



Országos Atomenergia Hivatal

**AZ
ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI
ELLENŐRZŐ RENDSZER**

(OKSER)

2019. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2020. december

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 2019-ben	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	30
4.4 Talajminták mérési eredményei	32
4.5 Felszíni vizek monitoringja	35
4.6 Ivóvíz	38
4.6.1 Vezetékes ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz	38
4.6.2 Palackozott vizek	41
4.7 Növényzet	42
4.7.1 Takarmány.....	42
4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer	46
4.7.3 Gabonafélék és az azokból készült termékek	49
4.8 Állati eredetű élelmiszerek.....	52
4.8.1 Tej, tejtermék	52
4.8.2 Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi.....	54
4.9 Vegyes élelmiszer	57
5 Létesítmények környezete.....	58
5.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében végzett mérések	58
5.1.1 Gamma-dózisteljesítmény mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében	60
5.1.2 Aeroszol aktivitás-koncentráció mérések a Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében	62
5.1.3 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetellenőrző rendszerének kihullás mérési eredményei	64
5.1.4 A Paksi Atomerőmű Zrt. hideg- és melegvízcsatornájában mért aktivitás-koncentrációk.....	64
5.1.5 Az NNK SSFO mérési adatai Paks felszíni vizekre vonatkozóan.....	65
5.1.6 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében vett halminták mérési eredményei	66
5.1.7 A vízi környezetben mért aktivitás-koncentrációk a hatósági mérések alapján	67
5.1.8 A talajban mért aktivitás-koncentrációk.....	71
5.1.9 A takarmánymintákban mért aktivitás-koncentrációk.....	73
5.1.10 A növénymintákban mért aktivitás-koncentrációk	74
5.1.11 Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása.....	76
5.2 A 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	86
5.3.4	Az RHFT környezetében végzett felszíni vízmérések eredményei	88
5.3.5	Az RHFT környezetében mért növényzet adatok	89
5.4	A KFKI telephely környezetellenőrzési mérési adatai	90
5.4.1	A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények	90
5.4.2	A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk	91
5.4.3	A KFKI telephely területén mért kihullás eredmények	92
5.4.4	A KFKI telephely területén mért talajmérési eredmények	93
5.4.5	A KFKI telephely területén mért növényzet adatok	93
5.5	A BME NTI Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai	95
6	Országhatáron túli hatások	98
6.1	A Mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények	98
6.1.1	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében mért dózisteljesítmények és aktivitás-koncentrációk	98
6.1.2	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fall-out minták mérési eredményei	100
6.1.3	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei	101
6.1.4	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei	102
6.1.5	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei	103
6.1.6	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz és iszapminták mérési eredményei	104
6.1.7	A Mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei	105
7	Kibocsátási eredmények	106
7.1	A Paksi Atomerőmű Zrt. kibocsátásai	106
7.1.1	Léggöri kibocsátás	107
7.1.2	Folyékony kibocsátás	110
7.1.3	Megállapítások	116
7.2	Az NRHT kibocsátásai	119
7.2.1	A földfelszíni telephely folyékony kibocsátás értékelése	119
7.2.2	A földfelszíni telephely légnemű kibocsátás értékelése	119
7.2.3	A felszín alatti térrész léggöri kibocsátásának értékelése	120
7.2.4	A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése	121
7.2.5	Megállapítások	121
7.2.6	A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése	121
7.2.6.1	A telephely felszíni és felszín alatti összesített léggöri kibocsátásának értékelése	121
7.2.6.2	A telephely felszíni és felszín alatti összesített folyékony kibocsátásának értékelése	123
7.3	Az RHFT kibocsátásai	123
7.3.1	Üzemi épület kibocsátásainak ellenőrzése	123
7.3.2	Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése	124
7.3.3	Tárolóterületi gázdifúzió ellenőrzése	124
7.3.4	Összesített kibocsátások	125
7.4	A Kutatóreaktor kibocsátásai	126
7.5	Az Oktatóreaktor kibocsátásai	127
7.6	Izotóp Intézet Kft.	128
8	Létesítmények hatásának értékelése, a lakossági sugárterhelés járulékai	131
8.1	A Paksi Atomerőmű Zrt.	131
8.1.1	A léggöri kibocsátásból származó sugárterhelés	131
8.1.2	A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés	134
8.1.3	Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése	135
8.2	Egyéb kiemelt létesítmények	137
	Következtetések	138
	Irodalom, hivatkozott jogszabályok	139
	Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek	140
	Rövidítések jegyzéke	142

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 2019. évi mérési eredmények feldolgozását mutatja be.

Budapest, 2020. december 18.



Dr. Rónaky József
az OKSER Szakbizottság elnöke

1 Bevezetés

1.1 A mérési adatok megjelenítése

Az OKSER 2019. 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 2019. évre vonatkozó mérési eredményeket közel 120.000 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 laboratóriumonként 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 ^{137}Cs aktivitás-koncentrációja a talajban).

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

1.2 Az 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 Központ

1.3 Az OKSER Szakbizottság tagjainak képviseletét ellátó szakértők 2019-ben

1. Szeitz Anita (BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - BM OKF)
2. Dr. Pellet Sándor (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Egészségügyi Ágazat)
3. Ádámné Sió Tünde (Ágrárinisztérium - Földművelésügyi Ágazat)
4. Cservenák Ildikó (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Oktatási Ágazat)
5. Farkas Ferenc ezredes (Honvédelmi Minisztérium - MH GAVIK)
6. Nagy József (Országos Meteorológiai Szolgálat)
7. Dr. Zagyvai Péter (Magyar Tudományos Akadémia - Energiatudományi Kutatóközpont)
8. Kapitány Sándor (Országos Atomenergia Hivatal)
9. Dr. Bujtás Tibor (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.)
10. Dr. Radó Krisztián (Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.)
11. Molnárné Róna Éva (Mecsekérc Zrt.)
12. Glavatskih Nándor (Nemzeti Népegészségügyi Központ - Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály)
13. Dr. Rónaky József (az OKSER Szakbizottság elnöke)

1.4 A lakossági sugárterhelés forrásainak ismertetése

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

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

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

A földkéregi eredetűek tekintetében ma már csak azok a radioizotópok (valamint bomlástermékeik) található meg a Földön, (a mesterségesen előállítottakat nem számítva) melyeknek felezési ideje összemérhető a Föld korával. Ezeket földkéregi vagy teresztriális eredetű radionuklidoknak is szokás nevezni. A dózisterhelés szempontjából az alapvető primordiális radionuklidok a ^{40}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 üzemanyagciklust. A mesterséges sugárterhelés esetében a legnagyobb hozzájárulást, az orvosi terület képviseli 0,62 mSv éves átlagos többletdózissal. [11]

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

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

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

- A kiemelt létesítmények:
 - MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Paksi Atomerőmű
 - BME Nukleáris Technikai Intézet 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) 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 Agrárminisztérium (2018 előtt Földművelésügyi Minisztérium) háttérintézményeként, országos hatáskörben felügyeli az élelmiszerlánc-biztonsági szabályok betartását. A radioanalitikai vizsgálatokat az Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság alábbi akkreditált laboratóriumai végzik:

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

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

A NÉBIH Regionális Élelmiszerlánc Laboratóriumai (a továbbiakban: RÉL) közül a, a Kecskeméti RÉL, a Kaposvári RÉL, és a Miskolci RÉL végez radioanalitikai vizsgálatokat. Mezőgazdasági tevékenységgel és erdőgazdálkodással összefüggő mintákból, élelmiszerekből, takarmányokból minden laboratórium végez összesbéta-sugárzás mérést, összes alfa-

vizsgálatot, gammaspektrometriával nuklidszelektív radioaktív izotóp meghatározást, és radiostroncium elválasztást és mérést.

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

A 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 pihentelési idő után összesbéta-számlálással mérik. Ha ez radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti a szűrőn, akkor el kell végezni a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését is.

B. Kihullás (fall-out) mérése:

- ERMAH mérési módszer: A mintavevő edények felülete 0,15-0,4 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 térfogatra pároljuk, majd ezt a mintát szárítószekrényben szárazra pároljuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását meghatározzuk. Amennyiben a mérés radioaktív anyag jelenlétét valószínűsíti a szűrőn, elvégezzük a minta részletes, nuklidspecifikus elemzését.

C. Talajminták mérése:

- A talajmintákat az előkészítés során tisztítják (eltávolítják a köveket, gyökér-, növénymaradványokat), szárítják, homogenizálják. A mérések az összesbéta-aktivitás, a gamma-sugárzó radionuklidok és a ^{90}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 Műgyetem rakpart keresztezésénél kb. 200 méterre északi (felvízi) irányban, az alsó rakparti lépcsőnél. A mintavétel kétheti gyakorisággal történik. Feldolgozás során a mintából ismert mennyiséget (500 cm³-t) 1 – 3 cm³ térfogatra pároljuk, majd a bepárolt mintát mérésre alkalmas formába hozzuk. A száraz minta összesbéta-intenzitását meghatározzuk. Ha a mérés a természetes radioaktivitást (legnagyobb részben ^{40}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. Minden mintából meghatározásra kerül a trícium, összes-alfa és összes-béta aktivitáskoncentráció. A minták egy részéből felmérő jelleggel gamma sugárzó izotópokat, radiostronciumot, uránizotópokat és polónium-210 izotópot is mérik. Jellemző kimutatási határok; ^{137}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 - 1,1 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 gyökérszöldségekből - 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: ¹³⁷Cs: 0,05 - 1,7 Bq/kg.
- 2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek ¹³⁷Cs szűrővizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm³ 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 50cm³-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 (¹³⁷Cs).

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 ⁹⁰Sr 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 (⁹⁰Sr és ¹³⁷Cs 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 2019-es évre vonatkozó mérési adatokat mutatja be. Ismertetésre kerülnek a mért országos gamma-dózisteljesítmény értékek, aeroszol mérési eredmények, kihullás, növény és talajminták feldolgozása során kapott eredmények, növény- és állatminták, élelmiszerek, valamint felszíni- és ivóvíz mérések eredményei egyaránt.

4.1 A külső gamma-dózisteljesítmény mérések eredményei

4.1.1 A Radiológiai Távmérő Hálózat adatai

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

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

A mérési adatok a lakosság részére a www.katasztrofavedelem.hu 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://omoser.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.

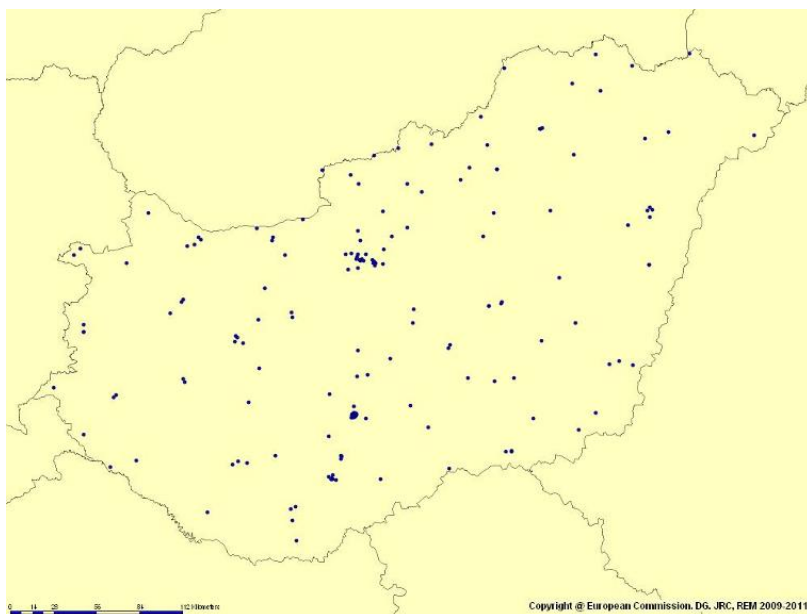
Budapest és a Paksi Atomerőmű térségében - az állomások sűrűsége nagyobb, egyes térségekben azonban megyénként csak 1-2 állomás található.

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 2019. évi változása látható. A tárgyidőszakban nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga 91 nSv/óra volt, ami közel megegyezik a 2018. évi értékkel. A napi átlagok az 55 - 173 nSv/óra közötti tartományban mozogtak. Az adatok környezeti dóziségyenérték teljesítményben vannak megadva.



4-1. ábra

A dózisteljesítmény-mérőhelyek országos elhelyezkedése

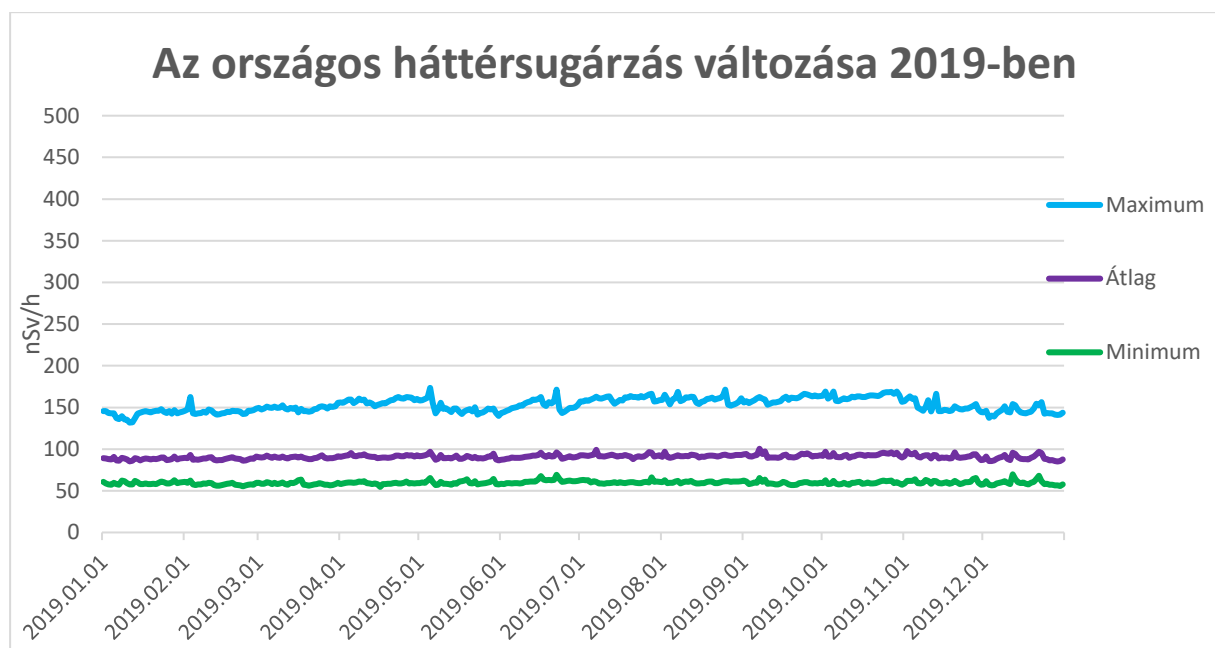
4-1. táblázat
Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2019-ben (N az üzemelő napok számát jelöli)

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0101	Rétság	100	114	93	3	363
HU0104	Ózd	90	105	81	4	336
HU0109	Szekszárd	90	99	83	3	308
HU0118	Veszprém	101	121	95	4	365
HU0120	Budapest 14.ker.	84	131	78	4	345
HU0124	Salgótarján	96	101	91	2	319
HU0130	Gyomaendrőd	104	126	92	5	313
HU0131	Vajta	90	101	71	3	274
HU0132	Ferihegy	83	104	76	3	348
HU0133	Komárom	95	110	88	3	364
HU0134	Szombathely	109	129	100	4	364
HU0135	Solt	82	98	76	2	345
HU0136	Zalaegerszeg	99	114	93	3	332
HU0137	Kisújszállás	103	146	84	11	361
HU0138	Berettyóújfalú	95	108	84	4	364
HU0139	Hajdúszoboszló	117	137	101	5	362
HU0140	Gyula	120	138	104	6	341
HU0141	Mezőkovácsháza	110	126	98	3	360
HU0142	Kiskunfélegyháza	94	120	78	6	364
HU0143	Vámosmikola	113	129	102	4	323
HU0144	Mór	108	125	97	4	364
HU0145	Siófok	92	106	77	5	364
HU0146	Dombóvár	104	114	97	3	364
HU0147	Letenye	103	122	91	5	364
HU0148	Lenti	110	134	92	9	350
HU0149	Tiszaújváros	112	126	104	4	255
HU0201	Bátaapáti Zsibrik halastó	103	141	89	10	357
HU0202	Bátaapáti Mórágó	112	138	98	11	353
HU0204	Bátaapáti Vadászház	135	152	123	5	357
HU0211	Budapest BME	88	124	85	4	120
HU0212	Budapest ELTE	59	75	56	2	338
HU0213	Budapest SOTE	105	118	100	6	204
HU0214	Debrecen	110	113	107	1	282
HU0215	Gödöllő	94	102	91	2	341
HU0217	Pécs	88	91	84	1	311
HU0218	Sopron	94	100	92	1	234
HU0219	Szeged1	101	104	99	1	135
HU0220	Szeged2	97	105	59	3	320
HU0221	Veszprém	77	89	74	2	362
HU0302	Székesfehérvár	80	89	76	2	365
HU0303	Veszprém	79	93	75	2	365
HU0304	Tata	153	173	129	8	365
HU0305	Győr	82	92	75	2	365
HU0307	Várpalota	96	112	90	3	365
HU0310	Debrecen	84	106	76	3	365
HU0316	Kaposvár	125	145	112	6	364
HU0322	Medina	98	114	91	3	365
HU0328	Kecskemét	79	95	75	3	323
HU0329	Szentés	86	96	80	2	365

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0332	Zalaegerszeg	101	118	94	3	364
HU0333	Miskolc	97	108	91	2	364
HU0335	Békéscsaba	95	119	84	4	312
HU0337	Pápa	89	114	80	4	365
HU0338	Szekszárd	139	142	136	2	7
HU0351	Recsk	92	118	85	4	364
HU0356	Kecskemét Repülőtér	77	96	72	3	354
HU0357	Pápa Repülőtér	95	121	85	4	249
HU0359	Nyírtelek	97	118	80	5	360
HU0391	Bánkút	96	112	85	4	365
HU0400	Mosonmagyaróvár	99	135	90	5	332
HU0401	Nyíregyháza Napkor	75	93	70	3	357
HU0402	Sopron-Fertőrákos	78	94	72	3	365
HU0403	Baja	81	97	76	3	263
HU0404	Békéscsaba	78	91	70	3	274
HU0405	Kékestető	89	105	76	6	281
HU0406	Bp. Lőrinc	86	113	79	4	229
HU0407	Győr	83	94	75	3	364
HU0408	Farkasfa	95	121	88	4	365
HU0409	Szeged	80	88	72	3	208
HU0410	Debrecen	93	124	84	4	294
HU0411	Miskolc	77	82	75	1	39
HU0412	Pécs	110	127	102	4	282
HU0413	Jósvafő	77	93	73	2	276
HU0414	Szécsény	96	111	88	4	334
HU0415	Tát	90	111	82	4	268
HU0416	Tata	64	80	61	2	276
HU0417	Záhony	73	93	65	3	260
HU0418	Nagykanizsa	93	110	86	3	365
HU0419	Homokszentgyörgy	84	98	78	3	225
HU0420	Jászapáti	87	100	80	3	222
HU0421	Kelebia	75	93	70	3	329
HU0424	Pitvaros	97	109	89	3	263
HU0425	Sátoraljaújhely	98	124	86	5	252
HU0426	Soltvadkert	74	91	69	3	176
HU0427	Tésa	87	102	78	3	365
HU0428	Bátaapáti	135	152	127	5	315
HU0429	Csenger	100	118	94	5	20
HU0500	Paks A1	74	93	68	3	362
HU0501	Paks A2	70	97	65	3	365
HU0502	Paks A3	79	97	75	2	365
HU0503	Paks A4	78	102	73	3	361
HU0504	Paks A5	84	107	78	3	365
HU0505	Paks A6	75	99	70	3	365
HU0506	Paks A7	66	89	63	2	365
HU0507	Paks A8	85	99	79	3	365
HU0508	Paks A9	67	79	62	2	365
HU0509	Paks G1	72	91	68	3	365
HU0510	Paks G2	63	79	55	2	364
HU0511	Paks G3	69	86	65	3	365
HU0512	Paks G4	78	97	74	3	365
HU0513	Paks G5	73	91	69	3	365

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0514	Paks G6	73	91	69	2	365
HU0515	Paks G7	81	97	76	3	365
HU0516	Paks G8	83	100	77	3	365
HU0517	Paks G9	86	104	79	4	365
HU0518	Paks G10	73	89	63	3	365
HU0519	Paks G11	72	86	67	4	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 2019-ben

4.1.2 Időszakos külső gamma-dózisteljesítmény mérések

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

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

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	131	113	149	8	42
Budapest (NNK)	82	67	112	5	221
Debrecen	128	90	190	23	84
Győr	105	93	120	5	38
Miskolc	133	120	157	8	51
Szeged	114	96	129	7	52
Szekszárd	119	103	138	6	54

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. 2019-ben az NNK SSFO telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagát és minimum-maximum értékeit a 4-2/b. táblázat tartalmazza.

4-2/b. táblázat
Az NNK SSFO udvarán 2019-ben végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai

Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)
1	87,3	86 - 88	14	87,4	85 - 92	27	88,3	84 - 91	40	88,6	83 - 100
2	88,2	82 - 99	15	87,4	84 - 96	28	84,2	83 - 86	41	88,6	84 - 94
3	86,4	82 - 91	16			29	85,6	81 - 90	42	91,2	87 - 95
4	88,2	83 - 100	17	88,8	86 - 93	30	88,8	86 - 94	43	87,5	85 - 90
5	91,8	88 - 99	18	92,3	89 - 95	31	88,8	87 - 90	44	87,0	81 - 90
6	88,8	87 - 90	19	90,2	84 - 108	32	86,8	80 - 91	45	91,4	82 - 113
7	88,8	87 - 92	20	84,5	83 - 87	33	87,4	83 - 91	46	86,6	81 - 98
8	91,0	86 - 93	21			34	94,0	92 - 95	47	84,2	82 - 90
9	89,6	88 - 93	22	81,8	76 - 86	35	89,0	86 - 94	48	82,8	79 - 94
10	89,6	81 - 95	23	83,3	78 - 86	36	97,8	92 - 109	49	86,8	72 - 120
11	89,0	82 - 90	24	88,3	84 - 92	37	86,6	82 - 92	50	91,3	86 - 106
12	85,4	82 - 88	25	88,5	84 - 92	38	85,0	85 - 85	51	90,7	88 - 92
13	87,4	84 - 92	26	84,6	83 - 87	39	90,4	85 - 99	52	88,6	83 - 100

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

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

4-3. táblázat
Az NÉBIH 2019-ben végzett dózisteljesítmény mérései

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Algyő	-	73	105	-	2
Ásotthalom	-	-	64	-	1
Bátaapáti	-	107	121	-	2
Budapest	73	61	88	8,7	25
Celldőmölk	-	66	80	-	2
Csanytelek	-	-	84	-	1
Csongrád	-	75	83	-	2
Forráskút	-	57	68	-	2
Gerendás	-	-	96	-	1
Hódmezővásárhely	-	97	98	-	2
Kaszaper	-	-	59	-	1
Kecskemét	-	43	50	-	4
Kisnémedi	-	90	103	-	2
Mórággy	-	-	112	-	1
Mórahalom	-	-	80	-	1
Mőcsény	-	-	96	-	1
Nagymágocs	-	-	69	-	1
Nagytóke	-	-	100	-	1
Öttömös	-	-	71	-	1
Püspökszilágy	-	87	110	-	4
Röszke	-	-	78	-	1
Ruzsa	-	-	78	-	1
Szeged	-	75	78	-	2
Szentes	-	89	95	-	2
Szombathely	112	69	150	32	13

4.2 Levegőszűrők (aeroszol) mérési eredményei

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

Országosnak mondható kiépítettséget az EüÁ-hoz tartozó ERMAH laboratóriumai jelentenek. Emellett – mint létesítményfüggetlen mérési pont - az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriumának budapesti telephelyén működik egy nagy teljesítményű aeroszol mintavevő. Az ERMAH laboratóriumok levegőminta-vevői sajnos nem azonos teljesítőképességűek, ami az elvégezhető elemzések lehetőségét is meghatározza. 2019-ben közepes-, illetve kis légforgalmú mintavevővel 4-4 laboratórium rendelkezett. Az ERMAH laboratóriumok aeroszol mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv

írja elő. Eszerint a közepes légforgalmú mintavevővel hetenként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú mintavevőkkel vett napi minták esetében az összes béta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetében, a legalább 72 órás pihentetés utáni eredmények veendő figyelembe.)

Az EüÁ ERMAH és egyéb programjai keretében 2019-ben 886 aeroszol mintát vettek. Az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriuma 2019-ben 51 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 0,64-24 mBq/m³ közötti. Az aeroszol-szűrők legalább 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően 0,2-8,0 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.

4-3. táblázat
Országos aeroszol mérési eredmények éves jellemzői 2019-ben (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	5,0	1,1	11	2,2	78	0
Be-7	BZ	5,0	1,6	9,2	2,3	47	0
Be-7	GY	4,3	0,64	24	3,7	37	2
Be-7	TO	4,1	1,2	8,3	1,9	47	0
Cs-137	BP	0,0014	0,00070	0,0024	0,00090	79	60
Cs-137	BZ	0,0062	0,0019	0,012	0,0029	48	0
Cs-137	GY	-	-	0,0054	-	38	38
Cs-137	TO	-	-	-	-	47	47
Összes-béta	BK	-	1,0	1,3	-	51	49
Összes-béta	BP	0,85	0,65	2,4	0,41	162	104
Összes-béta	CS	3,9	3,0	8,0	1,2	49	0
Összes-béta	HA	0,28	0,20	1,1	0,24	54	25
Összes-béta	TO	1,6	0,32	5,6	1,2	349	326
Be-7	Összesen	4,7	0,64	24	-	209	2
Cs-137	Összesen	0,0023	0,00070	0,012	-	212	145
Összes-béta	Összesen	1,5	0,20	8,0	-	665	504

4.3 Kihullás (fall-out) eredmények

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

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

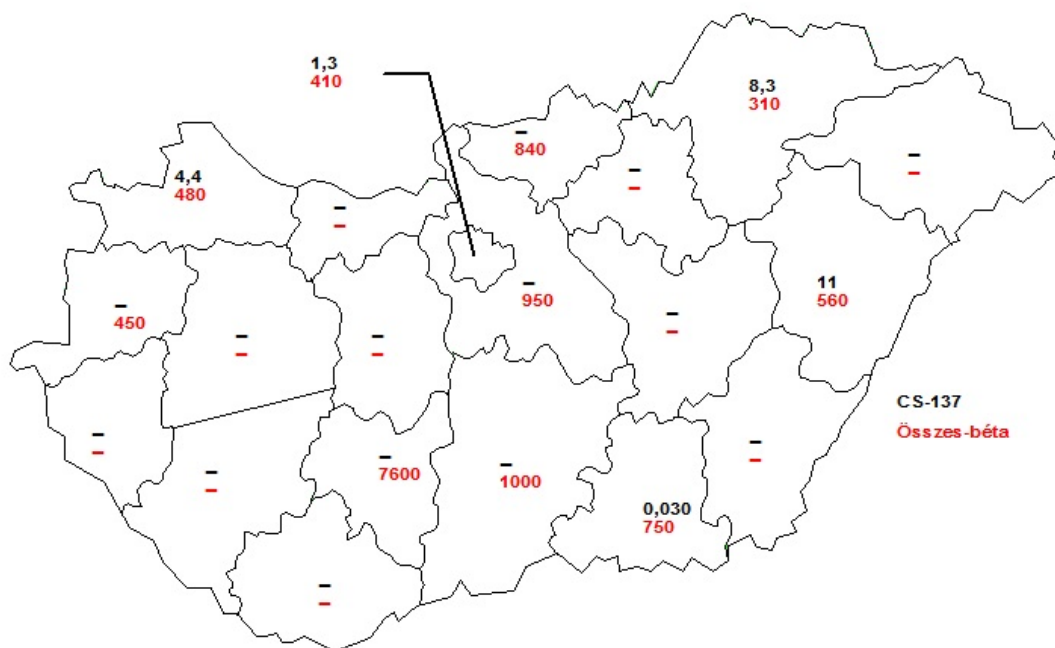
Az ERMAH a kihullást a központi és a 6 regionális laboratóriumában, összesen 9 megyében és a fővárosban mintázza és méri (4-3 ábra).

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

Radionuklid	Megye	Átlag mBq/m ² /nap	Minimum mBq/m ² /nap	Maximum mBq/m ² /nap	Szórás mBq/m ² /nap	N	Kha
Be-7	BK	3000	580	5600	1900	12	0
Be-7	BP	1400	42	4600	1200	30	0
Be-7	HA	-	-	1100	-	1	0
Be-7	NO	3100	220	5700	1700	16	0
Be-7	PE	-	560	7800	-	8	0
Be-7	TO	2400	12	7300	2000	58	4
Be-7	VA	2100	470	5300	1400	12	0
Cs-137	BK	-	-	-	-	12	12
Cs-137	BP	-	1,3	1,3	-	30	28
Cs-137	BZ	6,7	1,2	8,3	2,3	11	0
Cs-137	CS	-	0,033	0,033	-	4	0
Cs-137	GY	-	-	4,4	-	11	10
Cs-137	HA	9,2	2,3	11	2,4	12	0
Cs-137	NO	-	-	-	-	16	16
Cs-137	PE	-	-	-	-	8	8
Cs-137	TO	-	-	-	-	58	58
Cs-137	VA	-	-	-	-	12	12
Összes-béta	BK	540	170	1000	320	12	0
Összes-béta	BP	230	25	410	97	33	0
Összes-béta	BZ	140	39	310	90	11	0
Összes-béta	CS	320	37	750	250	13	0
Összes-béta	GY	180	6,3	1200	200	49	1
Összes-béta	HA	220	33	560	150	12	0
Összes-béta	NO	530	150	840	240	16	0
Összes-béta	PE	-	250	950	-	8	0
Összes-béta	TO	920	1,5	7600	1500	56	0
Összes-béta	VA	200	71	450	120	12	0
Be-7	Összesen	2300	12	7800	-	137	4
Cs-137	Összesen	9,2	0,033	11	-	174	144
Összes-béta	Összesen	440	1,5	7600	-	222	1

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH programja keretében 2019-ben 220 fall-out mintát vett. 2019-ben a NÉBIH laboratóriumai 41 fall-out mintát vettek.

