



# OKSER 2014

AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI  
ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER)  
2014. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2016. május

# Tartalomjegyzék

Előszó .....	4
Bevezetés .....	8
Következtetések .....	10
Conclusion .....	10
1. Külső gamma-dózigteljesítmény .....	11
1.1. Országos adatok .....	12
1.1.1. A Radiológiai Távmérő hálózat adatai (BM OKF, MH, OMSZ, RHK Kft. - Bataapáti).....	12
1.1.2. Az ERMAH mérési adatai .....	17
1.1.3. Az országos TLD mérőhálózat adatai (OSSKI).....	17
1.1.4. Egyetemek mérési eredményei .....	18
1.2. Létesítményi mérési adatok .....	20
1.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai .....	20
1.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai .....	20
1.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai .....	21
1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények .....	22
1.2.3. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózigteljesítmények és aktivitáskoncentrációk (OSSKI és NÉBIH).....	24
1.2.3.1. Az OSSKI mérési adatai .....	24
1.2.3.2. A NÉBIH mérési adatai .....	25
1.2.4. In-situ mérések az RHK környezetében (NÉBIH).....	26
1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések .....	26
2. Levegőszűrők (aeroszol).....	28
2.1. Az országos ellenőrzési eredmények .....	28
2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk .....	30
2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei .....	30
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai .....	30
2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk.....	32
3. Kihullás (fall-out) .....	33
3.1. Országos adatok.....	33
3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások.....	36
3.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei .....	36
3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények.....	36
3.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OSSKI) ..	37
3.2.4. A KFKI telephely területén mért eredmények .....	38
4. Talaj .....	39
4.1. Országos adatok.....	39
4.2. Létesítmények környezetében mért adatok .....	43
4.2.1. A RHFT környezetének mérési eredményei .....	43
4.2.1.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei .....	43
4.2.1.2. A NÉBIH mérési eredményei .....	44
4.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OSSKI és NÉBIH).....	44
4.2.2.1. Az OSSKI mérési eredményei .....	44
4.2.2.1. A NÉBIH mérési eredményei .....	45
5. Növényzet .....	46
5.1. Takarmány .....	46
5.1.1. Országos adatok.....	46
5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok .....	51
5.1.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OSSKI és NÉBIH).....	51
5.1.3.1. az OSSKI mérési eredményei .....	51
5.1.3.2. A NÉBIH mérési eredményei .....	52
5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer .....	53
5.2.1. Országos adatok.....	53
5.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OSSKI és NÉBIH) .....	58
5.2.2.1. Az OSSKI mérési eredményei .....	58

5.2.2.2. A NÉBIH mérési eredményei .....	58
5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer .....	59
5.3.1. Országos adatok .....	59
6. Állati eredetű élelmiszerek .....	63
6.1. Tej, tejtermék .....	63
6.1.1. Országos adatok .....	63
6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi .....	67
6.2.1. Országos adatok .....	67
6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei .....	70
7. Felszíni vizek .....	72
7.1. Országos adatok .....	72
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk .....	75
7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai .....	75
7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai .....	75
7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai .....	76
7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei .....	76
7.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz- és iszapminták mérési eredményei (OSSKI) .....	77
8. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz .....	78
8.1. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz országos adatok .....	78
8.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OSSKI) .....	82
8.3. Ásványvizek .....	82
9. Vegyes élelmiszer .....	83
9.1. Országos adatok .....	84
Irodalom .....	85

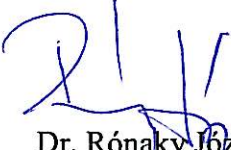
## Előszó

A Magyarországon működő három nagy hatósági rendszerben, az egészségügyi, a földművelésügyi és a környezetvédelmi ágazatok rendszereiben mért mérési eredmények összesítésére jött létre – az Országos Atomenergia Hivatal koordinálása mellett – a Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER), amelynek mérési eredményei – értékelésükkel együtt – 1984 óta folyamatosan, éves jelentésekben olvashatóak.

