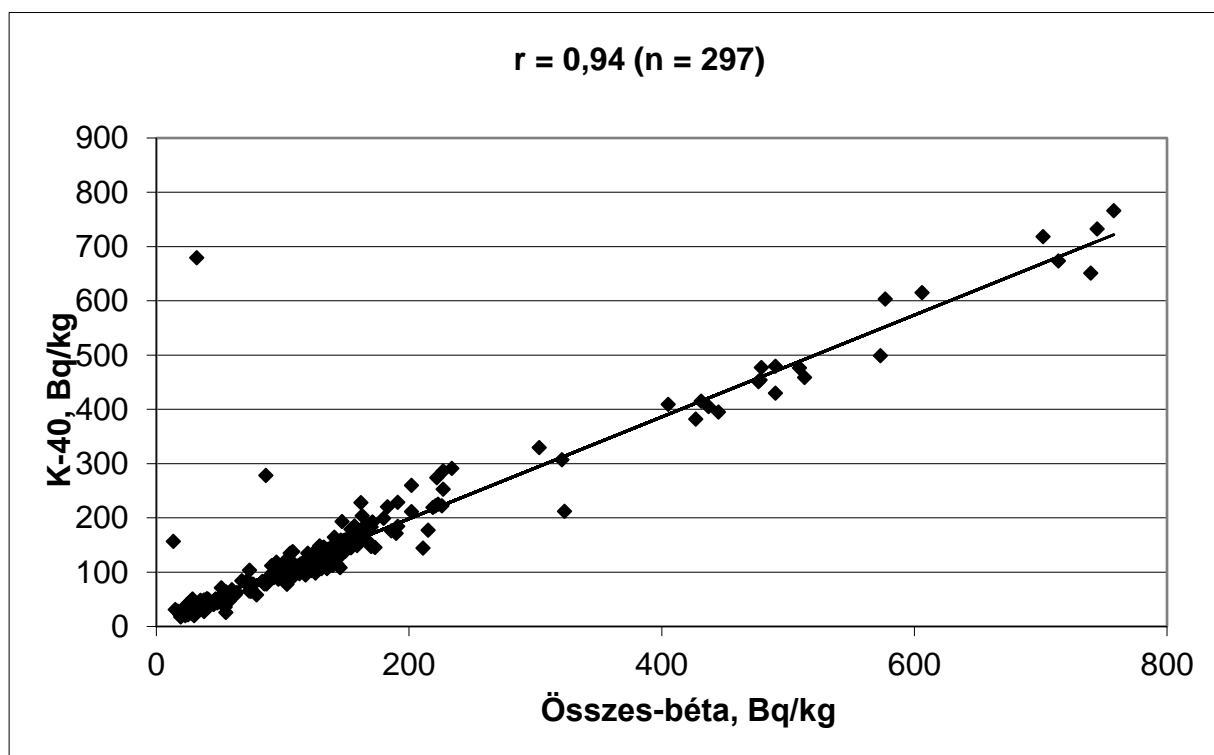
Megj.: "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	15	15
Cs-137	BE	-	-	0,21	-	17	16
Cs-137	BK	-	0,45	0,50	-	16	14
Cs-137	BP	-	-	0,35	-	8	7
Cs-137	BZ	-	0,041	0,074	-	26	19
Cs-137	CS	-	0,0010	0,36	-	25	22
Cs-137	FE	-	-	0,028	-	14	13
Cs-137	GY	-	0,035	0,058	-	19	16
Cs-137	HA	0,15	0,010	0,37	0,080	28	12
Cs-137	HE	-	-	-	-	13	13
Cs-137	JA	-	-	-	-	12	12
Cs-137	KO	-	-	-	-	24	24
Cs-137	NO	-	0,034	0,30	-	10	7
Cs-137	PE	-	0,029	0,19	-	12	8
Cs-137	SO	-	-	0,34	-	13	12
Cs-137	SZ	-	-	1,1	-	12	11
Cs-137	TO	-	-	-	-	33	33
Cs-137	VA	-	-	0,16	-	13	12
Cs-137	VE	-	-	-	-	16	16
Cs-137	ZA	-	-	0,14	-	11	10
Sr-90	BA	-	-	0,072	-	4	3
Sr-90	BE	-	0,075	0,14	-	6	4
Sr-90	BP	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BZ	-	0,036	0,30	-	13	5
Sr-90	CS	-	0,080	0,29	-	7	2
Sr-90	FE	-	0,067	0,12	-	8	5
Sr-90	GY	-	0,16	0,24	-	4	1
Sr-90	HA	-	0,046	0,10	-	7	3
Sr-90	HE	-	0,060	0,25	-	6	3
Sr-90	JA	-	0,034	0,20	-	6	1
Sr-90	KO	0,19	0,033	0,69	0,17	16	6
Sr-90	NO	-	0,12	0,21	-	3	0
Sr-90	PE	-	0,043	0,23	-	6	1
Sr-90	SO	-	0,030	0,41	-	6	0
Sr-90	SZ	-	0,031	0,81	-	5	1
Sr-90	TO	-	0,12	0,71	-	12	6
Sr-90	VA	-	0,14	0,21	-	6	3
Sr-90	VE	-	0,034	0,49	-	8	2
Sr-90	ZA	-	0,14	0,68	-	4	0
Összes-béta	BA	110	23	150	41	10	0
Összes-béta	BE	99	24	220	56	14	0
Összes-béta	BK	89	32	230	59	12	0
Összes-béta	BP	48	9,3	230	50	26	0
Összes-béta	BZ	120	25	570	130	35	0
Összes-béta	CS	130	27	610	140	31	0
Összes-béta	FE	130	29	510	120	14	0
Összes-béta	GY	63	13	160	43	25	1
Összes-béta	HA	73	23	190	48	27	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	98	21	300	82	12	0
Összes-béta	JA	150	28	740	210	10	0
Összes-béta	KO	260	13	760	240	22	0
Összes-béta	NO	86	19	200	63	10	0
Összes-béta	PE	110	35	170	49	12	0
Összes-béta	SO	140	25	230	61	13	0
Összes-béta	SZ	120	27	320	90	12	0
Összes-béta	TO	120	17	490	130	35	0
Összes-béta	VA	100	38	160	45	11	0
Összes-béta	VE	170	19	740	190	15	0
Összes-béta	ZA	99	15	230	56	11	0
Cs-137	Összesen	0,19	0,0010	1,1	-	337	292
Sr-90	Összesen	0,16	0,030	0,81	-	129	48
Összeses béta	Összesen	110	9,3	760	-	357	1

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



4-11. ábra

Gabonafélék és azokból készült élelmiszerek összes béta és ^{40}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 táplálékcsoporthoz 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. 2018-ban a 19 megye és Budapest területéről 466 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 2018-ban összesen 204 minta vizsgálatát végezték el.

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

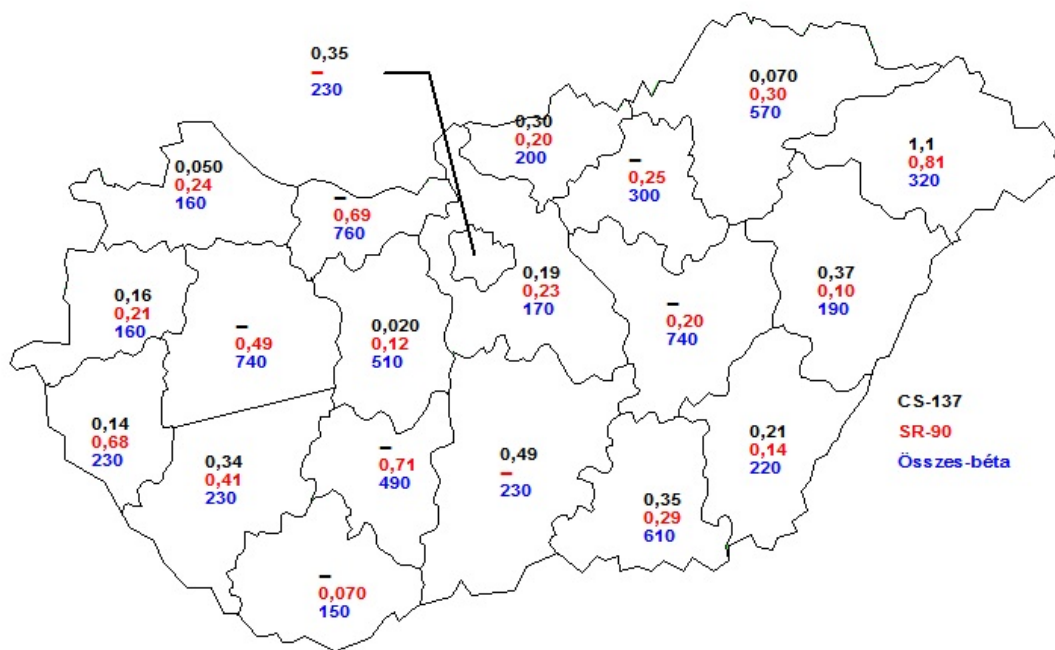
A tej- és tejtermékmintákra vonatkozó mérési eredmények jellemzőit a 4-13. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ^{137}Cs és ^{90}Sr aktivitás-koncentrációk nagyobb részt kimutatási határ alattiak. (Megjegyezzük, hogy a magasabb koncentrációk - a gyakran nem is hazai előállítású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

A tej és tejtermékek ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,16 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé is hasonló, 0,19 Bq/kg. A döntően természetes eredetű összesbéta-aktivitásé pedig 120 Bq/kg volt 2018-ban.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	23	23
Cs-137	BE	-	0,21	1,3	-	36	31
Cs-137	BK	-	-	3,3	-	42	41
Cs-137	BP	-	0,16	1,5	-	6	3
Cs-137	BZ	0,23	0,026	1,7	0,34	36	22
Cs-137	CS	-	0,085	0,31	-	20	17
Cs-137	FE	-	0,011	0,45	-	23	19
Cs-137	GY	-	0,017	0,041	-	38	35
Cs-137	HA	0,10	0,013	0,38	0,085	46	19
Cs-137	HE	-	-	1,1	-	15	14
Cs-137	JA	-	0,030	0,29	-	17	15
Cs-137	KO	-	-	-	-	17	17
Cs-137	NO	-	0,0060	0,011	-	15	11
Cs-137	PE	0,17	0,0069	1,3	0,30	39	27
Cs-137	SO	-	0,040	0,47	-	23	19
Cs-137	SZ	-	0,68	1,2	-	16	14
Cs-137	TO	-	0,35	0,54	-	84	82
Cs-137	VA	-	0,014	3,1	-	24	16
Cs-137	VE	-	0,069	0,41	-	23	19
Cs-137	ZA	-	-	0,020	-	23	22
Sr-90	BA	-	0,090	0,19	-	16	13
Sr-90	BE	0,20	0,020	0,75	0,17	36	22
Sr-90	BK	-	0,0061	0,18	-	17	12
Sr-90	BP	-	0,10	0,54	-	6	2
Sr-90	BZ	-	0,018	1,7	-	26	18
Sr-90	CS	-	-	0,090	-	9	8
Sr-90	FE	0,12	0,024	0,39	0,12	23	9
Sr-90	GY	0,16	0,020	0,17	0,16	32	21
Sr-90	HA	0,17	0,024	0,89	0,20	22	12
Sr-90	HE	-	0,090	0,47	-	15	8
Sr-90	JA	-	0,025	0,88	-	16	10
Sr-90	KO	-	0,017	0,20	-	17	12
Sr-90	NO	0,080	0,024	0,28	0,091	15	4
Sr-90	PE	0,18	0,022	1,3	0,23	39	7
Sr-90	SO	0,49	0,020	4,3	0,97	23	2
Sr-90	SZ	-	0,015	0,88	-	15	8
Sr-90	TO	0,18	0,0034	0,31	0,30	48	29
Sr-90	VA	-	0,013	0,33	-	24	19
Sr-90	VE	0,14	0,016	0,20	0,13	23	12
Sr-90	ZA	0,27	0,020	1,1	0,31	23	6
Összes-béta	BA	100	18	540	150	18	0
Összes-béta	BE	200	14	580	220	36	0
Összes-béta	BK	110	16	510	160	33	0
Összes-béta	BP	180	17	550	250	10	0
Összes-béta	BZ	110	21	590	150	50	0
Összes-béta	CS	60	15	490	86	39	0
Összes-béta	FE	100	22	540	170	23	0
Összes-béta	GY	98	11	550	150	50	0
Összes-béta	HA	68	0,043	570	110	50	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	96	28	530	150	15	0
Összes-béta	JA	65	20	340	76	16	0
Összes-béta	KO	160	21	570	220	17	0
Összes-béta	NO	77	28	540	130	15	0
Összes-béta	PE	180	24	620	210	39	0
Összes-béta	SO	150	23	470	170	23	0
Összes-béta	SZ	140	24	540	170	16	0
Összes-béta	TO	88	21	510	120	88	0
Összes-béta	VA	230	29	730	260	24	0
Összes-béta	VE	160	22	540	200	23	0
Összes-béta	ZA	160	21	480	190	23	0
Cs-137	Összesen	0,16	0,0060	3,3	-	566	466
Sr-90	Összesen	0,19	0,0034	4,3	-	445	234
Összes béta	Összesen	120	0,043	730	-	608	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 tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha, baromfi, házinyúl, hal és vadhús szerepel. 2018-ban a 19 megye és Budapest területéről 234 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek ¹³⁷Cs szűrő vizsgálata. 2018-ban 332 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 2018-ban összesen 92 minta vizsgálatát végezték el.

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

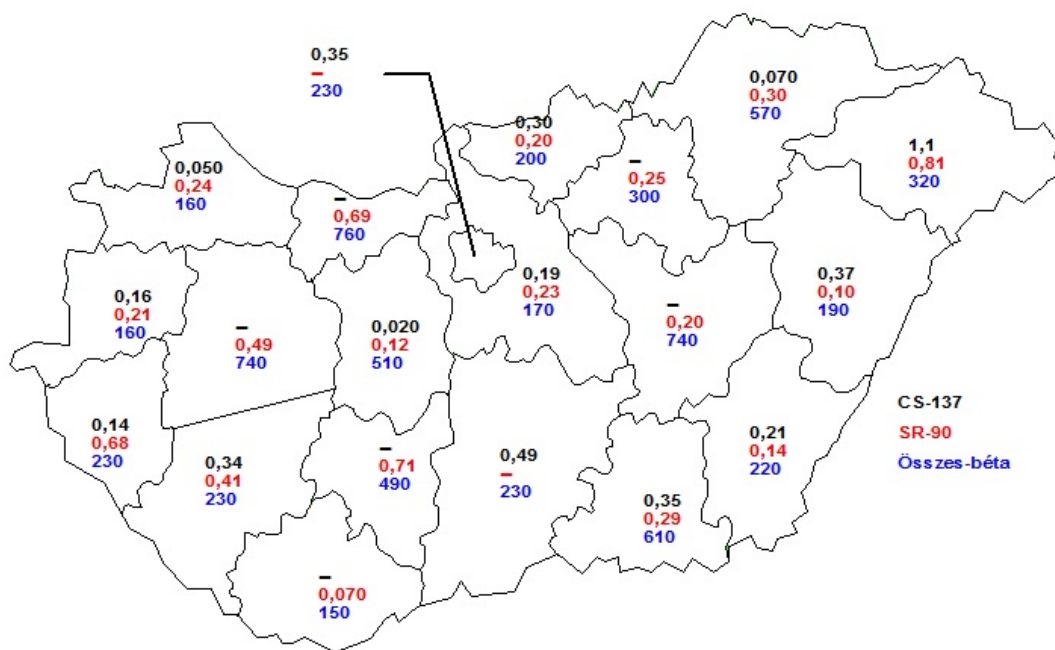
A hús és hústermékek ¹³⁷Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,11 Bq/kg.

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	-	0,034	0,079	-	15	13
Cs-137	BE	-	-	0,19	-	28	27
Cs-137	BK	-	0,069	0,23	-	69	64
Cs-137	BP	-	-	-	-	1	1
Cs-137	BZ	-	0,031	0,086	-	14	6
Cs-137	CS	-	-	0,50	-	13	12
Cs-137	FE	-	0,11	0,20	-	14	10
Cs-137	GY	-	0,029	0,83	-	13	7
Cs-137	HA	0,10	0,094	0,39	0,056	34	18
Cs-137	HE	-	-	-	-	19	19
Cs-137	JA	-	0,034	0,051	-	18	16
Cs-137	KO	-	-	0,12	-	6	5
Cs-137	PE	-	0,054	0,25	-	38	31
Cs-137	SO	-	0,11	0,25	-	20	17
Cs-137	SZ	-	-	-	-	15	15
Cs-137	TO	-	-	0,086	-	18	17
Cs-137	VA	-	0,16	0,17	-	14	12
Cs-137	VE	-	-	0,11	-	6	5
Cs-137	ZA	-	0,069	0,090	-	17	15
Összes-béta	BA	-	-	46	-	1	0
Összes-béta	BP	-	18	21	-	5	0
Összes-béta	BZ	96	42	130	34	14	0
Összes-béta	CS	87	37	120	26	13	0
Összes-béta	GY	66	25	100	32	12	0
Összes-béta	HA	81	39	110	27	14	0
Összes-béta	KO	-	-	83	-	1	0
Összes-béta	TO	83	44	120	27	14	0
Összes-béta	VE	-	-	300	-	1	0
Cs-137	Összesen	0,11	0,029	0,83	-	372	310
Összeses béta	Összesen	81	18	300	-	75	0

2018-ban a mintákban az átlagos összes béta-aktivitás 81 Bq/kg volt, az értékek a 2017. évihez hasonlóak voltak. Ez döntően természetes eredetű (⁴⁰K), melynek igazolásaként a húsban

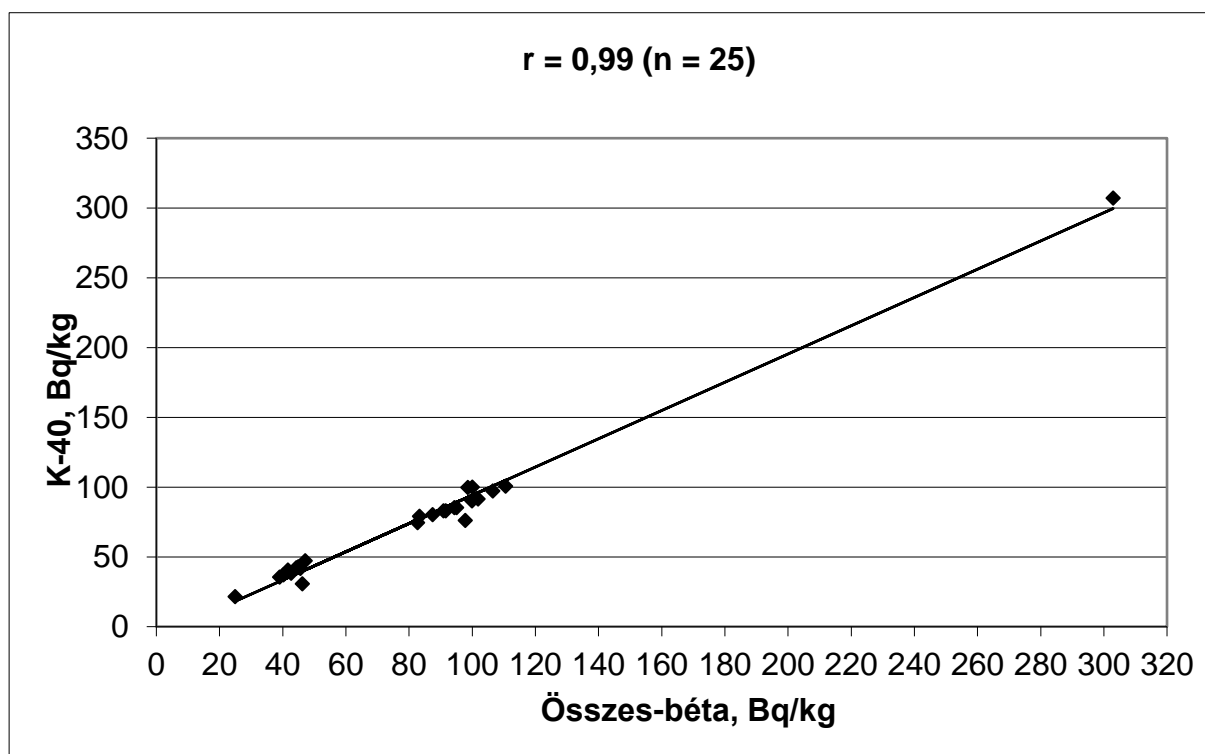
és hústermékekben mért összes béta és ^{40}K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt a 4-14. ábrán szemléltetjük.



4-13. ábra

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

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



4-14. ábra

Hús és hústermékek összes béta és ^{40}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. 2018-ban az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, összesen 20 mintát vettek.

A 2018. évi eredményeket a 4-15. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a ^{137}Cs fele kimutatási határ alatt volt, és a lakosság által fogyasztott ételekben a csernobili eredetű ^{137}Cs és ^{90}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	BZ	-	0,025	0,033	-	2	0
CS-137	GY	-	-	-	-	2	2
CS-137	HA	-	0,040	0,050	-	3	0
CS-137	TO	-	-	-	-	4	4
SR-90	GY	-	0,030	0,030	-	2	0
SR-90	HA	-	0,047	0,061	-	2	0
SR-90	TO	-	0,0090	0,015	-	4	0
Összes-béta	CS	-	34	35	-	2	0
Összes-béta	GY	-	44	47	-	2	0
Összes-béta	HA	38	29	52	7,1	10	0
Cs-137	Összesen	-	0,025	0,050	-	11	6
Sr-90	Összesen	-	0,0090	0,061	-	8	0
Összes béta	Összesen	39	29	52	-	14	0

4.10 Egyéb mérések

2018-ban egy in-situ gamma spektrometriás talajfelületi mérés (a detektor 1 méterrel a talajfelszín felett helyezkedik el, a talaj felé fordítva) történt az NNK SSFO telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 4-16. táblázat tartalmazza. A kalibráció a ISOCS Szoftver (Canberra Pacard Genie 2000) segítségével történt.