A 2019-ben, az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket a 4-5. táblázatban foglaltuk össze. A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagos értékei az egyes régiókban eltérőek, de az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2018 évivel. A Cs-137 aktivitása, a minták 80%-ában kimutatási határ alatti volt.



4-3. ábra

Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2019-ben
(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. 2019-ban 19 megye és Budapest területéről, 425 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 2019-ben összesen 256 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.

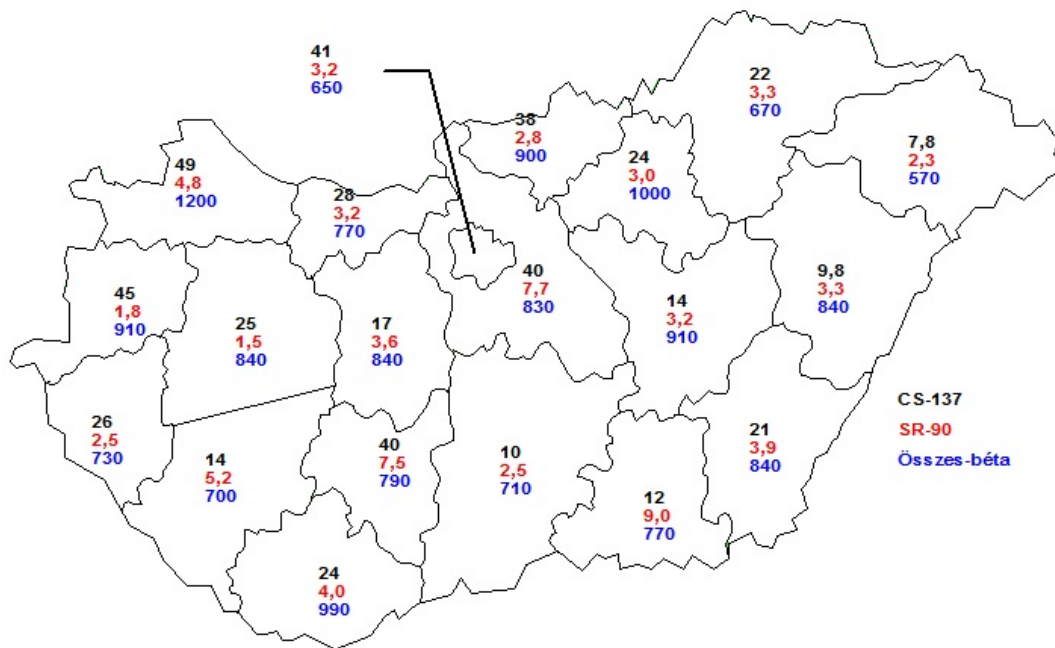
A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó ^{137}Cs izotóp aktivitás-koncentrációja még mindig jól mérhető. Megyéenkénti átlagai a 2018. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 1,8-27 Bq/kg, az egyedi eredmények maximuma a 340 Bq/kg volt, mely magasabb a tavalyi értéknél. A ^{90}Sr izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 1,1-2,1 Bq/kg közöttiek voltak. Az összesbéta aktivitás-koncentrációk nagyobbak (320-740 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes ^{40}K izotóptól származik.

A talaj ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 8,7 Bq/kg, a ^{90}Sr izotópé ennél kisebb, 1,6 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 590 Bq/kg volt 2019-ben. Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2018. éviéktől.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	6,9	0,67	24	6,0	22	2
Cs-137	BE	6,0	0,69	21	5,4	19	0
Cs-137	BK	1,8	0,32	10	2,4	52	36
Cs-137	BP	-	1,8	41	-	7	0
Cs-137	BZ	6,0	0,78	22	8,0	10	0
Cs-137	CS	5,7	1,1	12	3,8	20	0
Cs-137	FE	8,1	3,0	17	3,5	22	0
Cs-137	GY	20	4,9	49	11	47	0
Cs-137	HA	4,3	1,0	9,8	2,4	19	1
Cs-137	HE	9,5	2,4	24	7,1	20	0
Cs-137	JA	5,7	1,8	14	3,4	20	0
Cs-137	KO	9,3	0,94	28	7,9	23	1
Cs-137	NO	11	4,0	38	7,5	23	0
Cs-137	PE	13	0,81	40	11	32	0
Cs-137	SO	8,6	2,9	14	3,9	12	1
Cs-137	SZ	3,4	0,16	7,8	2,5	12	1
Cs-137	TO	4,0	0,79	40	7,8	124	93
Cs-137	VA	15	0,97	45	11	20	0
Cs-137	VE	7,6	0,91	25	6,8	20	0
Cs-137	ZA	15	5,0	26	6,7	14	0
Sr-90	BA	1,3	0,36	4,0	1,2	14	2
Sr-90	BE	-	1,1	3,9	-	9	0
Sr-90	BK	-	0,81	2,5	-	10	5
Sr-90	BP	-	2,4	3,2	-	3	1
Sr-90	BZ	-	0,48	3,3	-	4	0
Sr-90	CS	1,7	0,44	9,0	2,4	11	1
Sr-90	FE	2,1	0,45	3,6	1,1	13	0
Sr-90	GY	1,8	0,30	4,8	1,3	11	1
Sr-90	HA	-	1,3	3,3	-	11	6
Sr-90	HE	1,9	0,74	3,0	0,79	11	0
Sr-90	JA	1,6	0,28	3,2	0,75	12	2
Sr-90	KO	1,2	0,25	3,2	1,0	12	2
Sr-90	NO	1,1	0,35	2,8	0,72	12	1
Sr-90	PE	1,6	0,58	7,7	1,7	17	1
Sr-90	SO	-	0,26	5,2	-	5	0
Sr-90	SZ	-	0,36	2,3	-	6	1
Sr-90	TO	-	1,4	7,5	-	13	8
Sr-90	VA	1,3	0,41	1,8	0,46	11	1
Sr-90	VE	-	0,40	1,5	-	11	4
Sr-90	ZA	-	0,86	2,5	-	5	0
Összes-béta	BA	740	600	990	84	18	0
Összes-béta	BE	660	440	840	130	16	0
Összes-béta	BK	470	300	710	160	14	1
Összes-béta	BP	320	100	650	160	19	0
Összes-béta	BZ	-	490	670	-	6	0
Összes-béta	CS	490	250	770	210	16	0
Összes-béta	FE	610	340	840	150	18	0
Összes-béta	GY	740	540	1200	200	16	0
Összes-béta	HA	520	180	840	220	15	0
Összes-béta	HE	650	470	1000	140	16	0
Összes-béta	JA	730	510	910	100	16	0
Összes-béta	KO	570	410	770	130	19	0
Összes-béta	NO	590	350	900	140	19	0
Összes-béta	PE	680	390	830	96	29	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	SO	-	360	700	-	8	0
Összes-béta	SZ	-	290	570	-	9	0
Összes-béta	TO	550	340	790	130	19	0
Összes-béta	VA	710	430	920	110	16	0
Összes-béta	VE	550	180	840	170	16	0
Összes-béta	ZA	610	500	730	79	10	0
Cs-137	Összesen	8,1	0,16	49	-	538	135
Sr-90	Összesen	1,6	0,25	9,0	-	201	36
Összes-béta	Összesen	590	100	1200	-	315	1



4-4. ábra
Talajmérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2019-ben
(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). 2019-ben mérési programjaik keretében 387 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 2019-ben összesen 759 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. 2019-ben 32 ilyen mintát vettek.

A 2019. 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.

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

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Cs-137	Által ér	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Balaton	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Cseke tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Deseda tó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Duna	2,2	0,13	10	2,6	74	64
Cs-137	DVCS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Eger patak	-	5,0	5,1	-	2	0
Cs-137	Fehér tó	-	-	1,0	-	1	0
Cs-137	Fertő tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Godafoki csat.	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Halas-tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Hámori tó	-	-	15	-	1	0

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Cs-137	Hármas Körös	-	1,0	1,0	-	3	0
Cs-137	Holt Duna-ág	-	-	-	-	6	6
Cs-137	Holt tiszta	-	-	20	-	3	2
Cs-137	Horgásztó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Horgász-tó	-	-	1,0	-	1	0
Cs-137	Kapos	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Keleti Főcsatorna	-	-	20	-	2	1
Cs-137	Kondor tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Kőér patak	-	-	-	-	12	12
Cs-137	Laskóvölgyi víztározó	-	-	12	-	1	0
Cs-137	Maros	-	1,0	1,0	-	4	0
Cs-137	Orfűi tó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Palotási víztározó	-	-	11	-	1	0
Cs-137	Rába	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Sárközi I.	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Sárközi II.	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Sárvár tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Séd patak	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Sóstó	-	-	18	-	1	0
Cs-137	Szelidi tó	-	-	-	-	8	8
Cs-137	Szinva folyó	-	3,6	5,2	-	2	0
Cs-137	Tisza	-	1,0	1,0	-	6	0
Cs-137	Vártó	-	-	1,0	-	1	0
Cs-137	Zagyva	-	-	4,9	-	1	0
Cs-137	Zala	-	-	-	-	1	1
H-3	Bátaapáti patak	-	-	2400	-	1	0
H-3	Börzsöny patak	-	-	-	-	1	1
H-3	Duna	1800	470	8800	1200	164	77
H-3	Horgásztó	-	-	-	-	1	1
H-3	Kemence patak	-	-	670	-	1	0
H-3	Kőér patak	900	270	1600	320	12	0
H-3	Letkés patak	-	-	310	-	1	0
H-3	Szelidi tó	1000	580	1400	260	12	0
Sr-90	Duna	-	0,85	8,1	-	31	27
Sr-90	Holt Duna-ág	-	-	8,2	-	4	3
Sr-90	Kondor tó	-	4,1	6,9	-	4	1
Sr-90	Szelidi tó	-	-	6,5	-	4	3
Összes-béta	Által ér	230	110	300	61	12	0
Összes-béta	Balaton	440	230	530	82	28	0
Összes-béta	Bátaapáti patak	290	130	490	110	12	0
Összes-béta	Bódva	170	90	260	47	12	0
Összes-béta	Börzsöny patak	-	-	130	-	1	0
Összes-béta	Cseke tó	-	120	200	-	3	0
Összes-béta	Deseda tó	-	150	330	-	4	0
Összes-béta	Dráva	110	97	130	9,2	12	0
Összes-béta	Duna	120	18	340	47	219	0
Összes-béta	DVCS	-	-	160	-	1	0
Összes-béta	Eger patak	330	210	500	84	12	0
Összes-béta	Fehér tó	-	300	500	-	4	0
Összes-béta	Fertő tó	-	770	900	-	4	0
Összes-béta	Godafoki csat.	-	-	180	-	1	0
Összes-béta	Halas-tó	-	190	250	-	4	0

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Összes-béta	Hámori tó	-	46	650	-	4	0
Összes-béta	Hármas Körös	-	160	320	-	8	0
Összes-béta	Hármas-Körös	-	100	180	-	9	4
Összes-béta	Hernád	170	120	240	37	12	0
Összes-béta	Holt Duna-ág	230	210	290	25	11	0
Összes-béta	Holt tiszta	-	190	370	-	3	0
Összes-béta	Horgásztó	-	130	210	-	4	0
Összes-béta	Horgász-tó	-	180	580	-	4	0
Összes-béta	Kapos	350	190	1800	330	24	0
Összes-béta	Keleti Főcsatorna	-	100	220	-	8	0
Összes-béta	Kemence patak	-	-	97	-	1	0
Összes-béta	Kondor tó	160	150	180	9,0	12	0
Összes-béta	Kőér patak	440	60	660	160	13	0
Összes-béta	Körös/Fehér-körös	200	140	280	42	12	0
Összes-béta	Lajta	120	50	340	81	12	0
Összes-béta	Lapincs	110	10	290	73	12	0
Összes-béta	Laskóvölgyi víztározó	-	400	490	-	4	0
Összes-béta	Letkés patak	-	-	280	-	1	0
Összes-béta	Maros	260	130	480	110	17	0
Összes-béta	Nádor-csatorna	500	420	560	51	11	0
Összes-béta	Omszki tó	-	-	700	-	1	0
Összes-béta	Orfűi tó	-	150	210	-	4	0
Összes-béta	Palotási víztározó	-	630	680	-	4	0
Összes-béta	Pinka	80	20	320	82	12	0
Összes-béta	Rába	130	20	230	53	36	0
Összes-béta	Sajó	170	90	280	58	11	0
Összes-béta	Sárközi I.	-	-	170	-	1	0
Összes-béta	Sárközi II.	-	140	150	-	2	0
Összes-béta	Sárvár tó	-	120	160	-	4	0
Összes-béta	Séd patak	130	80	280	59	12	0
Összes-béta	Sió	510	430	540	38	11	0
Összes-béta	Sóstó	-	-	170	-	1	0
Összes-béta	Szamos	-	-	330	-	1	0
Összes-béta	Szelidi tó	270	140	370	60	25	0
Összes-béta	Szinva folyó	130	89	190	35	12	0
Összes-béta	Tisza	170	64	340	62	50	8
Összes-béta	Vártó	-	190	260	-	4	0
Összes-béta	Velencei-tó	1900	1500	2200	220	10	0
Összes-béta	Zagyva	460	290	680	110	12	0
Összes-béta	Zala	170	120	380	72	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 2019-ben összesen 440 vízminta vizsgálatát végezték el.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszer előállításához használt ivóvíz - méréseket. 2019-ben összesen 56 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 ivóvízeknél az átlagérték hasonló a felszíni vizekéhez, 1-2 Bq/l nagyságú. A mélyégi ivóvízek (karszt, artézi) trícium koncentrációi viszont legfeljebb a néhány tized Bq/l értéket érik el.

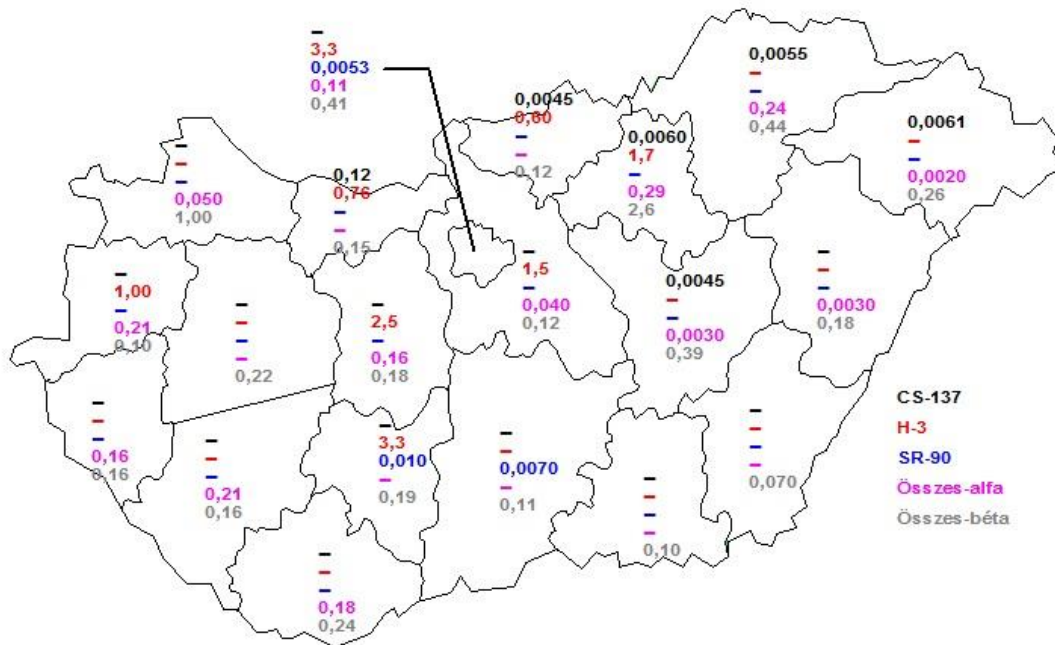
Az ivóvíz ³H aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 1,4 Bq/l. A legnagyobb érték (3,3 Bq/l) is jóval kisebb, mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A ⁹⁰Sr koncentrációi 0,0013-0,011 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,13 Bq/l, az összes alfa-aktivitások átlaga 0,093 Bq/l, míg a ¹³⁷Cs koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, értékeik a 0,0043 és 0,012 Bq/l között találhatók.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	3	3
Cs-137	BK	-	-	-	-	4	4
Cs-137	BP	-	-	-	-	15	15
Cs-137	BZ	-	0,0043	0,0055	-	4	2
Cs-137	FE	-	-	-	-	4	4
Cs-137	GY	-	-	-	-	1	1
Cs-137	HA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	HE	-	0,0057	0,0060	-	3	1
Cs-137	JA	-	-	0,0045	-	4	3
Cs-137	KO	-	-	0,12	-	2	1
Cs-137	NO	-	-	0,0045	-	1	0
Cs-137	SO	-	-	-	-	2	2
Cs-137	SZ	-	-	0,0061	-	6	5
Cs-137	TO	-	-	-	-	18	18
Cs-137	VA	-	-	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	-	-	2	2

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	ZA	-	-	-	-	2	2
H-3	BA	-	-	-	-	3	3
H-3	BE	-	-	-	-	2	2
H-3	BK	-	-	-	-	2	2
H-3	BP	-	-	3,3	-	13	12
H-3	BZ	-	-	-	-	2	2
H-3	CS	-	-	-	-	2	2
H-3	FE	-	-	2,5	-	5	4
H-3	GY	-	-	-	-	1	1
H-3	HA	-	-	-	-	2	2
H-3	HE	-	-	1,7	-	2	1
H-3	JA	-	-	-	-	2	2
H-3	KO	-	-	0,76	-	2	1
H-3	NO	-	-	0,60	-	1	0
H-3	PE	-	-	1,5	-	2	1
H-3	SO	-	-	-	-	5	5
H-3	SZ	-	-	-	-	5	5
H-3	TO	1,3	0,34	3,3	1,2	26	13
H-3	VA	-	-	1,0	-	1	0
H-3	ZA	-	-	-	-	6	6
Sr-90	BA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BK	-	0,0054	0,0070	-	4	0
Sr-90	BP	0,0026	0,0013	0,0053	0,0011	12	0
Sr-90	FE	-	-	-	-	2	2
Sr-90	KO	-	-	-	-	1	1
Sr-90	SO	-	-	-	-	2	2
Sr-90	TO	-	0,0058	0,011	-	18	15
Sr-90	VA	-	-	-	-	1	1
Sr-90	VE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	ZA	-	-	-	-	2	2
Összes-alfa	BA	-	0,097	0,18	-	3	1
Összes-alfa	BP	0,093	0,051	0,12	0,019	12	0
Összes-alfa	BZ	-	-	0,24	-	2	1
Összes-alfa	FE	-	0,11	0,17	-	5	2
Összes-alfa	GY	-	-	0,059	-	1	0
Összes-alfa	HA	-	0,0010	0,0030	-	4	0
Összes-alfa	HE	-	0,29	0,30	-	2	0
Összes-alfa	JA	-	0,0010	0,0030	-	5	1
Összes-alfa	KO	-	-	-	-	1	1
Összes-alfa	PE	-	-	0,041	-	1	0
Összes-alfa	SO	-	0,080	0,21	-	5	1
Összes-alfa	SZ	-	0,0010	0,0020	-	6	4
Összes-alfa	TO	-	-	-	-	2	2
Összes-alfa	VA	-	-	0,21	-	1	0
Összes-alfa	ZA	-	0,10	0,16	-	6	0
Összes-béta	BA	-	0,090	0,24	-	5	0
Összes-béta	BE	-	0,040	0,070	-	4	0
Összes-béta	BK	0,095	0,060	0,12	0,016	16	0
Összes-béta	BP	0,10	0,019	0,41	0,067	38	0
Összes-béta	BZ	-	0,025	0,44	-	6	0
Összes-béta	CS	-	0,060	0,10	-	4	0
Összes-béta	FE	-	0,089	0,19	-	7	0
Összes-béta	GY	0,14	0,055	1,0	0,15	38	0
Összes-béta	HA	0,10	0,026	0,18	0,044	14	0
Összes-béta	HE	-	0,14	2,6	-	6	0
Összes-béta	JA	0,18	0,018	0,40	0,11	16	0
Összes-béta	KO	-	0,077	0,15	-	5	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Mínimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Összes-béta	NO	-	0,068	0,12	-	5	0
Összes-béta	PE	-	0,11	0,12	-	2	0
Összes-béta	SO	-	0,060	0,16	-	7	0
Összes-béta	SZ	0,12	0,030	0,26	0,066	18	1
Összes-béta	TO	0,10	0,050	0,20	0,026	60	0
Összes-béta	VA	-	0,050	0,10	-	5	0
Összes-béta	VE	-	0,080	0,22	-	4	0
Összes-béta	ZA	0,12	0,080	0,16	0,025	11	0
Cs-137	Összesen	-	0,0043	0,12	-	77	69
H-3	Összesen	1,4	0,34	3,3	-	84	64
Sr-90	Összesen	0,0058	0,0013	0,011	-	45	26
Összes-alfa	Összesen	0,093	0,0010	0,30	-	56	13
Összes-béta	Összesen	0,13	0,018	2,6	-	271	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, indokolttá teszi radiológiai szempontból történő külön vizsgálatukat. A 2019-ben kapott eredményeket a 4-9. táblázatban foglaltuk össze. Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben negyedévenkénti mintavétel szerepel. Az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, 2019-ben összesen 45 mintán végeztek méréseket. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek palackozottvíz-méréseket. 2019-ben összesen 8 vízminta részletes radioanalitikai vizsgálatát (gamma-sugárzó izotópok, trícium, összes-alfa, összes-béta, urán izotópok, Po-210) végezték el.

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

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

Radionuklid	Megye*	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	N	Kha
Cs-137	BP	-	-	2	2
Cs-137	BZ	0,0042	0,0042	4	2
Cs-137	CS	0,0010	0,0010	2	0
Cs-137	GY	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	0,025	5	4
Cs-137	PE	-	-	3	3
Cs-137	TO	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	2	2
H-3	BZ	-	-	1	1
H-3	HA	-	-	1	1
H-3	PE	-	-	2	2
H-3	VE	-	-	1	1
Összes-alfa	BZ	-	-	1	1
Összes-alfa	HA	-	0,045	1	0
Összes-alfa	PE	-	-	3	3
Összes-alfa	VE	-	0,35	2	1
Összes-béta	BP	0,0010	0,17	15	4
Összes-béta	BZ	0,048	0,37	5	0
Összes-béta	CS	0,070	0,095	4	0
Összes-béta	GY	0,060	0,14	4	0
Összes-béta	HA	0,058	0,23	5	0
Összes-béta	PE	0,0044	0,066	3	0
Összes-béta	TO	0,19	0,25	4	0
Összes-béta	VE	0,25	0,25	2	0
Cs-137	Összesen	0,0010	0,025	22	17
H-3	Összesen	-	-	5	5
Összes-alfa	Összesen	0,045	0,35	7	5
Összes-béta	Összesen	0,0010	0,37	42	4

* 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.

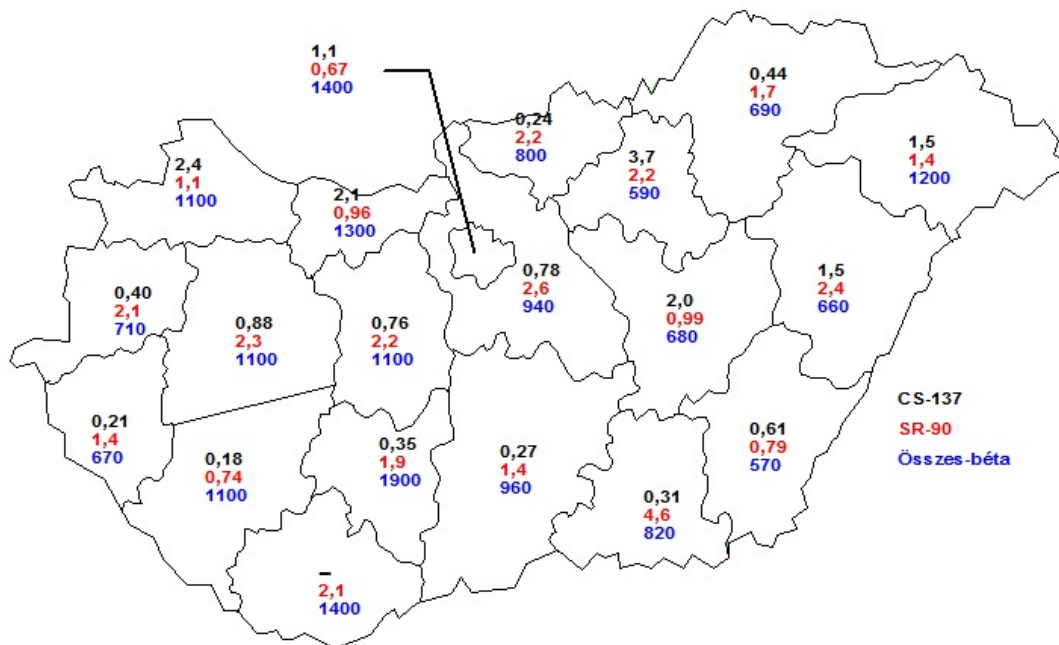
4.7.1 Takarmány

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. 2019-ben a 19 megye és Budapest területéről 478 takarmányminta vizsgálatát végezték

Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2019-ben összesen 113 minta vizsgálatát végezték el.

A takarmánynövények ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,36 Bq/kg, a ^{90}Sr -é magasabb, 0,62 Bq/kg. A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit, a 4-10. táblázatban és a 4.6. ábrán foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ^{137}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 radionukliból 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)

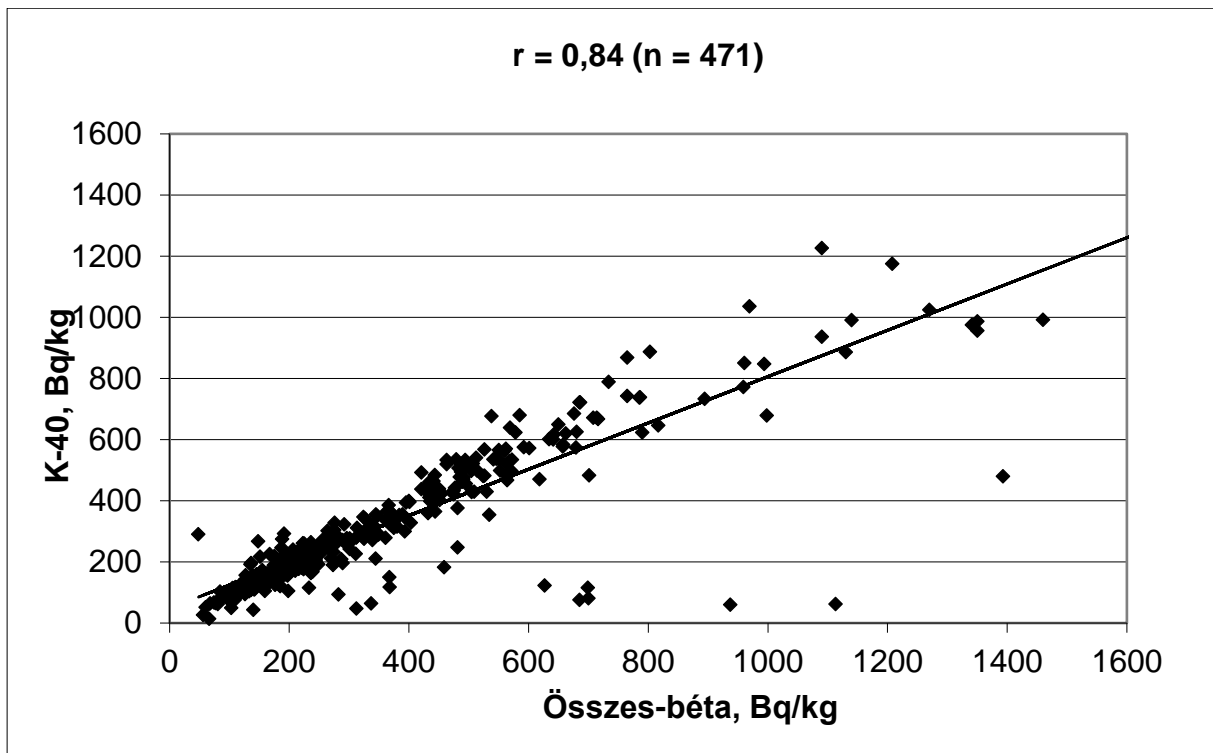
Megj: A "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	24	24
Cs-137	BE	-	0,0010	0,61	-	20	15
Cs-137	BK	-	0,0010	0,27	-	47	40
Cs-137	BP	-	0,15	1,1	-	51	45
Cs-137	BZ	-	0,093	0,44	-	17	11
Cs-137	CS	-	0,0010	0,31	-	20	15
Cs-137	FE	-	0,041	0,76	-	28	19
Cs-137	GY	0,48	0,041	2,4	0,43	40	27
Cs-137	HA	-	0,15	1,5	-	19	13
Cs-137	HE	-	0,043	3,7	-	19	11
Cs-137	JA	-	1,0	2,0	-	23	19
Cs-137	KO	0,28	0,023	2,1	0,42	27	17
Cs-137	NO	-	0,044	0,24	-	22	13
Cs-137	PE	0,17	0,035	0,78	0,12	48	33
Cs-137	SO	-	-	0,18	-	21	20
Cs-137	SZ	-	0,79	1,5	-	16	11
Cs-137	TO	-	0,066	0,35	-	54	48
Cs-137	VA	0,20	0,038	0,40	0,22	19	7
Cs-137	VE	-	0,039	0,88	-	21	17
Cs-137	ZA	-	0,068	0,21	-	20	17
Sr-90	BA	0,65	0,090	2,1	0,52	20	2
Sr-90	BE	-	0,28	0,80	-	10	7
Sr-90	BK	0,34	0,024	1,4	0,28	36	8
Sr-90	BP	-	0,23	0,67	-	2	0
Sr-90	BZ	0,91	0,15	1,7	0,63	12	1
Sr-90	CS	-	0,16	4,6	-	10	3

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Sr-90	FE	0,64	0,12	2,2	0,50	18	1
Sr-90	GY	0,32	0,050	1,2	0,28	17	1
Sr-90	HA	-	0,16	2,4	-	13	5
Sr-90	HE	0,78	0,21	2,2	0,61	15	1
Sr-90	JA	0,36	0,085	1,0	0,34	13	0
Sr-90	KO	0,32	0,060	0,96	0,25	23	0
Sr-90	NO	0,79	0,24	2,2	0,57	17	0
Sr-90	PE	0,80	0,11	2,6	0,62	42	0
Sr-90	SO	0,37	0,13	0,74	0,19	14	0
Sr-90	SZ	-	0,29	1,4	-	9	2
Sr-90	TO	0,71	0,11	1,9	0,50	38	9
Sr-90	VA	0,54	0,13	2,1	0,54	16	1
Sr-90	VE	0,80	0,034	2,3	0,69	17	0
Sr-90	ZA	0,67	0,052	1,4	0,43	18	1
Összes-béta	BA	320	100	1400	350	24	0
Összes-béta	BE	240	110	570	120	20	0
Összes-béta	BK	260	48	960	180	47	0
Összes-béta	BP	370	120	1400	300	18	0
Összes-béta	BZ	340	96	690	190	17	0
Összes-béta	CS	310	110	820	190	19	0
Összes-béta	FE	420	100	1100	290	27	0
Összes-béta	GY	460	10	1100	220	43	2
Összes-béta	HA	310	120	660	150	19	0
Összes-béta	HE	310	130	590	150	19	0
Összes-béta	JA	250	91	680	160	22	0
Összes-béta	KO	290	56	1300	250	34	1
Összes-béta	NO	330	100	800	210	22	0
Összes-béta	PE	340	81	940	200	48	0
Összes-béta	SO	280	77	1100	330	21	0
Összes-béta	SZ	360	68	1200	310	16	0
Összes-béta	TO	440	60	1900	400	53	0
Összes-béta	VA	320	74	710	210	19	0
Összes-béta	VE	420	110	1100	300	22	0
Összes-béta	ZA	300	100	670	180	21	0
Cs-137	Összesen	0,36	0,0010	3,7	-	556	422
Sr-90	Összesen	0,62	0,024	4,6	-	360	42
Összes-béta	Összesen	340	10	1900	-	531	3

2019-ben a mintákban mérhető összesbéta-aktivitás átlagosan 340 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 84%-ban a ⁴⁰K radionukliddól származik.