Ennek felismeréseként jelent meg 2002 végén a kormány 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendelete<sup>1</sup> az országos sugárzási helyzet és radioaktív anyagkoncentrációk ellenőrzéséről (Rendelet), amely rendelkezik az eredmények összegyűjtéséről. A Rendelet meghatározza, hogy az OKSER hivatali szerve az Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet<sup>2</sup> (a továbbiakban OSSKI), valamint, hogy az OKSER tevékenységét Szakbizottság irányítja.

2005-ben már valamennyi érintett intézmény adott adatokat, az OKSER Információs Központ fogadta és feldolgozta az adatokat. Az első jelentés – amely a 2005. évi főbb adatokat tartalmazza – 2006 szeptemberében jelent meg.

Budapest, 2016. május 13.

  
Dr. Rónaky József  
az OKSER Szakbizottság elnöke

---

<sup>1</sup> 2016.01.01-jei hatálybalépéssel a 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” váltotta fel a 275/2002 (XII.21.) Korm. rendeletet.

<sup>2</sup> 2015. április 3-i hatállyal az OSSKI elvesztette önállóságát, és Országos Sugárbiológiai Kutatói Igazgatóság névvel az Országos Közegészségügyi Központ (OKK) részévé vált.

**Az OKSER tagjai** (a Rendelet kihirdetésekor érvényes megnevezések a Rendelet 1. sz. melléklete alapján):

1. Önkormányzati és Területfejlesztési Minisztérium,
2. Egészségügyi, Szociális és Családügyi Minisztérium,
3. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium,
4. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium,
5. Honvédelmi Minisztérium,
6. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium,
7. Oktatási Minisztérium,
8. Miniszterelnöki Hivatal Nemzetbiztonsági Iroda,
9. Magyar Tudományos Akadémia,
10. Országos Atomenergia Hivatal,
11. Paksi Atomerőmű Részvénytársaság,
12. Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Társaság.

**Az OKSER Szakbizottság tagjai** (2015. december):

Barnabás István (Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft)  
Dr. Bujtás Tibor (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.)  
Dr. Dobi Bálint (Földművelésügyi Minisztérium - Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat)  
Fülöp Nándor (OSSKI, OKSER Szakbizottság titkára)  
Dr. Koblinger László (az Országos Atomenergia Hivatal képviseletében, az OKSER Szakbizottság elnöke)  
Dr. Pellet Sándor (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Egészségügyi Ágazat)  
Dr. Zagyvai Péter (Magyar Tudományos Akadémia - Energiatechnológiai Kutatóközpont)  
Cservenák Ildikó (Emberi Erőforrások Minisztériuma - Oktatási Ágazat)  
Szeitz Anita (Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - BM OKF)  
Ádámné Sió Tünde (Földművelésügyi Minisztérium - Földművelésügyi Ágazat)  
Micskey Gusztáv (Magyar Honvédség)

**Az OKSER adatszolgáltató ágazatok rövidítése:**

EüÁ - egészségügyi ágazat  
FmÁ - földművelésügyi ágazat  
KvVÁ - környezetvédelmi és vízügyi ágazat  
OÁ - oktatási ágazat

A 2014. évi jelentésben szereplő mérési adatokat szolgáltató szervezetekben a mérésekben és adatküldésben részt vett intézmények és szakemberek (a Földművelésügyi Ágazat nem nevezte meg a résztvevő szakembereket):

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

Az adatküldésben részt vett: Herceg Péter tű. százados, Szabados László tű. őrnagy

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Bertalan Csaba, Dr. Déri Zsolt, Dr. Henye Irén, Homoki Zsolt, Horváth Nikoletta, Hum Gábor, Jobbágy Benedek, Kelemen Mária, Kovács Árpád, Kövöndiné Kónyi Júlia, Dr. Legoza József, Madarász István, Dr. Nagy Zsuzsanna, Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna, Dr. Polgár Attila, Rell Péter, Ormosiné Laca Éva, Szabó Gyula, Dr. Szarkáné Németh Ágnes