4-16. táblázat
Az NNK SSFO udvarán, 2018.05.09-én végzett in-situ mérések eredményei

Nuklid	Mérési eredmény	Mértékegység
Ac-228	$34,5 \pm 1,4$	Bq/kg
Tl-208	$35,8 \pm 1,5$	Bq/kg
Pb-214	$31,1 \pm 1,5$	Bq/kg
Bi-214	$32,0 \pm 1,2$	Bq/kg
K-40	484 ± 19	Bq/kg
Cs-137	$2,32 \pm 0,12$	kBq/m ²

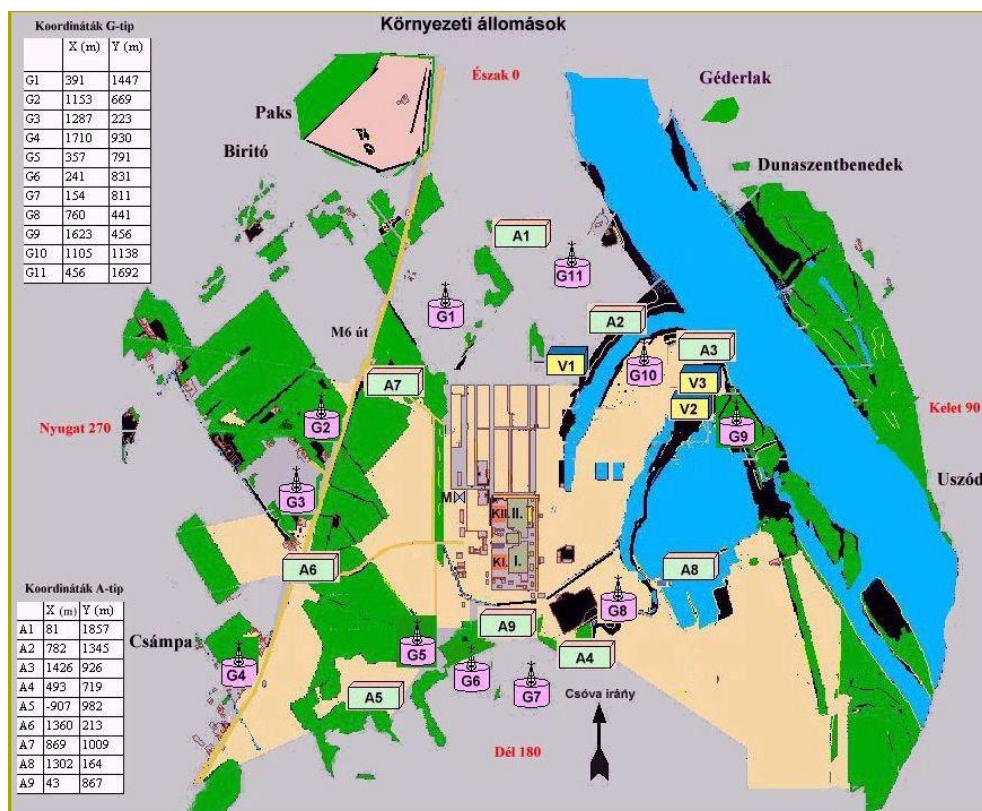
5 Létesítmények környezete

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 2018. évi eredményeit mutatjuk be.

5.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében végzett mérések

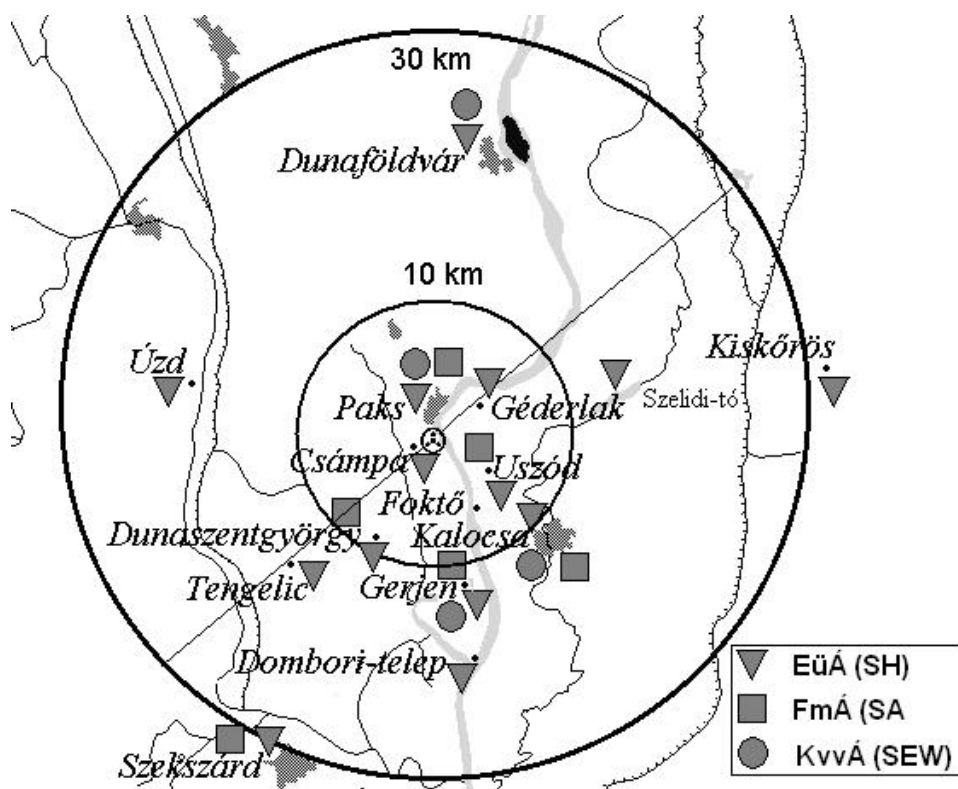
Az atomerőmű környezetében mérhető sugárzási helyzetéről egyrészt az atomerőmű – hatósági felügyelet alatt álló – üzemi monitorozó hálózata, valamint az atomerőmű környezetében végzett hatósági mérések szolgáltatnak információkat.

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



5-1. ábra

Az atomerőmű környezeti elhelyezkedése az üzemi monitorozó hálózattal



5-2. ábra
A hatósági mérési és mintavételi helyek

Az NNK SSFO (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. 2018-ban elvégzett, - a 2017. 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, ⁹⁰Sr 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, 2018-ban több, mint 80 %-át tette ki.

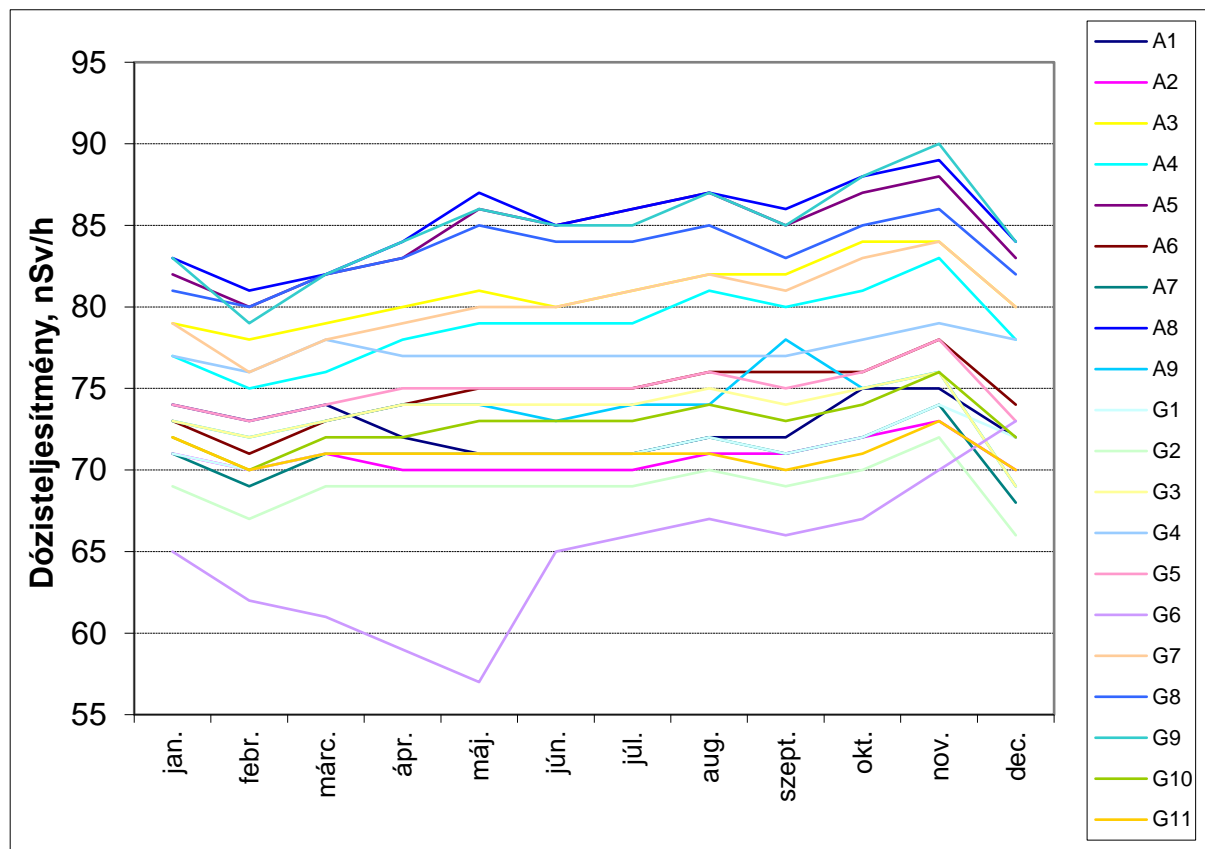
5-1. táblázat
A hatósági meghatározások száma (N) és százalékos megoszlása a fontosabb vizsgálati irányok szerint 2018-ban

Vizsgálati irány	Meghatározások száma (N)	[%]
Összes béta-aktivitás	1200	17
I-131	90	1
HpGe det. gamma-spektrometria	4800	67
Trícium	430	6
Sr-89+Sr-90*	390	5
egyéb vizsgálatok	300	4
összesen:	7200	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 2018-ban

Az 5-3. ábrából látható, hogy az egyes állomások idősorainak változásai jól követik egymást. A dózisteljesítményben megfigyelhető csúcsok, időjárási eseményekhez – légnomás nagymértékű változása, esőzések – kötődnek. 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 NNK SSFO 39 helyszínen méri passzív termolumineszcens dózismérőkkel (TLD) a negyedévi integrált környezeti gamma-sugárzó izotópoktól származó dózist. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldik ki a TL detektorokat postán vagy személyesen cserélik, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza 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 2018. évi eredményei

Település	Dózteljesítmény (nGy/h)			
	1. negyedév	2. negyedév	3. negyedév	4. negyedév
Bátya	69,1	69,5	68,2	77,8
Bogyiszló	75,8	67,3	70,4	84,5
Borsócséplői út	55,9	51,9	52,6	60,4
Csámpa vízmű	52,5	49,5	52,360,0	63,9
Császártöltés	66,7	68,2	69,6	79,7
PAE Déli bekötőút	51,2	49,8	53,2	60,8
Dunaföldvár	55,6	51,8	53,9	62,6
Dunakömlőd	79,6	75,1	78,2	82,7
Dunapataj	66,4	66,7	68,9	74,3
Dunaszentbenedek	60,1	60,4	61,4	74,372,8
Dunaszentgyörgy I.	57,1	56,8	56,9	67,1
Dunaszentgyörgy II.	64,9	62,6	66,9	73,9
Dusnok	67,9	64,1	69,5	74,5
PAE Északi bekötőút	51,9	45,3	46,7	56,1
Fajsz	117,3	69,7	69,9	81,1
Foktó I.	61,1	61,9	66,5	72,8
Foktó II.	72,4	68,7	74,4	78,2
Földespuszta	58,3	55,8	60,8	67,7
Géderlak	66,1	64,7	67,0	71,0
Hajós	69,5	66,2	68,6	76,8
Kalocsa	64,4	60,1	65,2	70,6
Kecel	68,0	-	67,6	81,0
Kiskőrös	48,8	50,0	51,2	60,6
Kölesd	80,0	79,2	81,2	94,1
Löszdomb	47,5	48,060,1	47,9	59,9
Miske	84,4	79,3	80,4	91,1
Nagydorog	76,2	-	-	-
Németkér	74,8	73,1	73,8	78,3
Öregcsertő	68,4	68,1	68,4	81,582,7
Paks	88,6	81,4	83,1	105,2
Simontornya	73,5	67,7	73,6	95,2
Szalmár	65,9	65,3	66,3	75,8
Szekszárd	59,6	59,9	60,0	72,0
Tengelic I.	53,1	52,2	53,5	61,2
Tengelic II.	65,9	69,7	71,8	86,4
Uszód	60,1	61,2	63,0	69,4
Uszód	-	-	81,0	-
Úzd reléállomás	58,0	57,4	61,5	71,8
Zomba	98,8	96,6	98,7	108,4117,3
Vizsgálatok száma	38	36	38	37
Átlagos dózteljesítmény	67,3	63,8	66,4	75,8

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 2018. 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 ^7Be radioizotóp természetes eredetű, koncentrációja jól egyezik más laboratóriumok eredményeivel.

5-3. táblázat
A PA Zrt. környezetében végzett aeroszol mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m^3	Minimum mBq/m^3	Maximum mBq/m^3	Szórás mBq/m^3	N	Kha
Be-7	4,3	0,5	9,4	2,0	468	0
Ru-106	-	-	-	-	468	468
Co-60	-	-	-	-	468	468
Cs-134	-	-	-	-	468	468
Cs-137	-	-	-	-	468	468
I-131	-	-	-	-	468	468

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 $0,14 - 5,4 \text{ mBq}/\text{m}^3$ között változott (5-4. táblázat). A teljes kihullást reprezentáló fall-out mintákban mért összes béta-aktivitás $1,3 - 310 \text{ Bq}/\text{m}^2/\text{hó}$ értékhatárok között volt. A magasabb értékek döntő részben a ^{40}K izotóptól származnak.

5-4. táblázat
A levegőkörnyezetben mért radioaktív koncentrációk (aeroszol) a hatósági mérésekből (EüÁ), mBq/m^3

Meghatározás	Terület *	Átlag min.-max.; esetszám**
Összes béta	ÉNY-i félkör, $R < 10 \text{ km}$	1,2 0,32 - 3,6; 52(28)
Összes béta	ÉNY-i félkör, $R \geq 10 \text{ km}$	1,1 0,69 - 2,0; 52(33)
Összes béta	DK-i félkör, $R \geq 10 \text{ km}$	1,3 0,14 - 5,4; 163(90)
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10 \text{ km}$	3,6 0,5 - 6,1; 45
Cs-134 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10 \text{ km}$	0,00043 0,00015 - 0,0062; 45(45)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10 \text{ km}$	0,00074 0,00067 - 0,0089; 45(45)
I-131 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10 \text{ km}$	0,00055 0,00019 - 0,000744; 45(45)

* 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 - 2018-ban nem volt kimutatható a ^{137}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 ⁷Be. Atomerőművi eredetű radionuklid 2018-ban nem volt kimutatható a fall-out mintákban.(5-5. 5-6. táblázat). A radionuklidtól függő kimutatási határok értéke I-131 izotópra 2,0, míg Cs-134 és Cs-137 izotópokra 0,4 Bq/m²/hó közötti volt.

5-5. táblázat

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

Meghatározás	Terület *	Átlag (Bq/m ² /hó) min.-max.; esetszám
Összes béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	16 6,4 - 30; 11
Összes béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	20 4,4 - 29; 11
Összes béta	DK-i félkör, R≥10 km	41 3,1 - 200; 22
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	61 1,3 - 140; 11(1)
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	59 27 - 160; 11
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	64 0,93 - 220; 22(2)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,11 0,092 - 0,13; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,11 0,092 - 0,13; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,12 0,092 - 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

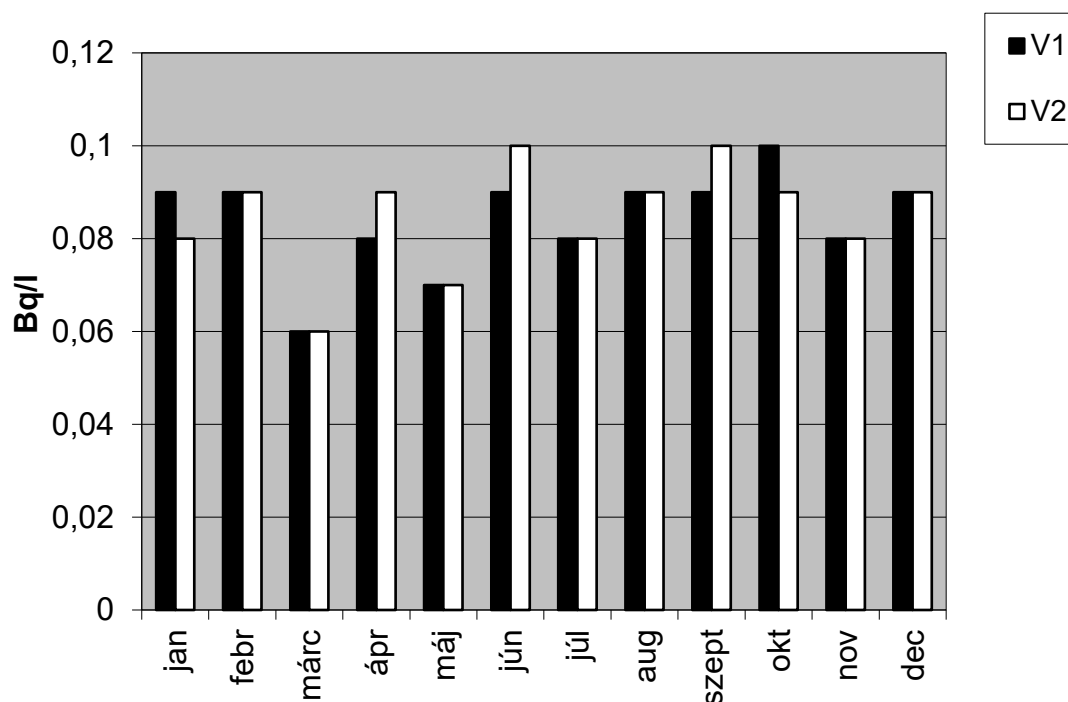
A levegőkörnyezetben mért teljes kihullás aktivitás-koncentrációk jellemző értéktartománya, üzemi mérésekből [13].

Radionuklid	Átlag Bq/m ² /hó	Minimum Bq/m ² /hó	Maximum Bq/m ² /hó	Szórás Bq/m ² /hó	N	Kha
Be-7	79	11	181	52	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 NNK SSFO mérési adatai Paks felszíni vizekre vonatkozóan

Az NNK SSFO a Duna alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vízből Paksnál, illetve a paksi kollégák segítségével az M5 és T24 figyelőkutakból, valamint a V2 melegvízes csatornából. A mintákból havonta összes béta-aktivitás, ^{40}K - és ^3H -koncentráció mérések, illetve negyedévente ^{90}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 $380\text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hamvasztást, a ^{90}Sr -aktivitáskoncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a ^{40}K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A ^{137}Cs aktivitáskoncentrációja minden esetben kimutatási határ alatti volt. A mérési eredményeket a 5-7. táblázat tartalmazza.

5-7. táblázat

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

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha	Egység
Sr-90	Paks	-	0,89	3,3	-	4	0	mBq/l
Sr-90	V2	-	1,9	4,5	-	4	0	mBq/l
H-3	M5	16	7,2	31	8,4	12	0	Bq/l
H-3	T24	12	5,7	20	5,1	12	2	Bq/l
H-3	V2	1,6	0,68	2,8	0,6	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.

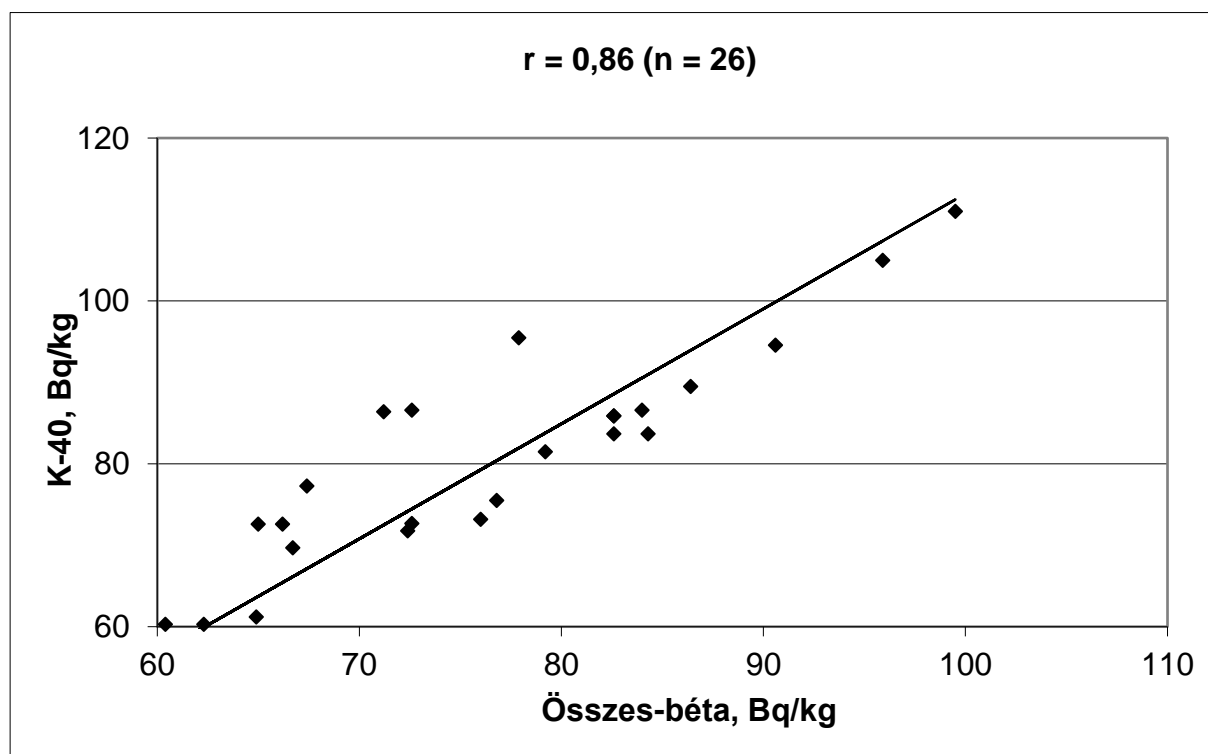
Látható, hogy a mesterséges radionuklidok halakban mért koncentrációi – a szárazföldi tápláléklánc elemeihez hasonlóan – igen kicsik, a minták nagyobb részben kimutatási határ alattiak.