4-7. ábra

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

4.7.2 Növényi eredetű, nyers élelmiszer

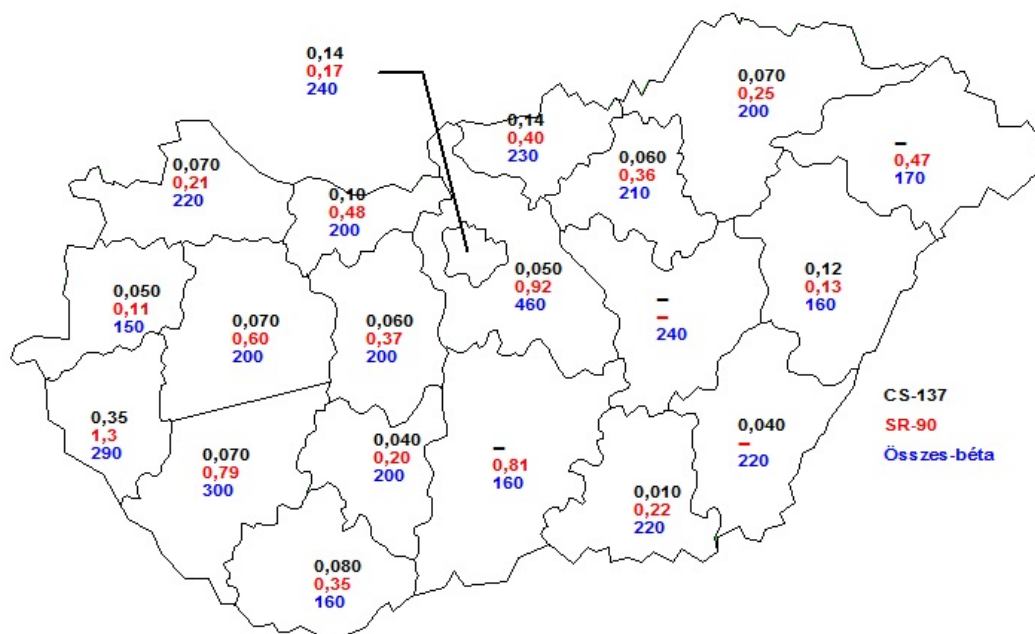
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények, – elsősorban a zöldségfélék - amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitás-koncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegről vonatkoztatják. 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. 2019-ben a 19 megye és Budapest területéről 349 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. 2019-ben 536 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 EüÁ ERMAH és egyéb mérési programjai keretében 2019-ben összesen 138 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 0,049 Bq/kg, a ^{90}Sr nuklidé pedig 0,25 Bq/kg.



4-8. ábra

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

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

4-10. táblázat

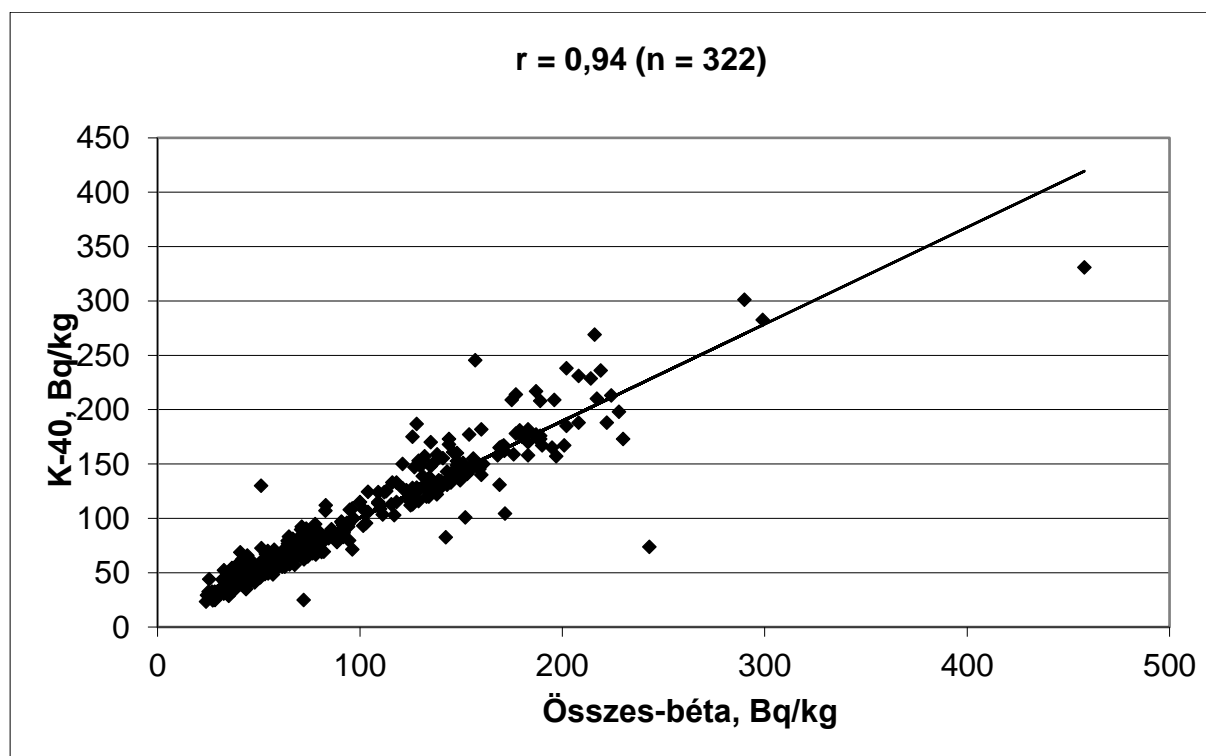
Nyers, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	0,060	0,080 (*0,32)	-	10	8
Cs-137	BE	-	-	0,046	-	24	23
Cs-137	BK	-	-	- (*0,55)	-	20	20
Cs-137	BP	-	0,015	0,14 (*0,44)	-	25	17
Cs-137	BZ	0,054	0,032	0,078 (*0,46)	0,025	34	16
Cs-137	CS	0,029	0,0010	0,017 (*0,14)	0,032	36	18
Cs-137	FE	-	0,022	0,068 (*0,10)	-	26	22
Cs-137	GY	-	-	0,070 (*0,45)	-	32	31
Cs-137	HA	0,086	0,066	0,13	0,026	22	4
Cs-137	HE	-	0,012	0,060	-	13	9
Cs-137	JA	-	-	-	-	18	18
Cs-137	KO	-	0,026	0,10 (*0,79)	-	9	6
Cs-137	NO	-	0,017	0,14 (*0,73)	-	8	4
Cs-137	PE	-	0,013	0,058	-	21	14
Cs-137	SO	-	-	0,070	-	22	21
Cs-137	SZ	-	-	-	-	14	14
Cs-137	TO	-	-	0,046	-	30	29
Cs-137	VA	-	0,029	0,050 (*1,9)	-	10	6
Cs-137	VE	-	0,019	0,077 (*1,3)	-	12	7
Cs-137	ZA	-	-	0,35	-	22	21
Sr-90	BA	-	0,13	0,35 (*0,70)	-	5	0
Sr-90	BE	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BK	-	0,17	0,81	-	4	2
Sr-90	BP	-	0,055	0,17 (*0,49)	-	2	0
Sr-90	BZ	-	0,15	0,25 (*0,29)	-	3	1
Sr-90	CS	-	-	0,22	-	2	1
Sr-90	FE	-	0,086	0,37	-	9	1
Sr-90	GY	-	0,050	0,21	-	3	0
Sr-90	HA	-	-	0,13	-	3	2
Sr-90	HE	-	0,065	0,36	-	5	0
Sr-90	JA	-	-	-	-	3	3
Sr-90	KO	-	0,10	0,49	-	5	1
Sr-90	NO	-	0,21	0,41	-	5	0
Sr-90	PE	0,34	0,082	0,93	0,28	11	1
Sr-90	SO	-	0,12	0,79	-	4	0
Sr-90	SZ	-	0,12	0,47	-	6	2
Sr-90	TO	-	0,14	0,20	-	5	3
Sr-90	VA	-	0,050	0,11	-	4	0
Sr-90	VE	-	0,11	0,60	-	3	0
Sr-90	ZA	-	0,12	1,3	-	3	0
Összes-béta	BA	93	25	160	54	10	0
Összes-béta	BE	-	44	220	-	6	0
Összes-béta	BK	-	28	160	-	6	0
Összes-béta	BP	62	14	240 (*290)	42	55	0
Összes-béta	BZ	89	33	200	43	34	0
Összes-béta	CS	110	42	220	53	23	0
Összes-béta	FE	100	32	200	51	26	0
Összes-béta	GY	71	24	220	54	32	0
Összes-béta	HA	81	27	160	42	22	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	110	37	210	63	13	0
Összes-béta	JA	-	51	240	-	7	0
Összes-béta	KO	-	32	200	-	9	0
Összes-béta	NO	-	26	230	-	8	0
Összes-béta	PE	130	38	460	93	21	0
Összes-béta	SO	85	37	300	64	21	0
Összes-béta	SZ	85	33	170	44	13	0
Összes-béta	TO	97	42	200	43	27	0
Összes-béta	VA	86	24	150	42	10	0
Összes-béta	VE	100	25	200	55	12	0
Összes-béta	ZA	85	33	290	62	22	0
Cs-137	Összesen	0,049	0,0010	0,35 (*1,9)	-	408	308
Sr-90	Összesen	0,25	0,050	1,3	-	87	19
Összes-béta	Összesen	92	14	460	-	377	0

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

2019-ben a mintákban mérhető összes béta-aktivitás átlaga 92 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

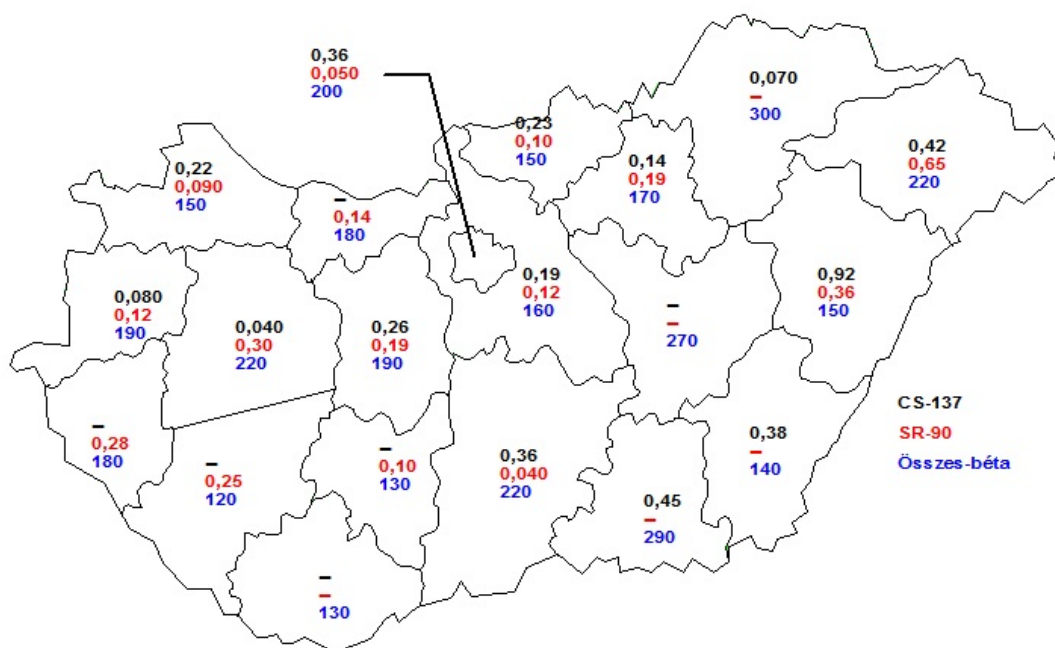
A mintacsoportba elsősorban a gabonafélék terményei, illetve ezek feldolgozott formái (liszt, kenyér, pékáru) tartoznak.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot; búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek benne. 2019-ben a 19 megye és Budapest területéről 267 gabonaféle vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények ^{137}Cs szűrő vizsgálata is. 2019-ben 270 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 2019-ben összesen 126 minta vizsgálatát végezték el.

A gabonafélékben és termékeikben mért aktivitás-koncentrációk éves, országos értékei az alábbi határok közt mozogtak (4-12. táblázat): 0,001 - 0,92 Bq/kg (^{137}Cs); 0,032 - 0,65 (^{90}Sr) és 12 - 300 Bq/kg (összes béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű ^{137}Cs , - az igen kis kimutatási határok ellenére - általában a minták 80 %-ában már nem volt kimutatható.



4-10. ábra

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

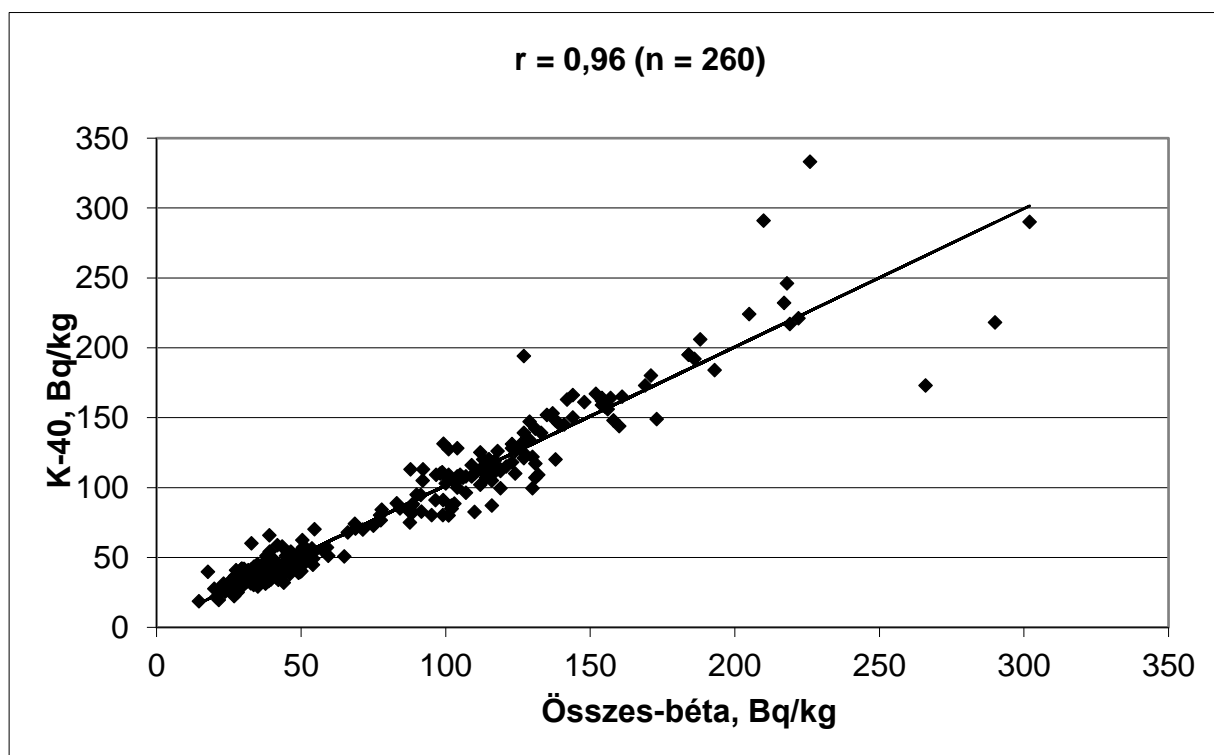
Megj.: "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	5	5
Cs-137	BE	-	-	0,39	-	12	11
Cs-137	BK	-	0,038	0,37	-	31	29
Cs-137	BP	-	0,016	0,37	-	25	21
Cs-137	BZ	-	0,041	0,079	-	15	8
Cs-137	CS	-	0,0010	0,46	-	18	12
Cs-137	FE	-	-	0,26	-	11	10
Cs-137	GY	-	0,036	0,22	-	32	27
Cs-137	HA	0,25	0,089	0,92	0,19	20	4
Cs-137	HE	-	-	0,14	-	15	14
Cs-137	JA	-	-	-	-	15	15
Cs-137	KO	-	-	-	-	11	11
Cs-137	NO	-	0,18	0,23	-	10	8
Cs-137	PE	-	-	0,19	-	9	8
Cs-137	SO	-	-	-	-	10	10
Cs-137	SZ	-	-	0,42	-	15	14
Cs-137	TO	-	-	-	-	19	19
Cs-137	VA	-	-	0,087	-	13	12
Cs-137	VE	-	-	0,042	-	13	12
Cs-137	ZA	-	-	-	-	14	14
Sr-90	BE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	BK	-	-	0,040	-	3	2
Sr-90	BP	-	-	0,057	-	1	0
Sr-90	BZ	-	-	-	-	2	2
Sr-90	CS	-	-	-	-	1	1
Sr-90	FE	-	0,068	0,20	-	3	0
Sr-90	GY	-	-	0,090	-	2	1
Sr-90	HA	-	0,24	0,36	-	2	0
Sr-90	HE	-	0,044	0,19	-	7	0
Sr-90	JA	-	-	-	-	3	3
Sr-90	KO	-	0,080	0,15	-	4	2
Sr-90	NO	-	0,032	0,11	-	4	1
Sr-90	PE	-	0,074	0,12	-	3	0
Sr-90	SO	-	0,14	0,25	-	3	0
Sr-90	SZ	-	0,16	0,65	-	4	0
Sr-90	TO	-	0,098	0,11	-	2	0
Sr-90	VA	-	0,038	0,12	-	4	1
Sr-90	VE	-	0,19	0,30	-	4	1
Sr-90	ZA	-	0,040	0,28	-	7	1
Összes-béta	BA	-	28	130	-	5	0
Összes-béta	BE	-	23	140	-	6	0
Összes-béta	BK	57	21	220	47	24	0
Összes-béta	BP	50	12	210	42	39	0
Összes-béta	BZ	79	27	300	70	24	0
Összes-béta	CS	67	27	290	54	21	0
Összes-béta	FE	87	24	190	50	10	0
Összes-béta	GY	54	17	150	30	38	0
Összes-béta	HA	58	21	150	36	20	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	94	15	170	52	15	0
Összes-béta	JA	-	45	270	-	9	0
Összes-béta	KO	100	23	180	52	10	0
Összes-béta	NO	97	28	160	51	10	0
Összes-béta	PE	-	33	160	-	8	0
Összes-béta	SO	80	18	120	35	10	0
Összes-béta	SZ	120	40	220	66	15	0
Összes-béta	TO	61	20	130	23	20	0
Összes-béta	VA	110	46	190	42	11	0
Összes-béta	VE	110	29	220	57	11	0
Összes-béta	ZA	100	28	180	42	13	0
Cs-137	Összesen	0,25	0,0010	0,92	-	313	264
Sr-90	Összesen	0,15	0,032	0,65	-	60	16
Összes-béta	Összesen	77	12	300	-	319	0

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, tejgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. 2019-ben a 19 megye és Budapest területéről 329 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 2019-ben összesen 270 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 tejgazdaságból származnak, így a mintavétel helye a származási hely is egyben).

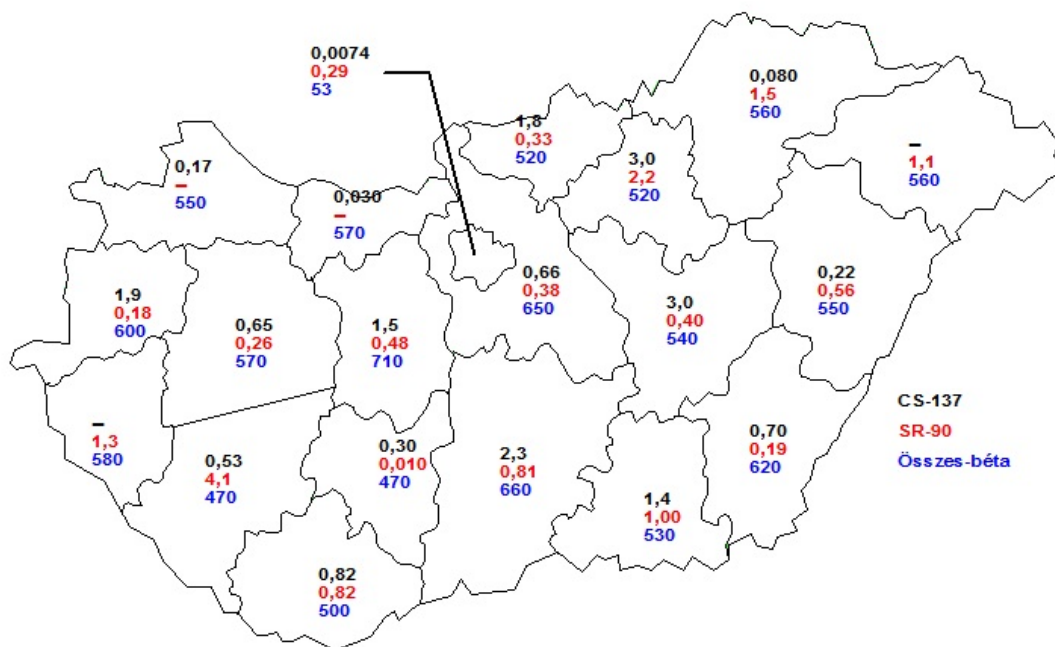
A tej- és tejtermékmintákra vonatkozó mérési eredmények jellemzőit a 4-13. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ^{137}Cs és ^{90}Sr aktivitás-koncentrációk nagyobb részt kimutatási határ alattiak. (Megjegyezzük, hogy a magasabb koncentrációk - a gyakran nem is hazai előállítás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

A tej és tejtermékek ^{137}Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,17 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé is hasonló, 0,21 Bq/kg. A döntően természetes eredetű összesbéta-aktivitásé pedig 100 Bq/kg volt 2019-ben.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
CS-137	BA	-	-	0,82	-	16	15
CS-137	BE	-	0,41	0,71	-	13	11
CS-137	BK	-	0,36	2,3	-	31	28
CS-137	BP	-	-	0,0074	-	7	6
CS-137	BZ	-	0,021	0,088	-	26	17
CS-137	CS	-	0,0010	1,4	-	20	12
CS-137	FE	0,19	0,014	1,5	0,33	25	14
CS-137	GY	-	0,012	0,17	-	30	27
CS-137	HA	0,14	0,032	0,22	0,15	37	13
CS-137	HE	-	0,12	3,1	-	14	10
CS-137	JA	-	0,12	3,0	-	20	14
CS-137	KO	-	-	0,030	-	14	13
CS-137	NO	-	0,0090	1,8	-	13	10
CS-137	PE	0,070	0,012	0,66	0,13	28	18
CS-137	SO	-	0,21	0,53	-	17	15
CS-137	SZ	-	-	-	-	11	11
CS-137	TO	-	0,0080	0,30	-	67	63
CS-137	VA	-	0,013	1,9	-	15	10
CS-137	VE	-	0,016	0,65	-	16	14
CS-137	ZA	-	-	-	-	16	16
SR-90	BA	0,28	0,050	0,82	0,23	16	5
SR-90	BE	-	0,023	0,19	-	10	5
SR-90	BK	-	0,0046	0,81	-	16	10
SR-90	BP	-	0,12	0,29	-	3	1
SR-90	BZ	-	0,017	1,5	-	17	11
SR-90	CS	-	0,029	1,0	-	11	7
SR-90	FE	0,16	0,025	0,48	0,12	25	8
SR-90	GY	-	-	-	-	20	20
SR-90	HA	-	0,028	0,56	-	12	9
SR-90	HE	-	0,012	2,2	-	14	5
SR-90	JA	-	0,030	0,41	-	17	9
SR-90	KO	-	-	-	-	14	14
SR-90	NO	0,11	0,022	0,34	0,11	13	3
SR-90	PE	0,096	0,024	0,38	0,11	28	7
SR-90	SO	0,52	0,030	4,1	1,0	17	2
SR-90	SZ	-	0,030	1,1	-	11	6
SR-90	TO	0,073	0,0034	0,012	0,13	34	24
SR-90	VA	-	0,017	0,18	-	15	13
SR-90	VE	-	0,070	0,26	-	16	14
SR-90	ZA	0,40	0,020	1,3	0,36	16	0
Összes-béta	BA	150	24	500	190	16	0
Összes-béta	BE	110	14	620	180	13	0
Összes-béta	BK	120	19	660	170	26	0
Összes-béta	BP	28	0,032	53	15	60	1
Összes-béta	BZ	91	23	560	150	41	0
Összes-béta	CS	60	21	530	87	41	0
Összes-béta	FE	200	23	710	240	25	0
Összes-béta	GY	68	13	550	120	45	0
Összes-béta	HA	65	0,046	550	110	41	0

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HE	190	23	520	210	14	0
Összes-béta	JA	210	26	540	220	20	0
Összes-béta	KO	210	36	570	240	14	0
Összes-béta	NO	77	21	520	130	13	0
Összes-béta	PE	120	22	650	180	28	0
Összes-béta	SO	160	23	470	180	17	0
Összes-béta	SZ	230	11	560	230	11	0
Összes-béta	TO	60	28	470	65	70	0
Összes-béta	VA	170	27	600	230	15	0
Összes-béta	VE	150	30	570	200	16	0
Összes-béta	ZA	130	18	580	180	16	0
Cs-137	Összesen	0,17	0,0010	3,1	-	436	337
Sr-90	Összesen	0,21	0,0034	4,1	-	325	173
Összes-béta	Összesen	100	0,032	710	-	542	1



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. 2019-ben a 19 megye és Budapest területéről 280 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. 2019-ben 166 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 2019-ben összesen 123 minta vizsgálatát végezték el.

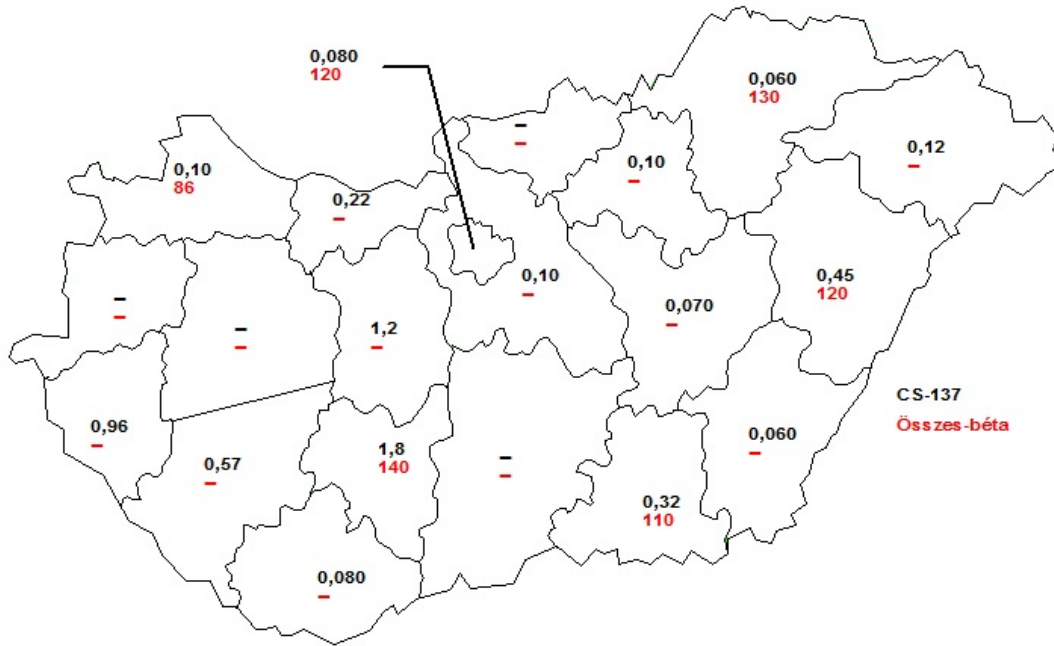
A hús- és hústermékmintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit a 4-14. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a ¹³⁷Cs aktivitás-koncentrációk háromnegyede itt is kimutatási határ alatti.

A hús és hústermékek ¹³⁷Cs aktivitás-koncentrációinak országos, éves átlaga 0,12 Bq/kg.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
CS-137	BA	-	-	0,080	-	12	11
CS-137	BE	-	0,035	0,059	-	22	19
CS-137	BK	-	-	-	-	54	54
CS-137	BP	-	0,028	0,084	-	17	9
CS-137	BZ	-	0,036	0,062	-	10	2
CS-137	CS	-	0,0010	0,32	-	28	20
CS-137	FE	-	0,055	0,13	-	13	9
CS-137	GY	-	0,027	0,10	-	13	9
CS-137	HA	0,12	0,048	0,46	0,080	26	11
CS-137	HE	-	0,042	0,10	-	13	7
CS-137	JA	-	0,037	0,076	-	16	13
CS-137	KO	-	0,065	0,22	-	7	3
CS-137	PE	-	0,057	0,10	-	12	9
CS-137	SO	-	0,090	0,57	-	24	21
CS-137	SZ	-	0,060	0,12	-	39	37
CS-137	TO	-	-	1,8	-	11	10
CS-137	VA	-	-	-	-	6	6
CS-137	VE	-	-	-	-	5	5
CS-137	ZA	-	0,080	0,67	-	10	8
Össz-béta	BP	56	11	120	34	30	0
Össz-béta	BZ	96	45	130	34	14	0
Össz-béta	CS	81	38	110	29	13	0
Össz-béta	GY	58	24	86	22	14	0
Össz-béta	HA	80	35	120	29	14	0
Össz-béta	TO	88	42	140	32	14	0
Cs-137	Összesen	0,12	0,0010	1,8	-	338	263
Összes-béta	Összesen	73	11	140	-	99	0

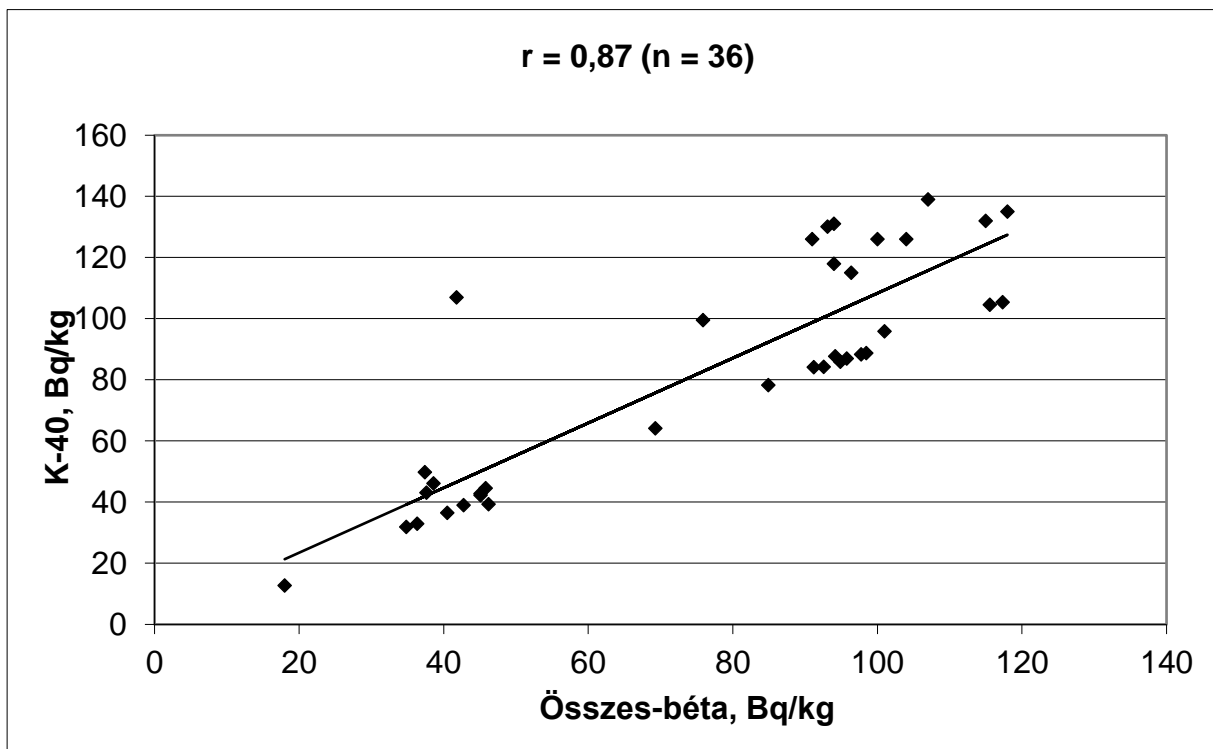
2019-ban a mintákban az átlagos összes béta-aktivitás 73 Bq/kg volt, az értékek a 2018. évihez hasonlóak voltak. Ez döntően természetes eredetű (⁴⁰K), melynek igazolásaként a húsban és hústermékekben mért összes béta és ⁴⁰K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt a 4-14. ábrán szemléltetjük.



4-13. ábra

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

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



4-14. ábra

Hús és hústermékek összes béta és ^{40}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. 2019-ban az EüÁ ERMAH egyéb mintavételi programjai keretében, összesen 23 mintát vettek.

A 2019. évi eredményeket a 4-15. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a ^{137}Cs közel 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.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BP	-	0,014	0,016	-	2	0
Cs-137	BZ	-	0,026	0,027	-	2	0
Cs-137	CS	-	0,0010	0,0010	-	2	0
Cs-137	GY	-	-	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	0,043	0,044	-	2	0
Cs-137	TO	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BP	-	-	0,036	-	2	1
Sr-90	TO	-	0,0068	0,010	-	4	0
Összes-béta	BP	-	22	33	-	3	0
Összes-béta	CS	-	31	34	-	2	0
Összes-béta	GY	-	32	39	-	2	0
Összes-béta	HA	26	15	39	7,6	10	0
Cs-137	Összesen	-	0,0010	0,044	-	14	6
Sr-90	Összesen	-	0,0068	0,036	-	6	1
Összes-béta	Összesen	28	15	39	-	17	0

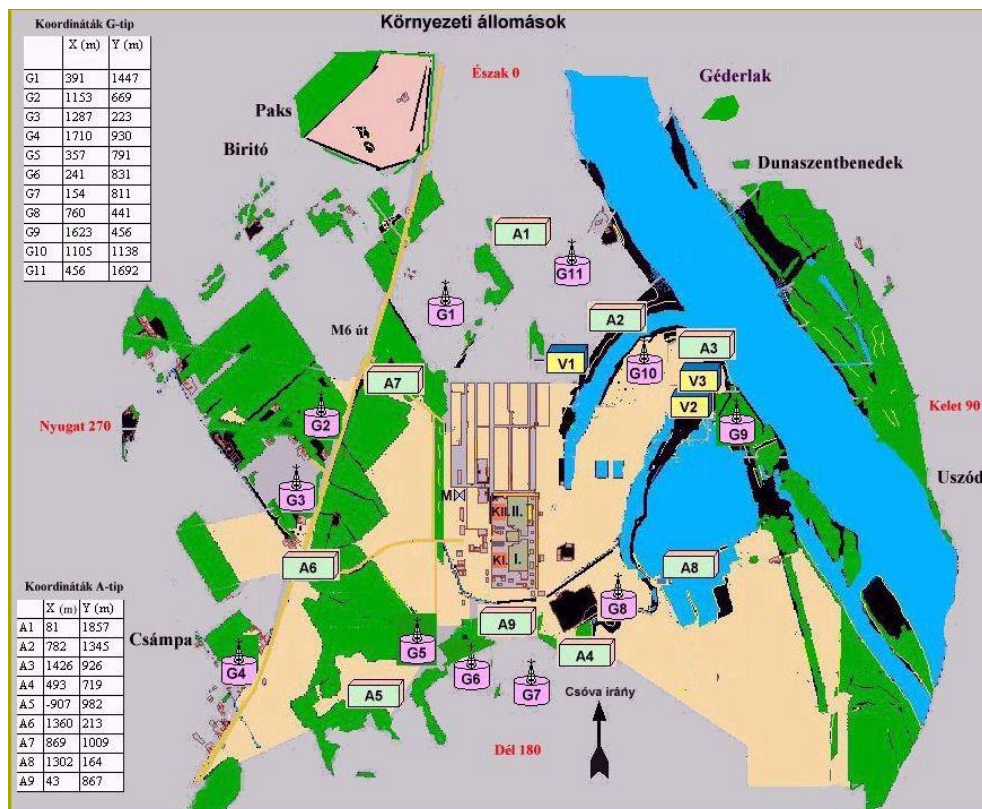
5 Létesítmények környezete

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 2019. évi eredményeit mutatjuk be.

5.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. környezetében végzett mérések

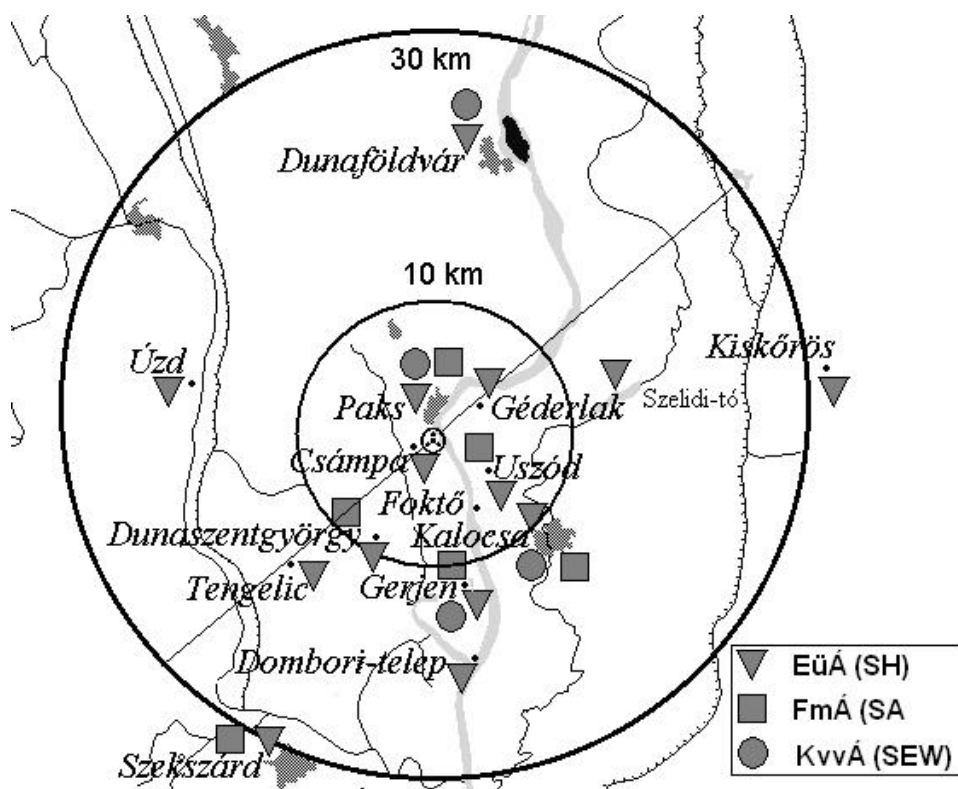
Az atomerőmű környezetében mérhető sugárzási helyzetéről egyrészt az atomerőmű – hatósági felügyelet alatt álló – üzemi monitorozó hálózata, valamint az atomerőmű környezetében végzett hatósági mérések szolgáltatnak információkat.

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. 2019-ban elvégzett, - a korábbiaknál több nuklid gamma-spektrometriai mérését tartalmazó - meghatározások számának vizsgálati irányok szerinti megoszlását, az 5-1. táblázat mutatja. Mivel gamma-spektrometria esetén minden egyes nuklid külön meghatározásnak számít és egy mintának az összes béta, ^{90}Sr stb. aktivitását is mérhetik, az ott feltüntetett összes mérés mintegy 2-3 ezer mintából származik. A nuklidspecifikus eredmények aránya az utóbbi években már a meghatározások jóval több mint kétharmadát, 2019-ben több, mint 80 %-át tette ki.

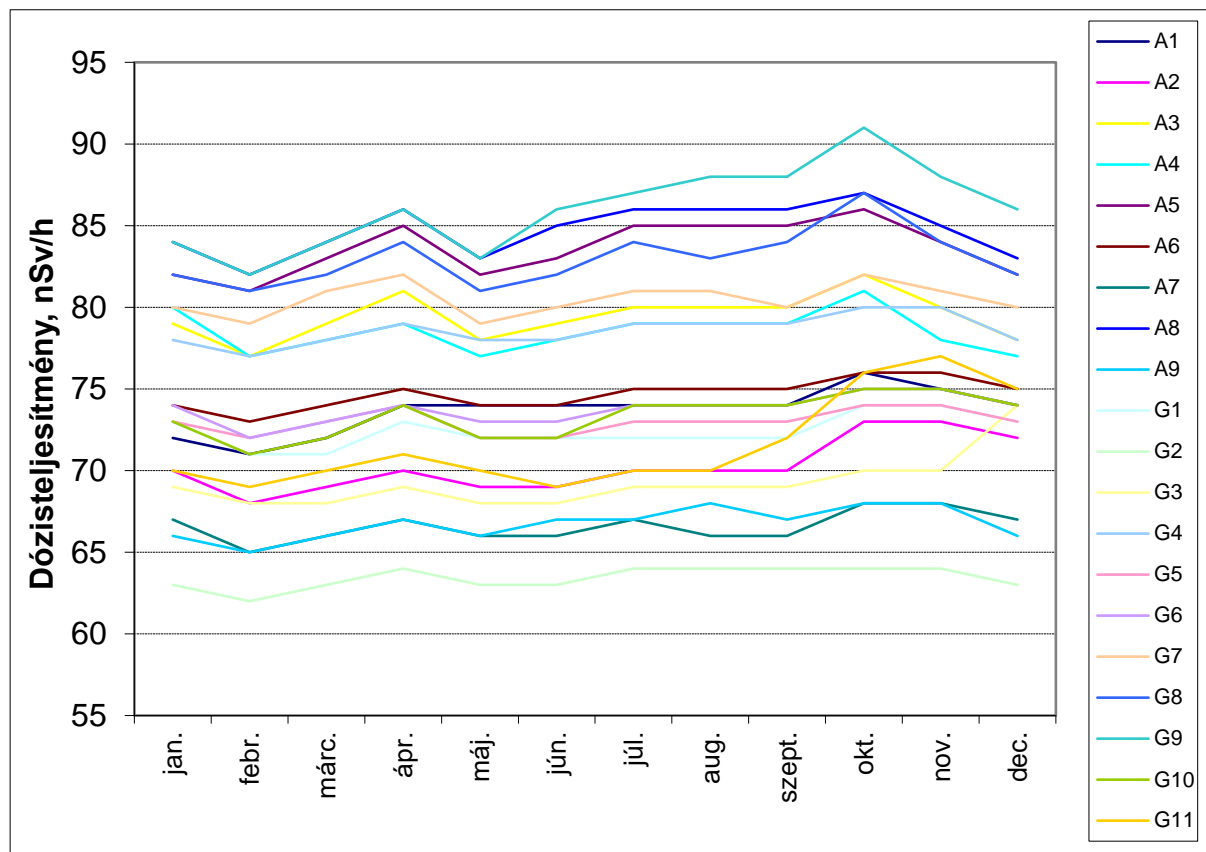
5-1. táblázat
A hatósági meghatározások száma (N) és százalékos megoszlása a fontosabb vizsgálati irányok szerint 2019-ben

Vizsgálati irány	Meghatározások száma (N)	[%]
Összes béta-aktivitás	1367	12,7
I-131	113	1,1
HpGe det. gamma-spektrometria	8263	76,8
Trícium	403	3,7
Sr-89+Sr-90*	353	3,3
egyéb vizsgálatok	257	2,4
összesen:	10756	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 2019-ben

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

Az erőmű 30 km sugarú környezetében az 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 az NNK laboratóriumába. A detektorok a szabadban kerülnek kihelyezésre. A mérési pontok elhelyezkedését és a mérési eredményeket az 5-4. ábra, illetve az 5-2. táblázat mutatja. A mérési eredményeket környezeti dózis egyenértékben kifejezve ($H^*(10)$) adtuk meg, az értékek jellemző hibája 5% körüli. Néhány esetben a doziméterek elvesztek, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.

Az átlagértékek – a természetes ingadozásokat figyelembe véve – jól egyeznek a korábbi 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 2019. évi eredményei

Település	Dózteljesítmény (nGy/h)			
	1. negyedév	2. negyedév	3. negyedév	4. negyedév
Bátya	74,1	78,0	74,1	78,3
Bogyiszló	73,4	75,8	73,5	45,9
Borsócséplői út	56,5	57,6	58,6	60,5
Csámpa vízmű	55,4	71,7	55,6	59,5
Császártöltés	76,4	79,8	76,2	75,3
PAE Déli bekötőút	56,8	55,7	56,2	59,4
Dunaföldvár	75,0	58,3	56,0	59,7
Dunakömlőd	85,0	86,6	85,7	85,4
Dunapataj	73,1	73,2	69,8	76,7
Dunaszentbenedek	64,1	64,5	68,8	74,8
Dunaszentgyörgy I.	61,0	61,5	60,4	66,3
Dunaszentgyörgy II.	69,1	73,7	71,1	76,4
Dusnok	70,5	74,9	73,9	75,5
PAE Északi bekötőút	50,4	53,0	53,3	52,9
Fajsz	79,5	84,4	82,5	82,1
Foktó I.	67,5	70,3	71,1	71,5
Foktó II.	71,8	73,0	72,2	74,6
Földespuszta	62,3	64,4	62,4	66,3
Géderlak	67,2	69,9	69,1	75,8
Hajós	70,6	74,0	70,1	77,9
Kalocsa	65,9	69,3	74,7	70,9
Kecel	75,9	77,7	75,3	81,0
Kiskőrös	57,4	57,3	59,3	61,1
Kölesd	86,7	90,0	88,5	93,1
Löszdomb	55,6	54,5	53,5	56,9
Miske	89,5	90,3	85,6	88,9
Nagydorog	-	-	-	-
Németkér	55,9	80,0	-	80,4
Óregcsertő	72,4	75,1	76,4	75,3
Paks	88,0	90,9	89,3	93,4
Simontornya	74,1	80,7	78,1	72,4
Szakmár	70,0	74,1	71,8	73,7
Szekszárd	70,4	66,5	68,1	69,7
Tengelic I.	56,7	57,6	57,9	58,4
Tengelic II.	74,6	85,7	72,9	77,0
Uszód	63,3	65,1	66,4	66,8
Uszód	-	-	-	-
Úzd reléállomás	65,7	69,2	70,6	65,9
Zomba	107,3	108,5	104,9	110,0
Vizsgálatok száma	37	37	36	37
Átlagos dózteljesítmény	70,0	72,8	70,9	72,7

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 2019. 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, üzemi mérésekből [13].

Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kha
Be-7	4,3	0,9	12	2,0	520	0
Ru-106	-	-	-	-	520	520
Co-60	-	-	-	-	520	520
Cs-134	-	-	-	-	520	520
Cs-137	-	-	-	-	520	520
I-131	-	-	-	-	520	520

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 0,20 – 21 mBq/m³ között változott (5-4. táblázat). A teljes kihullást reprezentáló fall-out mintákban mért összes béta-aktivitás 4,6 – 230 Bq/m²/hó értékhatárok között volt. A magasabb értékek döntő részben a ⁴⁰K izotóptól származnak.

5-4. táblázat

A levegőkörnyezetben mért radioaktív koncentrációk (aeroszol) a hatósági mérésekből (EüÁ), mBq/m³

Meghatározás	Terület *	Átlag min.-max.; esetszám**
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R<10 km	1,3 0,20 - 2,5; 52(50)
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	2,1 1,0 - 3,4; 52(50)
Összes-béta	DK-i félkör, R≥10 km	1,5 0,22 - 21; 296(275)
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	4,2 1,2 - 8,3; 47
Cs-134 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00045 0,00018 - 0,0063; 47(47)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00054 0,00030 - 0,00089; 47(47)
I-131 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,00056 0,00023 - 0,000997; 47(47)

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

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

Gamma-spektrometriai mérésekkel a közepes légtérfogatú aeroszol-mintavevő szűrőin, - a korábbi évekhez hasonlóan - 2019-ben nem volt kimutatható a ¹³⁷Cs.

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 2019-ben 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 4,6 - 31; 11
Összes-béta	ÉNY-i félkör, R≥10 km	18 5,0 - 30; 11
Összes-béta	DK-i félkör, R≥10 km	48 5,0 - 230; 22
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	91 1,3 - 220; 11(2)
Be-7 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	90 1,7 - 160; 11(1)
Be-7 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	83 2,1 - 170; 22(1)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,10 0,069 - 0,16; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,10 0,066 - 0,17; 11(11)
Cs-137 (Gamma spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,099 0,068 - 0,14; 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

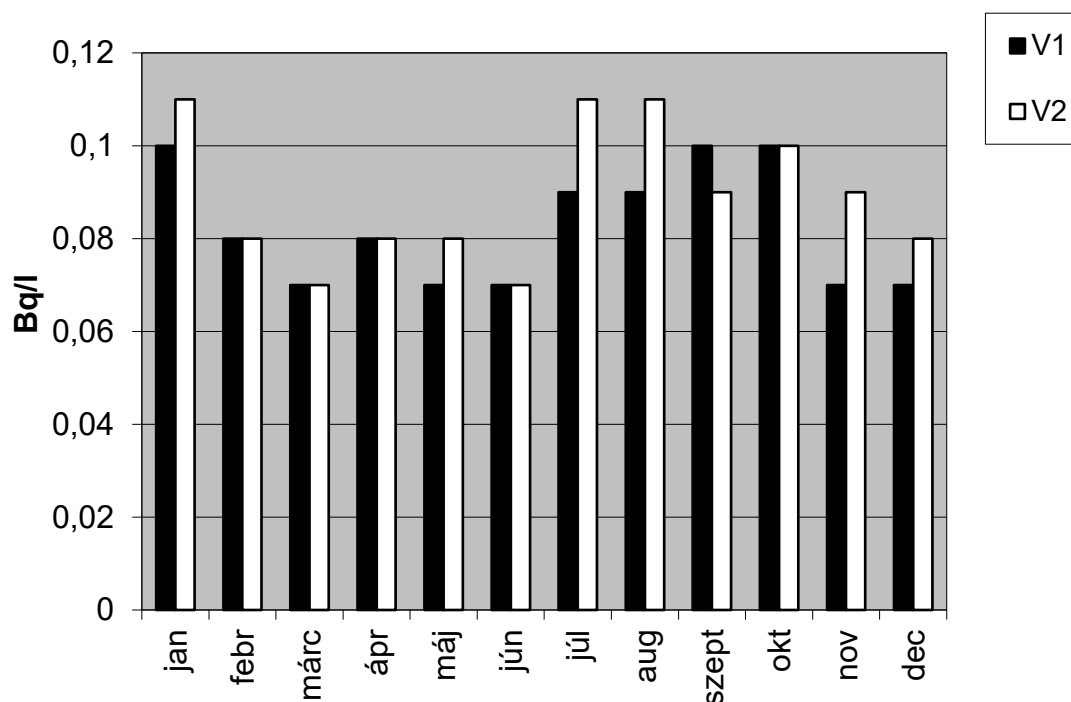
A levegőkörnyezetben mért teljes kihullás aktivitás-koncentrációk jellemző értéktartománya, üzemi mérésekből [13].

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	70	6,8	243	52	120	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 $420\text{ }^\circ\text{C}$ -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. Ebben az évben technikai okokból a ^{90}Sr mérések elmaradtak.

5-7. táblázat

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

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha	Egység
H-3	M5	5,0	2,4	8,8	2,1	12	0	Bq/l
H-3	T24	5,7	3,2	8,0	1,8	12	4	Bq/l
H-3	V2	1,6	0,74	2,5	0,5	12	7	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.

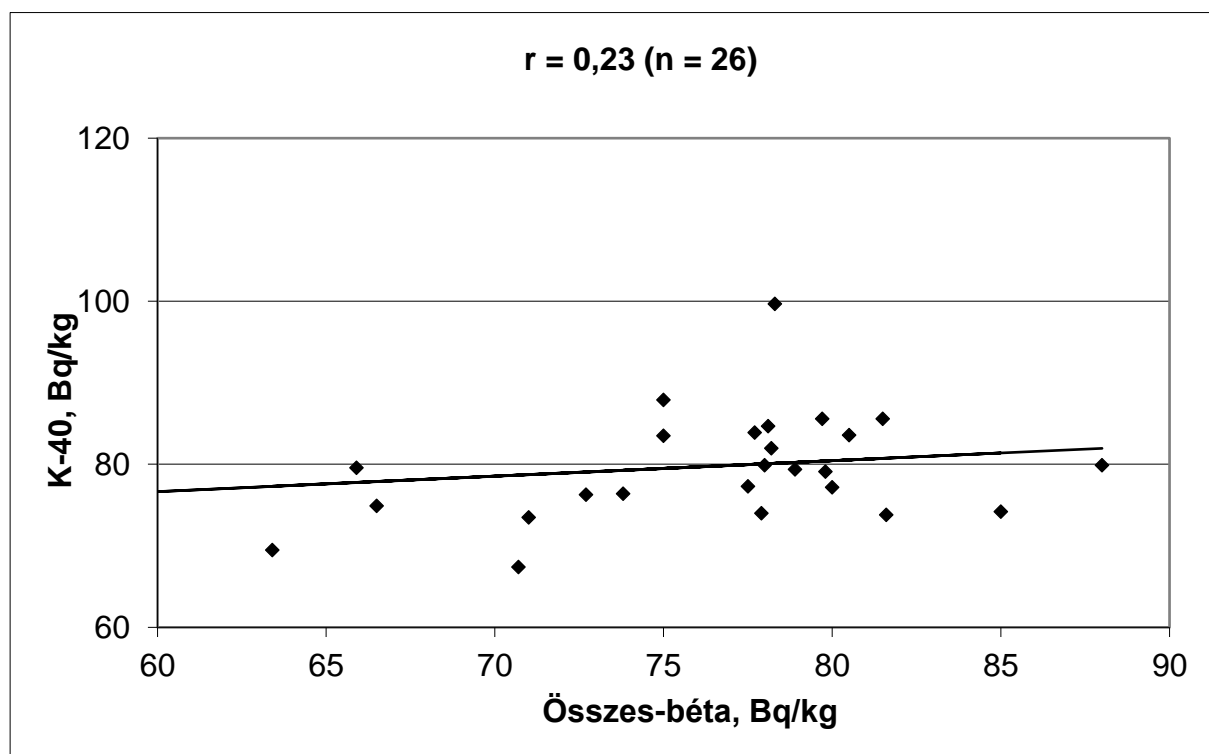
Látható, hogy a mesterséges radionuklidok halakban mért koncentrációi – a szárazföldi tápláléklánc elemeihez hasonlóan – igen kicsik, a minták nagyobb részben kimutatási határ alattiak.

A halakban mért összes béta és ^{40}K izotóp aktivitás-koncentrációk közötti korrelációt az 5-6. ábrán szemléltetjük. A korreláció a korábbi évektől eltérően nem túl erős, de 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	-	0,030	0,13	-	26	23
Sr-90	-	-	-	-	26	26
Összes béta	76	49	88	7,8	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 NÉBIH laboratóriumai is végeznek ^3H aktivitás méréseket.

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

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

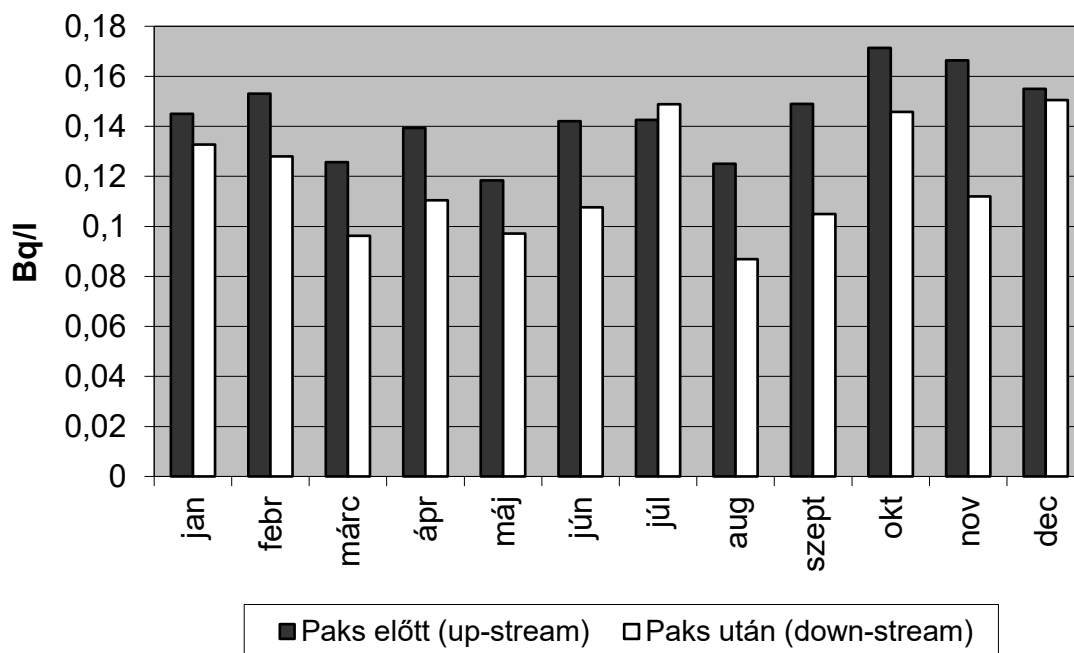
A heti-havi gyakorisággal vett Duna-víz mintákban meghatározott összes béta aktivitáskoncentrációkat a 5-7. ábra, a hetente-havonta mért trícium-koncentráció értékeket pedig a 5-8. ábra szemlélteti a környezetvédelmi és az egészségügyi hatóság mérései alapján. A nagyszámú vízmintából meghatározott összes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

A trícium-koncentráció értékeket tartalmazó 5-8. ábra és 5-9. táblázat szerint a Paks előtt és után vett vízmintákban mért ^3H aktivitás- koncentrációk egy-két kivétellel alacsonyabbak v. alig magasabbak az erőmű után mint az erőmű előtt. A vizsgálati pontokon a Duna-szakasz trícium-koncentrációja Paks előtt és Paks után átlagosan 1,9 illetve 2,5 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.

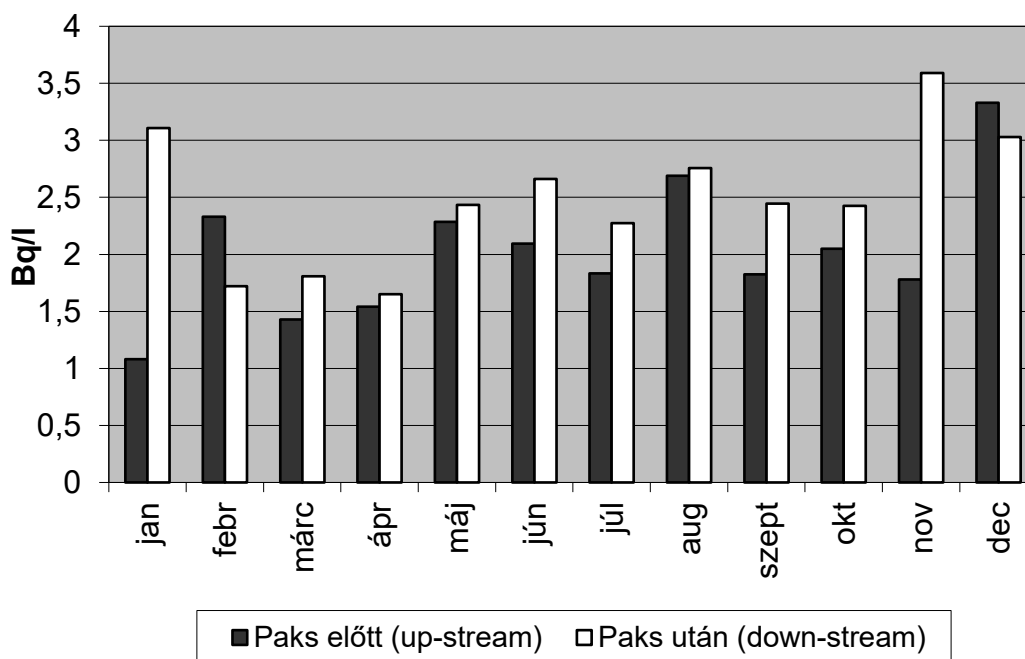
A Duna-vízben egyetlen radionuklid átlagos aktivitás-koncentrációja sem haladja meg lényegesen az alapszint értékeket, és általában a Paks után mért értékek nem magasabbak a Paks előtt mért értékeknél.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a Duna vizében az erőmű utáni szakaszon, erőművi eredetű lényeges radioaktív szennyeződés 2019-ben sem volt kimutatható.