A halakban mért összes béta és ^{40}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}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	-	0,020	0,18	-	26	22
Sr-90	-	-	-	-	26	26
Összes béta	75	45	100	12	26	0



5-6. ábra

Halak összes béta és ^{40}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.

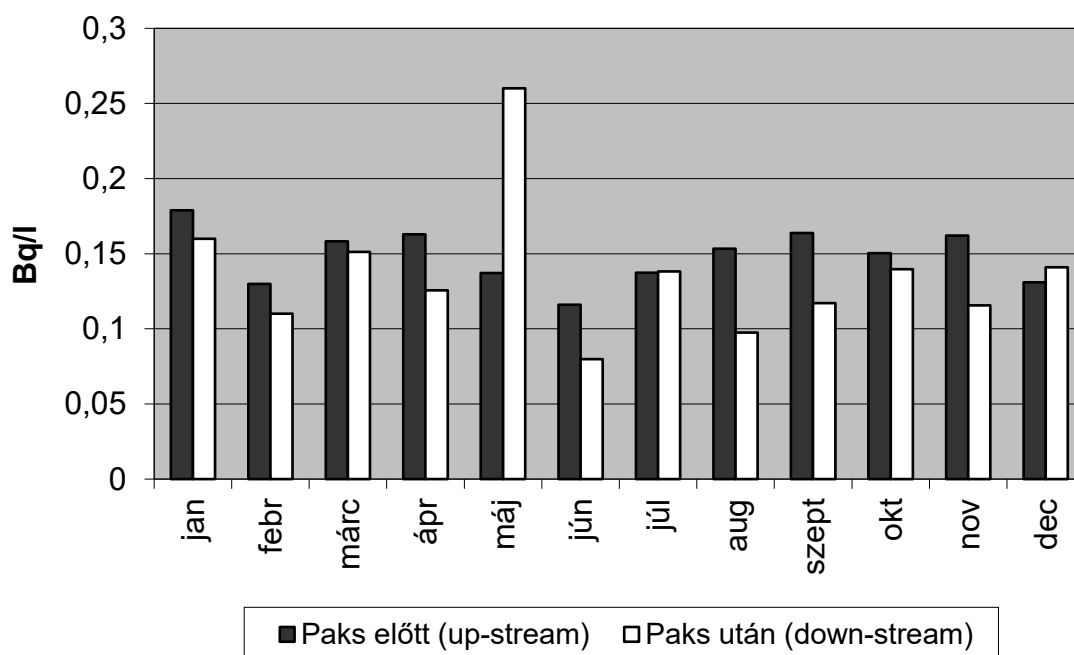
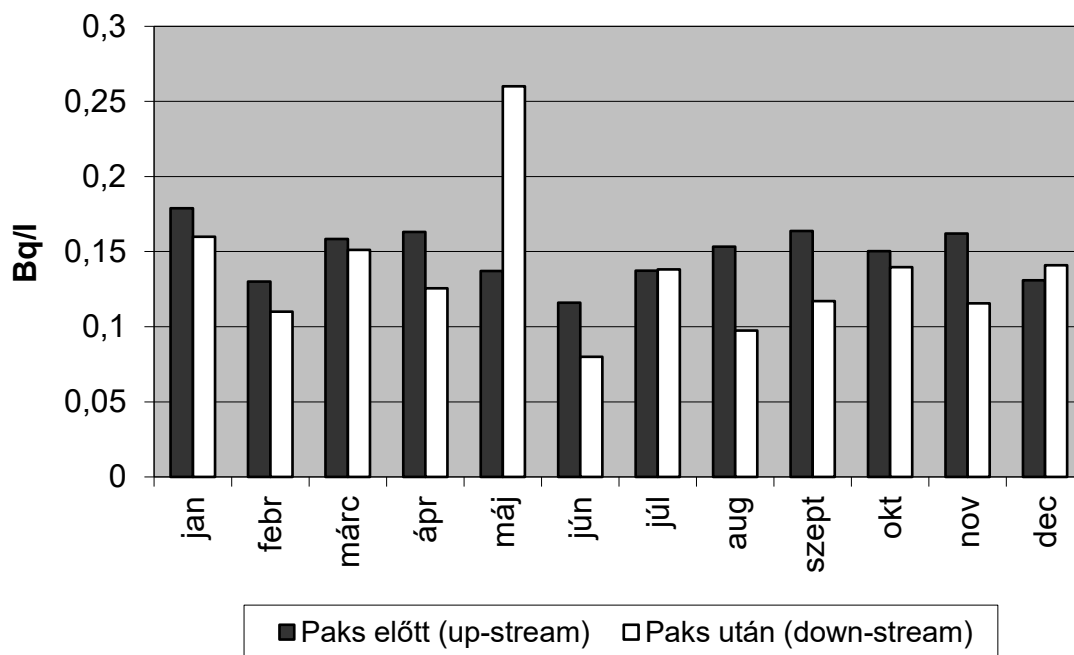
A heti-havi gyakorisággal vett Duna-víz mintákban meghatározott összes béta aktivitáskoncentrációkat a 5-7. ábra, a hetente-havonta mért trícium-koncentráció értékeket pedig a 5-8. ábra szemlélteti a környezetvédelmi és az egészségügyi hatóság mérései alapján. A nagyszámú vízmintából meghatározott összes béta-aktivitások éves átlaga Paks előtt 0,15 Bq/l, Paks után pedig 0,14 Bq/l volt.

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

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

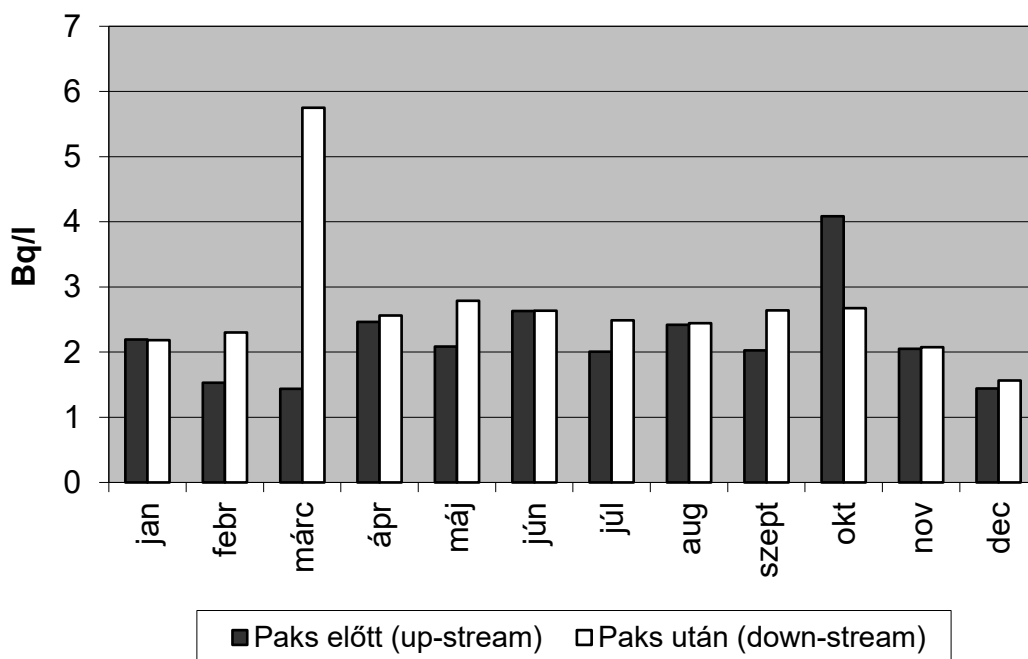
A Duna-vízben egyetlen radionuklid átlagos aktivitás-koncentrációja sem haladja meg lényegesen az alapszint értékeket, és általában a Paks után mért értékek nem magasabbak a Paks előtt mért értékeknél.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a Duna vizében az erőmű utáni szakaszon, erőművi eredetű lényeges radioaktív szennyeződés 2018-ban sem volt kimutatható.



5-7. ábra

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



5-8. ábra

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

5-9. táblázat

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

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám*	alapszint (Bq/l) (1981)
Összes béta	Paks előtt	0,15 0,10 - 0,27; 36	0,2
	Paks után	0,14 0,026 - 1,3; 74	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,0033 0,00024 - 0,0051; 12(9)	
	Paks után	0,0013 0,00012 - 0,0055; 38(35)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,18 0,064 - 0,29; 12(8)	
	Paks után	0,081 0,0015 - 0,29; 38(10)	
H-3	Paks előtt	2,2 0,20 - 5,5; 24(12)	7,00
	Paks után	2,8 1,5 5 - 18; 449(37)	
Sr-90	Paks előtt	0,0073 0,0047 - 0,010; 8(8)	0,005
	Paks után	0,0032 0,00081 - 0,0094; 23(23)	

* 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 0,021 - 0,33 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	0,15 0,12 - 0,17; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,21 0,021 - 0,33; 25
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,0046 0,0042 - 0,048; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0041 0,0010 - 0,050; 9(9)
Sr-90	DK-i félkör, R<10 km	0,023 0,0061 - 0,070; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,016 0,0062 - 0,077; 8(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 470-1100 Bq/kg közötti érték volt (száraz tömegre vonatkoztatva). A ⁹⁰Sr 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 ¹³⁷Cs. Ebben az évben a ¹³⁷Cs koncentráció 0,21 - 38 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	890 670 - 1100; 12	
	Paks után	860 470 - 1100; 60	
Cs-134 (gamma-spekt.)	Paks előtt	0,44 0,041 - 0,94 23(23)	
	Paks után	0,32 0,10 - 0,61 25(25)	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	14 0,42 - 38; 35(15)	10,0
	Paks után	15 0,21 - 33; 83(27)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	430 210 - 660; 35	
	Paks után	450 210- 670; 84	
Sr-90	Paks után	2,2 1,4 - 3,1; 56(56)	2,0

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

Az 5-12. táblázat a hatósági laboratóriumok (EüÁ és KvVÁ) által vizsgált állóvizek szedimentumában meghatározott aktivitás-koncentráció értékeket tartalmazza. A minták szennyezettségét gamma-spektrometriával mérték, a ¹³⁷Cs 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	0,32 0,12 - 0,57; 23(23)
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,56 0,40 - 1,1; 23(23)
K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	240 180 - 270; 23

* 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}Cs koncentrációja 0,25 - 15 Bq/kg, a ^{90}Sr pedig 0,43 - 2,2 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	420 250 - 500; 3
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	460 170 - 680; 7
	DK-i félkör, R<10 km	520 460 - 600; 3
	DK-i félkör, R≥10 km	480 260 - 750; 19
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,33 0,13 - 0,29; 24(24)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,36 0,18 - 0,56; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,42 0,11 - 0,72; 24(24)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	2,2 0,53 - 15; 28(23)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	3,3 0,44 - 11; 20(12)
	DK-i félkör, R<10 km	4,7 2,2 - 10; 3
	DK-i félkör, R≥10 km	2,9 0,25 - 10; 43(22)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	270 210 - 380; 28
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	360 220 - 590; 20400
	DK-i félkör, R<10 km	430 400 - 450; 3410
	DK-i félkör, R≥10 km	400 240 - 510; 43
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,83 - 1,7; 2(2)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	1,6 0,83 - 2,2; 3(3)
	DK-i félkör, R<10 km	1,7; 1(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	1,3 0,43 - 1,9; 10(3)

* 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}Cs aktivitása hasonló volt a korábbi évekhez, 2018-ban 0,030-0,75 Bq/kg között mozgott.

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

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	380 45 - 580460 ; 13
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	370 110 - 710; 16330
	DK-i félkör, R<10 km	410 82 - 820; 19360
	DK-i félkör, R≥10 km	210 14 - 380; 13
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,34 0,030 - 0,74; 13(11)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,27 0,069 - 0,42; 15(15)
	DK-i félkör, R<10 km	0,32 0,053 - 0,75; 21(20)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,27 0,065 - 0,66; 15(15)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	400 43 - 840; 13
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	330 100 - 600; 15(1)
	DK-i félkör, R<10 km	410 81 - 930; 21
	DK-i félkör, R≥10 km	220 3,7 - 460; 15(1)
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	1,1 0,12 - 2,5; 12(2)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,56 0,080 - 2,3; 11(4)
	DK-i félkör, R<10 km	1,4 0,098 - 2,2; 14(2)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,69 0,10 - 2,5; 4

* 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

2018-ban is folytatódott az erőmű 30 km-es körzetéből származó vadontermő és termesztett növények vizsgálata. A mintafajták: legelői fű, csalán, üröm, illetve az emberi fogyasztásra kerülő sóska, paraj, konyhakerti zöldségek. A mintavételi helyek a korábbi évek gyakorlatának megfelelően: Uszód, Foktó, Gerjen, Kalocsa és Dunaszentbenedek.

Az eredményeket Bq/kg egységben az 5-15., az 5-16. és az 5-17. táblázatok foglalják össze. A közreműködő laboratóriumok összes béta és ⁹⁰Sr 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	170 - 260; 2
	DK-i félkör, R<10 km	140 - 150; 2
	DK-i félkör, R≥10 km	200 130 - 310; 6
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,18 - 0,24; 2(2)
	DK-i félkör, R<10 km	0,095 - 0,23; 2(2)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,15 0,096 - 0,24; 8(8)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	150 - 250; 2
	DK-i félkör, R<10 km	130 - 180; 2
	DK-i félkör, R≥10 km	210 130 - 300; 8
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,33 - 0,41; 2(1)
	DK-i félkör, R<10 km	0,17; 1
	DK-i félkör, R≥10 km	0,29 0,15 - 0,41; 4(1)

* 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 el egymástól.

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, $R \geq 10$ km	210 - 370; 2
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	250 140 - 630; 10
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,15 - 1,7; 2(1)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	1,2 0,062 - 6,7; 13(5)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	190 - 200; 2
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	180 45 - 360; 13
Sr-90	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	1,3 - 2,0; 2(1)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,85 0,11 - 2,3; 12(3)

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

5-17. táblázat

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

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes béta	ÉNY-i félkör, $R < 10$ km	160; 1
	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	83 26 - 140; 5
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	110 60 - 170; 5
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R < 10$ km	0,039 - 0,075; 2(2)
	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,038 0,016 - 0,065; 10(9)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,053 0,016 - 0,23; 12(11)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R < 10$ km	76 - 150; 2
	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	90 49 - 150; 10
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	91 45 - 230; 12
Sr-90	ÉNY-i félkör, $R < 10$ km	0,23 - 0,48; 2(1)
	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,036; 1
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,15 0,036 - 0,31; 4(1)

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

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 44-130 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	0,082 0,064 - 0,13; 24
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,072 0,056 - 0,082; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,069 0,044 - 0,13; 24
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0045 0,0040 - 0,0052; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0048 0,0044 - 0,0051; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0045 0,0040 - 0,0054; 8(8)
H-3	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,28 0,20 - 1,2; 12(11)
	DK-i félkör, R≥10 km	1,8 1,2 - 2,7; 12
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0068 0,0055 - 0,0086; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0070 0,0064 - 0,0076; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,012 0,0056 - 0,034; 8(7)

* 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 ¹³⁷Cs értékek legtöbbje kimutatási határral szerepel, így az ebből képzett átlagértékek is felülbecsültek. A minták ¹³⁷Cs koncentrációi a 8-300 mBq/l között voltak. A tejben mérhető összes béta-aktivitás, gyakorlatilag teljes egészében a természetes ⁴⁰K 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	78 40 - 390; 10
	DK-i félkör, R<10 km	49 37 - 93; 33
	DK-i félkör, R≥10 km	52 44 - 57; 26
Cs-134 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,076 0,060 - 0,092; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,075 0,054 - 0,089; 24(24)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,054 0,016 - 0,30; 12(12)
	DK-i félkör, R<10 km	0,052 0,010 - 0,12; 37(37)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,079 0,0080 - 0,12; 34(34)
I-131 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,072 0,047 - 0,096; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,064 0,021 - 0,11; 24(24)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	75 30- 400; 12
	DK-i félkör, R<10 km	47 37 - 71; 37
	DK-i félkör, R≥10 km	45 31 - 62; 34
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,059 0,040 - 0,13; 8(8)
	DK-i félkör, R<10 km	0,042 0,0042 - 0,12; 17(12)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0074 0,0050 - 0,011; 8(2)

* 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)

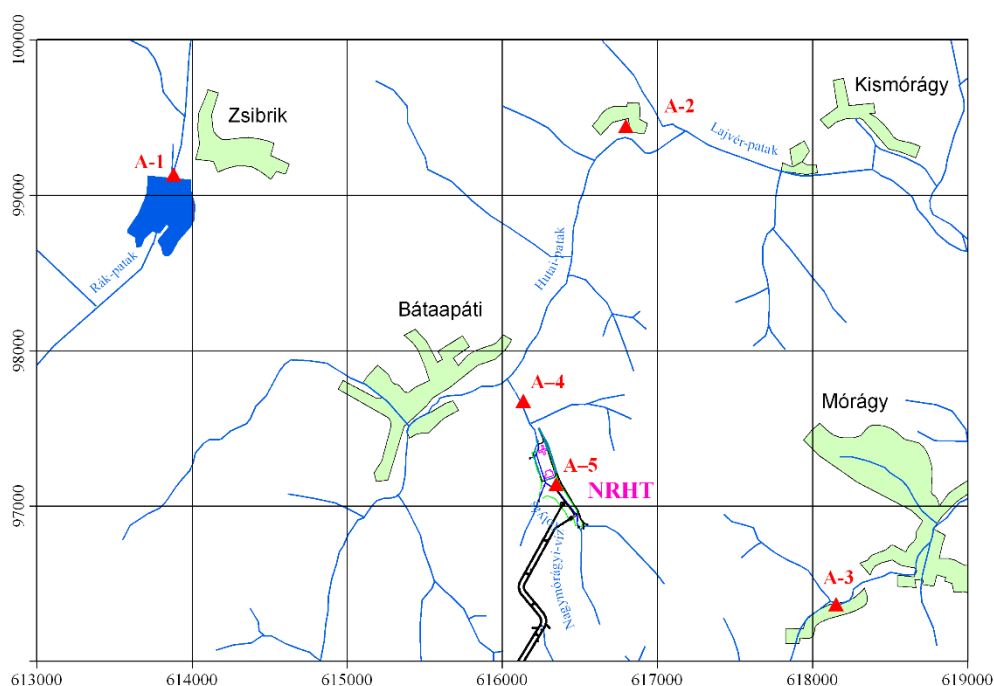
Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Sertés, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,12 0,071 - 0,17; 28(28)
Sertés, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	120 98 - 140; 29
Szarvasmarha, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,13 0,081 - 0,23; 11(7)
Szarvasmarha, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	100 75 - 130; 11
Baromfi, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,13 0,093 - 0,22; 17(17)
Baromfi, K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	160; 1(1)
Baromfi, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	120 99 - 150; 17

* 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.



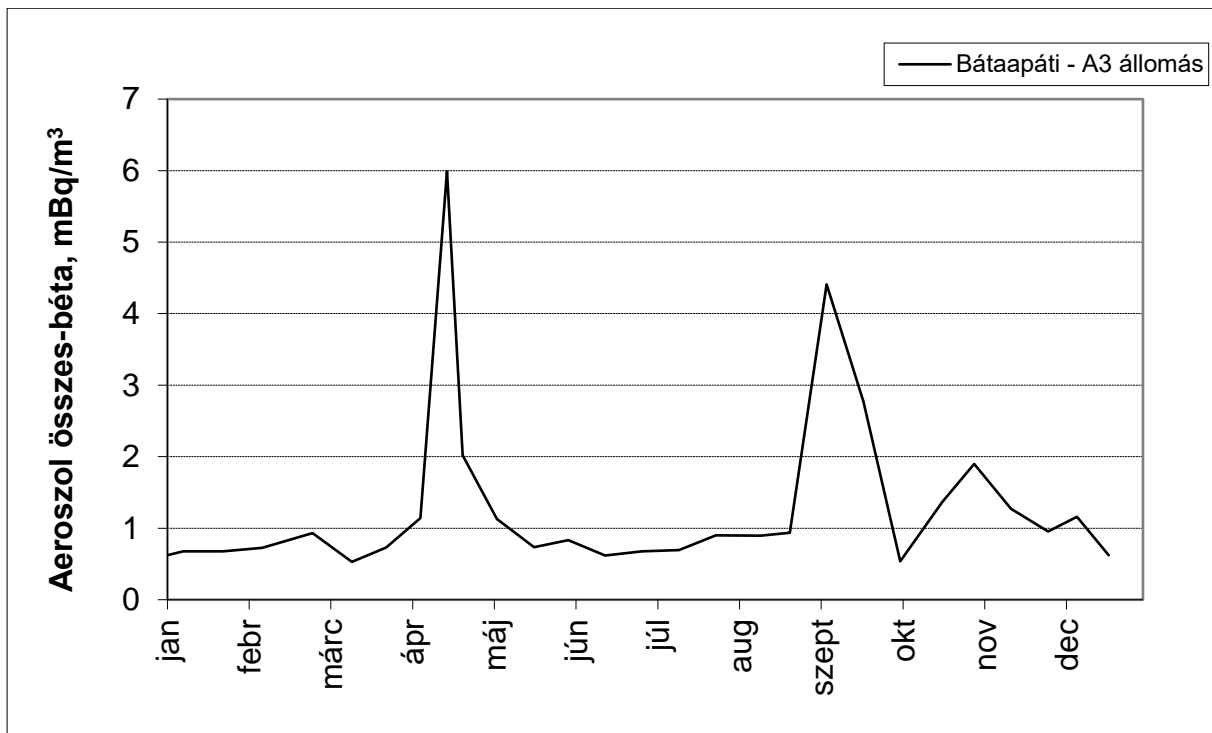
5-9. ábra

A bátaapáti NRHT környezetellenőrző állomásainak helyszínei

Az elhelyezett mintavevők 3 m³/h optimális térfogatárammal működnek. A jellemző mintavételi idő (14 nap) alatt közel 1000 m³ 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/m³ (összes béta-aktivitás), 0,05 mBq/m³ (gamma-spektrometria, ¹³⁷Cs izotóp).