5-7. ábra

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



5-8. ábra

A Duna-víz havi trícium-koncentrációja Paks előtt és után mérve hatósági mérések alapján (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 - 0,24; 36	0,2
	Paks után	0,12 0,018 - 0,23; 74	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,0030 0,00026 - 0,0056; 10(9)	
	Paks után	0,00093 0,00013 - 0,0051; 38(36)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	0,14 0,061 - 0,18; 6(4)	
	Paks után	0,052 0,0014 - 0,19; 32(5)	
H-3	Paks előtt	1,9 0,8 - 3,3; 24(11)	7,00
	Paks után	2,5 1,3 - 8,8; 49(35)	
Sr-90	Paks előtt	0,0062 0,0041 - 0,0081; 8(4)	0,005
	Paks után	0,0030 0,00085 - 0,0066; 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 0,15 - 0,37 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	0,16 0,15 - 0,18; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,27 0,26 - 0,37; 24
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R<10 km	0,0032 0,0024 - 0,054; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0037 0,0011 - 0,064; 9(9)
Sr-90	DK-i félkör, R<10 km	0,0056 0,0041 - 0,069; 4(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0064 0,0056 - 0,082; 8(6)

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

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

A Duna-iszap összes béta-aktivitása a mintázott helyeken 560-1100 Bq/kg közötti érték volt (száraz tömegre vonatkoztatva). A ⁹⁰Sr átlagos aktivitás-koncentrációja a mérések alapján Paks után 3,4 Bq/kg volt. Ezek az értékek hasonlóak a korábbi évekéhez.

A gamma-spektrometriai mérések azt mutatják, hogy a Duna üledékében 10 Bq/kg alapszintet meghaladó mértékben továbbra is jelen van a csernobili baleset következtében kihullott ¹³⁷Cs. Ebben az évben a ¹³⁷Cs koncentráció 0,15 - 70 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	880 670 - 1000; 12	
	Paks után	900 560 - 1100; 60	
Cs-134 (gamma-spekt.)	Paks előtt	0,50 0,14 - 0,86 24(24)	
	Paks után	0,46 0,23 - 0,81 24(24)	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt	11 0,30 - 33; 34(15)	10,0
	Paks után	18 0,15 - 70; 84(21)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt	540 190 - 1100; 35	
	Paks után	530 56- 1000; 84	
Sr-90	Paks után	3,4 1,4 - 5,1; 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, 0,51 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	0,37 0,094 - 0,78; 23(23)
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,51 0,14 - 0,77; 23(23)
K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	370 190 - 600; 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 ¹³⁷Cs koncentrációja 0,25 - 40 Bq/kg a ⁹⁰Sr pedig 0,85 - 7,5 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	420 370 - 510; 3
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	570 340 - 710; 7
	DK-i félkör, R<10 km	520 - 680; 2
	DK-i félkör, R≥10 km	570 430 - 790; 13(1)
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,46 0,16 - 0,79; 27(27)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,54 0,27 - 0,86; 19(19)
	DK-i félkör, R<10 km	0,94 - 0,97; 2(2)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,59 0,094 - 1,3; 37(37)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,86 0,32 - 3,2; 27(27)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	3,9 0,57 - 27; 19(19)
	DK-i félkör, R<10 km	10 - 10; 2
	DK-i félkör, R≥10 km	4,7 0,45 - 40; 37(31)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	360 160 - 650; 27
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	470 280 - 760; 19
	DK-i félkör, R<10 km	520 - 520; 2
	DK-i félkör, R≥10 km	520 250 - 860; 37
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,85 - 1,4; 2(2)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	1,8 0,81 - 3,5; 7(7)
	DK-i félkör, R<10 km	2,0; 1(1)
	DK-i félkör, R≥10 km	2,9 1,7 - 7,5; 8(6)

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

5.1.9 A takarmánymintákban mért aktivitás-koncentrációk

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

A mérési eredményeket az 5-14. táblázat tartalmazza. Az utóbbi évek adatait figyelembe véve elmondható, hogy a takarmányok ^{137}Cs aktivitása hasonló volt a korábbi évekhez, 2019-ben 0,022-0,45 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	390 110 - 650; 13
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	60 - 200; 2
	DK-i félkör, R<10 km	290 48 - 620; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	190 - 240; 2
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,26 0,022 - 0,45; 13(13)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,066 - 0,081; 2(2)
	DK-i félkör, R<10 km	0,23 0,049 - 0,39; 14(14)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,084 0,037 - 0,13; 3(3)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	300 49 - 650; 13(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	53 - 200; 2
	DK-i félkör, R<10 km	280 85 - 490; 14
	DK-i félkör, R≥10 km	170 130 - 220; 3
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,81 0,31 - 1,5; 13(13)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,40 - 0,89; 2(2)
	DK-i félkör, R<10 km	0,86 0,024 - 1,9; 13(13)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,27 - 0,27; 2(2)

* 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

2019-ben is folytatódott az erőmű 30 km-es körzetéből származó vadontermő és termesztett növények vizsgálata. A mintafajták: legelői fű, csalán, üröm, illetve az emberi fogyasztásra kerülő sóska, paraj, konyhakerti zöldségek. A mintavételi helyek a korábbi évek gyakorlatának megfelelően: Uszód, Foktó, Gerjen, Kalocsa és Dunaszentbenedek.

Az eredményeket Bq/kg egységben az 5-15 és 5-16. 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	200 130 - 240; 6
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	270 140 - 400; 9
	DK-i félkör, R<10 km	220 130 - 370; 5
	DK-i félkör, R≥10 km	200 87 - 330; 20
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,16 0,097 - 0,21; 6(6)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,14 0,063 - 0,24; 9(9)
	DK-i félkör, R<10 km	0,16 0,075 - 0,29; 5(5)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,14 0,041 - 0,27; 20(20)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	190 130 - 260; 6
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	250 110 - 400; 8
	DK-i félkör, R<10 km	210 110 - 370; 5
	DK-i félkör, R≥10 km	190 81 - 340; 20
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,32 0,20 - 0,56; 5(5)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,44 0,11 - 0,94; 9(9)
	DK-i félkör, R<10 km	0,33 0,23 - 1,61; 5(5)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,27 0,081 - 0,63; 17(17)

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

5-16. táblázat

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

Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Összes-béta	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	130 - 150; 2
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	140 77- 180; 6
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,060 - 0,070; 2(2)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,051 0,037 - 0,079; 6(6)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	120 - 140; 2
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	140 88 - 180; 6
Sr-90	ÉNY-i félkör, $R \geq 10$ km	0,15; 1(1)
	DK-i félkör, $R \geq 10$ km	0,16 0,04 - 0,20; 4(4)

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

Összefoglalva elmondható, hogy a paksi 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.

5.1.11 Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása

A Tolna megyei ERMAH laboratórium öt helyen, havonta vizsgálja a vezetékes ivóvizet. A mintavételi pontok között van közút, középület és a PA Zrt. területe. A mérési eredményeket az 5-17. táblázat összesíti. A vizsgált vizek összes béta-aktivitása a kutak jellegétől függően 50-200 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	0,11 0,076 - 0,20; 24
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,099 0,063 - 0,13; 12
	DK-i félkör, R≥10 km	0,089 0,050 - 0,12; 25
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0031 0,0023 - 0,0049; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0042 0,0024 - 0,0068; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0037 0,0024 - 0,0054; 9(9)
H-3	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,21 0,20 - 0,34; 12(11)
	DK-i félkör, R≥10 km	2,3 0,90 - 3,3; 14(2)
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,0063 0,0053 - 0,011; 8(5)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,0052 0,0037 - 0,0064; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,062 0,0054 - 0,0070; 8(4)

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

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

Látható, hogy a gamma-spektrometriai méréseknél a 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	43 39 - 47; 12(6)
	DK-i félkör, R<10 km	50 40 - 61; 26(3)
	DK-i félkör, R≥10 km	53 47 - 57; 24
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,023 0,0080 - 0,30; 12(12)
	DK-i félkör, R<10 km	0,051 0,0074 - 0,12; 30(30)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,072 0,0065 - 0,11; 32(32)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km	41 37- 45; 12(6)
	DK-i félkör, R<10 km	48 32 - 67; 30(5)
	DK-i félkör, R≥10 km	52 43 - 65; 32
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km	0,055 0,018 - 0,073; 12(12)
	DK-i félkör, R<10 km	0,048 0,0046 - 0,095; 18(14)
	DK-i félkör, R≥10 km	0,0053 0,0034 - 0,0090; 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)

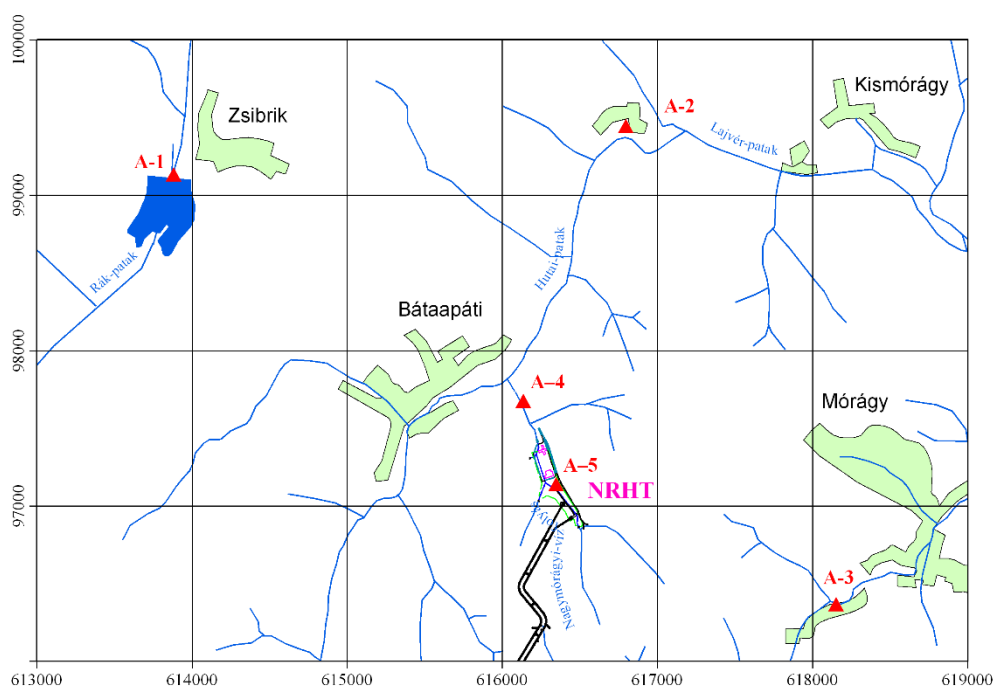
Meghatározás	Terület	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám*
Sertés, Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	0,12 0,073 - 0,13; 4(4)
Sertés, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,11 - 0,13; 2(2)
Sertés, K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km	111 99 - 130; 4
Sertés, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	120 - 140; 2
Szarvasmarha, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,10 0,072 - 0,13; 5(5)
Szarvasmarha, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	110 90 - 130; 5
Vad, Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	0,11 - 0,13; 2(2)
Vad, K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km	83 - 120; 2

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

5.2 A bátaapáti NRHT telephelyének környezetellenőrzési mérési adatai

5.2.1 Az NRHT környezetében mért aeroszol-koncentráció adatai

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



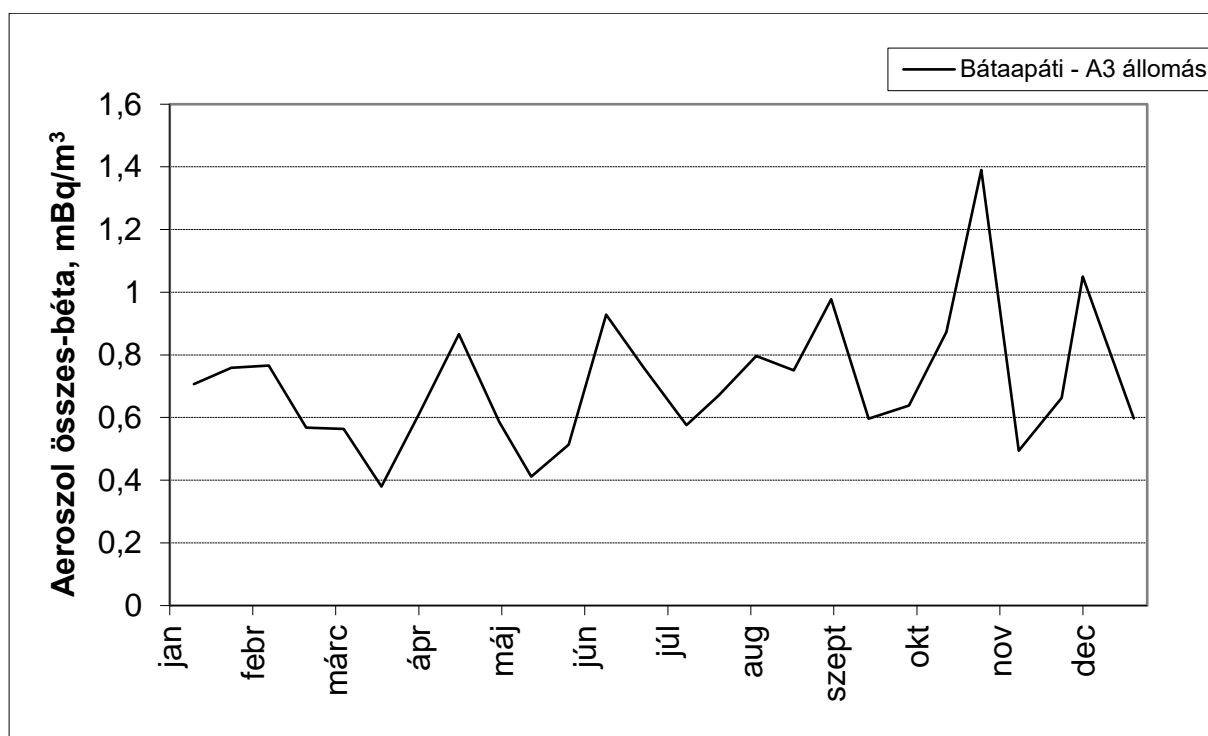
5-9. ábra

A bátaapáti NRHT környezetellenőrző állomásainak helyszínei

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

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

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat, illetve az állomásokon mért adatok közti eltéréseket, az alkalmanként megnövekvő porterhelés indokolja. Ennek oka elsősorban az állomások környezetében folyó emberi tevékenység (közlekedés, mezőgazdasági munka, 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 $\sim 1 \text{ mBq}/\text{m}^3$ alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



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

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

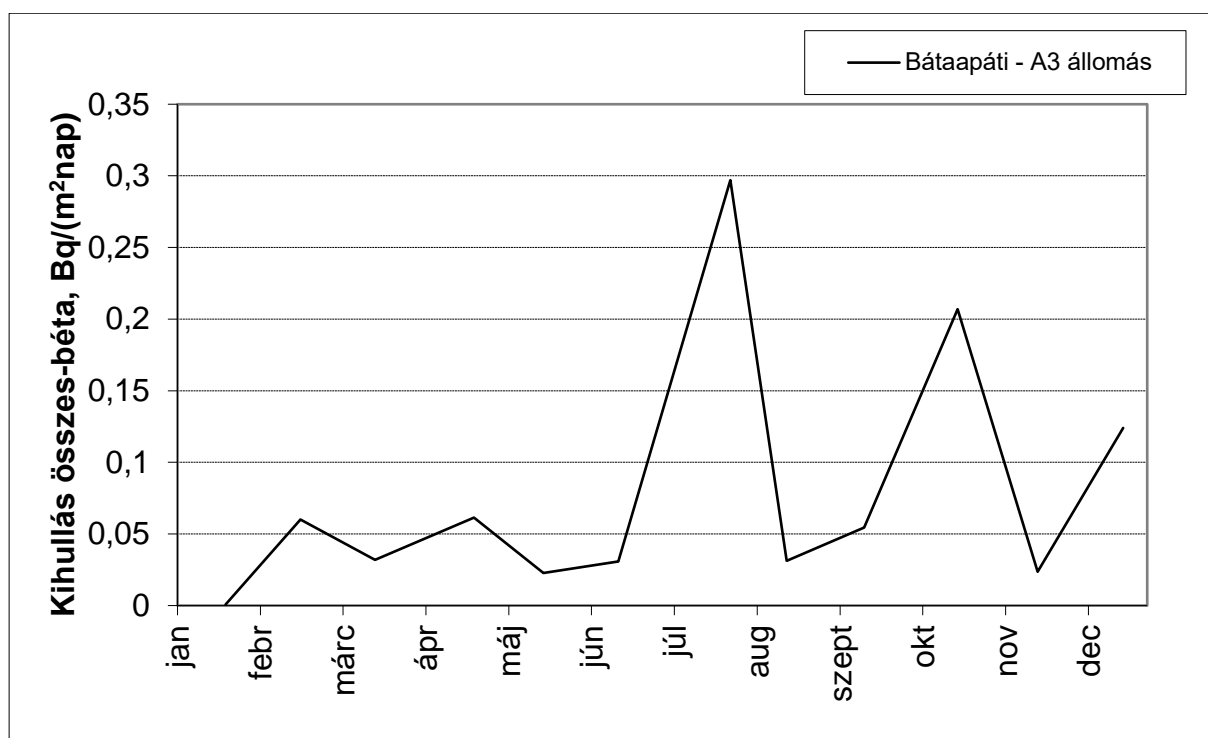
Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kha
Be-7	2,7	0,27	13	1,7	213	27
Co-60	-	-	-	-	213	213
Cs-137	-	-	-	-	213	213
K-40	-	0,067	2,9	-	213	211
Összes-béta	0,63	0,078	1,4	0,29	213	0

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 5-21. táblázatban foglaltuk össze. Az 5-11. ábrán az A3 állomáson mért kihullás összes béta-aktivitásainak időbeli változását mutatjuk be. Az állomás Mórágly belterületén található.



5-11. ábra

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

5-21. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m ² nap)	Minimum mBq/(m ² nap)	Maximum mBq/(m ² nap)	Szórás mBq/(m ² nap)	N	Kha
Be-7	650	170	1600	410	60	49
Co-60	-	-	-	-	60	60
Cs-137	-	-	-	-	60	60
K-40	750	140	2300	640	60	29
Összes-béta	55	0,75	300	53	60	11

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 5-22. táblázatban mutatjuk be.

5-22. táblázat
A bátaapáti NRHT környezetében vett talajminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Co-60	-	-	-	-	5	5
Cs-137	-	1,7	2,8	-	5	0
K-40	-	170	360	-	5	0
Ra-226	-	27	61	-	5	0
Összes-béta	-	410	810	-	5	0

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

5-23. táblázat
In-situ mérések eredményei 2019-ben (a ¹³⁷Cs mérések Bq/m²-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Bátaapáti	Be-7	-	-	12	-	1	0
Bátaapáti	Bi-214	-	47	51	-	2	0
Bátaapáti	Cs-137	-	580	1200	-	2	0
Bátaapáti	K-40	-	610	670	-	2	0
Bátaapáti	Pb-214	-	47	52	-	2	0
Mórágy	Be-7	-	-	11	-	1	0
Mórágy	Cs-137	-	-	570	-	1	0
Mórágy	K-40	-	-	650	-	1	0
Mórágy	Pb-214	-	-	51	-	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 5-24. táblázat foglalja össze. Az ellenőrzési eredmények nem térnek el az országos mérési program keretében felszíni vizekre kapott eredményektől.

5-24. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében végzett felszíni víz mérési eredményeinek éves jellemzői

Radionuklid	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Co-60	-	-	-	-	5	5
Cs-137	-	-	-	-	5	5
K-40	-	0,24	1,8	-	5	3
Ra-226	-	-	-	-	5	5
Összes-béta	-	0,034	0,14	-	5	1

5.2.5 Az NRHT környezetében mért növényminták adatai

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

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

5-25. táblázat

A bátaapáti NRHT környezetében vett növényminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Co-60	-	-	-	-	10	10
Cs-137	-	-	-	-	10	10
K-40	960	35	1400	360	10	0
Ra-226	-	-	-	-	10	10
Összes-béta	1600	970	1900	320	10	0

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

5-26. táblázat

A bátaapáti NRHT létesítményeinek környezetéből származó növényminták aktivitás-koncentrációja 2019-ben (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Mórágy	Be-7	-	-	37	-	1	0
Mórágy	K-40	-	-	250	-	1	0
Mórágy	Pb-210	-	-	1,8	-	1	0
Mórágy	Sr-90	-	-	0,30	-	1	0
Mórágy	Összes-alfa	-	-	5,7	-	1	0
Mórágy	Összes-béta	-	-	240	-	1	0

5.3 A püspökszilágyi RHFT környezetellenőrzési mérési adatai

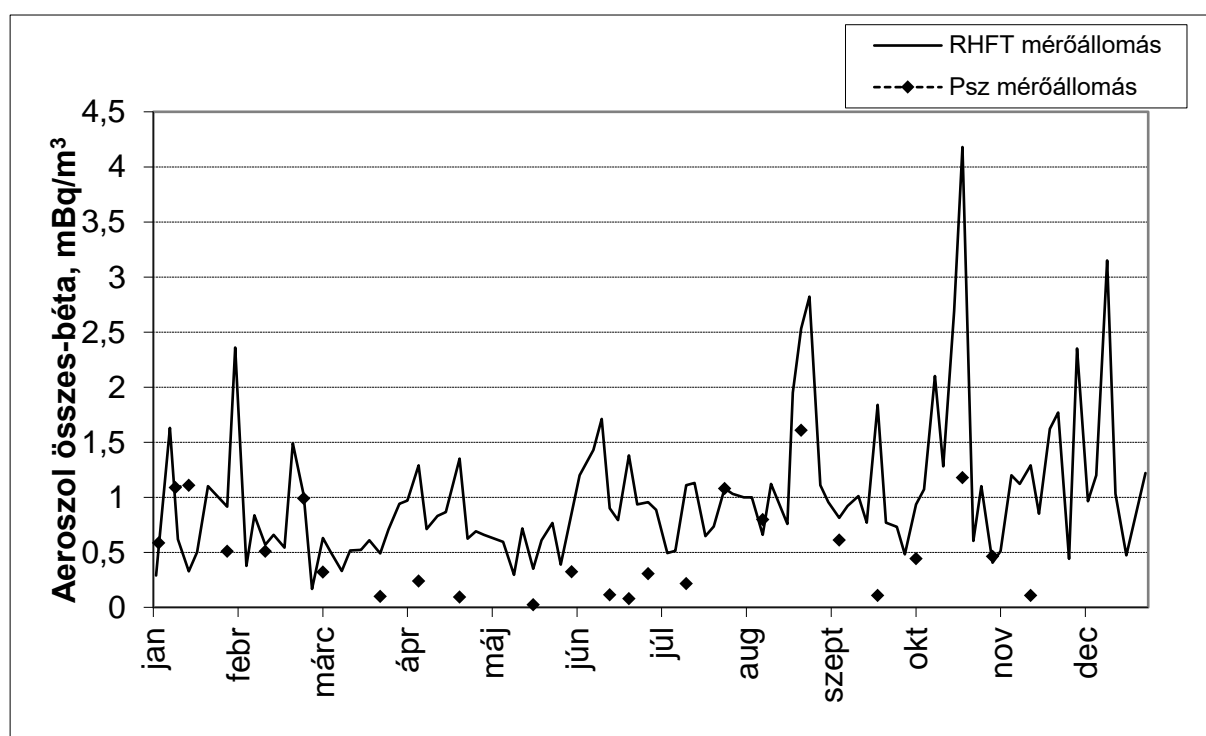
5.3.1 Az RHFT környezetében mért aeroszol aktivitás-koncentráció adatok

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: $0,1\text{-}0,7 \text{ mBq/m}^3$ (összes béta-aktivitás), és $0,03 \text{ mBq/m}^3$ (gamma-spektrometria, ^{137}Cs izotóp).

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



5-12. ábra

A püspökszilágyi RHFT éves aeroszol összes béta-méréseinek időbeli változása

5-27. táblázat

A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett aeroszol-mérések eredményeinek éves összefoglalása

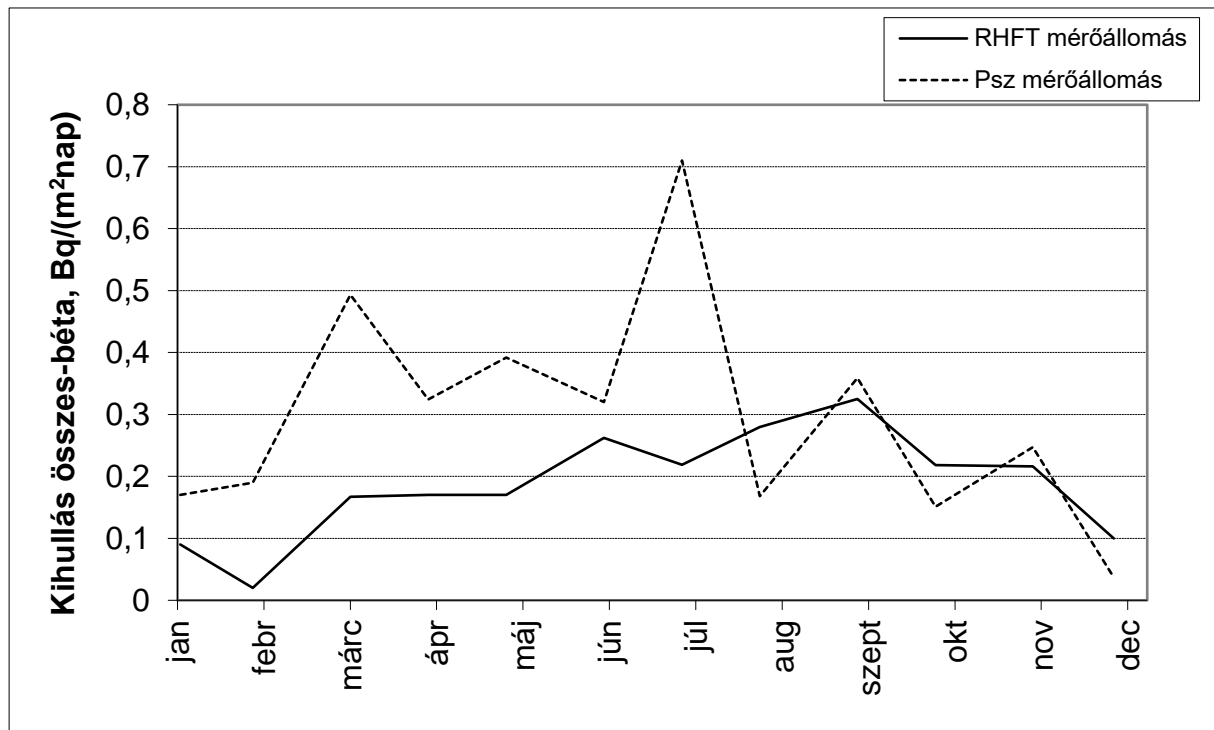
Meghatározás	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kha
Be-7	3,4	0,55	9,1	1,9	136	18
Cs-137	-	-	-	-	136	136
K-40	-	-	0,74	-	136	135
Összes-béta	0,92	0,024	4,2	0,65	125	0

5.3.2 Az RHFT környezetében mért kihullás eredmények

A két helyszínen (telephelyek: a következő ábrán "RHFT mérőállomás" és Püspökszilágy falu "Psz mérőállomás"), az aeroszol mintavevők közelében elhelyezett mintavevők folyamatos üzemű, szakaszosan ürített csapadékgyűjtő edények. A mintagyűjtő aktív felülete 0,2 m², 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 időbeni változását az 5-13. ábra szemlélteti. A mintákon végzett gamma-spektrometriai és összes béta-mérések eredményeinek éves jellemzőit az 5-28. táblázatban foglaltuk össze.



5-13. ábra

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

5-28. táblázat

A püspökszilágyi RHFT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m ² nap)	Minimum mBq/(m ² nap)	Maximum mBq/(m ² nap)	Szórás mBq/(m ² nap)	N	Kha
Be-7	980	120	5000	1000	24	3
Cs-137	-	-	-	-	24	24
K-40	-	240	360	-	24	21
Összes-béta	240	20	710	150	24	0

5.3.3 Az RHFT környezetének talajmérési eredményei

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

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

A mintákat 105°C-on szárítják, majd őrlőmalomban homogenizálják. A kis – 3 mm alatti – szemcseméretű frakciót vizsgálják. Összes béta-méréshez 1 g feldolgozott mintát használnak fel, a mérés jellemző kimutatási határa 20 Bq/kg (száraz talajra). A gamma-spektrometriai vizsgálatot 1000 g tömegű mintán végzik. Jellemző kimutatási határ: 0,5 Bq/kg (a 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	-	-	59	-	26	25
Cs-137	6,1	0,52	23	5,7	26	0
K-40	430	360	530	50	26	0
Ra-226	56	27	79	11	26	2
Sr-90	-	0,20	0,84	-	10	6
Összes-béta	510	220	630	73	26	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
2019-ben (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Ac-228	-	46	50	-	3	0
Kisnémedi	Be-7	-	4,5	6,8	-	3	0
Kisnémedi	Bi-212	-	26	30	-	3	0
Kisnémedi	Bi-214	-	37	44	-	3	0
Kisnémedi	Cs-137	-	9,2	9,6	-	3	0
Kisnémedi	Eu-155	-	0,88	1,2	-	3	2
Kisnémedi	K-40	-	580	600	-	3	0
Kisnémedi	Pa-234m	-	22	52	-	3	0
Kisnémedi	Pb-210	-	63	71	-	3	0
Kisnémedi	Pb-212	-	42	44	-	3	0
Kisnémedi	Pb-214	-	34	38	-	3	0
Kisnémedi	Sr-90	-	0,88	0,90	-	2	0
Kisnémedi	Összes-béta	-	670	750	-	3	0
Kisnémedi	Th-234	-	35	42	-	3	0
Kisnémedi	Tl-208	-	15	16	-	3	0
Kisnémedi	U-235	-	1,9	2,5	-	3	0
Püspökszilágy	Ac-228	48	42	53	3,5	10	0
Püspökszilágy	Be-7	-	2,6	12	-	10	2
Püspökszilágy	Bi-212	27	22	30	2,5	10	0
Püspökszilágy	Bi-214	34	29	41	3,8	10	0
Püspökszilágy	Cs-137	10	0,81	20	6,9	10	0
Püspökszilágy	K-40	580	540	630	27	10	0
Püspökszilágy	Pa-234m	-	26	84	-	10	2
Püspökszilágy	Pb-210	61	42	95	17	10	0
Püspökszilágy	Pb-212	41	28	48	6,1	10	0
Püspökszilágy	Pb-214	33	28	37	3,0	10	0
Püspökszilágy	Sr-90	-	0,60	1,0	-	5	1
Püspökszilágy	Összes-béta	760	730	830	32	10	0
Püspökszilágy	Th-234	45	30	69	12	10	0
Püspökszilágy	Tl-208	13	9,8	17	2,9	10	0
Püspökszilágy	U-235	3,0	2,1	45,0	0,89	10	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 2019-ben (a ¹³⁷Cs mérések Bq/m²-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Ac-228	-	-	40	-	1	0
Kisnémedi	Be-7	-	-	9,6	-	1	0
Kisnémedi	Bi-214	-	-	35	-	1	0
Kisnémedi	Cs-137	-	1000	1200	-	2	0
Kisnémedi	K-40	-	530	530	-	2	0
Kisnémedi	Pb-212	-	-	48	-	1	0
Kisnémedi	Pb-214	-	-	38	-	1	0
Püspökszilágy	Be-7	-	10	12	-	2	0
Püspökszilágy	Bi-214	-	31	35	-	2	0
Püspökszilágy	Cs-137	-	180	2100	-	4	0
Püspökszilágy	K-40	-	530	590	-	4	0
Püspökszilágy	Pb-214	-	34	39	-	3	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 ¹³⁷Cs 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	-	-	-	-	10	10
K-40	-	0,28	0,68	-	10	5
Ra-226	-	0,045	0,078	-	10	7
Sr-90	-	-	-	-	3	3
Összes-béta	-	0,19	0,52	-	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	85	3,6	220	56	25	1
Cs-137	-	-	1,0	-	25	24
K-40	640	190	1200	270	25	0
Sr-90	-	0,10	0,20	-	10	6
Összes-béta	570	180	980	230	25	0

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

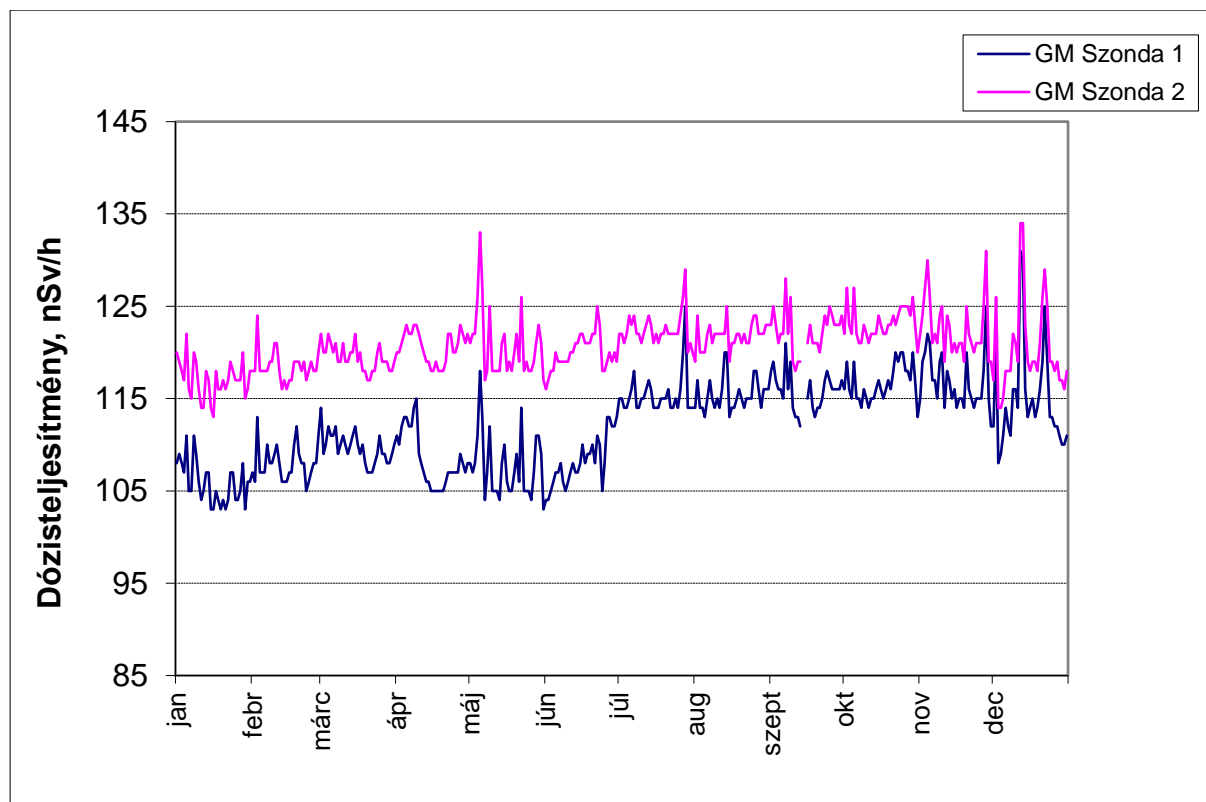
5-34. táblázat
A püspökszilágyi RHFT létesítményeinek környezetéből származó növényminták aktivitás-koncentrációja 2019-ben (Bq/kg)

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	Be-7	-	-	13	-	1	0
Kisnémedi	K-40	-	-	260	-	1	0
Kisnémedi	Pb-210	-	-	0,64	-	1	0
Kisnémedi	Pb-212	-	-	0,120	-	1	0
Kisnémedi	Sr-90	-	-	0,23	-	1	0
Kisnémedi	Összes-alfa	-	-	3,6	-	1	0
Kisnémedi	Összes-béta	-	-	260	-	1	0
Püspökszilágy	Be-7	-	12	76	-	5	0
Püspökszilágy	K-40	-	16	260	-	5	0
Püspökszilágy	Pb-212	-	0,12	0,40	-	5	0
Püspökszilágy	Pb-214	-	0,068	0,60	-	5	0
Püspökszilágy	Sr-90	-	0,13	1,1	-	5	0
Püspökszilágy	Összes-alfa	-	2,1	13	-	5	0
Püspökszilágy	Összes-béta	-	160	250	-	5	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 háttér szintet meghaladó értékek is jelentkezhetnek. Ezek azonban elsősorban az egyes műveletek sugárzási viszonyaira, nem pedig a telephely környezetére jellemzőek.



5-14. ábra

A KFKI telephely mérőállomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2019-ben két „környezeti” elhelyezésű állomáson

A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 GM-csövet tartalmaznak: egy nagy érzékenységgűt (10 nGy/h – 1 mGy/h) a normális, és egy kis érzékenységgűt (0,10 mGy/h – 10 Gy/h) a baleseti szintekre. Az 5-14 ábrán két olyan mérőállomás adatai láthatók, amelyek a 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	3,3	0,5	6,7	1,4	91	0
⁶⁰ Co	-	-	-	-	195	195
¹³⁷ Cs	-	-	0,045	-	195	194
¹²⁵ I	0,90	0,10	5,9	0,90	247	162
¹³¹ I	1,8	0,13	21	3,6	247	209
⁴⁰ K	1,5	0,28	23	3,8	91	23
Összes-béta	1,4	0,11	9,1	1,1	362	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 (5-36,5-37. táblázat).

5-36. 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	25	11	70	15	52	16
⁶⁰ Co	-	-	-	-	52	52
¹³⁷ Cs	-	0,33	0,89	-	52	49
¹²⁵ I	1,4	0,66	2,4	0,67	52	41
¹³¹ I	-	-	-	-	52	52
⁴⁰ K	15	5,9	41	8,6	52	28

5-37. táblázat

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

	Átlag Bq/m ² /hó	Minimum Bq/m ² /hó	Maximum Bq/m ² /hó	Szórás Bq/m ² /hó	N	Kha
⁷ Be	52	13	110	34	12	0
⁶⁰ Co	-	-	-	-	12	12
¹³⁷ Cs	-	0,23	0,25	-	12	10
¹²⁵ I	-	0,31	0,80	-	12	9
¹³¹ I	-	-	-	-	12	12
⁴⁰ K	6,1	2,2	13	3,0	12	2

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

5.4.4 A KFKI telephely területén mért talajmérés eredmények

A KFKI Telephelyen Az EK Környezetvédelmi Szolgálat nem végzett talajvizsgálatot 2019-ben.

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

5-38. táblázat
A KFKI környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja 2019-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Ac-228	-	15	43	-	4	0
Be-7	-	0,83	15	-	4	0
Bi-212	-	7,6	24	-	4	0
Bi-214	-	17	48	-	4	0
Cs-137	-	1,8	41	-	4	0
K-40	-	320	410	-	4	0
Pb-210	-	37	120	-	4	0
Pb-212	-	14	39	-	4	0
Pb-214	-	15	43	-	4	0
Sr-90	-	0,60	3,2	-	3	1
Összes-béta	-	430	650	-	4	0
Th-234	-	16	50	-	4	0
Tl-208	-	4,2	14	-	4	0
U-235	-	1,2	4,7	-	4	0

5.4.5 A KFKI telephely területén mért növényzet adatok

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

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

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
⁷ Be	-	75	230	-	7	0
¹²⁵ I	-	-	-	-	7	7
¹³¹ I	-	-	-	-	7	7
¹³⁷ Cs	-	4,0	24	-	7	3
⁶⁰ Co	-	-	-	-	7	7
⁴⁰ K	-	280	1100	-	7	0

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 2019-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Ac-228	-	-	0,28	-	7	6
Be-7	-	0,47	12	-	7	3
Bi-212	-	0,090	0,44	-	7	6
Bi-214	-	0,024	0,35	-	7	5
Cs-137	-	0,015	0,057	-	7	0
I-125	1,4	0,24	6,8	1,3	51	11
K-40	-	32	190	-	7	0
Pb-210	-	0,13	1,1	-	7	4
Pb-212	-	0,017	0,16	-	7	3
Pb-214	-	0,022	0,18	-	7	3
Sr-90	-	0,055	0,17	-	2	0
Th-234	-	0,12	1,1	-	7	5
Tl-208	-	0,011	0,094	-	7	4
U-235	-	-	0,16	-	7	6
Összes-alfa	-	-	2,5	-	7	6
Összes-béta	-	28	190	-	7	0

5.5 A BME NTI Oktatóreaktor telephely környezetellenőrzési mérési adatai

A BME NTI OR környékén 2019. év során elvégzett környezetellenőrző vizsgálatok – Duna-víz és kihullás összes béta, valamint talaj- és növényminták nuklid-specifikus kiértékelésének – eredményeit az 5-41 – 5-47. táblázatok mutatják be.

A 2019. évi környezetellenőrző mérések eredményei lényegében megfelelnek az elmúlt években mért értékeknek.

5-41. táblázat

<i>A 2019. évi dunavíz-minták aktivitáskonzentrációja havi átlagban (Bq/m³; kétheti mintavétel alapján)</i>		
<i>Hónap</i>	<i>Össz-béta aktivitáskonzentráció (Bq/m³)</i>	<i>Össz-gamma aktivitáskonzentráció (Bq/m³)</i>
<i>Január</i>	$<1,80 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^4$
<i>Február</i>	$<1,27 \cdot 10^3$	$8,37 \cdot 10^3$
<i>Március</i>	$7,83 \cdot 10^2$	$1,05 \cdot 10^4$
<i>Április</i>	$<1,88 \cdot 10^3$	$7,43 \cdot 10^3$
<i>Május</i>	$<1,47 \cdot 10^3$	$1,33 \cdot 10^4$
<i>Június</i>	$8,85 \cdot 10^2$	$<8,16 \cdot 10^3$
<i>Július</i>	$7,69 \cdot 10^2$	$4,48 \cdot 10^3$
<i>Augusztus</i>	$<1,23 \cdot 10^3$	$5,20 \cdot 10^3$
<i>Szeptember</i>	$<1,10 \cdot 10^3$	$6,53 \cdot 10^3$
<i>Október</i>	$<1,25 \cdot 10^3$	$1,34 \cdot 10^4$
<i>November</i>	$<7,43 \cdot 10^3$	$1,01 \cdot 10^4$
<i>December</i>	$7,91 \cdot 10^2$	$1,25 \cdot 10^4$

5-42. táblázat

<i>A 2019. évi fall-out (kihullás) össz-béta aktivitáskonzentrációja (Bq/m², havi egy mintavétel alapján)</i>	
<i>Hónap</i>	<i>Össz-béta aktivitáskonzentráció (Bq/m²)</i>
<i>2018. December</i>	<i>5,27</i>
<i>Január</i>	<i>6,34</i>
<i>Február</i>	<i>4,38</i>
<i>Március</i>	<i>12,63</i>
<i>Április</i>	<i>12,37</i>
<i>Május</i>	<i>13,03</i>
<i>Június</i>	<i><7,68</i>
<i>Július</i>	<i><2,65</i>
<i>Augusztus</i>	<i><2,52</i>
<i>Szeptember</i>	<i>9,45</i>
<i>Október</i>	<i>1,61</i>
<i>November</i>	<i><2,43</i>
<i>December</i>	<i>2,40</i>

5-43. táblázat

2019-ben a levegőben lévő, aeroszolhoz kötött radioaktív izotópok aktivitáskonzentrációja havi átlagban (Bq/m³, heti 3 mintavétel alapján)		
Hónap	Össz-béta aktivitáskonzentráció (Bq/m³)	Össz-gamma aktivitáskonzentráció (Bq/m³)
<i>Január</i>	$4,32 \cdot 10^{-4}$	$4,86 \cdot 10^{-3}$
<i>Február</i>	$4,63 \cdot 10^{-4}$	$4,92 \cdot 10^{-3}$
<i>Március</i>	$4,28 \cdot 10^{-4}$	$4,46 \cdot 10^{-3}$
<i>Április</i>	$4,11 \cdot 10^{-4}$	$7,03 \cdot 10^{-3}$
<i>Május</i>	$4,42 \cdot 10^{-4}$	$4,36 \cdot 10^{-3}$
<i>Június</i>	$4,38 \cdot 10^{-4}$	$<7,49 \cdot 10^{-3}$
<i>Július</i>	$<8,84 \cdot 10^{-4}$	$4,07 \cdot 10^{-3}$
<i>Augusztus</i>	$4,44 \cdot 10^{-4}$	$4,80 \cdot 10^{-3}$
<i>Szeptember</i>	$4,68 \cdot 10^{-4}$	$4,14 \cdot 10^{-3}$
<i>Október</i>	$5,07 \cdot 10^{-4}$	$1,36 \cdot 10^{-3}$
<i>November</i>	$5,06 \cdot 10^{-4}$	$<8,40 \cdot 10^{-3}$
<i>December</i>	$<8,93 \cdot 10^{-4}$	$<8,19 \cdot 10^{-3}$

5-44. táblázat

2019 tavaszi FŰMINTA izotópszелеktív aktivitáskonzentrációja	
Vizsgált nuklid	Aktivitáskonzentráció (Bq/g)
⁶⁰ Co	$< 2,21 \cdot 10^{-3}$
¹³⁷ Cs	$< 7,29 \cdot 10^{-4}$
¹³⁴ Cs	$< 2,68 \cdot 10^{-3}$
¹³¹ I	$< 2,21 \cdot 10^{-3}$
⁴⁰ K	1,09
Tórium sor	$2,02 \cdot 10^{-3}$
Rádium sor	$3,75 \cdot 10^{-3}$

5-45. táblázat

2019 tavaszi TALAJMINTA izotópszелеktív aktivitáskonzentrációja	
Vizsgált nuklid	Aktivitáskonzentráció (Bq/g)
⁶⁰ Co	$< 3,07 \cdot 10^{-4}$
¹³⁷ Cs	$9,94 \cdot 10^{-3}$
¹³⁴ Cs	$< 1,79 \cdot 10^{-3}$
¹³¹ I	$< 2,79 \cdot 10^{-3}$
⁴⁰ K	$2,99 \cdot 10^{-1}$
Tórium sor	$2,17 \cdot 10^{-2}$
Rádium sor	$2,61 \cdot 10^{-2}$

5-46. táblázat

<i>2019 őszi FŰMINTA izotópszелеktiv aktivitáskoncentrációja</i>	
<i>Vizsgált nuklid</i>	<i>Aktivitáskoncentráció (Bq/g)</i>
^{60}Co	$< 3,63 \cdot 10^{-3}$
^{137}Cs	$< 1,14 \cdot 10^{-3}$
^{134}Cs	$< 2,94 \cdot 10^{-3}$
^{131}I	$< 3,56 \cdot 10^{-3}$
^{40}K	1,47
<i>Tórium sor</i>	$1,00 \cdot 10^{-2}$
<i>Úrán sor</i>	$9,72 \cdot 10^{-2}$

5-47. táblázat

<i>2019 őszi TALAJMINTA izotópszелеktiv aktivitáskoncentrációja</i>	
<i>Vizsgált nuklid</i>	<i>Aktivitáskoncentráció (Bq/g)</i>
^{60}Co	$< 2,65 \cdot 10^{-4}$
^{137}Cs	$1,22 \cdot 10^{-2}$
^{134}Cs	$< 1,58 \cdot 10^{-3}$
^{131}I	$< 2,61 \cdot 10^{-4}$
^{40}K	$3,55 \cdot 10^{-1}$
<i>Tórium sor</i>	$2,51 \cdot 10^{-2}$
<i>Úrán sor</i>	$3,60 \cdot 10^{-2}$

6 Országhatáron túli hatások

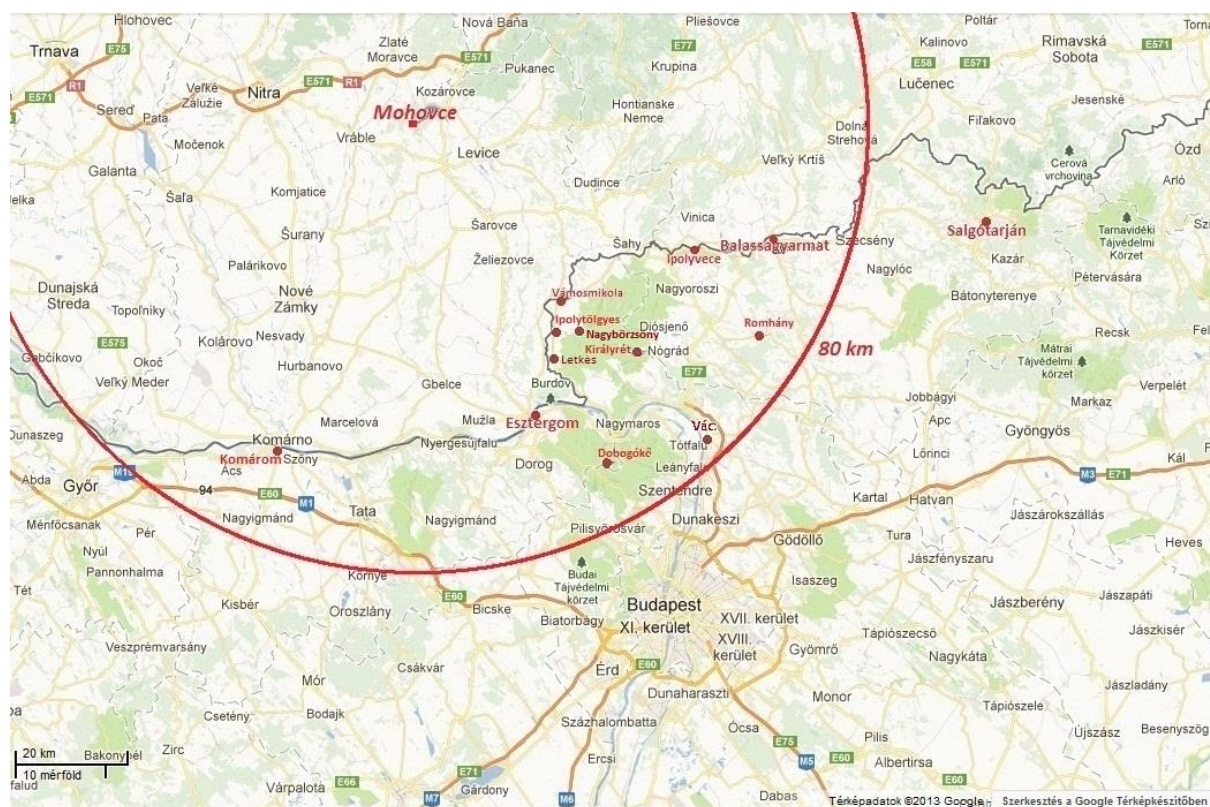
6.1 A Mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért eredmények

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

A Mohi atomerőmű hazai környezetének ellenőrzéseként az NNK SSFO in-situ gamma-spektrometriai és dózisteljesítmény méréseket is végez a határ közelében, 8 mérési helyszínen évente kétszer. A gamma-sugárzás mérések és a többi, a programhoz tartozó környezeti mintavételi helyszíneket a 6-1. ábra mutatja be. A gamma-dózisteljesítmény mérések eredményeit a 6-2. táblázat foglalja össze. A ^{232}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 5 mérési helyszínen, évente kétszer.

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



6-1. ábra

A Mohi atomerőmű hazai környezetének mérési helyszínei

6-1. táblázat
In-situ mérések eredményei 2019-ban (a Cs-137 mérések kBq/m²-ben, a többiek Bq/kg-ban vannak megadva)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Ac-228	28	17	46	6,8	14	0
Be-7	12	5,9	18	3,4	9	0
Bi-214	37	14	70	14	16	0
Cs-137	1,0	0,23	2,4	0,65	17	0
K-40	350	170	570	66	12	0
Pb-212	32	17	56	8,5	15	0
Pb-214	38	13	77	15	17	0
Tl-208	22	9,2	26	3,2	16	0

A gamma-dózisteljesítményt az NNK-SSFO AUTOMESS 6150 AD 6/H műszerrel mérte, a hiba minden esetben 1% körüli volt. A dózisteljesítmény mérések eredményeit a 6-2. táblázatban mutatjuk be. A 2019. évben az őszi mintavételek és mérések elmaradtak, ezért csak az I. félévi eredmények szerepelnek a táblázatban.

6-2. táblázat
Az NNK SSFO 2019. évi dózisteljesítmény méréseinek eredményei

Település	Dózisteljesítmény 1. félév (nSv/h)
Komárom	85
Esztergom	94
Dobogókő	91
Királyrét	86
Vámosmikola	92
Romhány	88
Balassagyarmat	82
Tardos	101

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

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

Település	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Bernecebaráti	-	97	103	-	3
Kemence	-	87	90	-	2
Márianosztra	-	-	104	-	1
Nagybörzsöny	-	90	98	-	2
Perőcsény	-	-	102	-	1
Tésa	-	-	98	-	1

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

Az NNK SSFO három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece és Balassagyarmat) vesz fall-out mintát 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 kimutatási határ, 0,13 – 0,63 Bq/(m²·30 nap) alatti volt. A fall-out minták összes béta-aktivitásának mérése proporcionális detektorokkal történik, hasonlóképpen mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.

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

6-4. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetében vett fall-out minták aktivitása 2019-ben, Bq/(m²·30 nap)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Be-7	93	6,7	240	55	24	0
Cs-137	-	-	-	-	24	24
K-40	12	2,4	90	17	23	8
Pb-210	68	4,0	310	95	23	7
Összes béta	15	4,4	29	7,1	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, de 2019-ben csak a tavaszi mintavétel valósult meg. 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 6-5. táblázatban mutatjuk be.

6-5. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták aktivitás-koncentrációja 2019-ben (Bq/kg)

Radionuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	19	19
Cs-137	17	3,9	40	12	22	0
K-40	450	330	550	65	22	0
Sr-90	2,3	0,72	7,7	2,0	10	0
Összes-béta	640	450	770	95	20	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, de 2019-ben csak a tavaszi mintavétel valósult meg. Ezekon a mintákon összes béta aktivitás-koncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A mintaelőkészítés szárítást, száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 C-on izzított hamujának legalább 50 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 6-6. táblázatban mutatjuk be.

6-6. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták aktivitás-koncentrációja 2019-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	24	24
Cs-137	0,28	0,067	2,1	0,42	27	18
K-40	420	63	980	240	27	0
Sr-90	1,1	0,21	2,6	0,68	23	0
Összes-alfa	12	1,6	31	7,8	24	4
Összes-béta	430	81	1300	280	27	0

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

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai végeztek 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 6-7. táblázatban mutatjuk be.

6-7. táblázat

A Mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták aktivitás-koncentrációja 2019-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-134	-	-	-	-	6	6
Cs-137	-	0,025	0,12	-	6	3
K-40	-	60	220	-	6	0
Sr-90	-	0,082	0,68	-	6	0
Összes-alfa	-	0,54	3,8	-	6	1
Összes-béta	-	47	190	-	6	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, de 2019-ben csak a tavaszi mintavétel valósult meg. 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 420 °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 6-8. táblázat tartalmazza.

6-8. táblázat

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

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	-	0,20	0,67	-	3	1
K-40	-	0,057	0,22	-	3	0
Összes-béta	-	0,097	0,28	-	3	0

Az NNK SSFO ugyanezek a helyszíneken, - ugyancsak féléves gyakorisággal (melyből 2019-ben csak a tavaszi mintavétel valósult meg) - iszapmintákat is vizsgál gamma-spektrometriai módszerrel. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm³ térfogaton) végzik, 40000 s mérési idővel. A ^{137}Cs aktivitás-koncentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 6-9. táblázat tartalmazza.

6-9. táblázat

A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták

^{137}Cs koncentrációja (Bq/kg)

Település	1. félév
Kemence	6,29 ± 0,19
Letkés	3,82 ± 0,11
Nagybörzsöny	12,1 ± 0,4

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, de 2019-ben csak a tavaszi mintavétel valósult meg. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta aktivitás-koncentrációját, valamint a trícium és ⁴⁰K koncentrációját. A mintaelőkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 420 °C-on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A ⁴⁰K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az NNK SSFO ezen ivóvíz minták összes béta-aktivitás mérését, a korábbiakban már bemutatott mérőműszerrel végzi el.

A mérési eredményeket a 6-10. táblázat tartalmazza.

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

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
H-3	-	0,60	1,50	-	3	0
K-40	-	0,061	0,12	-	3	0
Összes-béta	-	0,11	0,14	-	3	0

7 Kibocsátási eredmények

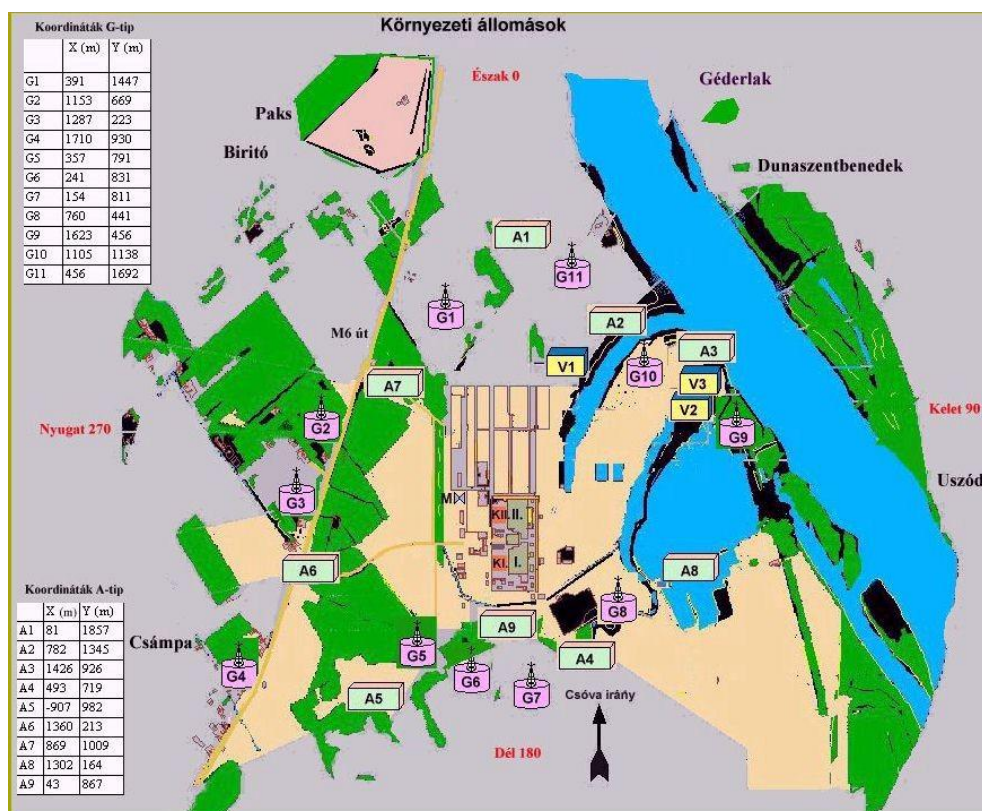
7.1 A Paksi Atomerőmű Zrt. kibocsátásai

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.