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat, illetve az állomásokon mért adatok közti eltéréseket, az alkalmanként megnövekvő porterhelés indokolja. Ennek oka elsősorban az állomások környezetében folyó emberi tevékenység (közlekedés, mezőgazdasági munka, tűzgyújtás-fűtés), melynek mértéke az állomások telepítési helyére jellemző (az A3 állomás helyezkedik el egyedül településen belül). A kiugró csúcsoktól eltekintve az összes béta aktivitás-koncentrációk jellemzően ~1 mBq/m³ alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



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

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

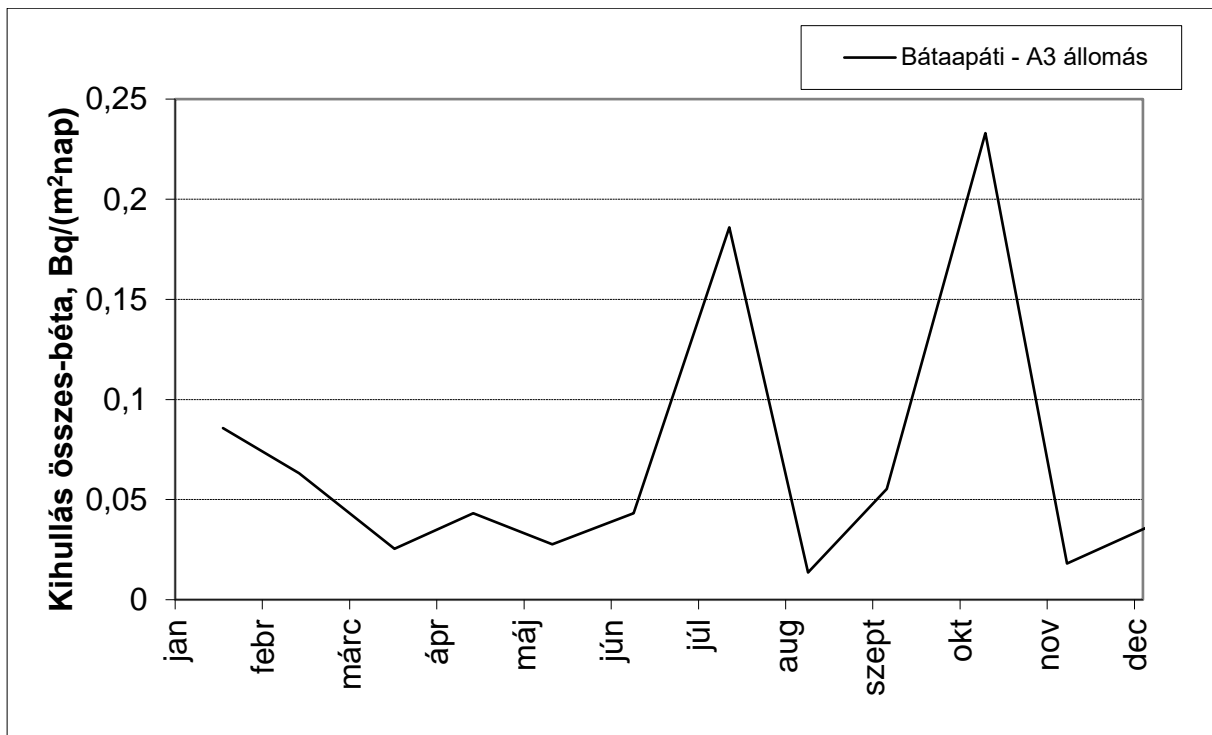
Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kha
Be-7	3,3	0,16	16	2,4	137	1
Co-60	-	-	-	-	130	130
Cs-137	-	-	-	-	137	137
K-40	-	-	-	-	130	130
Összes-béta	1,6	0,14	14	2,3	137	0

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 m², 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/m²/nap (összes béta) és 20 mBq/m²/nap (¹³⁷Cs, 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 Mórág belterületén található.



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 ² nap)	Minimum mBq/(m ² nap)	Maximum mBq/(m ² nap)	Szórás mBq/(m ² nap)	N	Kha
Be-7	330	5,5	1300	220	60	43
Co-60	-	-	-	-	60	60
Cs-137	-	-	-	-	60	60
K-40	1100	-17	2200	740	60	20
Összes-béta	75	2,9	320	83	60	0

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 ¹³⁷Cs 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
Co-60	-	-	-	-	5	5
Cs-137	-	0,71	1,8	-	5	1
K-40	-	160	200	-	5	0
Ra-226	-	-	-	-	5	5
Összes-béta	-	960	1200	-	5	0

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

5-24. táblázat

In-situ mérések eredményei 2018-ban (a ¹³⁷Cs mérések Bq/m²-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Bátaapáti	Ac-228	-	45	50	-	2	0
Bátaapáti	Be-7	-	13	22	-	2	0
Bátaapáti	Bi-214	-	46	50	-	2	0
Bátaapáti	Cs-137	-	220	840	-	3	0
Bátaapáti	K-40	-	500	610	-	3	0
Bátaapáti	Pb-212	-	53	63	-	3	0
Bátaapáti	Pb-214	-	45	59	-	3	0
Bátaapáti	Tl-208	-	18	21	-	3	0
Mórággy	Bi-214	-	-	50	-	1	0
Mórággy	Cs-137	-	-	660	-	1	0
Mórággy	K-40	-	-	750	-	1	0
Mórággy	Pb-214	-	-	50	-	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 ¹³⁷Cs 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
Co-60	-	-	-	-	5	5
Cs-137	-	-	-	-	5	5
K-40	-	1,4	1,7	-	5	0
Ra-226	-	-	0,30	-	5	4
Összes-béta	-	0,028	0,056	-	5	0

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 pitypangot (*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 (¹³⁷Cs, 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	-	-	290	-	10	9
Co-60	-	-	-	-	10	10
Cs-137	-	-	-	-	10	10
K-40	1400	1100	1800	230	10	0
Ra-226	-	32	56	-	10	8
Sr-90	-	0,063	0,21	-	3	0
Összes-béta	2200	1400	2900	530	10	0

5.3 A püspökszilágyi RHFT környezetellenőrzési mérési adatai

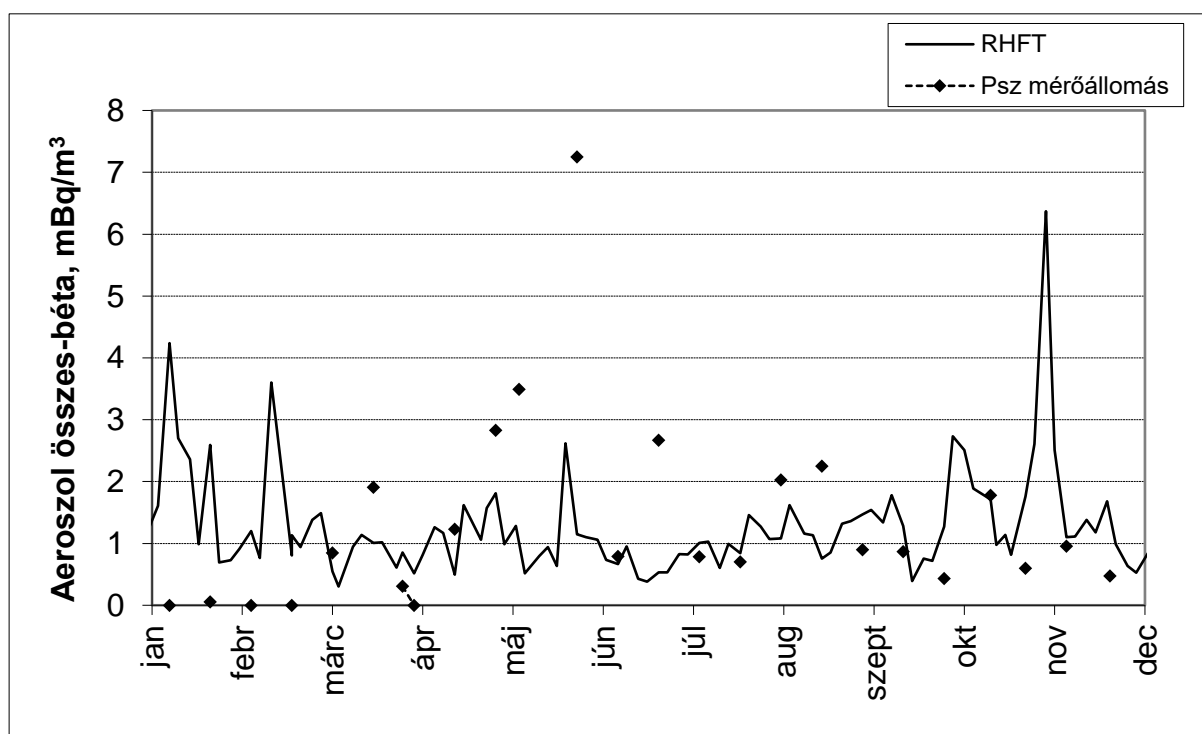
5.3.1 Az RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok

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

A telephelyen és Püspökszilágyon mérhető aeroszol összes béta aktivitások az 1976-os nullszintekhez ($4,8\text{E-}03 \text{ Bq}/\text{m}^3$ illetve $2,9\text{E-}02 \text{ Bq}/\text{m}^3$) hasonlóan alakultak. A két mintavételi helyen mérhető éves átlagos aeroszol aktivitáskoncentráció $1,37\text{E-}03 \text{ Bq}/\text{m}^3$ alatt maradt. A maximális érték az RHFT területén $6,37\text{E-}03 \text{ Bq}/\text{m}^3$, Püspökszilágyon $7,25\text{E-}03 \text{ Bq}/\text{m}^3$ volt 2018-ban. Az 5-12 ábrán látható, az év során jelentkező kisebb ingadozások az alkalmanként megnövekvő portterhelésnek köszönhetők, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység, illetve a környező falvakban történő tűzgyújtás, fűtés miatti megnövekedett aeroszol koncentráció. Az összes béta aktivitás-koncentrációk jellemzően $3 \text{ mBq}/\text{m}^3$ 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

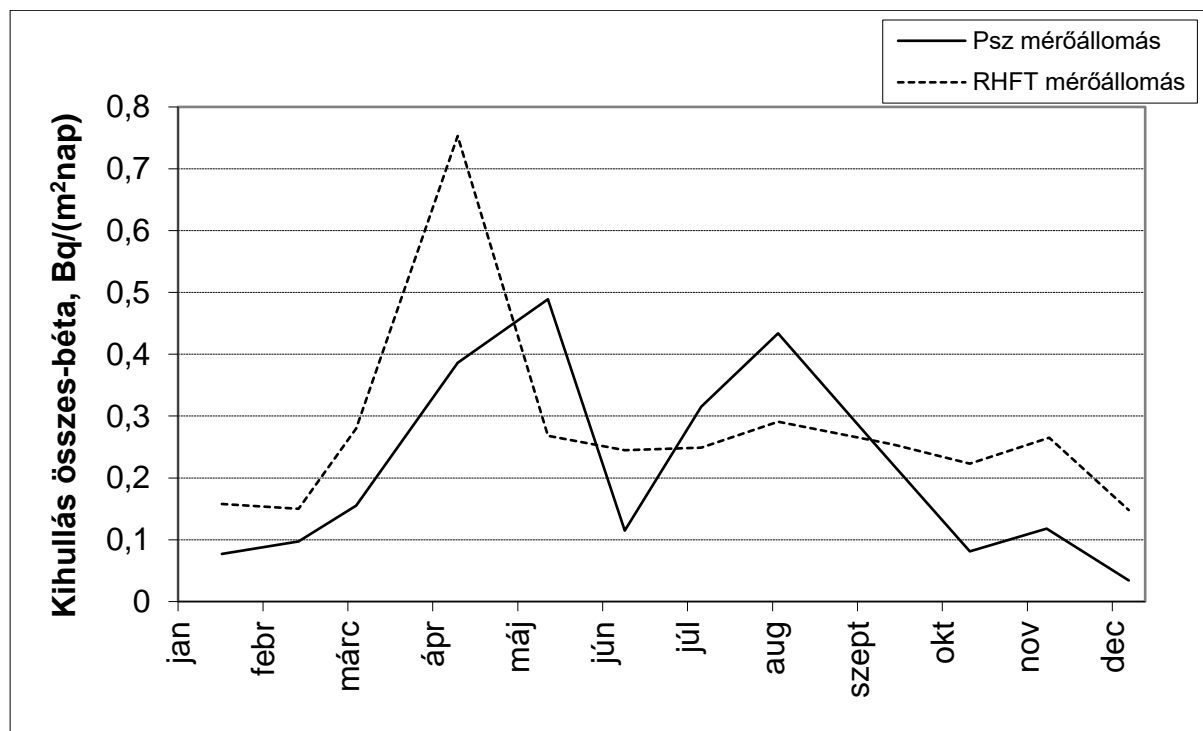
Meghatározás	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kha
Be-7	4,0	0,31	7,8	1,9	98	3
Cs-137	-	-	-	-	128	128
K-40	-	-	-	-	9	9
Ra-226	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	1,3	0,0	7,3	1,0	130	5

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 üritett csapadékgyűjtő edények. A mintagyűjtő aktív felülete 0,2m², 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/m²/nap (összes béta) és 30 mBq/m²/nap (¹³⁷Cs, gamma-spektrometria).

A kihullásban mért összes béta-aktivitás időbeli 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 ² nap)	Minimum mBq/(m ² nap)	Maximum mBq/(m ² nap)	Szórás mBq/(m ² nap)	N	Kha
Be-7	1200	80	4700	1000	22	2
Cs-137	-	9,2	17	-	23	21
K-40	390	240	630	98	13	2
Ra-226	-	-	150	-	3	2
Összes-béta	250	34	750	160	23	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 ¹³⁷Cs izotópra).

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

5-29. táblázat
A püspökszilágyi RHFT környezetében vett talajminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Be-7	-	7,2	6800	-	5	2
Cs-137	5,2	0,37	17	4,0	27	2
K-40	400	230	520	60	27	0
Ra-226	53	22	83	17	26	0
Sr-90	-	0,30	4,2	-	12	4
Összes-béta	510	260	620	76	27	0

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

A talajminták γ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm³ 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 ⁹⁰Sr aktivitás-koncentráció is meghatározásra kerül.

5-30. táblázat

A püspökszilágyi RHFT létesítményeinek környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja 2018-ban (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Cs-137	-	5,7	9,2	-	3	0
Kisnémedi	K-40	-	450	540	-	3	0
Kisnémedi	Sr-90	-	0,92	1,1	-	2	0
Kisnémedi	Összes-béta	-	690	780	-	3	0
Püspökszilágy	Cs-137	-	8,4	26	-	6	0
Püspökszilágy	K-40	-	520	590	-	6	0
Püspökszilágy	Sr-90	-	1,2	2,1	-	3	0
Püspökszilágy	Összes-béta	-	720	820	-	6	0

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

5-31. táblázat

In-situ mérések eredményei 2018-ban (a ^{137}Cs mérések Bq/m²-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Bi-214	-	-	36	-	1	0
Kisnémedi	Cd-137	-	510	1200	-	2	0
Kisnémedi	K-40	-	500	570	-	2	0
Kisnémedi	Pb-212	-	48	51	-	2	0
Kisnémedi	Pb-214	-	41	43	-	2	0
Püspökszilágy	Bi-214	-	35	36	-	2	0
Püspökszilágy	Cd-137	-	180	2100	-	4	0
Püspökszilágy	K-40	-	520	580	-	4	0
Püspökszilágy	Pb-212	-	48	53	-	4	0
Püspökszilágy	Pb-214	-	39	48	-	4	0

5.3.4 Az RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei

A felszíni vizeket 7 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 jellemző kimutatási határa 10 mBq/l. A gamma-spektrometriai méréshez szintén 10 liter vizet párolnak be, és a teljes bepárolt mennyiséget elemzik. A mérés jellemző kimutatási határa 1-2 mBq/l (a ^{137}Cs radionuklidra).

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

5-32. táblázat

A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett felszíni víz mérési eredményeinek éves jellemzői

Radionuklid	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	-	-	-	-	9	9
K-40	-	0,25	0,46	-	8	0
Ra-226	-	-	-	-	4	4
Összes béta	-	0,11	0,35	-	9	0

5.3.5 Az RHFT környezetében mért növényzet adatok

A növényzetet a telephely környezetében 17 ponton félévente, illetve évente mintázzák. (A növényzet fogalma általános esetben fűféléket jelent, némely esetben gombát.) A mintát szárítószekrényben 105°C-on 24 órán át szárítják, majd aprítógéppel 3 mm-es darabokra darálják és homogenizálják, ezt követően 300°C-on elhamvasztják. Jellemző kimutatási határok: 40 Bq/kg (összes béta-aktivitás); és 0,5 Bq/kg (¹³⁷Cs, 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
Be-7	110	30	420	79	24	0
Cs-137	-	0,059	0,93	-	25	22
K-40	590	130	1100	270	25	0
Ra-226	-	-	-	-	3	3
Sr-90	-	0,10	0,51	-	10	8
Összes-béta	580	200	980	240	25	0

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

5-34. táblázat

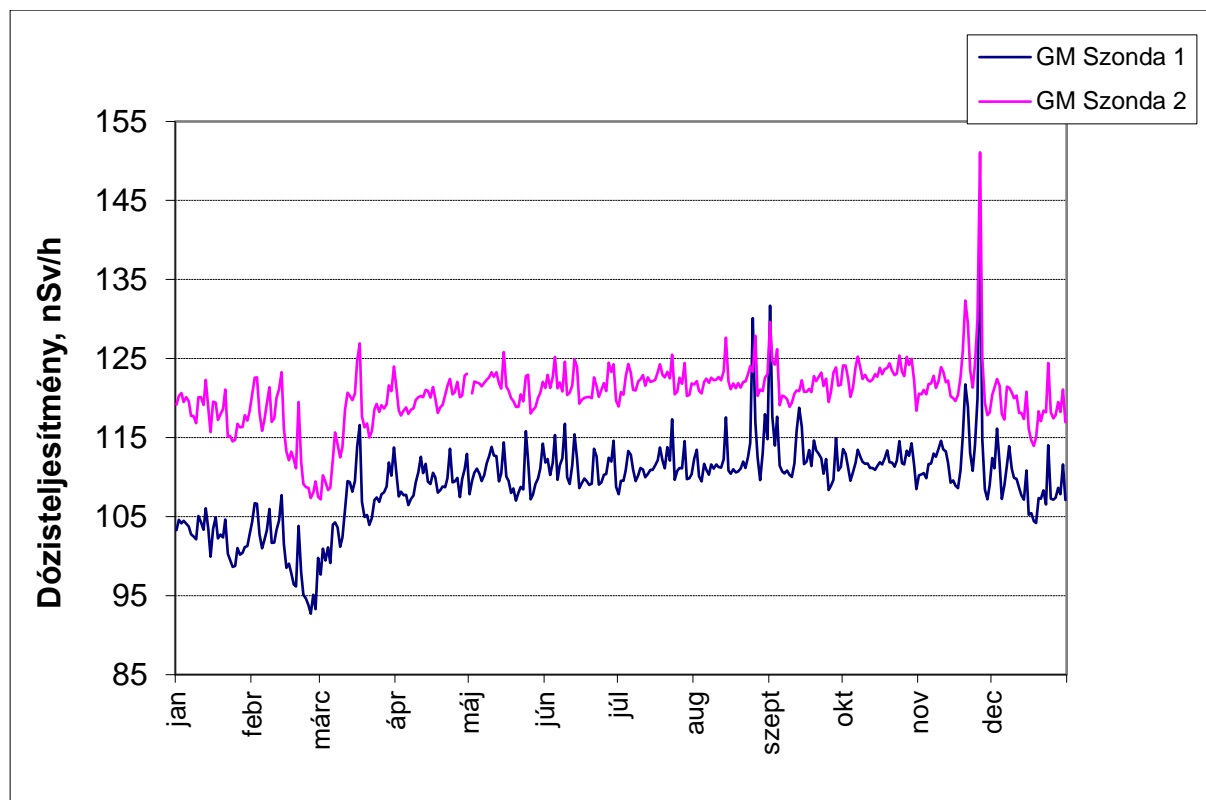
A püspökszilágyi RHFT létesítményeinek környezetéből származó növényminták aktivitás-koncentrációja 2018-ban (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Cs-137	-	-	0,042	-	1	1
Kisnémedi	K-40	-	-	150	-	1	0
Kisnémedi	Sr-90	-	-	0,077	-	1	0
Kisnémedi	Összes-alfa	-	-	1,8	-	1	1
Kisnémedi	Összes-béta	-	-	160	-	1	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 dózisteljesítmény-szintjét (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 2018-ban két „környezeti” elhelyezésű állomáson

A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 GM-csővet tartalmaznak: egy nagy érzékenységgűt (10 nGy/h – 1 mGy/h) a normális, és egy kis érzékenységgűt (0,10 mGy/h – 10 Gy/h) a baleseti szintekre. Az 5-14 ábrán két olyan mérőállomás adatai láthatók, amelyek a sugárforrásokot 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 KFKI telephelyen 4 mérőállomáson történik napi aeroszolos mintavételezés, ahol az átszívott levegő mennyisége általában 100 m³/nap körül van. Az összes béta-mérésre szánt minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. A mintavételt és mérést jellemző összes béta aktivitás-koncentráció szokásos kimutatási határa 0,1 mBq/m³.

Az egyik környezetellenőrző állomáson nagy légforgalmú mintavevővel is történik aeroszol mintavételezés. Az itt átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke 5000 m³/hét. A minták nuklidspecifikus mérései HPGe detektorok segítségével történnek. A mérések szokásos kimutatási határa a nagytérfogatú minták esetén ¹²⁵I izotópra 0,1 mBq/m³ (aeroszol és elemi-jód) ill. 0,5 mBq/m³ (szerves jód); ¹³¹I izotópra pedig 0,1 mBq/m³ mind a három formára. A kis térfogatú minták esetén 0,15-2 mBq/m³ közötti a jód-izotóptól, ill. a szűrő/adszorbens típusától függően a kimutatási határ.

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

5-35. táblázat

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

Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kh alatt
⁷ Be	2,8	0,26	11,8	2,0	67	91
⁶⁰ Co			< 0,02			158
¹³⁷ Cs			< 0,02			158
¹²⁵ I	2,5	0,33	26	2,5	60	140
¹³¹ I	2,7	0,11	24	2,7	32	183
⁴⁰ K	1,4	0,11	9,1	2,3	62	96
Összes béta akt.	1,2	0,1	11	0,8	932	1

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

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 heti mintákat a telephely 6. környezeti mintavevő állomásán, a havi mintákat a telephely 1., 2. és 5. sz. állomásain gyűjtik, utóbbiak mintáit a mérésekhez egyesítik. A mintavevő-edények felülete 0,2 m². A mintákkal gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A mérések során legtöbbször csak természetes eredetű ⁷Be és ⁴⁰K izotópokat, illetve néhány alkalommal a telephelyi laboratóriumokban mért, illetve készített sugárforrásokhoz köthető ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs és ⁵⁷Co izotópokat, valamint az Izotóp Intézet Kft. normál üzemi tevékenységével kapcsolatos ¹²⁵I és ¹³¹I izotópot találtak (5-36/a-b. táblázat).

5-36/a. táblázat

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

	Átlag Bq/m ² /hét	Minimum Bq/m ² /hét	Maximum Bq/m ² /hét	Szórás Bq/m ² /hét	N	Kha
⁷ Be	30	10	113	21	41	11
⁶⁰ Co	2,6	2,0	3,2	0,8	2	50
⁵⁷ Co	1,0	1,0	1,0	0,2*	1	51
¹²⁵ I	1,8	0,4	5,9	1,3	27	25
¹³¹ I	1,5	1,3	1,7	0,2	3	49
¹³⁷ Cs	0,81	0,66	0,89	0,2	3	49
⁴⁰ K	22	9	45	11	21	31

* Ahol 1 db mérési eredmény szerepel, ott a mérés saját bizonytalanságát jeleztük a szórás oszlopban.

5-36/b. táblázat

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

Radionuklid	Átlag Bq/m ² /hó	Minimum Bq/m ² /hó	Maximum Bq/m ² /hó	Szórás Bq/m ² /hó	N	Kha
⁷ Be	91	26	178	54	12	-
⁶⁰ Co	1,9	1,9	1,9	0,4*	1	11
⁵⁷ Co	1,6	1,6	1,6	0,3*	1	11
¹²⁵ I	3,1	0,4	5,8	3,8	2	10
¹³¹ I	4,6	4,6	4,6	0,8*	1	11
¹³⁷ Cs	0,23	0,23	0,23	0,05*	1	11
⁴⁰ K	26	3	101	35	7	5

* Ahol 1 db mérési eredmény szerepel, ott a mérés saját bizonytalanságát jeleztük a szórás oszlopban.

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

5.4.4 A KFKI telephely területén mért talajmérési eredmények

A KFKI telephely területén az MTA KVSz 2018-ban egy alkalommal vett párhuzamosan két talajmintát, amiben a természetes eredetű izotóptól eltekintve ⁶⁰Co és ¹³⁷Cs is kimutatásra került. A mintavételezés a talaj felső 0-5 cm-es rétegéből történt.

Az adatokat az 5-37. táblázatban mutatjuk be.

5-37. táblázat

A KFKI telephelyen végzett talaj mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
¹³⁷ Cs	23	13	33	10	2	0
⁶⁰ Co			0,8	0,3*	1	1
⁴⁰ K	357	302	415	50	2	0

* Ahol 1 db mérési eredmény szerepel, ott a mérés saját bizonytalanságát jeleztük a szórás oszlopban.

A NÉBIH laboratóriumi végeztek talajméréseket is a KFKI térségében, melyek eredményeit az 5-38. táblázatban mutatjuk be.

5-38. táblázat
A KFKI környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja 2018-ban (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Budapest	Cs-137	-	5,1	34	-	3	0
Budapest	K-40	-	350	360	-	3	0
Budapest	Sr-90	-	0,59	3,6	-	2	0
Budapest	Összes-béta	-	490	650	-	3	0

5.4.5 A KFKI telephely területén mért növényzet adatok

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

5-39. táblázat
A KFKI telephelyen végzett fű- és mohaminta mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
⁷ Be	144	74	197	40	3	1
¹²⁵ I			11	2*	1	3
¹³⁷ Cs	23	21	26	4	2	2
⁴⁰ K	306	168	498	45	4	0

* Ahol 1 db mérési eredmény szerepel, ott a mérés saját bizonytalanságát jeleztük a szórás oszlopban.

Megjegyzendő, hogy ¹³⁷Cs-t – az előzetes várakozásnak megfelelően – csak a mohamintákból mutattunk ki.

A NÉBIH laboratóriumi végeztek növény minta méréseket is a KFKI térségében, melyek eredményeit az 5-40. táblázatban mutatjuk be.

5-40. táblázat
A KFKI környezetéből származó növény minták aktivitás-koncentrációja 2018-ban (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Budapest	¹³⁷ Cs	-	0,018	0,019	-	2	2
Budapest	⁴⁰ K	-	46	52	-	2	0
Budapest	összes alfa	-	0,36	0,44	-	2	2
Budapest	összes béta	-	37	46	-	2	0

5.5 A BME NTI Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai

A BME NTI OR környékén 2018. év során elvégzett környezetellenőrző vizsgálatok – Duna-víz és kihullás összes béta, valamint talaj- és növényminták nuklid-specifikus kiértékelésének – eredményeit az 5-41 – 5-46. táblázatok muttadják be.

A 2018. évi környezetellenőrző mérések eredményei lényegében megfelelnek az elmúlt években mért értékeknek.

5-41. táblázat

A 2018. évi Duna-víz minták aktivitás-koncentrációja havi átlagban (kéthetente végzett mintavétel alapján)

	Összesbéta aktivitás (Bq/m ³)	Összesgamma aktivitás (Bq/m ³)
Január	8,51E+02	9,04E+03
Február	<2,84E+03	1,07E+04
Március	<1,96E+03	7,67E+03
Április	8,05E+02	6,53E+03
Május	<1,33E+03	5,95E+03
Június	8,19E+02	6,37E+03
Július	9,03E+02	8,70E+03
Augusztus	6,92E+02	4,84E+03
Szeptember	<1,07E+03	1,11E+04
Október	<1,27E+03	7,68E+03
November	6,21E+02	1,33E+04
December	9,02E+02	1,41E+04

5-42. táblázat

A 2018. évi fall-out (kihullás) összes béta aktivitás-koncentrációja (havi egy mintavétel alapján)

Hónap	Összesbéta aktivitáskoncentráció (Bq/m ²)
január	<2,06
február	2,50
március	<1,38
április	2,36
május	9,74
június	3,34
július	2,74
augusztus	11,37
szeptember	15,05
október	18,09
november	3,39
december	5,27

5-43. táblázat

A 2018. évi tavaszi fűminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás koncentráció (Bq/g)
K-40	1,09
Tórium sor	4,77E-03
Urán sor	8,40E-03
Co-60	<2,66E-03
Cs-137	1,28E-03
Cs-134	<4,05E-03
I-131	<2,68E-03

5-44. táblázat

A 2018. évi tavaszi talajminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás-koncentráció (Bq/g)
K-40	0,36
Tórium sor	2,64E-02
Urán sor	3,52E-02
Co-60	<2,23E-04
Cs-137	1,74E-02
Cs-134	<1,32E-03
I-131	<2,29E-04

5-45. táblázat

A 2018. évi őszi fűminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás-koncentráció (Bq/g)
K-40	1,25
Tórium sor	6,32E-03
Urán sor	7,27E-02
Co-60	<3,61E-03
Cs-137	<1,22E-03
Cs-134	<5,44E-03
I-131	<3,60E-03

5-46. táblázat

A 2018. évi őszi talajminta

Vizsgált nuklid	Aktivitás-koncentráció (Bq/g)
K-40	0,39
Tórium sor	3,04E-02
Urán sor	5,18E-02
Co-60	<3,60E-04
Cs-137	1,28E-02
Cs-134	<2,16E-03
I-131	<3,53E-04

6 Országhatáron túli hatások

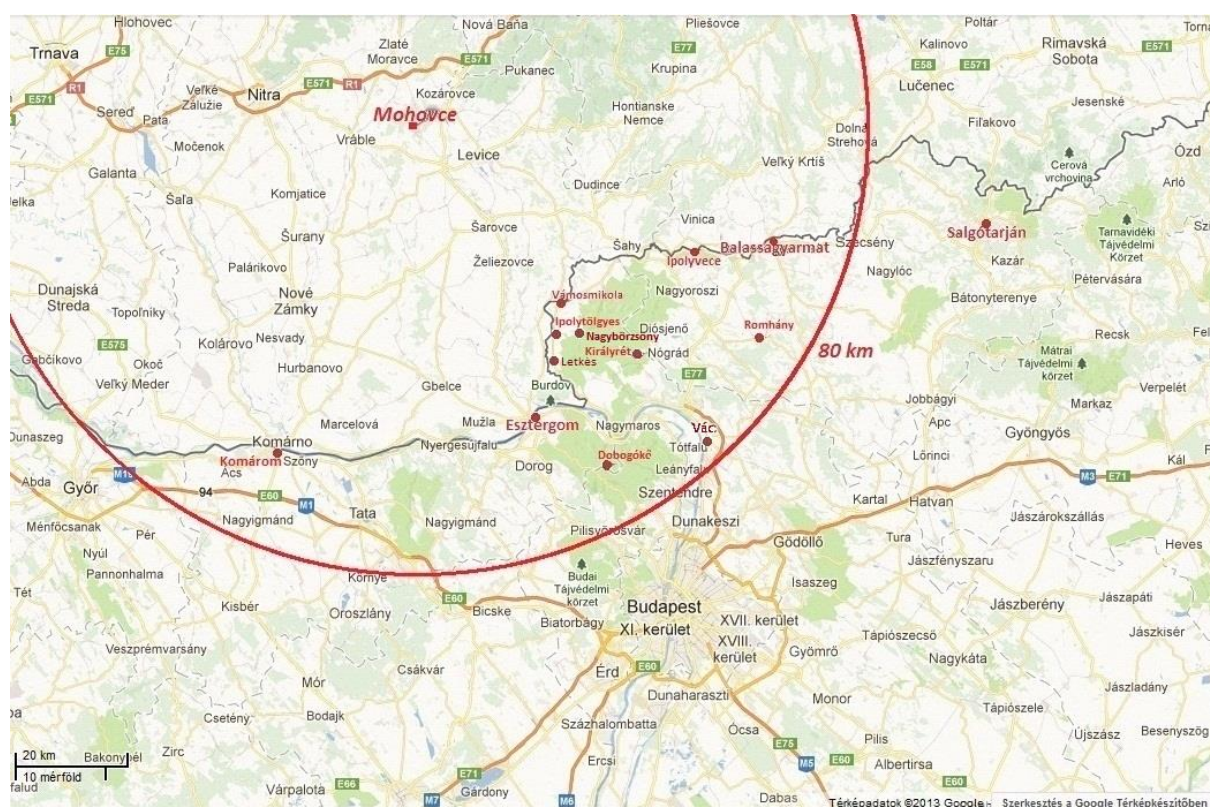
6.1 A Mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények

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

A Mohi atomerőmű hazai környezetének ellenőrzéseként az NNK SSFO in-situ gamma-spektrometriai és dózisteljesítmény méréseket is végez a határ közelében, 8 mérési helyszínen évente kétszer. A mérési helyszíneket a 6-1. ábra és a 6-2. táblázat mutatja be. A ^{232}Th -sorra, az ^{238}U -sorra, valamint a ^{40}K -re vonatkozó adatokat csak a teljesség kedvéért tüntettük fel, ezeket a Mohi atomerőmű működése nem befolyásolja. A ^{137}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 2018-ban (a Cs-137 mérések kBq/m²-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Ac-228	33	19	43	5,9	20	0
Be-7	10	7,8	14	3,2	3	0
Bi-214	33	21	51	7,6	20	0
Cs-137	1,4	0,50	3,0	0,7	26	0
K-40	469	303	587	73	24	0
Pb-212	45	31	57	7,8	10	0
Pb-214	34	20	50	7,1	26	0
Tl-208	32	11	45	5,4	18	0

A gamma-dózisteljesítményt az NNK-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
2018. évi dózisteljesítmény mérések eredményei

Település	Dózisteljesítmény, 1. félév (nSv/h)	Dózisteljesítmény, 2. félév (nSv/h)
Komárom	90	95
Esztergom	96	101
Dobogókő	85	89
Királyrét	100	96
Vámosmikola	100	107
Romhány	104	103
Balassagyarmat	90	101
Tardos	113	109

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

Az NNK SSFO három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece és Balassagyarmat) vesz fall-out mintát havi rendszerességgel márciustól novemberig (a téli hónapokban nem). A mintavevő edények felülete 0,2 m². Ezekon a mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A gamma-spektrometriai mérésekkel csak a természetes eredetű ⁷Be, ⁴⁰K és ²¹⁰Pb izotópokat tudták kimutatni, a mesterséges eredetű ¹³⁷Cs izotóp aktivitás-koncentrációja hat minta kivételével kimutatási határ, 0,13 – 0,63 Bq/(m²·30 nap) alatti volt. A detektált ¹³⁷Cs felületi aktivitások 0,07 és 0,21 Bq/(m²·30 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 2018-ban Bq/(m²·30 nap)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Be-7	102,9	30,3	233	58,0	24	0
Cs-137	-	0,23	0,23	-	22	21
K-40	52,8	2,0	95,7	44,6	23	17
Pb-210	17,1	7,5	25,0	6,4	23	11
Összes béta	19,1	5,3	36,1	8,3	24	0

6.1.3 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) talaját mintázza félévente. A mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm³ 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 γ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm³ 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 ⁹⁰Sr 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 2018-ban (Bq/kg)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	6	6
Cs-137	11	4,2	29	5,5	22	0
K-40	452	301	583	66	22	0
Sr-90	-	-	-		11	0
Összes béta	638	480	764	91	22	0

6.1.4 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) vesz fűmintákat félévente, a talajmintákkal egyidejűleg. Ezeken a mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A mintaelőkészítés szárítást, száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-éből, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az NNK SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri, hasonlóképpen mint a talajmintákat. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket. A fű minták γ -spektrum analízisét a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-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 ⁹⁰Sr 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 2018-ban (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	6	6
Cs-137	0,33	0,032	1,9	0,21	32	14
K-40	470	140	1400	220	32	0
Sr-90	1,0	0,20	2,8	0,71	26	0
Összes alfa	13	1,7	59	13	26	2
Összes béta	460	160	1300	200	32	0

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

Az NNK SSFO három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom és Komárom) piacán vesz zöldség- és gyümölcsmintákat évente egyszer (összel). 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 cm³-éből, az összes béta aktivitás-koncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az NNK SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A ¹³⁷Cs koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb. 0,25 Bq/kg) alatt maradt, az összes béta aktivitás-koncentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű ⁴⁰K izotóptól származtak.

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeznek méréseket. A γ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-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 gyökérezőségekből, - kémiai elválasztás után - a ⁹⁰Sr 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 2018-ban (Bq/kg) csak NNK!

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	6	6
Cs-137	0,031	0,019	0,14	0,026	17	15
K-40	110	29	250	78	17	0
Sr-90	0,23	0,013	1,1	0,37	11	1
Összes alfa	2,1	0,26	11	3,1	11	5
Összes béta	100	31	270	76	17	0

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

Az NNK 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}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}K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az összes béta-aktivitás méréseket az NNK SSFO az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A mérési eredményeket a 6-7. táblázat tartalmazza.

6-7. táblázat

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

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	-	69	0,91	-	6	0
K-40	-	69	240	-	6	0
Összes béta	-	90	270	-	6	0

Az NNK 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 cm^3 térfogaton) végzik, 40000 s mérési idővel. A ^{137}Cs aktivitás-koncentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 6-8. táblázat tartalmazza.

6-8. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták

^{137}Cs koncentrációja (Bq/kg)

Település	1. félév	2. félév
Kemence	$2,76 \pm 0,22$	$4,81 \pm 0,19$
Letkés	$6,49 \pm 0,17$	$9,87 \pm 0,19$
Nagybörzsöny	$4,49 \pm 0,18$	$5,65 \pm 0,17$

6.1.7 A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei

Az NNK SSFO három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom és Vác) vesz ivóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta aktivitáskonzentrációját, valamint a trícium és ^{40}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}K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az NNK SSFO ezen ivóvíz minták összes béta-aktivitás mérését, a korábbiakban már bemutatott mérőműszerrel végzi el.

A mérési eredményeket a 6-9. táblázat tartalmazza.

6-9. táblázat
A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó ivóvízminták aktivitáskonzentrációja (Bq/l)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	-	0,53	1,1	-	6	0
K-40	-	72	94	-	6	0
Összes béta	-	94	150	-	6	0

7 Kibocsátási eredmények

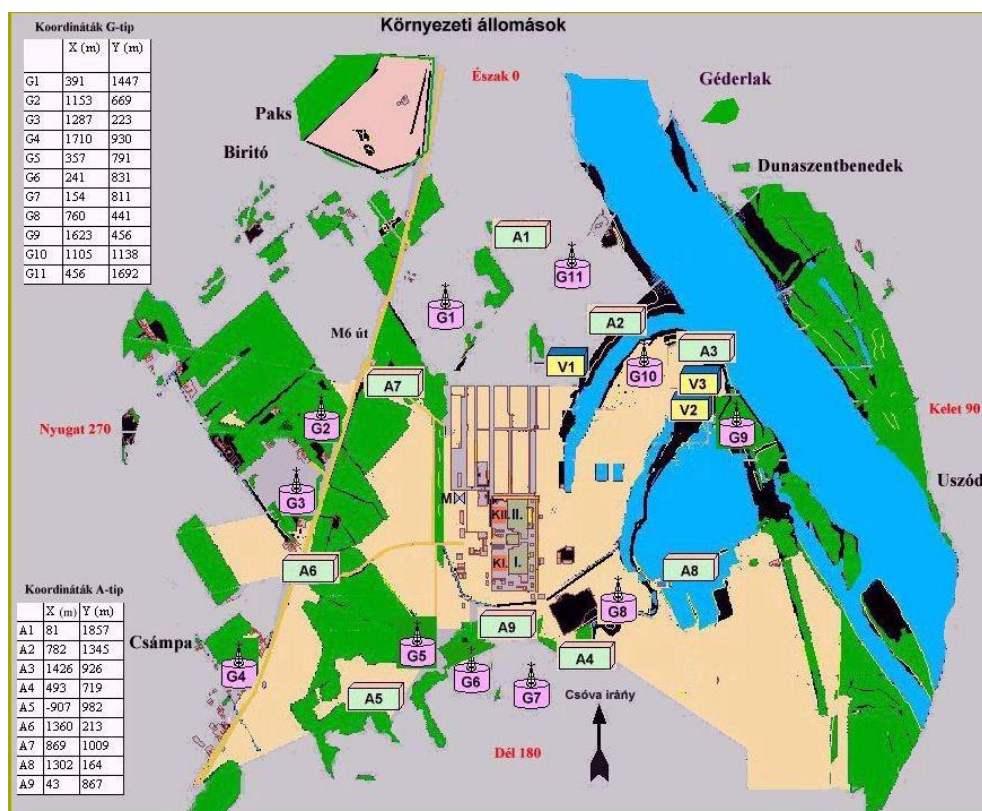
7.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. kibocsátásai

Az atomerőmű a Duna jobb partján, attól kb. 2 km távolságban helyezkedik el. A hűtésre használt Duna-víz, a hidegvíz csatornán (V1 mintavételi pont) keresztül kerül az atomerőműbe (vízforgalom: kb. 4.105 m³/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 m³, 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 456 és 500 ezer m³/óra volt.

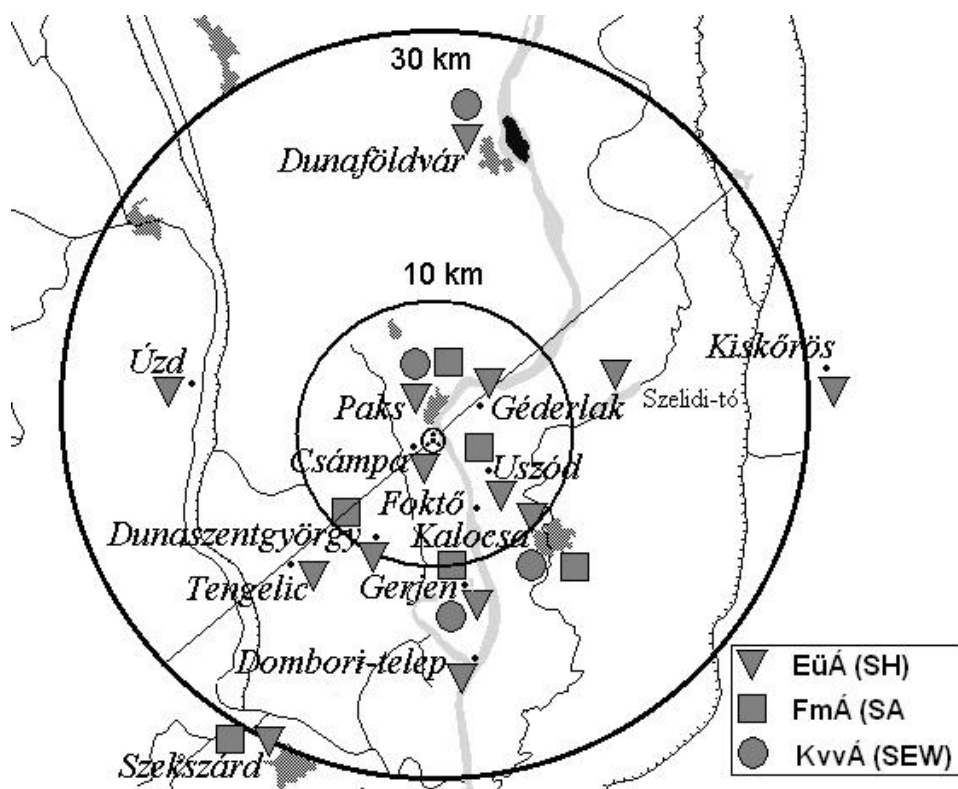
A blokkok karbantartási ideje 2018-ban a következő volt:

1. blokk: november 10. – december 07.
2. blokk: február 24. – március 21.
3. blokk: május 01. – június 22.
4. blokk: nem volt karbantartás.főjavítás



7-1. ábra

Az atomerőmű környezeti elhelyezkedése az üzemi monitorozó hálózattal



7-2. ábra

A hatósági mérési és mintavételi helyek

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

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

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

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

7.1.1 Légekőri kibocsátás

A légekőri kibocsátás radioizotópjainak aktivitása a 7-1. táblázatban látható. Az értékek a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések eredményei, amelyeket a sugárterhelés becsléséhez is felhasználtunk. A kibocsátások a mért értékekből és a kimutatási határokból számítottak, ezért értékük több radionuklidnál jelentősen felül becsült (pl. ^{24}Na , ^{42}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), 2018.