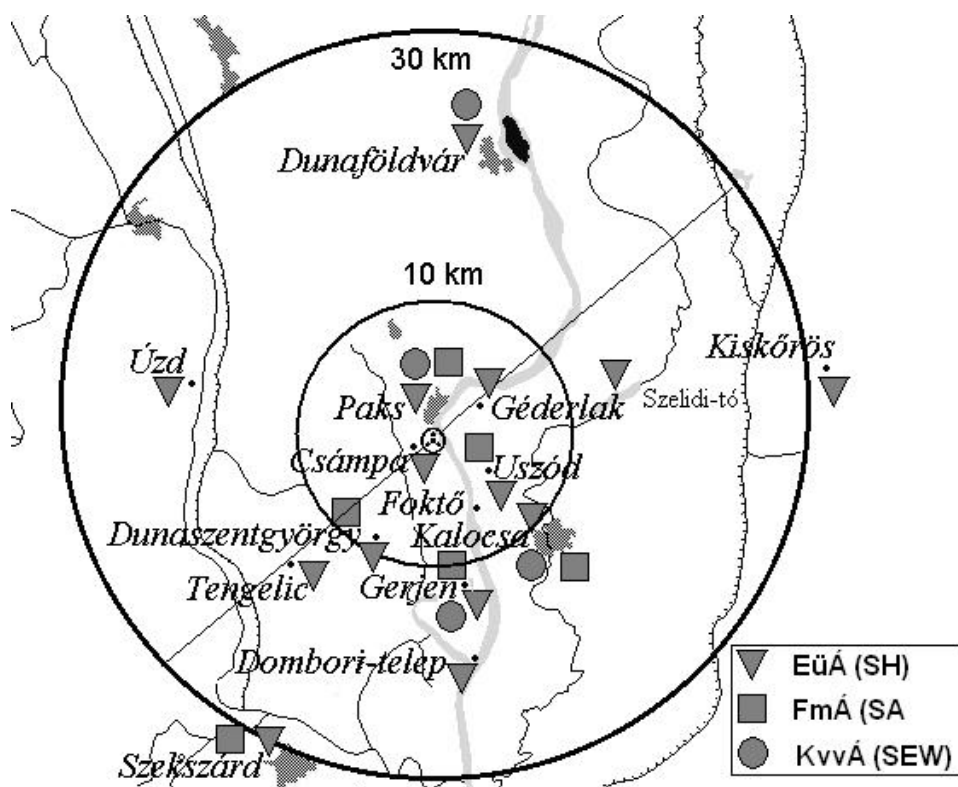
A blokkok karbantartási ideje 2019-ben a következő volt:

1. blokk: nem volt karbantartás.főjavítás
2. blokk: május 18. – június 13.
3. blokk: augusztus 23. – szeptember 16.
4. blokk: február 04. – április 03.



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 Légtörő kibocsátás

A légtörő 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), 2019.

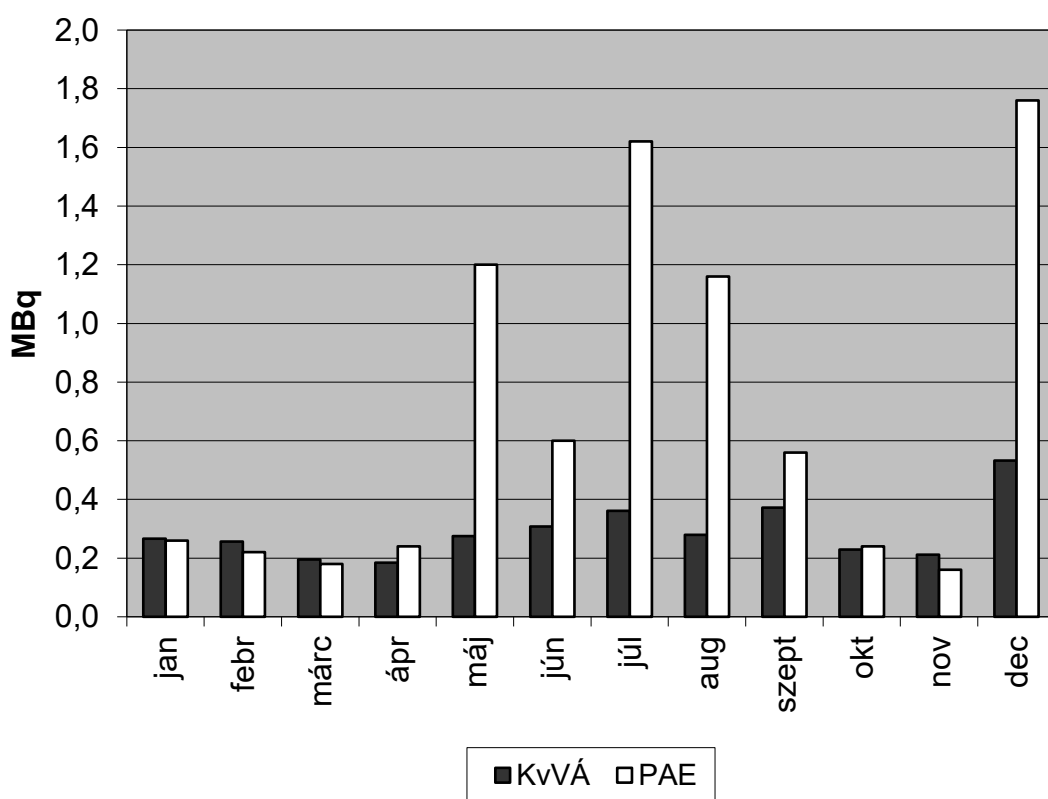
Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	Határérték kihasználása
⁴¹ Ar	1,33E+13	4,60E+16	2,90E-04
⁸⁵ Kr	1,45E+11	1,20E+19	1,20E-08
^{85m} Kr	1,75E+12	4,10E+17	4,27E-06
⁸⁷ Kr	1,26E+12	7,30E+16	1,73E-05
⁸⁸ Kr	1,29E+12	2,90E+16	4,46E-05
¹³³ Xe	5,20E+12	2,00E+18	2,60E-06
¹³⁵ Xe	2,76E+12	2,40E+17	1,15E-05
³ H (HT)	3,88E+11	2,20E+17	1,76E-06
³ H (HTO)	3,77E+12	1,70E+17	2,22E-05
¹⁴ C (CO ₂)	2,33E+10	1,30E+14	1,79E-04
¹⁴ C (CH ₄)	6,21E+11	1,50E+21	4,14E-10
⁸⁹ Sr	3,19E+05	4,30E+12	8,30E-08
⁹⁰ Sr *	1,57E+06	3,70E+11	4,28E-06
²⁴ Na	4,38E+07	1,50E+15	3,22E-08
⁴² K	3,99E+08	1,70E+16	2,60E-08
⁵¹ Cr	1,09E+07	8,80E+14	1,26E-08
⁵⁴ Mn	1,30E+06	1,80E+13	7,30E-08
⁵⁸ Co	1,31E+06	2,10E+13	6,32E-08
⁵⁹ Fe	2,61E+06	1,10E+13	2,41E-07
⁶⁰ Co	7,70E+06	2,40E+12	3,26E-06
⁶⁵ Zn	3,17E+06	2,30E+12	1,39E-06
⁷⁵ Se	1,06E+06	2,90E+12	3,70E-07
⁷⁶ As	1,70E+08	1,10E+15	1,57E-07
⁹⁵ Nb	1,42E+06	4,90E+13	2,95E-08
⁹⁵ Zr	2,26E+06	2,30E+13	9,96E-08
⁹⁹ Mo	2,02E+06	1,90E+15	1,15E-09
¹⁰³ Ru	1,04E+06	8,70E+12	1,22E-07
¹⁰⁶ Ru *	1,12E+07	2,30E+11	4,91E-05
^{110m} Ag	4,03E+06	4,80E+12	8,43E-07
¹²⁴ Sb	1,07E+06	8,90E+12	1,22E-07
¹²⁵ Sb	3,39E+06	1,40E+13	2,44E-07
¹³¹ I aer.	2,10E+06	3,70E+12	5,93E-07
¹³¹ I elemi	2,40E+07	7,80E+11	3,09E-05
¹³¹ I szerves	2,57E+07	9,50E+13	2,71E-07
¹³² I elemi	1,35E+06	3,20E+15	4,22E-10
¹³³ I elemi	4,50E+06	3,70E+14	1,22E-08
¹³³ I szerves	1,44E+07	1,30E+15	1,11E-08
¹³⁴ Cs	1,23E+06	8,20E+11	1,51E-06
¹³⁷ Cs *	8,20E+06	1,00E+12	8,23E-06
¹⁴⁰ Ba *	1,10E+07	2,90E+13	3,91E-07
¹⁴¹ Ce	1,41E+06	4,60E+13	3,12E-08
¹⁴⁴ Ce *	1,20E+07	3,50E+12	3,45E-06
¹⁵⁴ Eu	1,95E+06	5,10E+12	3,85E-07
Összesen (total)	-	-	6,80E-04

a *-gal jelölt izotópok aktivitását leányelemükkel együtt adtuk meg

Az aeroszol-kibocsátások 55%-a a 1.-2. blokk szellőzőkéményén keresztül történt, a két kiépítés kibocsátási arányai radionuklidtól függően 0,5 – 5 közöttiek voltak. Az aeroszokok teljes éves kibocsátásában, legnagyobb arányban (az egy napnál rövidebb felezési idejű izotópok nélkül) a ⁷⁶As, ¹⁴⁴Ce, ¹⁰⁶Ru, és ¹³⁷Cs izotópok szerepeltek.

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



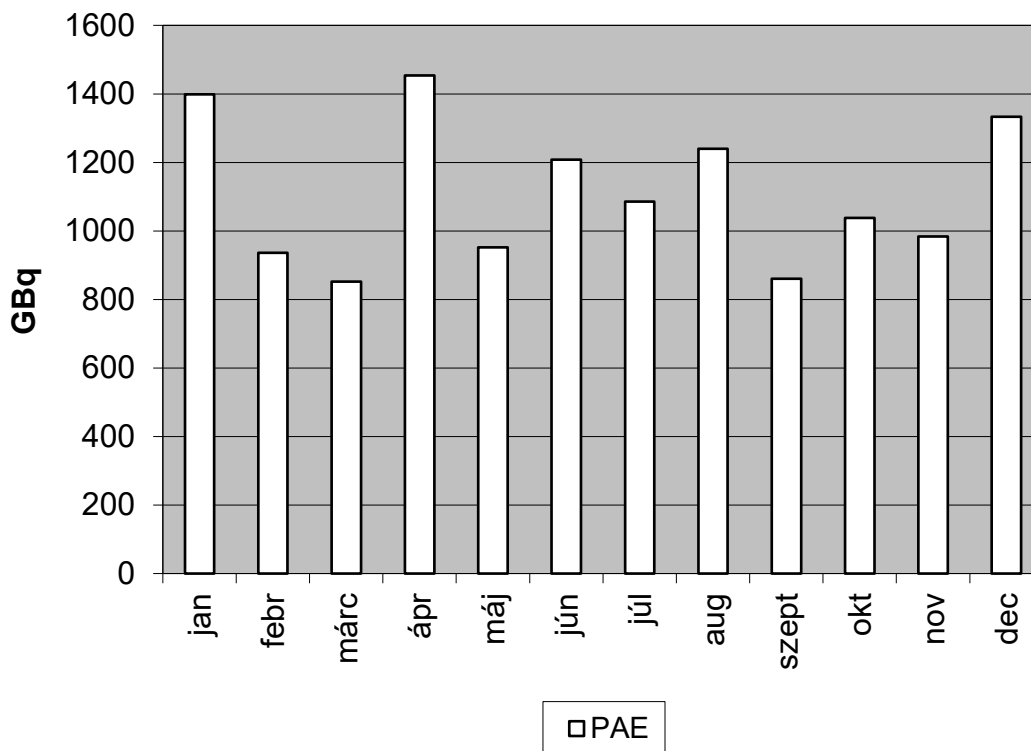
7-3. ábra

*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-es faktoron belül megegyeztek a ^{85}Kr kivételével. Megállapíthatjuk, hogy a nemesgázok izotópösszetételében - 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 üzem. 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 2018. évhez hasonlóan igen kicsi, 0,068% 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 2019-ben is.



7-4. ábra
Havi légköri Ar-41 kibocsátások

7.1.2 Folyékony kibocsátás

A vízzel történő radioaktív kibocsátások ellenőrzése egyrészt az ellenőrző tartályokból, másrészt a 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.

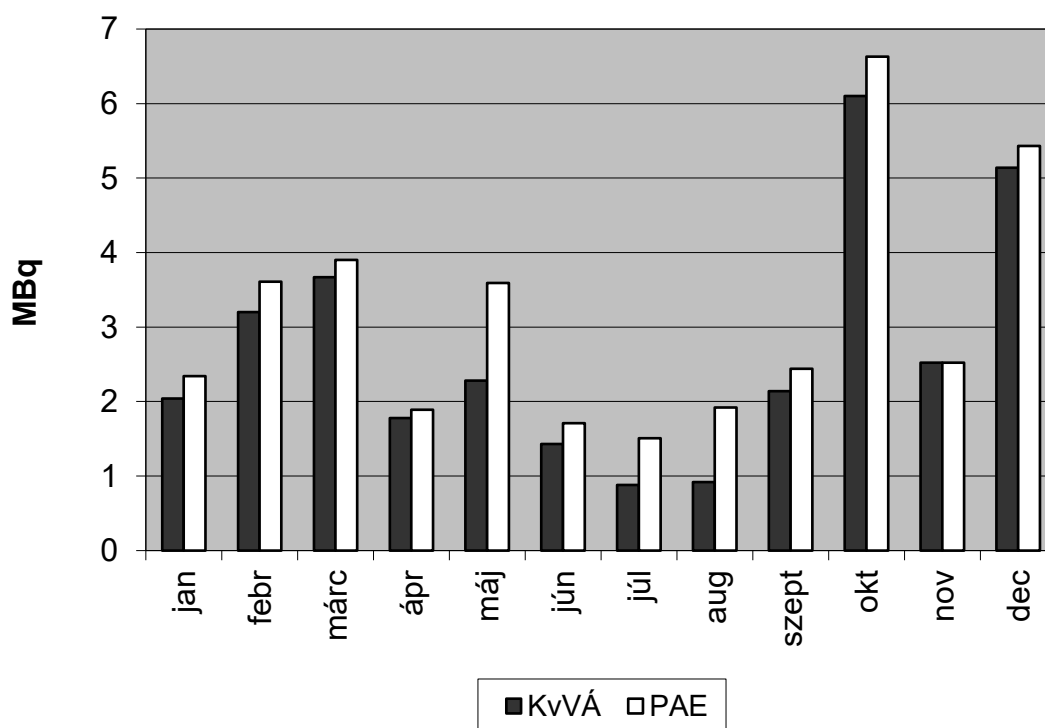
A befolyó és elvezető csatornák (V1, V2 és V3 jelű) vizének mérése, elsősorban az esetleg nem üzemszerűen távozó szennyeződések ellenőrzése céljából történik. A kibocsátási értékek a tartályokból kiengedett víz térfogatának és aktivitás-koncentrációjának segítségével határozhatóak meg pontosan.

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 2019-ben az ellenőrző tartályokból összesen 41873 m³ vizet bocsátott a Dunába. A legjelentősebb korróziós termék (⁶⁰Co) éves kibocsátott aktivitása több, mint 2-szer 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, 2019.

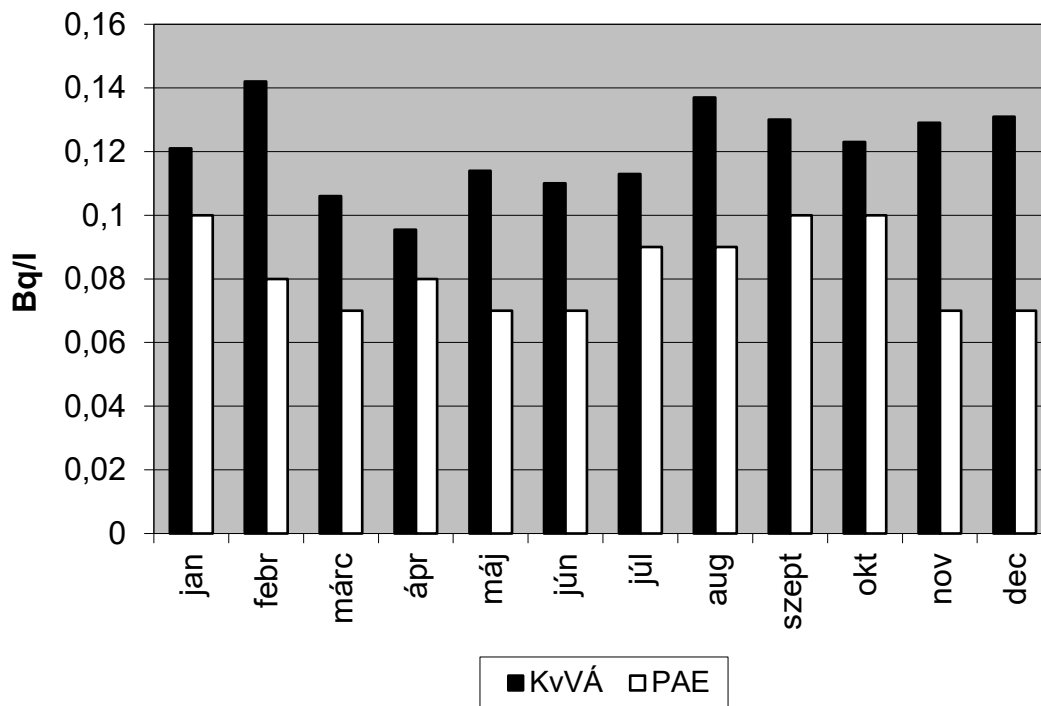
Izotóp	Kibocsátás [Bq]	Éves korlát [Bq]	Határérték kihasználása
³ H	2,96E+13	2,90E+16	1,02E-03
¹⁴ C	2,00E+09	3,10E+12	6,45E-04
⁸⁹ Sr	1,92E+06	1,20E+13	1,60E-07
⁹⁰ Sr *	1,94E+06	2,20E+12	8,84E-07
⁵⁵ Fe	1,92E+07	4,30E+13	4,47E-07
⁵⁹ Ni	1,28E+07	4,00E+14	3,20E-08
⁷ Be	7,29E+07	3,00E+14	2,43E-07
⁵¹ Cr	7,84E+07	2,70E+14	2,90E-07
⁵⁴ Mn	1,33E+07	1,00E+13	1,33E-06
⁵⁸ Co	1,03E+07	3,20E+12	3,21E-06
⁵⁹ Fe	1,62E+07	2,30E+12	7,05E-06
⁶⁰ Co	3,75E+07	9,50E+11	3,95E-05
⁶⁵ Zn	1,80E+07	1,40E+12	1,28E-05
⁹⁵ Nb	1,12E+07	2,10E+12	5,32E-06
⁹⁵ Zr	1,46E+07	8,50E+12	1,72E-06
⁹⁹ Mo	2,84E+07	1,30E+14	2,19E-07
¹⁰³ Ru	8,73E+06	9,00E+11	9,70E-06
¹⁰⁶ Ru *	7,46E+07	1,10E+12	6,78E-05
^{108m} Ag	1,00E+04	2,40E+13	4,17E-10
^{110m} Ag	6,22E+07	2,00E+13	3,11E-06
¹²⁴ Sb	1,49E+07	9,50E+12	1,57E-06
¹²⁵ Sb	2,31E+07	1,10E+13	2,10E-06
¹³¹ I	1,50E+07	2,70E+12	5,56E-06
¹³⁴ Cs	5,84E+07	6,50E+11	8,98E-05
¹³⁷ Cs *	1,53E+08	9,00E+11	1,70E-04
¹⁴⁰ Ba *	7,70E+07	5,50E+13	1,40E-06
¹⁴¹ Ce	1,39E+07	2,10E+13	6,60E-07
¹⁴⁴ Ce *	1,06E+08	1,00E+13	1,06E-05
¹⁵⁴ Eu	1,42E+07	1,80E+12	7,91E-06
¹⁸¹ Hf	1,01E+07	5,70E+13	1,78E-07
U-csoport	1,76E+04	7,50E+11	2,35E-08
Pu-csoport	4,29E+04	1,00E+12	4,29E-08
Am-csoport	5,91E+04	1,10E+12	5,37E-08
Cm-csoport	8,37E+03	2,60E+11	3,22E-08
Összesen (total):	-	-	2,11E-03

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

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

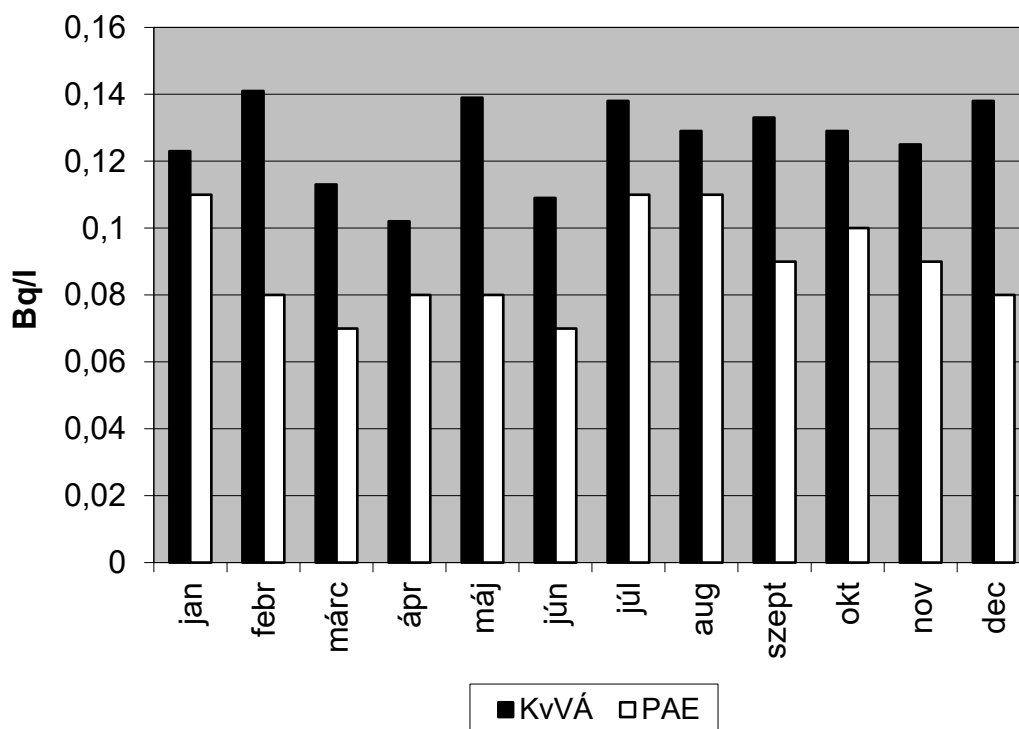
A 7-6., 7-7. és 7-8. ábrák a V1, V2 és V3 jelű helyen vett vízmintákban az üzem és a BAMKH NF LO által mért összes béta aktivitás-koncentrációk havi átlagértékeit mutatják.

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



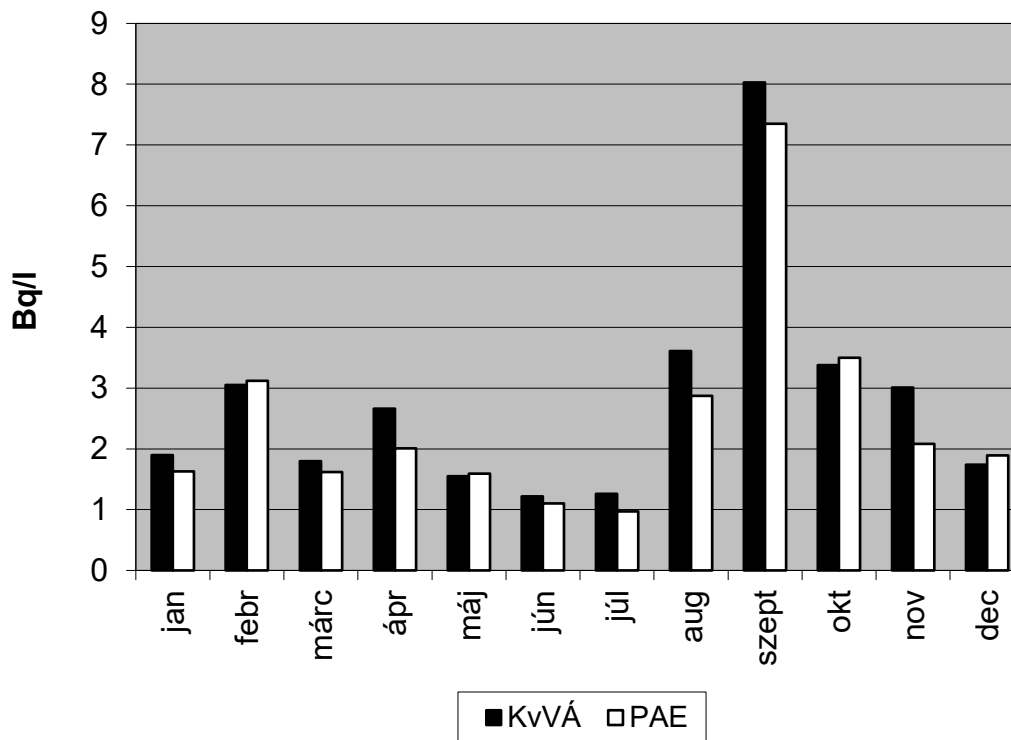
7-6. ábra

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



7-7. ábra

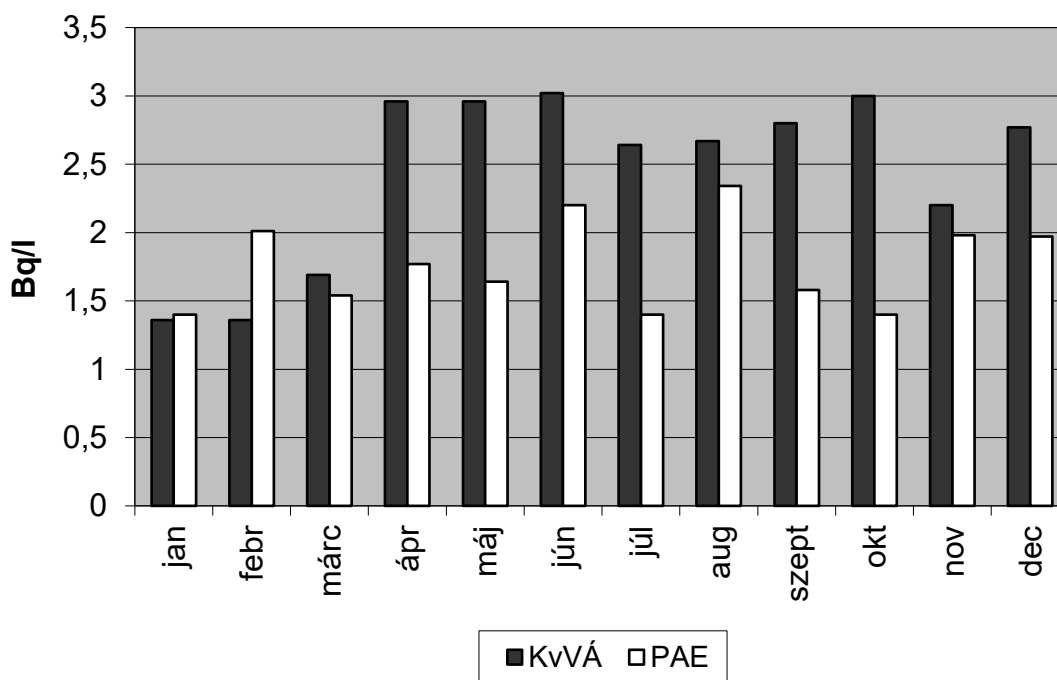
A melegvízcsatorna (V2) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei



7-8. ábra

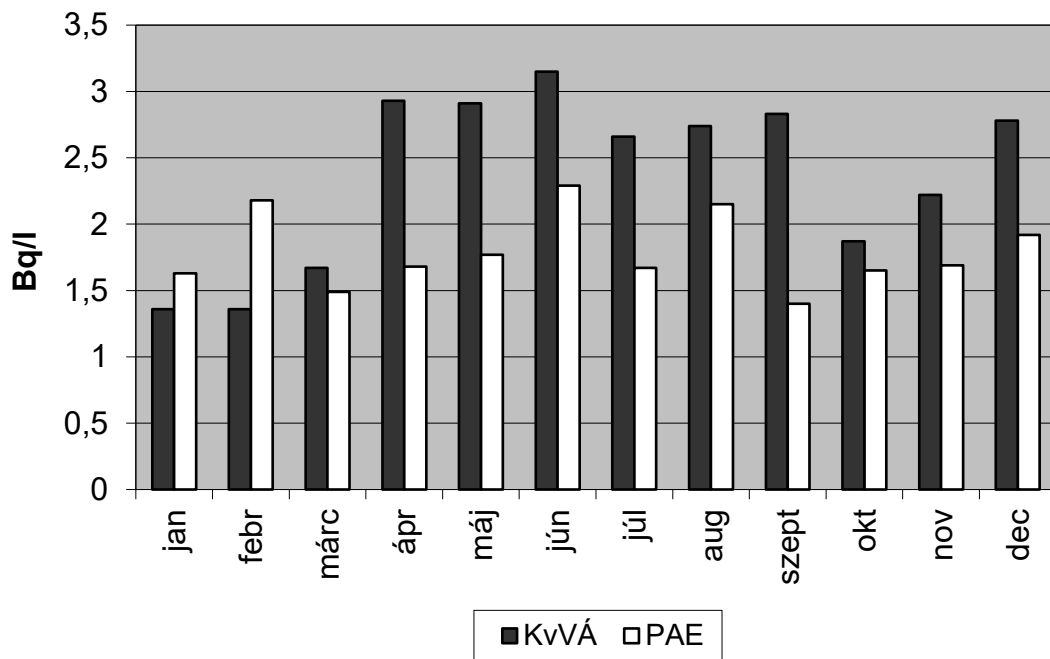
A szennyvízcsatorna (V3) összes béta aktivitás-koncentrációjának havi átlagértékei

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



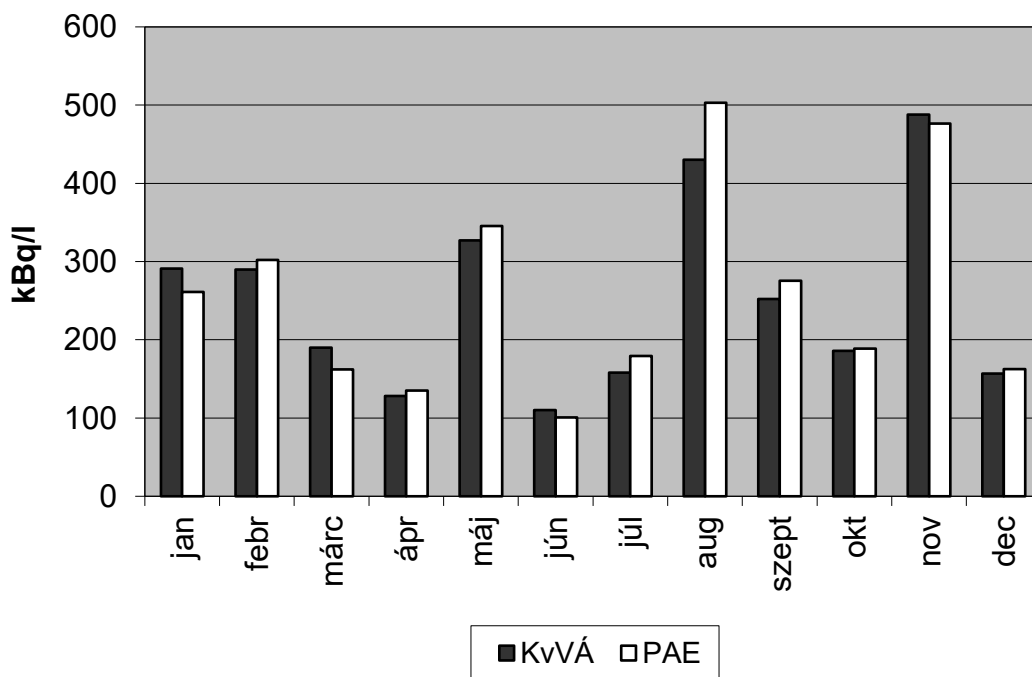
7-9. ábra

A hidegvízcsatorna (V1) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-10. ábra

A melegvízesatorna (V2) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei



7-11. ábra

A szennyvízesatorna (V3) trícium-koncentrációjának havi átlagértékei.