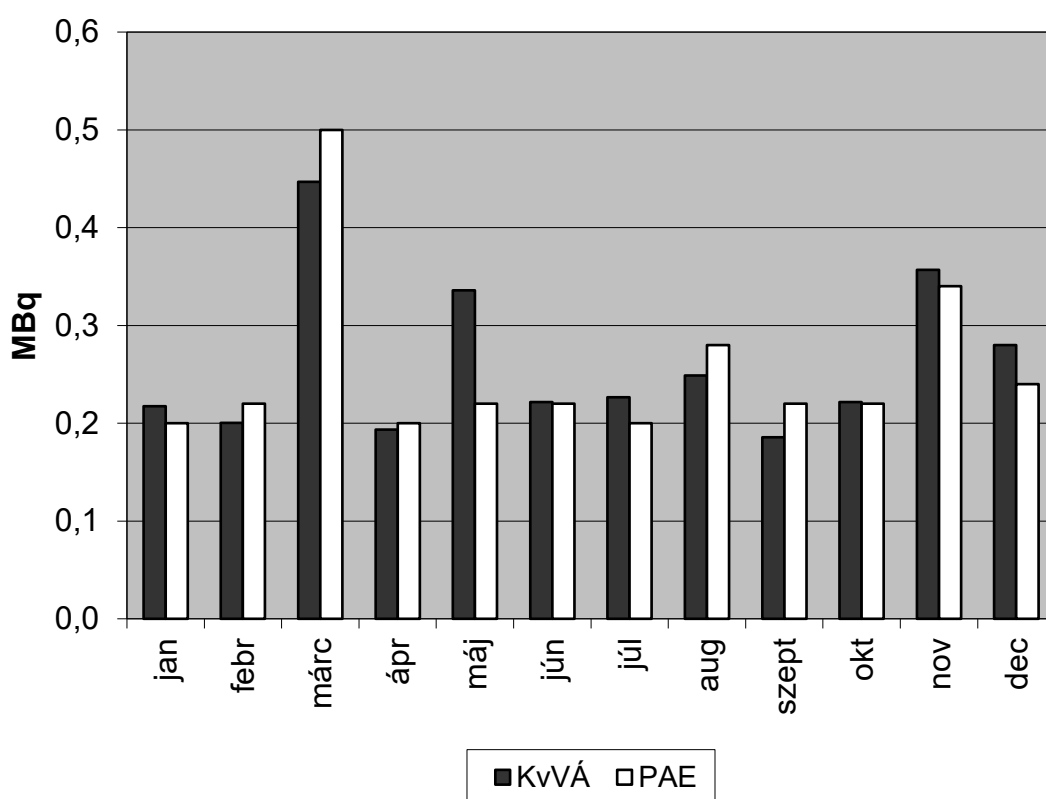
Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	Határérték kihasználása
⁴¹ Ar	1,46E+13	4,60E+16	3,17E-04
⁸⁵ Kr	8,07E+10	1,20E+19	6,73E-09
^{85m} Kr	3,07E+12	4,10E+17	7,48E-06
⁸⁷ Kr	1,75E+12	7,30E+16	2,40E-05
⁸⁸ Kr	2,33E+12	2,90E+16	8,02E-05
¹³³ Xe	7,49E+12	2,00E+18	3,74E-06
¹³⁵ Xe	5,72E+12	2,40E+17	2,38E-05
³ H (HT)	4,54E+11	2,20E+17	2,06E-06
³ H (HTO)	4,48E+12	1,70E+17	2,64E-05
¹⁴ C (CO ₂)	2,38E+10	1,30E+14	1,83E-04
¹⁴ C (CH ₄)	6,58E+11	1,50E+21	4,39E-10
⁸⁹ Sr	3,38E+05	4,30E+12	8,83E-08
⁹⁰ Sr *	2,74E+05	3,70E+11	7,84E-07
²⁴ Na	4,50E+07	1,50E+15	3,32E-08
⁴² K	4,07E+08	1,70E+16	2,64E-08
⁵¹ Cr	1,07E+07	8,80E+14	1,26E-08
⁵⁴ Mn	1,80E+06	1,80E+13	1,01E-07
⁵⁸ Co	1,40E+06	2,10E+13	6,80E-08
⁵⁹ Fe	2,72E+06	1,10E+13	2,53E-07
⁶⁰ Co	3,00E+06	2,40E+12	1,29E-06
⁶⁵ Zn	3,15E+06	2,30E+12	1,39E-06
⁷⁵ Se	1,10E+06	2,90E+12	3,86E-07
⁷⁶ As	5,46E+08	1,10E+15	4,99E-07
⁸² Br	1,00E+05	9,40E+14	1,06E-10
⁹⁵ Nb	1,61E+06	4,90E+13	3,37E-08
⁹⁵ Zr	2,23E+06	2,30E+13	9,91E-08
⁹⁹ Mo	2,03E+06	1,90E+15	1,21E-09
¹⁰³ Ru	1,08E+06	8,70E+12	1,28E-07
¹⁰⁶ Ru *	1,11E+07	2,30E+11	4,89E-05
^{110m} Ag	3,79E+06	4,80E+12	7,94E-07
¹²⁴ Sb	1,43E+06	8,90E+12	1,63E-07
¹²⁵ Sb	3,50E+06	1,40E+13	2,53E-07
¹³¹ I aer.	2,32E+06	3,70E+12	6,66E-07
¹³¹ I elemi	9,68E+06	7,80E+11	1,25E-05
¹³¹ I szerves	2,18E+07	9,50E+13	2,29E-07
¹³² I elemi	5,90E+05	3,20E+15	1,84E-10
¹³³ I elemi	9,07E+06	3,70E+14	2,45E-08
¹³³ I szerves	5,70E+07	1,30E+15	4,39E-08
¹³⁴ Cs	1,18E+06	8,20E+11	1,46E-06
¹³⁵ I elemi	3,90E+05	1,60E+15	2,44E-10
¹³⁷ Cs *	2,90E+06	1,00E+12	2,94E-06
¹⁴⁰ Ba *	1,07E+07	2,90E+13	3,89E-07
¹⁴¹ Ce	1,53E+06	4,60E+13	3,42E-08
¹⁴⁴ Ce *	1,19E+07	3,50E+12	3,45E-06
¹⁵⁴ Eu	1,87E+06	5,10E+12	3,71E-07
Összesen (total)	-	-	7,46E-04

a *-gal jelölt izotópok aktivitását leányelemükkel együtt adtuk meg

Az aeroszol-kibocsátások 54%-a a 1.-2. blokk szellőzőkéményén keresztül történt, a két kiépítés kibocsátási arányai radionuklidtól függően 1 – 4 közöttiek voltak. Az aeroszolak teljes éves kibocsátásában, legnagyobb arányban (az egy napnál rövidebb felezési idejű izotópok nélkül) a ⁷⁶As, ⁶⁰Co, ^{110m}Ag, ¹³⁴Cs és ¹³⁷Cs izotópok szerepeltek.

A kibocsátások évközbeni alakulásának, továbbá az üzemi és a hatósági mérési eredmények együttfutásának szemléltetésére a 7-3. ábrán bemutatjuk a légköri ^{137}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 értéket veszi számításba. A KvVÁ minden esetben heti mintavételi ágot mér, aminek alacsony a kimutatási határa. Amennyiben nincsen kimutatott izotóp az aktuális hónapban, akkor ezek a kis mennyiségek kerülnek összegzésre. Az üzem összehasonlítja a heti eredményeket a napi gyakorisággal mértekkel, ahol a kimutatási határ a rövidebb mérési idő miatt jelentősen magasabb. Amikor a heti ágon nem, azonban a napi mérések során egy izotóp kimutatásra kerül, akkor a napi mérések összegéből (az egy darab kimutatott értékből és a hét többi napján a magas kimutatási határértékből) tevődik össze a legnagyobb aktivitást eredményező érték, ami jelentős eltérést mutathat a KvVÁ által mért értéktől.



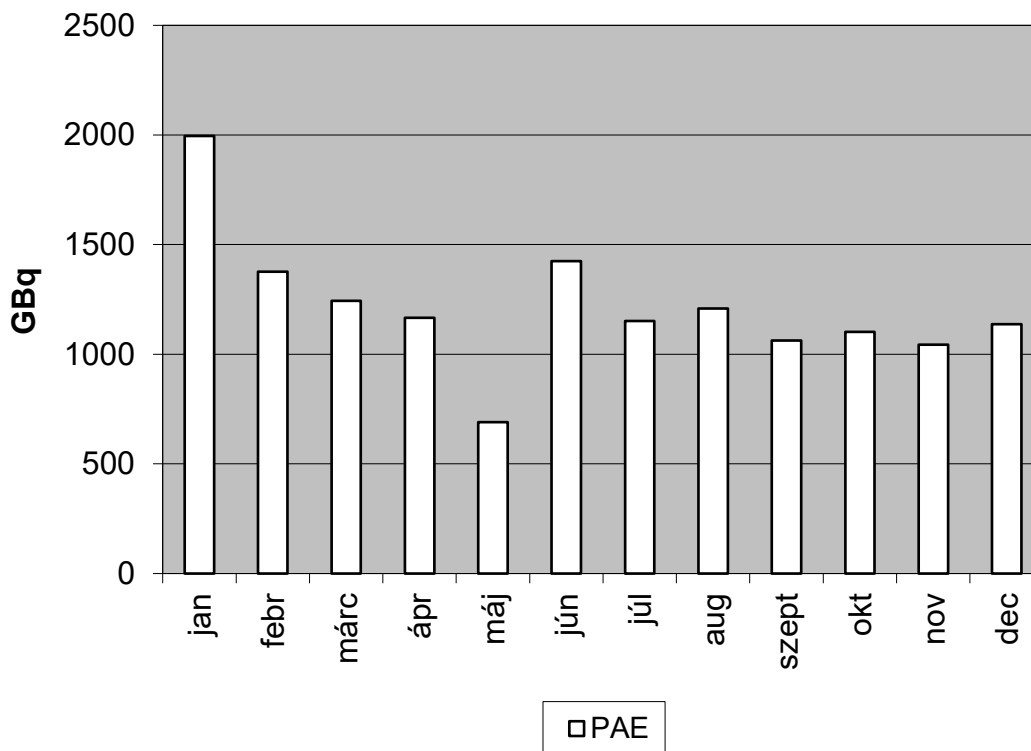
7-3. ábra

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

Az éves átlagos nemesgáz-kibocsátások az 1-2., illetve a 3-4. blokkok kéményénél egy 2-3-as faktoron belül megegyeztek a ^{133}Xe kivételével. Megállapíthatjuk, hogy a nemesgázok izotóp-összetételében - az üzemzavart megelőző évekhez hasonlóan - újra az ^{41}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 kihasználás értéke a 2017. évhez hasonlóan igen kicsi, 0,075% volt, amelyben a legnagyobb súllyal az ^{41}Ar és a $^{14}\text{C}(\text{CO}_2)$ radionuklidok (együtt mintegy 70%-os arányban) szerepeltek. A PA Zrt. tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva, igen kismértékű légnemű kibocsátás mellett üzemelt 2018-ban is.



7-4. ábra
Havi légköri Ar-41 kibocsátások

7.1.2 Folyékony kibocsátás

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

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

Évente általában 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.

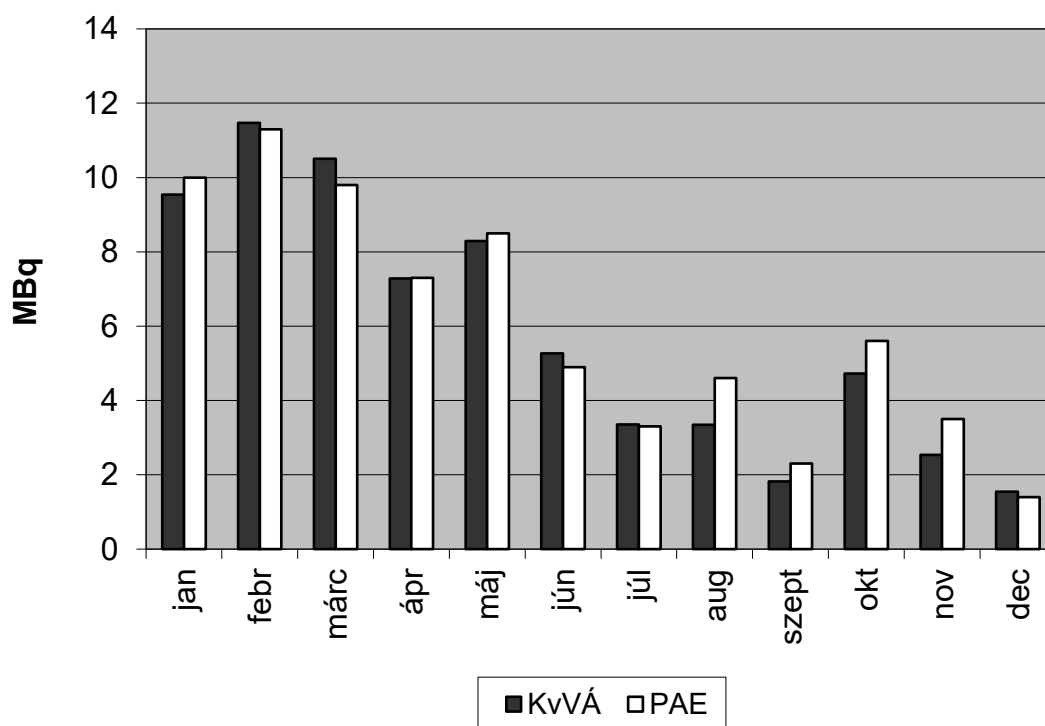
A befolyó és elvezető csatornák (V1, V2 és V3 jelű) vizének mérése, elsősorban az esetleg nem üzemszerűen távozó szennyeződések ellenőrzése céljából történik. A kibocsátási értékek a tartályokból kiengedett víz térfogatának és aktivitás-koncentrációjának segítségével határozhatóak meg pontosan.

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 tartályminták (TM és XZ) heti, negyedéves, szűrőpróbaszerű mintavételezését követően azonnali feldolgozás után vizsgálja.

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

Az atomerőmű 2018-ban az ellenőrző tartályokból összesen 48691 m³ vizet bocsátott a Dunába. A legjelentősebb korróziós termék (⁶⁰Co) éves kibocsátott aktivitása közel 3-szor kisebb, a hasadási termékek közül a ¹³⁷Cs 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 együttfutásának szemléltetésére a 7-5. ábrán bemutatjuk a folyékony kibocsátások egy jellemző radionuklidja, a ⁶⁰Co havi kibocsátásainak változását. A magasabb havi értékek a 3. és a 4. blokk karbantartásához köthetők.



7-5. ábra

Havi ⁶⁰Co kibocsátások a tartálymérések alapján

7-2. táblázat

A hatóság által jóváhagyott PA Zrt. tartálmérések alapján meghatározott éves kibocsátások, 2018.

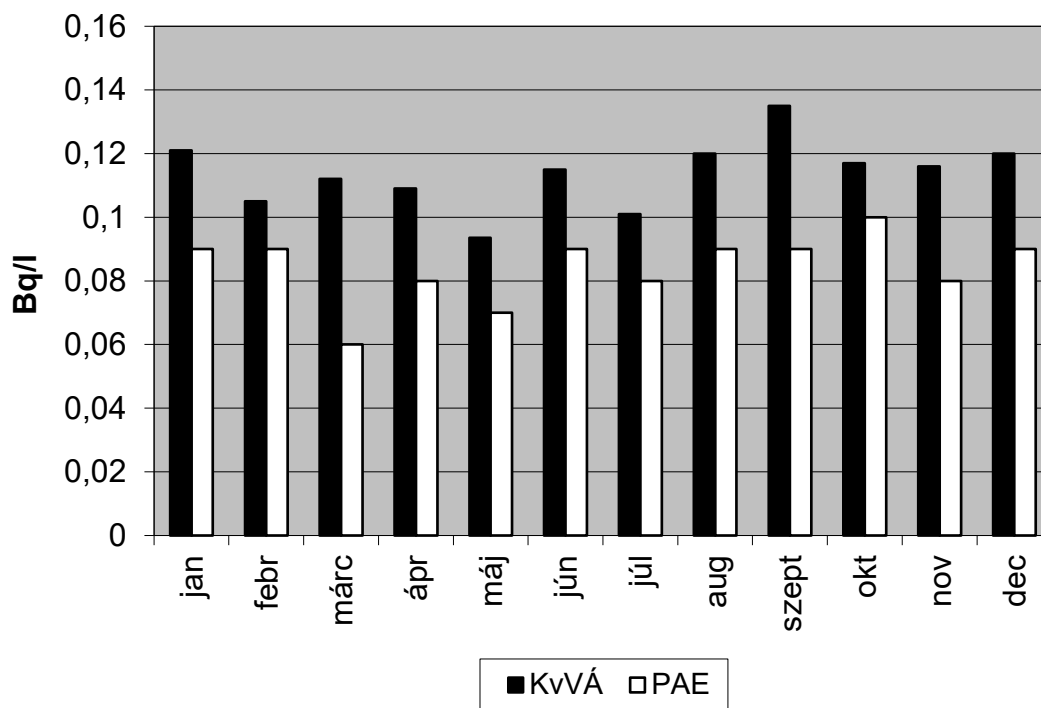
Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	Határérték kihasználása
³ H	3,38E+13	2,90E+16	1,17E-03
¹⁴ C	2,84E+09	3,10E+12	9,15E-04
⁸⁹ Sr	1,13E+06	1,20E+13	9,45E-08
⁹⁰ Sr *	1,83E+06	2,20E+12	8,33E-07
⁵⁵ Fe	1,99E+07	4,30E+13	4,63E-07
⁵⁹ Ni	1,78E+07	4,00E+14	4,45E-08
⁷ Be	8,50E+07	3,00E+14	2,83E-07
⁵¹ Cr	8,99E+07	2,70E+14	3,33E-07
⁵⁴ Mn	2,42E+07	1,00E+13	2,42E-06
⁵⁸ Co	1,39E+07	3,20E+12	4,34E-06
⁵⁹ Fe	1,92E+07	2,30E+12	8,34E-06
⁶⁰ Co	7,26E+07	9,50E+11	7,64E-05
⁶⁵ Zn	2,11E+07	1,40E+12	1,50E-05
⁹⁵ Nb	1,00E+04	2,20E+12	4,55E-09
⁹⁵ Zr	1,35E+07	2,10E+12	6,42E-06
⁹⁹ Mo	1,68E+07	8,50E+12	1,98E-06
¹⁰³ Ru	3,32E+07	1,30E+14	2,55E-07
¹⁰⁶ Ru *	1,02E+07	9,00E+11	1,13E-05
^{108m} Ag	8,56E+07	1,10E+12	7,78E-05
^{110m} Ag	3,10E+05	2,40E+13	1,29E-08
¹²⁴ Sb	7,72E+07	2,00E+13	3,86E-06
¹²⁵ Sb	2,30E+07	9,50E+12	2,42E-06
¹³¹ I	2,69E+07	1,10E+13	2,45E-06
¹³³ I	1,65E+07	2,70E+12	6,10E-06
¹³⁴ Cs	2,30E+07	6,50E+11	3,54E-05
¹³⁷ Cs *	8,57E+07	9,00E+11	9,53E-05
¹⁴⁰ Ba *	8,74E+07	5,50E+13	1,59E-06
¹⁴¹ Ce	1,61E+07	2,10E+13	7,67E-07
¹⁴⁴ Ce *	1,22E+08	1,00E+13	1,22E-05
¹⁵⁴ Eu	1,65E+07	1,80E+12	9,16E-06
¹⁸¹ Hf	1,17E+07	5,70E+13	2,06E-07
U-csoport	2,26E+04	7,50E+11	3,02E-08
Pu-csoport	4,70E+04	1,00E+12	4,70E-08
Am-csoport	2,89E+04	1,10E+12	2,62E-08
Cm-csoport	9,74E+03	2,60E+11	3,75E-08
Összesen (total):	-	-	2,46E-03

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

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

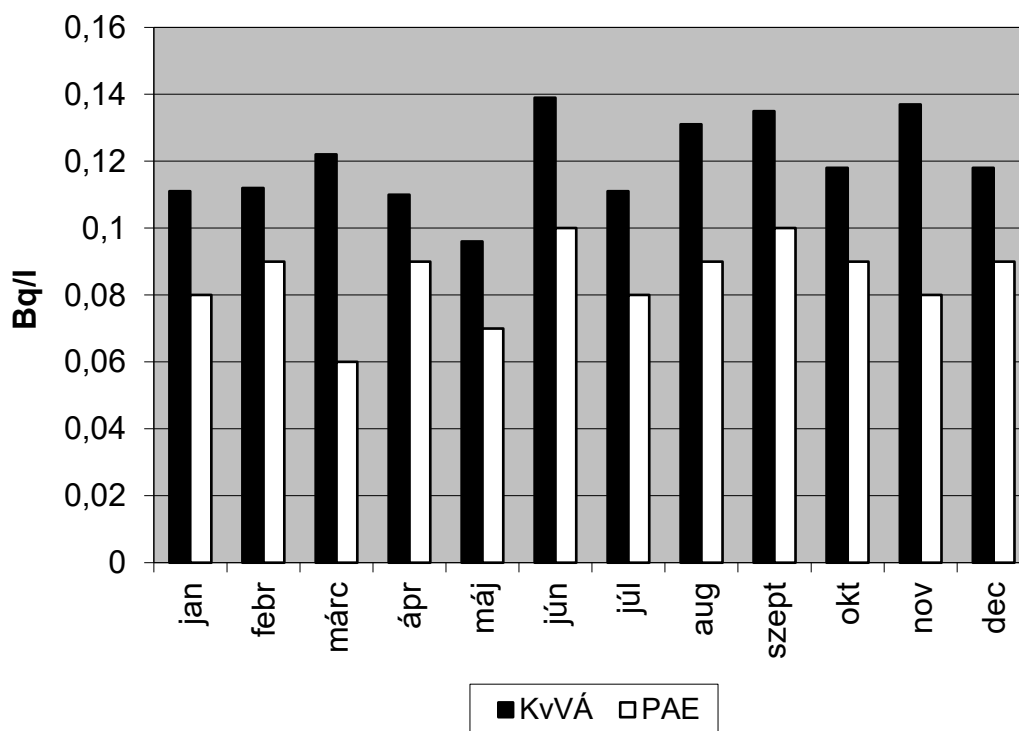
A 7-6., 7-7. és 7-8. ábrák a V1, V2 és V3 jelű helyen vett vízmintákban az üzem és a BAMKH NF LO által mért összes béta aktivitás-koncentrációk havi átlagértékeit mutatják.

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



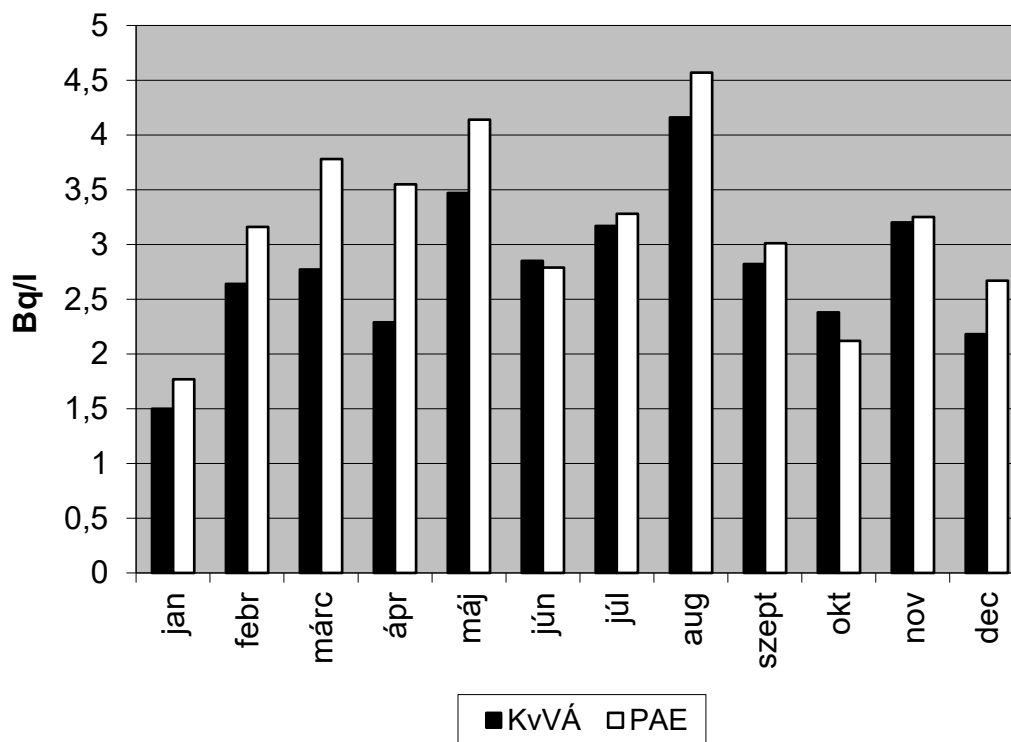
7-6. ábra

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



7-7. ábra

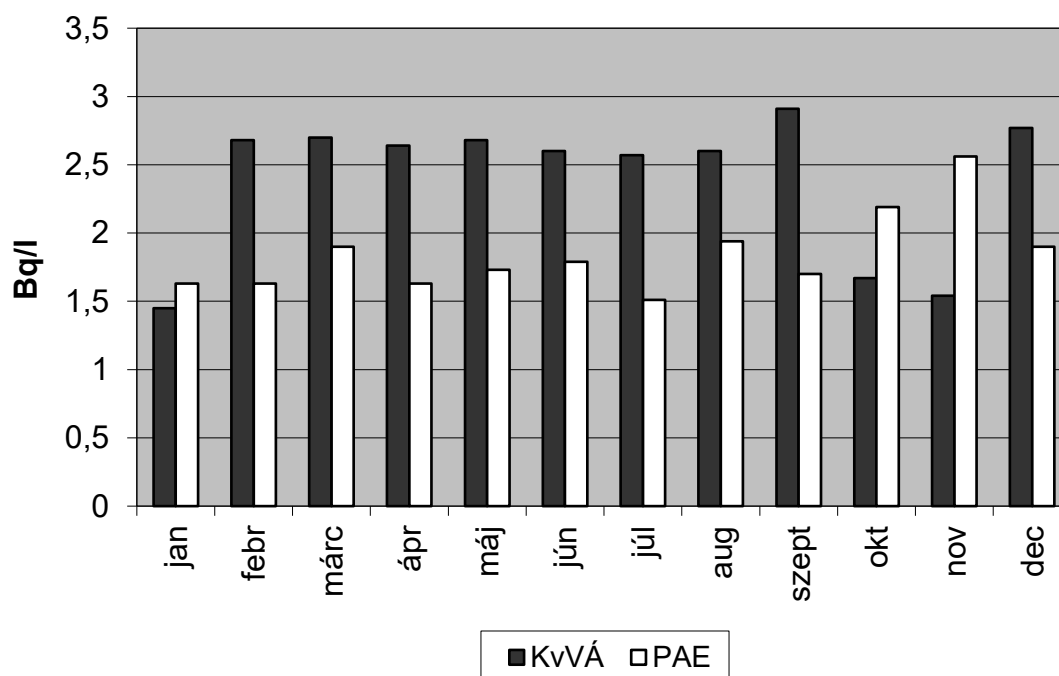
A melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei



7-8. ábra

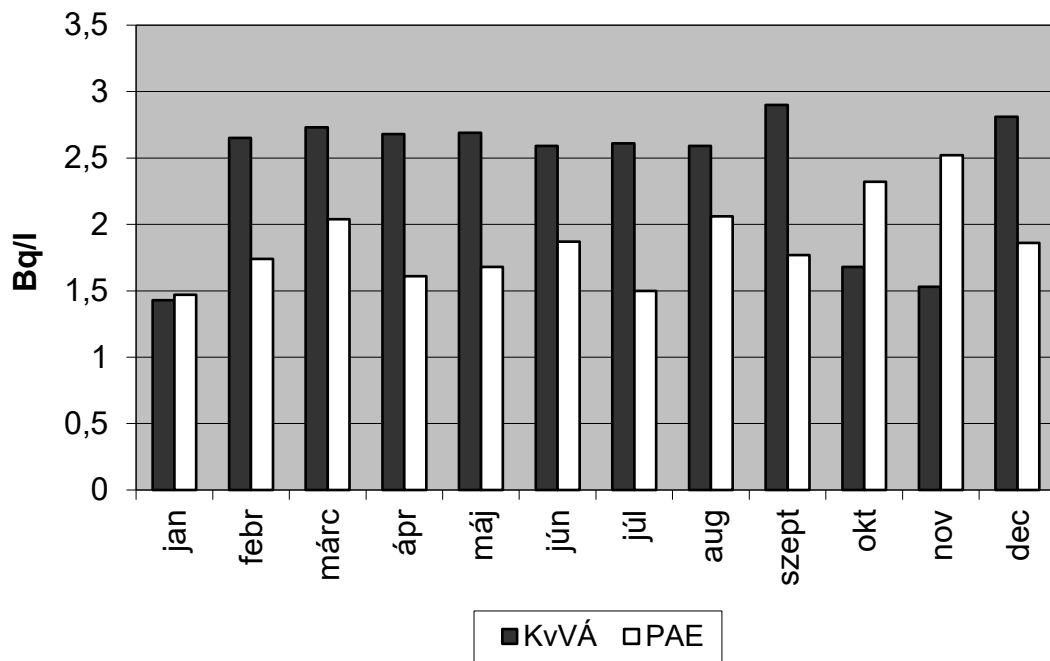
A szennyvízcsatorna (V3) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei

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



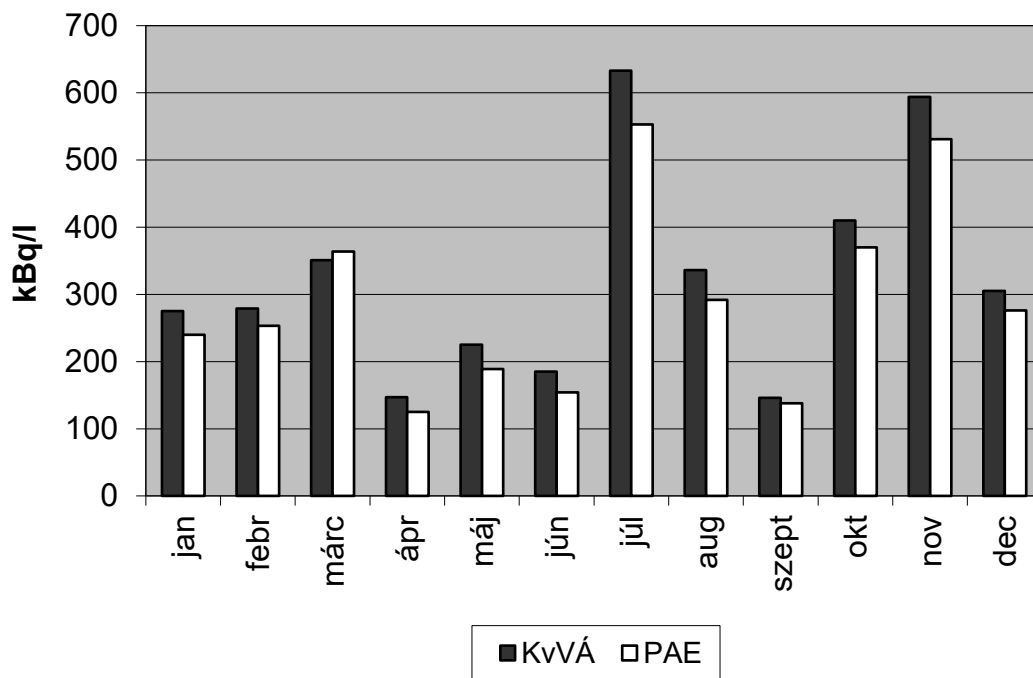
7-9. ábra

A hidegvízcsatorna (V1) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-10. ábra

A melegvízesatorna (V2) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-11. ábra

A szennyvízesatorna (V3) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei.

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

A ténylegesen kibocsátott trícium koncentrációja megbízhatóan a szennyvízcsatorna mintavételi pontján mérhető, havi értéke 100-650 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 dm³, a V3 mintánál 9 dm³ víz bepárlási száraz maradékából). Kimutatási határ (1 mBq/dm³ 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. 2017-hez 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 0,25% a kibocsátási határérték kritérium értéke, a kibocsátásokban legnagyobb súllyal a ³H és a ¹⁴C radionuklidok szerepeltek. A PA Zrt. tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva igen kismértékű folyékony kibocsátás mellett üzemelt 2018-ban is.

7.1.3 Megállapítások

Az atomerőmű környezeti sugárvédelmi ellenőrzése céljából, a hatósági intézmények 2018-ban összesen 7200 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 2018-ban, az üzemzavart megelőző évekhez hasonló szinten volt. A nuklidspecifikus kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kihasználás értéke 0,075 % 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 2018. évben is maradéktalanul elvégezte az aktivitást hordozó vizek ellenőrzését. A hatósági laboratórium (BAMKH NF LO), a PA Zrt. laboratóriumaival heti, havi és negyedéves párhuzamos mintavételből származó átlagminták mérésével ellenőrzi az üzemi és a befogadóból származó vizeket. Főként a vízhasználat biztonsága, az esetleg illegális módon kikerülő radioaktív izotópok észlelése érdekében mintázzák az üzemi és a hatósági laboratóriumok egyaránt a hideg-, meleg- és szennyvízcsatornákat (V1, V2 és V3 jelű mintavételi helyek).

A melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációja közel azonos volt a bejövő hűtővíz koncentrációjával, míg a szennyvíz (V3) csatornában - amely az atomerőművi hulladékvizek tényleges kibocsátási útvonala - ezekhez képest kb. 10-15-szörös összes béta-koncentráció alakult ki. Jóval nagyobb és erősen ingadozó a kikerülő szennyvíz (V3-csatorna) trícium koncentrációja. A vízzel kibocsátott aktivitás meghatározása, megbízhatóan az ellenőrző tartályokból leeresztett vizek mérésével történik. A nagyobb részt üzemi, kisebb részben hatósági mérésekre alapozott folyékony kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kihasználásának értéke 2018-ban a korábbiakhoz hasonló, 0,25% 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 légszennyezés 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 ¹³⁷Cs-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 2018. 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 2018-ban.

7-3. táblázat
A kibocsátási határérték kritérium értékei 2018-ban

Kibocsátási határérték kritérium	(%)
Légnemű kibocsátásokra	0,075
Folyékony kibocsátásokra	0,25
Összesen	0,33

7-4. táblázat a kibocsátásokat nemzetközi összehasonlításban tartalmazza. Látható, hogy a PA Zrt-nél a légszennyezés 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 2018-ban a PWR típusú reaktorokra vonatkozó nemzetközi összehasonlításban.[14] (Az erőmű 2018-ban 1,7 GW·év elektromos energiát termelt.)

Kibocsátás	Mennyiség	PAE	UNSCEAR (1998-2002)
légszennyezés	nemesgáz összesen (TBq)	35	11
	aeroszol összesen (GBq)	1,1	0,03
	H-3 (HT + HTO) (TBq)	4,9	2,1
	C-14 (CO ₂ +szerves) (TBq)	0,68	0,22
	jódok (I-131 egyenérték) (GBq)	0,056	0,3
folyékony	korróziós és hasadványtermékek összesen (GBq)	1,0	11
	H-3 (TBq)	34	20

Az összehasonlításból kitűnik, hogy a 2018. évi paksi légszennyezés adatai, – a radiojódokat kivéve – fölötte vannak a PWR típusú reaktorok 1998-2002. közötti világátlagának, amely a reaktorok életkorával, a kibocsátott izotópok meghatározásával és a 4. blokki kismértékű inermetikussággal függ össze. A korróziós és hasadási termékek

látszólagos növekedése azzal magyarázható, hogy az új szabályozás szerint a kibocsátási adatokat izotópszелеktiv mérésekből határozza meg az atomerőmű, a nem mért izotópokat pedig a kimutatási határértékkel veszi figyelembe. A radiojódok kibocsátása alatta van a világtátlagnak, viszont a nemesgázok, légnemű trícium és radiokarbon kibocsátási értékei magasabbak. Összességében 2018-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 kibocsátásai

7.2.1 A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése

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

A csapadékvizek esetében konzervatívan úgy vesszük, hogy az ellenőrzött területre 2018. év során lehullott 640 mm csapadék 100%-a távozott olyan megoszlásban, hogy 1135 m² gyűjtőterületről származó mennyiség az Ua1 aknán keresztül, illetve 900 m² gyűjtőterületről származó csapadékvíz mennyiség az Ua2 aknán keresztül folyt a Roclába.

A csapadékgyűjtő aknák esetében a havonta végzett trícium aktivitáskoncentráció meghatározások értékei (~0,5-2 Bq/dm³) időszakos ciklikus változást követve összevethetők a magyarországi csapadékvizekével, az értékekben a természetes szezonális ingadozás tapasztalható mindkét akna esetében párhuzamosan. Mindkét akna gyűjtött csapadékvíz mintáikban a mért radiokarbon aktivitáskoncentráció nagyságrendekkel az igényelt kimutatási határ (0,1 Bq/dm³) alatt volt (~8E-03 Bq/dm³). Emellett a Sr-90 nuklid éves átlagkoncentrációja ~4,5E-02 Bq/dm³ alakult.

Sem a csapadék-, sem a szivárgó drain, sem a telephely közös vízkörnyezeti kibocsátási pontjaként üzemeltetett Rocla kifolyó esetében mesterséges eredetű izotópok nem voltak kimutathatók a gamma spektrometriai vizsgálatokkal. Mind a csapadékvíz tárolók, mind a Rocla (mely azonos a Drain kifolyóval is mintázás tekintetében) vett minták esetében csak természetes eredetű izotópok voltak jelen kimutatási határérték fölött.

A havi csapadék mennyiségével, a vonatkozó trícium koncentrációkkal számolva a felszíni telephelyről folyékony formában kibocsátott, becsült trícium össz mennyisége: 1,40E+06 Bq/év.

A kibocsátott vizek C-14 és Sr-90 értékei sem utalnak anomális kibocsátásra. A csapadékaknákából gyűjtött éves átlagminta vonatkozó koncentrációjából, a számított csapadékmennyiségéből a telephely föld felszíni létesítményének becsült radiokarbon kibocsátása folyékony formában: 8,26E+04 Bq Bq/év, becsült Sr-90 kibocsátása 2,94E+04 Bq/év.

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

7.2.2 A földfelszíni telephely légnemű kibocsátás értékelése

A földfelszíni telephely légkörnyezeti kibocsátását a technológiai épület szellőzőkéményében (LK1 kibocsátási pont) elhelyezett automata mintavevő berendezés mintáiból képzett trícium és radiokarbon, az F&J típusú aeroszol mintagyűjtő szűrőjéből végzett gamma- és összesbéta aktivitásmérés adatok alapján határozzuk meg. A minta elvezetése a folyamatosan mérő aeroszol monitor részére 12x2 mm átmérőjű impulzus csővezetékekkel történik, a mérőeszköz 3,6 m³/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 évekre visszamenően a környezeti mintavevőkkel megegyező nagyságrendű eredményeket adtak ($\sim E-04$ Bq/m³), 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 (LK-1) mért C-14 aktivitáskoncentráció a 2018-as évben átlagosan $4,31E-02$ Bq/m³ (szervetlen) és $4,74E-02$ Bq/m³ (szervetlen + szerves formában) formában. A légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve a 2018-as évben a föld felszíni technológiai létesítmény $1,17E+07$ Bq C-14 aktivitást juttatott a légkörbe.

Az egész éves mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében (LK-1) mért H-3 aktivitáskoncentráció a 2018-as évben átlagosan $3,37E-02$ Bq/m³ HTO és $2,86E-02$ Bq/m³ a HT+ szénhidrogének formájában. A föld felszíni technológiai létesítmény légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve konzervatív számítással a 2018. évben $8,06E+06$ Bq H-3 aktivitást juttatott a légkörbe.

Az LK-1 kéményen mért kibocsátott trícium és radiokarbon koncentrációja a levegőben nagyságrendileg összevethető az aktuális, bármely környezeti állomáson azonos időszakban mért értékekkel. Ebből látható, hogy a technológiai csarnokban tárolt hulladék nem meghatározó mennyiségben járul hozzá a trícium, radiokarbon kibocsátásra.

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 CO₂ és CO₂ + C_nH_m mérések C-14 átlagértékei – rendre $3,94E-02$ Bq/m³, illetve $3,98E-02$ Bq/m³ – sem utalnak anomáliára figyelembe véve a felszínre vonatkozó nullszint referenciaértéket ($4,0-4,4E-02$ Bq/m³). A levegő páratartalmából mért trícium átlagértékek (HTO: $1,2E-02$ Bq/m³, HT: $1,21E-02$ Bq/m³) a szabad levegőn lévő értékekkel és a nullszint referenciaértékkel ($2,0E-02$ Bq/m³) összevethetők. Mindkét izotópra vonatkozó mérés sorozat arra utal, hogy a rendkívül intenzív mesterséges levegőcsere határozza meg a levegő nuklidtartalmát, gyakorlatilag a külső levegővel közel megegyező minőségű közeget létrehozva.

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

A mérések során a felszín alatt gyűjtött szennyezők között mesterséges gamma sugárzó radioizotópot nem mutattunk ki. Az összesbéta mérések az „A” típusú állomásokon elhelyezett környezeti mintavevőkkel megegyező nagyságrendű eredményeket adtak ($\sim E-03$ - $E-04$ Bq/m³), ami megerősíti, hogy a kibocsátási útvonalon mesterséges izotópokat jelenleg nem bocsátunk ki, a mérnöki gátak ellátják funkcióikat.

A fentiekben említett aeroszol mintavevőkkel azonos helyszíneken a levegőben mérhető radon koncentráció nyomon követését is végrehajtottuk. A radon mennyiségét elsősorban az anyag Ra-226 aktivitáskoncentrációja határozza meg. 2018-ban energetikai megfontolásból, tervezett szellőztetés leállítások mellett végeztük az üzemeltetést, mivel a felszín alatti térrész

mindkét oldalon ritkán látogatott volt. Munkavégzés előtt legalább egy órával került visszakapcsolásra a ventiláció. Méréseink alapján a radonkoncentráció átlagosan 15-470 Bq/m³ között ingadozott.

A 2018. évi mért értékekre vonatkozóan kijelenthetjük, hogy a radonszint ingadozása természetes folyamatok eredménye tekintettel arra, hogy a betárolt hulladék nem ad járulékot. A vágatban mérhető radonkoncentráció esetén a hulladékból származó Rn-222 járulékos mennyisége elhanyagolható, meghatározó eredetként a gránit kőzet nevezhető meg, melyből emanációs, diffúziós és exhalációs folyamatok révén jut ki. A konzervatívan becsült éves radon kibocsátás a légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve, 101 Bq/m³ átlagos koncentrációval számolva: 1,16E+11 Bq/év.

7.2.4 A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése

A tárolókamra nyaktagok és a felszín alatti térrész ellenőrzött zsompja vizsgálati pontokként kerül figyelembevételre a H-3 és C-14 nuklidokra vonatkozóan - melyek megjelenését elsőként várjuk a kibocsátási útvonalon. A vízminták C-14 (ellenőrzött zsomp: 2,92E-02 Bq/dm³) és H-3 (ellenőrzött zsomp: 6,05E-02 Bq/dm³) átlagos éves eredményeihez elmondható, hogy a felszín alatti térrész gyűjtött vizek esetében mind a trícium, mind a radiokarbon aktivitáskoncentrációja a felszíni vizeknél mérték alatt van. A Sr-90 mérési eredmények az igényelt méréstechnikai határérték alatt voltak minden esetben.

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 2018. évben 22057 m³ volt. Az erre a mennyiségre számított vízkörnyezeti C-14 kibocsátás: 6,45E+05 Bq/év. Tríciumra ez az érték hasonló számítással: 1,34E+06 Bq/év.