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

A ténylegesen kibocsátott trícium koncentrációja megbízhatóan a szennyvízcsatorna mintavételi pontján mérhető, havi értéke 100-500 kBq/l között változott. A hatósági adatok általában jól egyeztek az üzemiakkal, a korábbi években tapasztalt különbségek gyakorlatilag eltűntek.

A napi mintákból képzett havi átlagminták gamma-spektrometriai mérésével történt az izotóp-összetétel meghatározása (a V1 és a V2 mintáknál 15-15 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. 2018-hoz viszonyítva a folyékony kibocsátásokkal kikerült radioaktív izotópok közül a radiostroncium, és az alfa-sugárzók kibocsátása növekedett, míg a korróziós termékek a hasadási termékek, a radiokarbon és a trícium kibocsátása csökkent.

Összességében elmondható, hogy a folyékony kibocsátásokat tekintve is igen kicsi, mindössze 0,21% 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 2019-ben is.

7.1.3 Megállapítások

Az atomerőmű környezeti sugárvédelmi ellenőrzése céljából, a hatósági intézmények 2019-ben összesen közel 11000 eredményt küldtek az adatfeldolgozó központba. A meghatározások vizsgálati irányonkénti megoszlásában az előző évekhez hasonlóan, a nuklidspecifikus mérések együttes részaránya több mint 80 %-os volt. A PA Zrt. légnemű radioaktív kibocsátása 2019-ben, az üzemzavart megelőző évekhez hasonló szinten volt. A nuklidspecifikus kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kihasználás értéke 0,068 % 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 2019. 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 2019-ben a korábbiakhoz hasonló, 0,21% 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 léggöri aeroszol és fall-out vizsgálatok alapján valószínűsíthető, hogy az üzem – az előző évhez hasonlóan – PA Zrt. eredetű radioizotópot nem mutatott ki.

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

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

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

Az erőmű 2019. 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 2019-ben.

7-3. táblázat
A kibocsátási határérték kritérium értékei 2019-ben

Kibocsátási határérték kritérium	(%)
Légnemű kibocsátásokra	0,068
Folyékony kibocsátásokra	0,21
Összesen	0,28

7-4. táblázat a kibocsátásokat nemzetközi összehasonlításban tartalmazza. Látható, hogy a PA Zrt-nél a léggöri jód és a vízi hasadványtermék kibocsátások a világátlag alattiak, a többi e feletti.

7-4. táblázat

A villamosenergia termelésre (1 GW·év egységre) normál radioaktív kibocsátások 2019-ben a PWR típusú reaktorokra vonatkozó nemzetközi összehasonlításban.[14] (Az erőmű 2019-ben 1,8 GW·év elektromos energiát termelt.)

Kibocsátás	Mennyiség	PAE	UNSCEAR (1998-2002)
léggöri	nemesgáz összesen (TBq)	26	11
	aeroszol összesen (GBq)	0,71	0,03
	H-3 (HT + HTO) (TBq)	4,2	2,1
	C-14 (CO ₂ +szerves) (TBq)	0,64	0,22
	jódok (I-131 egyenérték) (GBq)	0,058	0,3
folyékony	korrozíós és hasadványtermékek összesen (GBq)	0,96	11
	H-3 (TBq)	30	20

Az összevetésből kitűnik, hogy a 2019. évi paksi léggöri kibocsátások adatai, – a radiojódokat kivéve – fölülte vannak a PWR típusú reaktorok 1998-2002. közötti világátlagának, amely a reaktorok életkorával, a kibocsátott izotópok meghatározásával és a

4. blokki kismértékű inhermetikussággal függ össze. A korróziós és hasadási termékek látszólagos növekedése azzal magyarázható, hogy az új szabályozás szerint a kibocsátási adatokat izotópszelektív mérésekből határozza meg az atomerőmű, a nem mért izotópokat pedig a kimutatási határértékkel veszi figyelembe. A radiojódok kibocsátása alatta van a világtábornak, viszont a nemesgázok, légnemű trícium és radiokarbon kibocsátási értékei magasabbak. Össességében 2019-ben az atomerőmű kibocsátásai az előző évhez képest valamivel alacsonyabbak.

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 csapadéokra vonatkozó adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat által a telephelyen üzemeltetett időjárásfigyelő állomás gyűjtötte.

A csapadékvizek esetében konzervatívan úgy vesszük, hogy az ellenőrzött területre 2019. év során lehullott 694 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 (~0,16-1,78 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 a vonatkozó 15/2011. KöM rendelet előírásainak teljesíthetőségére alkalmas igényelt kimutatási határ (0,1 Bq/dm³) alatt volt (~1E-02 és 5E-03 Bq/dm³). Emellett a Sr-90 nuklid éves átlagkoncentrációja mindkét akna esetében KH alatt <6,17E-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: 1,22E+06 Bq/év.

A kibocsátott vizek C-14 és Sr-90 értékei sem utalnak anomális kibocsátásra. A csapadékaknákban gyűjtött éves átlagminta vonatkozó koncentrációjából, a számított csapadékmennyiségéből a telephely föld felszíni létesítményének becsült radiokarbon kibocsátása folyékony formában: 1,09E+04 Bq Bq/év, becsült Sr-90 kibocsátása 8,72E+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 csővezetékkel 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 LK-1 ponton kibocsátott levegő radiológiai minőségét tekintve nagyságrendileg összevethető a kültéren (bármely állomás) észleltekkkel.

Az egész éves mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében (LK-1) mért C-14 aktivitáskoncentráció a 2019-es évben átlagosan $4,65E-02$ Bq/m³ (szervetlen formában) és $4,68E-02$ Bq/m³ (szervetlen + szerves formában). A légtechnikai berendezés gépkönyvi maximális napi teljesítményét figyelembe véve (354400 m³ naponta) a 2019-es évben a föld felszíni technológiai létesítmény $1,21E+07$ Bq C-14 aktivitást juttatott a légkörbe.

Az egész éves mintázások alapján a technológiai csarnok kéményében (LK-1) mért H-3 aktivitáskoncentráció a 2019-es évben átlagosan $3,34E-02$ Bq/m³ HTO és $1,98E-02$ Bq/m³ a HT+ szénhidrogének formájában. A légtechnikai berendezés gépkönyvi maximális napi teljesítményét figyelembe véve konzervatív számítással a 2019. évben $6,88E+06$ 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 hulladékból származó kibocsátás nagy érzékenységgel mérés technikával detektálható, ám mindemellett elhanyagolható mértékben járul hozzá a trícium, radiokarbon kibocsátáshoz.

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 $4,09E-02$ Bq/m³, illetve $4,11E-02$ 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: $1,16E-02$ Bq/m³, HT: $1,18E-02$ Bq/m³) a szabad levegőn lévő értékekkel és a már említett nullszint referenciaértékkel ($2,0E-02$ Bq/m³) összevethetők. Ez abból adódik, hogy a légcseré nagyon intenzív. Mindkét izotópra vonatkozó mérés sorozat arra utal, hogy a rendkívül intenzív mesterséges levegőcseré 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. 2019-ben a mesterséges szellőztetés napi

24 órában folyamatosan zajlott, mely mellett a radonkoncentráció átlagosan 20-70 Bq/m³/nap között volt mérhető.

A 2019. évi mért értékekre vonatkozóan kijelenthetjük, hogy a radonszint ingadozása természetes folyamatok eredménye tekintettel arra, hogy a betárolt hulladék nem ad járulékot. A vágatban mérhető radonkoncentráció esetén a hulladékból származó Rn-222 járulék mennyisége elhanyagolható, meghatározó eredetként a gránit kőzet nevezhető meg, melyből emanációs, diffúziós és exhalációs folyamatok révén jut ki. A konzervatívan becsült éves radon kibocsátás a légtechnikai berendezés légszállítási teljesítményét figyelembe véve, 31,4 Bq/m³ átlagos koncentrációval számolva: 2,95E+10 Bq/év. .

7.2.4 A felszín alatti térrész folyékony kibocsátásának értékelése

A tárolókamra nyaktagok és a felszín alatti térrész ellenőrzött zsompja vizsgálati pontokként kerül figyelembevételre a H-3 és C-14 nuklidokra vonatkozóan - melyek megjelenését elsőként várjuk a kibocsátási útvonalon. A vízminták C-14 (ellenőrzött zsomp: 1,03E-02 Bq/dm³), H-3 (ellenőrzött zsomp: 3,16E-02 Bq/dm³) és Sr-90 (ellenőrzött zsomp: 2,90E-03 Bq/dm³) átlagos éves eredményeihez elmondható, hogy a felszín alatti térrész gyűjtött vizek esetében mind az aktivitáskoncentrációja a felszíni vizeknél mértek alatt van.

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

Az ellenőrzött zóna felszín alatti térrészből kibocsátott vízmennyiség a 2019. évben 23839 m³ volt. Az erre a mennyiségre számított vízkörnyezeti C-14 kibocsátás: 2,46E+05 Bq/év. Tríciumra ez az érték hasonló számítással: 7,53E+05 Bq/év.

7.2.5 Megállapítások

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

7.2.6 A létesítmény összesített kibocsátásának értékelése

7.2.6.1 A telephely felszíni és felszín alatti összesített légköri kibocsátásának értékelése

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

AKHK:

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

ahol:

- EL_{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 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ 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)	6,88E+06	2,20E+07	2,89E+07	5,90E+15	4,90E-09
C-14	1,21E+07	7,70E+07	8,91E+07	7,10E+12	1,25E-05
Rn -222	1,76E+09	2,95E+10	3,13E+10	1,00E+14	3,13E-04
$\sum \frac{R_{ilég.}}{EL_{ilég.}}$ (KHK-érték)					3,25E-04

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 2019. évben a mérési adatok alapján a korlát **0,033 %-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 2019-ban-ben a mérési adatok alapján a korlát 0,059 %-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)	1,22E+06	7,53E+05	1,98E+06	3,50E+12	5,65E-07
C-14	1,09E+04	2,46E+05	2,57E+05	1,10E+10	2,34E-05
Sr-90	8,72E+04	7,21E+04	1,59E+05	2,80E+08	5,69E-04
$\sum_{i \text{ folyé}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ $\sum_{i \text{ folyé}} \frac{R_{i \text{ folyékony}}}{EL_{i \text{ folyékony}}}$ (KHK-érték)					5,93E-04

7.3 Az RHFT kibocsátásai

A püspökszilágyi RHFT környezeti kibocsátási korlátaikat a Barany Megyei Kormány Hivatal (BAMKH) által 3271-12/2016. számon kiadott RHFT környezetvédelmi működési engedély határozza meg.

Az püspökszilágyi RHFT esetében radioaktív kibocsátás az üzemi épületből és kültéri, végleges tároló területéről történhet. 2019 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.

2019-ben 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 éves trícium kibocsátás ($3,81\text{E}+10\text{ Bq}/\text{év}$) az elmúlt évhez képest kis mértékben csökkent a korábbi évekhez viszonyítva nem tapasztaltunk jelentős változást. A radiokarbon kibocsátás ($4,83\text{E}+10\text{ Bq}/\text{év}$) az előző évekhez képest kis mértékben emelkedett, az éves kibocsátás nem éri el a kibocsátási korlát egy százalékát.

Az éves radon kibocsátás a pincszinti aeroszol mintavevő mérési eredményei és a szellőző rendszer névleges térfogatárama alapján $2,88\text{E}+09\text{ Bq}/\text{év}$ értékre adódott.

Az üzemi épület kéményébe telepített aeroszol mintavevőből származó mintákban mesterséges eredetű izotópokat 2019-ben nem mutattunk ki.

7.3.2 Tárolóterület folyékony kibocsátásainak ellenőrzése

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

2019-ben a 100 m^3 -es csapadéktároló medencéből 8 alkalommal, összesen $648,4\text{ m}^3$, míg a 60 m^3 -esből 13 alkalommal összesen $707,1\text{ m}^3$ 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 csapadéktárolóban mért ^{90}Sr aktivitáskoncentráció 2019-ben minden minta esetében kimutatási határ ($0,02\text{-}0,06\text{ Bq}/\text{dm}^3$) alatt maradt.

A 60 m^3 -es csapadéktárolóban mért ^{90}Sr 2019-ben egyetlen minta esetében volt kimutatható $0,14\text{ Bq}/\text{dm}^3$ koncentrációban. A fennmaradó 12 minta esetében a ^{90}Sr koncentrációja kimutatási határ ($0,1\text{-}0,02\text{ Bq}/\text{dm}^3$) alatt maradt.

A telephelyről származó, csapadékvízzel kibocsátott trícium mennyisége $16,6\text{ MBq}$, a ^{14}C izotóp mennyisége 255 kBq , a ^{90}Sr $66,7\text{ kBq}$ volt.

2019-ben az ellenőrzött zóna felmosásából gyűjtött szennyvízzel nem telt meg a 25 m^3 -es szennyvíztároló, így 2019-ben nem történt kibocsátás közcsatornába.

2019-ben a becsült folyékony közegbe történt kibocsátás nagyságrendekkel BMKH 3271-12/2016. számon kiadott RHFT környezetvédelmi működési engedélye 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 kéményhez képest az uralkodó széliránynak megfelelően van telepítve, a várható kibocsátások útvonalába. PSZ-1

mintavevő a tároló terület mellett található szintén az uralkodó széliránynak megfelelő pozícióban. A 2007-es üzembe helyezés óta mindkét mintavevő egyenletes mérési eredményeket produkált, trícium és radiokarbon esetében egyaránt 10^{-2} - 10^0 Bq/m³ nagyságrendben ingadozott. (Megj.: A természetes trícium háttér kb. 0,07 Bq/m³, a természetes radiokarbon háttér kb. 0,04 Bq/m³.) Az egyedi mintákban mérhető értékek 2019-ben 0,01-0,4 Bq/m³ közötti ingadozást mutattak.

A radiokarbon légköri koncentrációja a PSz-1 és PSz-2 mintavételi helyeken a korábbi évekhez hasonlóan alakult. 2019-ben az egyedi mintákban mérhető értékek 0,06-0,37 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. 2019-ben a jelentési kötelezettséget elérő normál üzemi kibocsátás, illetve a normál üzemtől való eltérésekből eredő kibocsátás nem történt. A telephely összesített kibocsátásait a 7-7. táblázat szemlélteti.

7-7. táblázat

A radioaktív hulladék-tároló összesített kibocsátási adatai

Kibocsátás jellege	Vizsgált izotópok	Mért vagy becsült aktivitás (Bq/év)	Éves korlát 30%-a (Bq/év)	Éves korlát (Bq/év)
Légköri – Üzemi épület	³ H	*3,81E+10	1,72E+14	5,72E+14 ⁽¹⁾
	¹⁴ C	*4,83E+10	2,39E+12	7,97E+12 ⁽¹⁾
Folyékony, csapadék	³ H	1,66E+06	3,51E+11	1,17E+12 ⁽¹⁾
	¹⁴ C	2,55E+05	2,50E+08	2,50E+08 ⁽¹⁾
	⁹⁰ Sr	6,57E+05	1,10E+10	3,67E+09 ⁽¹⁾
Folyékony, kommunális	³ H	Nem történt kibocsátás 2019-ben	9,78E+16	3,26E+17 ⁽¹⁾
	¹⁴ C		2,99E+15	9,98E+15 ⁽¹⁾
	⁹⁰ Sr		4,05E+08	1,35E+09 ⁽¹⁾
	¹³⁷ Cs		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.

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

7-8. táblázat
A reaktor légekori kibocsátásai

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték [Bq]	Tényleges kibocsátott érték [Bq]	Kibocsátási határérték kritérium az adott izotópra
Ar-41	3,30E+15	4,47E+13	1,35E-02
Kr-85m	2,53E+16	2,76E+11	1,09E-05
Kr-87	5,24E+15	4,27E+11	8,16E-05
Kr-88	5,28E+13	1,28E+12	2,43E-02
Xe-133	1,21E+17	2,06E+11	1,70E-06
Xe-135	1,63E+16	3,59E+11	2,21E-05
Σ kibocsátási határérték kritérium:	3,79E-02		

Megjegyzés: 2501, 55 teljesített üzemóra (10 MW teljesítményen).

A 2019-s évben nem volt folyékony hulladék kibocsátás.

Összesített kibocsátási mutató 2019-ben: 0,038 volt.

7.5 Az Oktatóreaktor kibocsátásai

Légnemű kibocsátás:

Az elmúlt **2019-es** évben **$1,86 \cdot 10^9$ Bq ^{41}Ar** -egyenértékű aktivitást (ez az éves kibocsátási korlát **0,25 %-a**), aeroszolhoz kötötten pedig **$6,74 \cdot 10^3$ Bq** összesbéta-aktivitást bocsátottunk ki a levegőbe; amelyek megfelelnek az elmúlt évek kibocsátásainak.

Aeroszol szűrők izotóp-szelektív gamma-spektrometriás mérése:

A negyedévente gyűjtött aeroszolszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás vizsgálatát is elvégeztük a 2019. évben, melynek eredményeiről az alábbi táblázatokban számolunk be.

7-9. táblázat

<i>2019. I. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq/hónap)</i>
^{60}Co	$< 2,52 \cdot 10^{-2}$
^{137}Cs	$< 8,14 \cdot 10^{-3}$
^{134}Cs	$< 3,74 \cdot 10^{-2}$
^{131}I	$< 2,29 \cdot 10^{-2}$
<i>2019. II. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq)</i>
^{60}Co	$< 2,72 \cdot 10^{-2}$
^{137}Cs	$< 8,47 \cdot 10^{-3}$
^{134}Cs	$< 3,88 \cdot 10^{-2}$
^{131}I	$< 2,41 \cdot 10^{-2}$
<i>2019. III. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq)</i>
^{60}Co	$< 2,52 \cdot 10^{-2}$
^{137}Cs	$< 8,25 \cdot 10^{-3}$
^{134}Cs	$< 2,61 \cdot 10^{-2}$
^{131}I	$< 2,35 \cdot 10^{-2}$
<i>2019. IV. negyedév összegyűjtött levegőszűrők izotópszelektív gamma-spektrometriás méréseinek havi átlaga</i>	
<i>Izotóp</i>	<i>Aktivitás (Bq/hónap)</i>
^{60}Co	$< 2,53 \cdot 10^{-1}$
^{137}Cs	$< 8,03 \cdot 10^{-3}$
^{134}Cs	$< 3,66 \cdot 10^{-2}$
^{131}I	$< 2,29 \cdot 10^{-2}$

Folyékony kibocsátások:

Az alkalmasszerűen kibocsátott hulladékvíz kibocsátások során a **2019-es** évben összesen **$2,036 \cdot 10^5$ Bq ^{137}Cs** -egyenértékű aktivitást bocsátottunk ki a közcsatornába (ez az éves kibocsátási korlát **$1,02 \cdot 10^{-3}$ %-a**), ami megfelel az elmúlt évek kibocsátásainak.

7.6 Izotóp Intézet Kft.

Folyékony kibocsátások:

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

Kiemelt létesítmények:

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

Egyéb létesítmények:

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

A keletkezett szennyvizeket külön csatornarendszeren keresztül az épületek alsó szintjén elhelyezett, vagy földalatti tartályokba gyűjtik, melyek össze vannak kötve a telephelyi garázsok/tárolók alatt elhelyezkedő 3 db 80 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.

7-10. táblázat
Folyékony kibocsátási adatok 2019-ben

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	3,76E+90	4,64E-07
C-14	1,1E+13	3,50E+11	1,50E+11	1,36E-02
Co-60	8,4E+12	2,80E+09	1,41E+08	1,68E-05
Sr-82/Rb-82	1,7E+13	1,10+10	0	0
Rb-83	6,70E+12	3,2E+09	0	0
Sr-85	1,10E+14	1,00E+11	0	0
Sr-90	3,60E+12	2,70E+08	0	0
Y-90	4,7E+14	1,20E+09	0	0
Mo-99	3,1E+14	1,20E+10	0	0
Tc-99m	9,3E+16	1,60E+09	0	0
I-125	4,5E+12	3,20E+10	3,04E+09	6,76E-04
I-131	3,3E+12	1,00E+09	1,97E+07	5,97E-06
Cs-137	4,5E+11	5,00E+08	7,17E+06	1,59E-05
Sm-153	2,00E+15	5,00E+10	0	0
Ho-166	2,7E+14	3,00E+10	1,52E+05	5,63E-10
Lu-177	2,30E+14	2,30E+10	0	0
Ir-192	8,00E+13	1,00E+09	0	0
Kibocsátási határérték kritérium összesen				1,43E-02

7-11. táblázat
Légnemű kibocsátási adatok „A”-szintű laboratóriumokból a reaktor kéményen keresztül 2019-ben

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	1,37E+10	5,08E-02
I-131	4,69E+11	7,00E+09	2,51E+09	5,35E-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				5,62E-02

7-12. táblázat
Légnemű kibocsátás XXI/B épület „B-” és „C”-szintű laboratóriumaiból 2019-ben

Radionuklid	Éves kibocsátási határérték (Bq)	Tervezett kibocsátás (Bq/év)	Ténylegesen kibocsátott érték (Bq)	Kibocsátási határérték kritérium (Bq/év)
I-125	4,00E+09	3,00E+08	5,31E+07	1,33E-02

7-13. 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	5,00E+10	8,33E-02

Az Izotóp Intézet Kft. összesített kibocsátási mutatója 2019-ben **0,167** 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 47 mBq/m^3 ^{41}Ar -koncentráció; 0,032 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ^{60}Co , valamint 16 mBq/m^3 ^3H (HTO) és 0,098 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 7,5 mBq/m^2 , a leveles zöldség aktivitás-koncentrációja (nedves tömegre) 0,045 mBq/kg , a

tehéntejé 0,022 mBq/l, a húsa 0,25 mBq/kg, a gabonái pedig 0,15 mBq/kg értékre becsülhető, ezek az értékek a tavalyinál magasabbak, 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 3,6 %-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 szóba jöhető 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 77 nSv, ami a korábbi évekhez hasonlóan magasabb az üzem által számolt 11 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 alacsonyabb 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	36	*	*	*
Kr-85	*	*	*	*
Kr-85m	0,55	*	*	*
Kr-87	2,1	*	*	*
Kr-88	5,7	0,043	0,074	*
Xe-133	0,34	*	*	*
Xe-135	1,5	*	*	*
aeroszol:				
Mn-54	*	*	*	*
Co-58	*	*	*	*
Fe-59	*	*	*	0,030
Co-60	*	0,20	*	0,36
Zn-65	*	0,013	*	0,15
Se-75	*	*	*	0,022
As-76	*	*	*	*
Sr-89+Sr-90	*	*	*	0,19
Zr-95	*	0,010	*	0,013
Ru-106	*	0,032	*	0,71
Ag-110m	*	0,078	*	0,30
Sb-124	*	*	*	0,017
Sb-125	*	0,012	*	0,028
Cs-134	*	0,018	*	0,083
Cs-137	*	0,052	*	0,43
Ba-140	*	*	*	0,068
Ce-144	*	0,016	*	0,59
Eu-154	*	0,026	*	0,032
egyéb	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
radiojódok:				
I-131 (aeroszol)	*	*	*	0,087
I-131 (elemi)	*	0,015	0,011	4,5
I-131 (szerves)	*	*	0,011	0,030
globális:				
C-14	*	*	3,8	15
H-3	*	*	0,58	3,5
Összesen	46	0,56	4,5	26
Teljes járulék a légköri kibocsátásból:		77 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 vízének 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, 2019

Radionuklid	Dózis (nSv/év)			
	1 éves gyermek		felnőtt	
	külső	belső	külső	belső
H-3	*	28	*	26
C-14	*	6,7	*	11
Mn-54	*	*	*	*
Fe-59	0,013	0,016	0,013	*
Co-58	*	*	*	*
Co-60	0,070	0,17	0,070	0,033
Sr-90	*	0,015	*	*
Zr-95	*	*	*	*
Ru-103	*	*	*	*
Ag-110m	*	0,065	*	0,014
Sb-124	*	0,016	*	*
I-131	*	0,12	*	0,022
Cs-134	0,017	0,25	0,017	0,62
Cs-137	0,024	0,49	0,024	1,1
Ba-140	*	0,053	*	*
Ce-144	*	0,31	*	0,045
Pu-csoport	*	*	*	*
Am-csoport	*	*	*	*
egyéb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Összesen	0,15	36	0,15	39
Mindösszesen	36		40	

* a becsült dózis < 0,01 nSv

A 2019. évi sugárterhelés valamivel alacsonyabb a 2018. 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 egy 2-es faktoron belül megegyeznek a PA Zrt. által becsült dózissal (67 illetve 61 nSv).

8.1.3 Az atomerőművi kibocsátások összefoglaló értékelése

Az üzem 2019. évi légköri kibocsátásai azt mutatták, hogy az erőmű a korábbi évekhez hasonlóan kedvező környezeti sugárvédelmi paraméterekkel üzemelt. A kibocsátások mérésére szolgáló rendszerek folyamatosan működtek.

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

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

Az éves folyékony és légköri kibocsátásból néhányszorosan bizonytalansággal becsült dózisok összege az erőmű közelében élő lakosság vonatkoztatási csoportjára 113 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.

2019-ben a vonatkoztatási csoportra becsült dózis – a 2003. évi üzemzavari légköri kibocsátások hatásának elmúltával – a 2002 előtti évekhez hasonló volt.

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

8-3. táblázat

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

Besugárzási útvonal	becsült érték	korlát
	(nSv)	
Légköri kibocsátás		
külső sugárterhelés:		
nemesgáz izotópok	46	
radiokobalt aeroszol	0,20	
radiocézium aeroszol	0,070	
radioezüst aeroszol	0,078	
egyéb izotóp	0,2	
belső sugárterhelés:		
inhaláció	4,5	
radiojód (élelm.)	4,6	
radiokobalt (élelm.)	0,36	
radiocézium (élelm.)	0,51	
radioezüst (élelm.)	0,30	
globális szennyezők (H-3, C-14) (élelm.)	19	
egyéb izotóp	1,0	
Összes légköri:	77	
Folyékony kibocsátás		
külső sugárterhelés:	0,15	
belső sugárterhelés:		
trícium	28	
radiokarbon	6,7	
egyéb izotóp	1,5	
Összes folyékony:	36	
Mindösszesen:	113	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, korrigálva a dózismegszorítás megállapításához előírt biztonsági tényezővel.

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

8-4. táblázat

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

Létesítmény	Határérték kihasználás	Dózismegszorítás [nSv]	Becsült sugárterhelés [nSv]
NRHT	Légköri: 0,0033 Folyékony: 0,006	100 000	930
RHFT	Légköri: 0,00613 Folyékony: 0,00105	100 000	718
Kutatóreaktor	Légköri: 0,038 Folyékony: -	50 000	380
Oktatóreaktor	Légköri: 0,0025 Folyékony: 1,0E-5	50 000	125
Izotóp Intézet Kft.	Légköri: 0,152 Folyékony: 0,0143	50 000	1670

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 2019-ben mért legnagyobb értékek is 10 Bq/kg alatt maradtak.

A lakosság mesterséges forrásokból származó sugárterhelése – az orvosi célú alkalmazásokon kívül – hazánkban az utóbbi években 3-6 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 mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alatt maradnak.

Conclusion

It should be emphasized that the activity concentration of radiocaesium concentrations remained below 10 Bq/kg in foodstuffs available in Hungary in 2019. 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.rttz.hu/docs/roviden.pdf>
- [6] A TANÁCS 2013/59/EURATOM IRÁNYELVE (2013. december 5.) az ionizáló sugárzás miatti sugárterhelésből származó veszélyekkel szembeni védelmet szolgáló alapvető biztonsági előírások megállapításáról, valamint a 89/618/Euratom, a 90/641/Euratom, a 96/29/Euratom, a 97/43/Euratom és a 2003/122/Euratom irányelv hatályon kívül helyezéséről
- [7] <http://www.rhk.hu/>
- [8] http://hadmernok.hu/151_15_bujtast_ml_ng_sj.pdf
- [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 2019. évi jelentése. (Szerk.: Bujtás Tibor) Paks, 2020. 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, Journal of Environmental Radioactivity 192 (2018) 543–550

Adatszolgáltatásban résztvevő intézmények, szakemberek

A 2019. évi jelentésben szereplő mérési adatokat szolgáltató szervezetekben a mérésekben és adatküldésben részt vett intézmények és szakemberek:

BELÜGYMINISZTERIUM (ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

Az adatküldésben részt vett: Szabados László tű. őrnagy

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

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

Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály:
Farkasné Győry Edit

Budapest Főváros Kormányhivatala Népegészségügyi Főosztály: Berenkei
Réka

Csongrád Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Hoványiné
Kádár Erika

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

Hajdú-Bihar Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Madarász
István

Tolna Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztály: Kerekes Irén

EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA - OKTATÁSI ÁGAZAT

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Cservenák Ildikó

AGRÁRMINISZTERIUM - FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÁGAZAT

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Ádámné Sió Tünde

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

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

Takarmánybiztonsági Igazgatóság akkreditált laboratóriumai:

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

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Kecskeméti Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Miskolci Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

Élelmiszerlánc-biztonsági Centrum Nonprofit Kft. Kaposvári Regionális

Élelmiszerlánc Laboratórium

AGRÁRMINISZTERIUM - KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI ÁGAZAT

Megyei Kormányhivatalok Környezetvédelmi Mérőközpontjai

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Lókiné Nagy Enikő

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

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: Daróczy 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