7.2.5 Megállapítások

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

7.2.6 A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése

7.2.6.1 A telephely felszíni és felszín alatti összesített légköri kibocsátásának értékelése

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

AKHK:

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

ahol:

- EL_{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)	8,06E+06	2,77E+07	3,57E+07	5,90E+15	6,05E-09
C-14	1,17E+07	9,06E+07	1,02E+08	7,10E+12	1,44E-05
Rn -222	1,87E+09	1,16E+11	1,17E+11	1,00E+14	1,17E-03
$\sum \frac{R_{ilég.}}{EL_{ilég.}}$ (KHK-érték)					1,19E-03

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

A légkörnyezeti kibocsátás 2018. évben a mérési adatok alapján a korlát **0,119 %-a** volt.

7.2.6.2 A telephely felszíni és felszín alatti összesített folyékony kibocsátásának értékelése

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

A vízkörnyezeti kibocsátás 2018-ban-ben a mérési adatok alapján a korlát 1,44 %-a volt.

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 (vízgőz)	1,40E+06	1,34E+06	2,74E+06	3,50E+12	7,82E-07
C-14	8,26E+04	6,45E+05	7,27E+05	1,10E+10	6,61E-05
Sr-90	2,94E+04	3,98E+06	4,01E+06	2,80E+08	1,43E-02
$\sum_{i \text{ foly}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ $\sum_{i \text{ foly}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ (KHK-érték)					1,44E-02

7.3 Az RHFT kibocsátásai

A püspökszilágyi RHFT környezeti kibocsátási korlátait a BAMKH Pécsi Járási Hivatal 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. 2018. 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 m³) 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 hulladékcsomagokból a ^{222}Rn , a ^3H és a ^{14}C légnemű formában tud kiszabadulni.

2018-ban a kibocsátások számításakor a teljes évre konzervatívan a szellőző rendszer által névlegesen elszívott $9600\text{ m}^3/\text{h}$ levegő elszívási teljesítményt vettük figyelembe.

A tárolásból és hulladékfeldolgozásból származó trícium és radiokarbon kibocsátás a szellőzőkéményben üzemelő trícium-radiokarbon mintavevők adataiból és a névleges szellőzési teljesítményből ($9600\text{ m}^3/\text{h}$) került meghatározásra. A mért kibocsátásokat és a korábbi évek mérési eredményeit a 3. és 4. ábrák ismertetik. Az ábrák alapján megállapítható, hogy az éves trícium kibocsátás ($4,33\text{E}+10\text{ Bq}/\text{év}$) a korábbi évekhez hasonlóan alakult, a radiokarbon kibocsátás ($4,07\text{E}+10\text{ Bq}/\text{év}$) az előző évekhez képest kismértékben emelkedett.

Az éves radon kibocsátás a pincszinti aeroszol mintavevő mérési eredményei és a szellőző rendszer névleges térfogatárama alapján $7,21\text{e}+08\text{ Bq}/\text{év}$ értékre adódott.

Az üzemi épület kéményébe telepített aeroszol mintavevőből származó mintákban mesterséges eredetű izotópokat 2018-ban nem mutattunk ki.

7.3.2 Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése

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

2018-ban a 100 m^3 -es csapadéktározó medencéből 6 alkalommal, összesen 409 m^3 , míg a 60 m^3 -esből 2 alkalommal összesen $63,5\text{ m}^3$ csapadékvizet bocsátottunk ki a befogadóba. A vizsgált minták gamma-spektrumában technológiai eredetű szennyeződésre utaló ^{137}Cs és ^{60}Co izotópok jelenléte nem volt kimutatható.

A 100 m^3 -es csapadéktározóban mért ^{90}Sr aktivitás-koncentráció 2018-ban egy alkalommal volt kimutatási határ felett ($10,3\text{ Bq}/\text{dm}^3$).

A telephelyről származó, csapadékvízzel kibocsátott trícium mennyisége $5,16\text{ MBq}$, a ^{14}C izotóp mennyisége 391 kBq , a ^{90}Sr 823 kBq volt. Ennek a mennyiségnek egy része a tárolóból a betárolás és a hulladékcsomagok mozgatása során, diffúzió révén szabadul ki, a másik része a tárolóból közvetlenül a talaj pórusaiban lévő levegőbe, majd onnan a csapadéktározóba diffundáló izotópokhoz köthető.

A Baranya Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály által kiadott 2016.12.15-én kelt, 3271-12/2016 számú határozat szerint közszolgáltatónak egy alkalommal adtunk át további kezelésre az ellenőrzött zónában felmosásból, tisztálkodásból, valamint a ruhák mosásából keletkezett 25 m^3 kommunális szennyvizet. Az elszállított szennyvízben a mérési eredmények alapján a trícium mennyisége 117 MBq , a ^{14}C izotóp mennyisége 205 kBq , a ^{137}Cs mennyisége $4,2\text{ kBq}$, valamint a ^{90}Sr mennyisége $5,75\text{ kBq}$ volt.

2018-ban 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

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

Az üzemi épület melletti PSZ-2 mintavevő az RHFT üzemi épület kéményéhez 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/m³ nagyságrendben ingadozott. (Megj.: A természetes trícium háttér kb. 0,07 Bq/m³, a természetes radiokarbon háttér kb. 0,04 Bq/m³.) 2014-2017 között az átlagos trícium koncentráció értékek nem változtak jelentősen. Az egyedi mintákban mérhető értékek 2018-ban 0,02-0,32 Bq/m³ közötti ingadozást mutattak.

A radiokarbon légköri koncentrációja a PSz-1 és PSz-2 mintavételi helyeken a korábbi évekhez hasonlóan alakult. 2018-ban az egyedi mintákban mérhető értékek 0,01-0,41 Bq/m³ közötti ingadozást mutattak.

7.3.4 Összesített kibocsátások

A mért, illetve becsült kibocsátási értékek messze az éves kibocsátás határértékek alatt maradnak, az éves korlát 0,7 %-át érik el. 2018-ban a jelentési kötelezettséget elérő normál üzemi kibocsátás, illetve a normál üzemtől való eltéréstől eredő kibocsátás nem történt. A telephely összesített kibocsátásait a 15. 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	³ H	*4,33E+10	1,72E+14	5,72E+14 ⁽¹⁾
	¹⁴ C	*4,07E+10	2,39E+12	7,97E+12 ⁽¹⁾
Folyékony, csapadék	³ H	5,16E+06	3,51E+11	1,17E+12 ⁽¹⁾
	¹⁴ C	3,91E+05	2,50E+08	2,50E+08 ⁽¹⁾
	⁹⁰ Sr	8,23E+05	1,10E+10	3,67E+09 ⁽¹⁾
Folyékony, kommunális	³ H	1,17E+06	9,78E+16	3,26E+17 ⁽¹⁾
	¹⁴ C	2,05E+05	2,99E+15	9,98E+15 ⁽¹⁾
	⁹⁰ Sr	5,75E+03	4,05E+08	1,35E+09 ⁽¹⁾
	¹³⁷ Cs	4,25E+03	7,89E+07	2,68E+08 ⁽¹⁾

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

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

7.4 A Kutatóreaktor kibocsátásai

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

Légekőri 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 légekőri kibocsátásai

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték [Bq]	Tényleges kibocsátott érték [Bq]	Kibocsátási határérték kritérium az adott izotópra
Ar-41	3,30E+15	4,63E+13	1,40E-02
Kr-85m	2,53E+16	2,67E+11	1,05E-05
Kr-87	5,24E+15	4,62E+11	8,81E-05
Kr-88	5,28E+13	1,39E+12	2,63E-02
Xe-133	1,21E+17	2,05E+11	1,69E-06
Xe-135	1,63E+16	3,77E+11	2,31E-05
Σ kibocsátási határérték kritérium:	4,04E-02		

Megjegyzés: 2885 teljesített üzemóra (10 MW teljesítményen)

Folyékony kibocsátás: a két 150 m³-es tartályban összegyűjtött szennyvizet ioncserélő gyantán átvezetve bocsátják a közcsatornába.

7-9. táblázat
A reaktor vízi kibocsátásai - 2018-ban volt folyékony kibocsátás a hulladékvíz-tartályból

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték [Bq]	Tényleges kibocsátott érték [Bq]	Kibocsátási határérték kritérium az adott izotópra
Co-60	1,02E+12	1,12E+06	1,10E-06
Cs-137	3,13E+12	9,46E+06	3,02E-06
H-3	9,26E+15	1,82E+11	1,97E-05
Σ kibocsátási határérték kritérium:	2,38E-05		

2018 év IV. negyedévében összesen 135 m³ folyékony radioaktív hulladékvizet bocsátottak ki, november 5, 6, 7 időpontokban.

Összesített kibocsátási mutató 2018-ban: 0,041 volt.

7.5 Az Oktatóreaktor kibocsátásai

Légnemű kibocsátások:

A légnemű kibocsátás ellenőrzése a reaktorépület szellőzőrendszerének szívó ágára telepített mellékág levegőjének folyamatos GM-csőes mérésével, továbbá a mellékág levegőjéből kiszűrt aeroszol havi összes béta-számlálásával történik. Az elmúlt évben $1,32 \cdot 10^9$ Bq ^{41}Ar -egyenértékű aktivitást (ez az éves kibocsátási korlát 0,18 %-a), aeroszolhoz kötötten pedig $2,99 \cdot 10^4$ Bq összesbéta-aktivitást bocsátottak ki a levegőbe; amelyek lényegében megfelelnek az elmúlt évek kibocsátásainak

Folyékony kibocsátások:

Az alkalomszerűen kibocsátott hulladékvíz aktivitás-koncentrációjának (^{137}Cs -egyenértékben történő) meghatározása úgy történik, hogy kibocsátás előtt szcintillációs detektorra alapozott mérőrendszer segítségével felveszik a kibocsátandó hulladékvíz 450 ml-es reprezentatív mintájának a gamma-spektrumát. A 2018-as évben $2,304 \cdot 10^5$ Bq ^{137}Cs -egyenértékű aktivitást bocsátottak ki a közcsatornába (ez az éves kibocsátási korlát $1,2 \cdot 10^{-3}$ %-a), ami lényegében megfelel az elmúlt évek kibocsátásainak.

7-10. táblázat

A levegőben lévő, aeroszolhoz kötött radioaktív izotópok aktivitás-koncentrációja havi átlagban (Bq/m³, heti 3 mintavétel alapján), a rövid felezési idejű radon-leányelemek lebomlása után

	Összes béta-aktivitás (Bq/m ³)	Összes gamma-aktivitás (Bq/m ³)
Január	<8,70E-04	4,04E-03
Február	4,48E-04	4,58E-03
Március	4,60E-04	4,86E-03
Április	5,91E-04	3,94E-03
Május	4,46E-04	3,88E-03
Június	<9,11E-04	4,35E-03
Július	4,50E-04	4,12E-03
Augusztus	5,10E-04	5,15E-03
Szeptember	5,56E-04	4,96E-03
Október	6,74E-04	4,18E-03
November	7,24E-04	4,87E-03
December	4,32E-04	4,31E-03

7.6 Izotóp Intézet Kft.

Folyékony kibocsátások:

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

Kiemelt létesítmények:

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

Egyéb létesítmények:

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

A keletkezett szennyvizeket külön csatornarendszeren keresztül az épületek alsó szintjén elhelyezett, vagy földalatti tartályokba gyűjtik, melyek össze vannak kötve a telephelyi garázsok/tárolók alatt elhelyezkedő 3 db 80 m³-es tartállyal. Az Izotóp Intézet Kft. folyékony radioaktív anyag-kibocsátása csak egy útvonalon, a 80 m³-es tartályokból történik.

Légnemű kibocsátások:

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

Kiemelt létesítmények:

- XVII és XXII/B épület „A”-szintű laboratóriumaiból, a 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 2018-ban

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték (Bq/év)	Tervezett kibocsátás (Bq/év)	Ténylegesen kibocsátott érték (Bq/év)	Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)
H-3	8,1E+15	3,80E+11	3,35E+10	4,16E-06
C-14	1,1E+13	1,10E+11	4,96E+10	4,51E-03
Fe-59	6,3E+13	1,00E+09	0	0
Co-60	8,4E+12	2,80E+09	8,93E+07	1,06E-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	2,35E+09	5,22E-04
I-131	3,3E+12	1,00E+09	2,21E+07	6,7E-06
Cs-137	4,5E+11	5,00E+08	2,36E+06	5,24E-06
Sm-153	2,00E+15	5,00E+10	0	0
Ho-166	2,7E+14	3,00E+10	2,21E+06	8,18E-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
Kibocsátási határérték kritérium összesen				5,06E-03

7-12. táblázat
Légnemű kibocsátási adatok „A”-szintű laboratóriumokból a reaktor kéményen keresztül 2018-ban

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték (Bq)	Tervezett kibocsátás (Bq/év)	Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)	Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)
I-125	2,7E+11	4,90E+09	6,92E+09	2,56E-02
I-131	4,69E+11	7,00E+09	2,92E+09	6,22E-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
Kibocsátási határérték kritérium összesen				3,18E-02

7-13. táblázat
Légnemű kibocsátás XXI/B épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2018-ban

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	1,18E+08	2,94E-02

7-14. táblázat
Légnemű kibocsátás XXI/A épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2018-ban

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+11	0	0
C-14	6,00E+11	8,00E+10	5,20E+10	8,67E-02

Az Izotóp Intézet Kft. összesített kibocsátási mutatója 2018-ban **0,153** 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 μSv 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 NNK SSFO a hatóság által elfogadott légköri és folyékony kibocsátások, az időjárási viszonyok, a fogyasztási szokások stb. alapján, számításal 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 gyökérszinten 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 bemezőlési dózisok, a talajfelszíni gamma-dózis, a belélegzésből 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 60 mBq/m^3 ^{41}Ar -koncentráció; 0,014 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ^{60}Co , valamint 21 mBq/m^3 ^3H (HTO) és 0,11 mBq/m^3 ^{14}C (CO_2) koncentráció alakul ki. Ezek az értékek hasonlóak a korábbi évek koncentrációihoz. A légköri depozíció következtében a ^{60}Co talajfelszíni kiülepedése 2,8 mBq/m^2 , a leveles zöldség aktivitás-koncentrációja (nedves tömegre) 0,017 mBq/kg , a

tehéntejé 0,0082 mBq/l, a húsé 0,092 mBq/kg, a gabonáé pedig 0,055 mBq/kg értékre becsülhető, ezek az értékek a tavalyinál alacsonyabbak, a kibocsátásnak megfelelően. Az üzem a ^3H , a ^{14}C radionuklidok és a radiojódok kémiai formáját is meghatározta, ezeket a számításokban figyelembe vettük. Így pl. az erőmű ^{14}C kibocsátásának 3,5 %-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 szóbjáphető 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 97 nSv, ami a korábbi évekhez hasonlóan magasabb az üzem által számolt 20 nSv-nél. Az eltérés nagysága a modellszámítások bizonytalanságát - ami mintegy két nagyságrendnél nem kisebb - figyelembe véve elfogadható.

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

8-1. táblázat

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

Izotóp	Éves sugárterhelés (nSv)			
	felhőből	Külső talajfelszín	Belső belégzés	élelmiszer- fogyasztás
nemesgázok :				
Ar-41	45	*	*	*
Kr-85	*	*	*	*
Kr-85m	1,1	*	*	*
Kr-87	3,3	*	*	*
Kr-88	12	0,067	0,14	*
Xe-133	0,54	*	*	*
Xe-135	3,4	*	*	*
aeroszol:				
Mn-54	*	0,011	*	*
Co-58	*	*	*	*
Fe-59	*	*	*	0,030
Co-60	*	0,073	*	0,14
Zn-65	*	0,012	*	0,14
Se-75	*	*	*	0,022
As-76	*	0,014	*	*
Sr-89+Sr-90	*	*	*	0,031
Zr-95	*	*	*	0,012
Ru-106	*	0,031	*	0,67
Ag-110m	*	0,070	*	0,27
Sb-124	*	*	*	0,021
Sb-125	*	0,011	*	0,028
Cs-134	*	0,016	*	0,075
Cs-137	*	0,017	*	0,15
Ba-140	*	*	*	0,063
Ce-144	*	0,016	*	0,56
Eu-154	*	0,023	*	0,029
egyéb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
radiojódok:				
I-131 (aeroszol)	*	*	*	0,091
I-131 (elemi)	*	*	*	2,1
I-131 (szerves)	*	*	*	0,028
globális:				
C-14	*	*	4,6	17
H-3	*	*	0,76	4,6
Összesen	65	0,41	5,6	26
Teljes járulék a légköri kibocsátásból:		97 nSv		

* a becült 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	*	38	*	35
C-14	*	11	*	19
Mn-54	*	*	*	*
Fe-59	0,018	0,023	0,018	*
Co-58	0,011	*	0,011	*
Co-60	0,16	0,38	0,16	0,075
Sr-90	*	0,017	*	*
Zr-95	*	*	*	*
Ru-103	*	*	*	*
Ag-110m	0,012	0,095	0,012	0,021
Sb-124	*	0,029	*	*
I-131	*	0,16	*	0,029
Cs-134	*	0,12	*	0,29
Cs-137	0,016	0,33	0,016	0,75
Ba-140	*	0,072	*	0,012
Ce-144	*	0,43	*	0,062
Pu-csoport	*	*	*	*
Am-csoport	*	*	*	*
egyéb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Összesen	0,25	51	0,25	56
Mindösszesen	51		56	

* a becsült dózis < 0,01 nSv

A 2018. évi sugárterhelés valamivel magasabb a 2017. évinél. A táblázat adataiból látható, hogy a sugárterhelés túlnyomó részét adó ³H izotóp mellett - különösen a felnőtteknél - megjelenik a ¹⁴C izotóp is, mint kritikus radionuklid. A belső sugárterhelés járuléka több, mint 2 nagyságrenddel nagyobb a külsőnél.

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

A számolt értékek egy elég jól egyeznek a PA Zrt. által becsült dózissal (97 illetve 104 nSv), azoknak nagyjából a felét teszik ki.

8.1.3 Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése

Az üzem 2018. 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 148 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 μ Sv.

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

2018-ban a vonatkoztatási csoportra becsült dózis – a 2003. évi üzemzavari légköri kibocsátások hatásának elmúltával – a 2002 előtti évekhez hasonló volt.

Az erőmű 30 km sugarú - légköri kibocsátásban érintett - térségében 210 ezer ember él, míg a vízi kibocsátásban érintett lakosság 20 ezer főre tehető. Az erőmű légnemű és folyékony kibocsátásaiból származó, az átlagos egyéni dózisértékek alapján számított kollektív dózis 1,5 személy-mSv volt.

8-3. táblázat

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

Besugárzási útvonal	becsült érték	korlát
	(nSv)	
Légköri kibocsátás		
külső sugárterhelés:		
nemesgáz izotópok	65	
radiokobalt aeroszol	0,073	
radiocézium aeroszol	0,033	
radioezüst aeroszol	0,070	
egyéb izotóp	0,2	
belső sugárterhelés:		
inhaláció	5,6	
radiojód (élelm.)	2,2	
radiokobalt (élelm.)	0,14	
radiocézium (élelm.)	0,23	
radioezüst (élelm.)	0,27	
globális szennyezők (H-3, C-14) (élelm.)	22	
egyéb izotóp	1,0	
Összes légköri:	97	
Folyékony kibocsátás		
külső sugárterhelés:	0,25	
belső sugárterhelés:		
trícium	38	
radiokarbon	11	
egyéb izotóp	2,0	
Összes folyékony:	51	
Mindösszesen:	148	90 000

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 dózisek a lakosság vonatkoztatási csoportjára, besugárzási útvonalak szerint

Létesítmény	Határérték kihasználás	Dózismegszorítás [nSv]	Becsült sugárterhelés [nSv]
NRHT	Légköri: 0,0012 Folyékony: 0,014	100 000	99
RHFT	Légköri: 0,518 Folyékony: 0,181	100 000	699
Kutatóreaktor	Légköri: 0,04 Folyékony: 2,4E-5	50 000	404
Oktatóreaktor	Légköri: 0,0018 Folyékony: 1,2E-5	50 000	94
Izotóp Intézet Kft.	Légköri: 0,032 Folyékony: 0,0051	50 000	370

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}Cs és ^{137}Cs radionuklidok megengedhető együttes legnagyobb szintje 600 Bq/kg (tejben, tejtermékekben és csecsemőélelmiszerben 370 Bq/kg), addig a Magyarországon kapható, feldolgozott élelmiszerekben a 2018-ban mért legnagyobb értékek is 10 Bq/kg alatt maradtak.

A lakosság mesterséges forrásokból származó sugárterhelése – az orvosi célú alkalmazásokon kívül – hazánkban az utóbbi években 3-6 μSv 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 mintafajtnál 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 2018. 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}Cs and ^{134}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 μSv 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.rttsz.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
- [9] [https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/20CFAC350F87228EC12580ED00253B29/\\$File/K%C3%B6z%C3%A9rthet%C5%91%20%C3%B6sszefoglal%C3%B3_BME%2017_v.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/20CFAC350F87228EC12580ED00253B29/$File/K%C3%B6z%C3%A9rthet%C5%91%20%C3%B6sszefoglal%C3%B3_BME%2017_v.pdf)
- [10] <http://www.energia.mta.hu/hu/content/kornyezetvedelmi-szolgalat>
- [11] <http://www.unscear.org/>
- [12] 8/2002. (III. 12.) EüM rendelet az egészségügyi ágazat radiológiai mérő és adatszolgáltató hálózata felépítéséről és működéséről
- [13] A Paksi Atomerőmű Sugár- és Környezetvédelmi Főosztálya 2018. évi jelentése. (Szerk.: Bujtás Tibor) Paks, 2019. 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 ¹⁰⁶Ru detection in the environment in Budapest, Hungary

Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek

A 2018. évi jelentésben szereplő mérési adatokat szolgáltató szervezetekben a mérésekben és adatküldésben részt vett intézmények és szakemberek:

BELÜGYMINISZTERIUM (ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

Az adatküldésben részt vett: Szabados László tű. őrnagy

EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA - EGÉSZSÉGÜGYI ÁGAZAT (NNK SSFO és ERMAH LABORATÓRIUMOK)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

NNK SSFO: 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: Hoványné

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, Weisenburger Edit, Jónás Adrienn

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
NNK – Nemzeti Népegészségügyi Központ
NNK SSFO - Nemzeti Népegészségügyi Központ, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály
NÉBIH – Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
OÁ - oktatási ágazat
OAH – Országos Atomenergia Hivatal
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 – Táv mérő 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