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Cservenák Ildikó

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

*Egyetemek:* Dr. Antal Gergely, Bálintné Dr. Kristóf Krisztina, Dr. Dezső Zoltán, Dr. Dimény Judit, Dr. Divós Ferenc, Dr. Erdőhelyi András, Dr. Kári Béla, Dr. Kóbor József, Dr. Séra Emese Teréz, Dr. Somlai János, Dr. Süvegh Károly, Huszka Ádám

#### **FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM - FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÁGAZAT**

Nemzeti Élelmiszer-lánc Biztonsági Hivatal (NÉBIH), Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság akkreditált laboratóriumai:

Kecskeméti Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Miskolci Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Debreceni Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Kaposvári Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Veszprémi Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Radioanalitikai Referencia Laboratórium (Budapesti Telephely,

Szekszárdi Telephely, Szombathelyi Telephely)

#### **FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM - KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI ÁGAZAT**

*Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőségek:*

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Vancsura Péter

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

*Országos Meteorológiai Szolgálat:*

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Nagy József

A mérésekben és adatküldésben részt vett: Dr. Sándor Valéria

**HONVÉDELMI MINISZTERIUM (MAGYAR HONVÉDSÉG)**

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Farkas Ferenc

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Csuka József, Üveges István

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Zagyvai Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Zagyvai Márton, Földi Anikó, Tósaki László

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Daróczy László

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

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Turza Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Fekete István, Kirchhofer Beáta, Turza Péter, Zábrádiné Antal Andrea

## Bevezetés

Az OKSER 2014. évi jelentése az Információs Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2014. évre vonatkozó mérési eredményeket közel 69500 rekord tartalmazza). Az eredmények feldolgozásánál, összesítésénél és bemutatásánál a következő főbb szempontokat érvényesítettük:

- a) A jelentésben az izotópok jelölését a közvetlen számítógépes lekérdezések eredményeként előálló táblázatokban és ábrákon a szabványos „<sup>AAA</sup>Xy” alak helyett „XY-AAA” alakban adtuk meg.
- b) A mérési eredményeket elsősorban a mintafajták, nagyobb mintacsoportok szerint (pl. talaj, növényzet, állati eredetű élelmiszerek) csoportosítottuk. Ezeken belül azonban – indokolt esetben – alcsoportokat (pl. takarmány, növényi eredetű nyers élelmiszer, feldolgozott növényi eredetű élelmiszer) képeztünk.
- c) Az eredmények egyik nagy csoportja az országos sugárzási helyzetet jellemzi általában, míg a másik csoport valamilyen létesítmény működéséhez, annak esetleges hatásaihoz köthető. (A két csoportot eredményező ellenőrzési programok között lényeges különbségek vannak, ezekre most nem kívánunk kitérni.)
- d) Természetes csoportosítási lehetőséget jelent a mért mennyiség, radionuklid, aktivitás stb. szerinti besorolás. Lehetőség szerint törekedtünk az ún. nuklidspecifikus eredmények bemutatására, azonban nem hagyhattuk el a mérési programok jelentős részét képviselő – inkább indikátor jellegű mennyiségnek tekinthető – összes béta-aktivitási adatokat sem. Megjegyzendő, hogy a környezeti gamma-dózisteljesítmény adatokat egyes laboratóriumok Gy, más laboratóriumok Sv egységben közlik.
- 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 táblázatokban használt megyekódok feloldását az 1. táblázatban közöljük.) 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, nem volt célunk az egyes munkahelyekre, műveletekre érvényes sugárzási viszonyok bemutatása.
- g) A jelentés táblázataiban a „kimutatási határ alatti” esetek jelzésére a „Kha” rövidítést használtuk.
- h) Az alkalmazott érzékeny technikák, eszközök ellenére a mérések több mintafajtnál 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) sehol sem adtuk meg a szórást, csak a megyei eredményeknél - a fentieknek megfelelően.
  - 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;
- természetesen az eredmények összesített számán kívül minden esetben feltüntettük a kimutatási határ alattiak számát is.
- A térképeknél – az egységes megjelenítés érdekében – mindenütt a maximumokat tüntettük fel.

### 1. táblázat. 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

A közölt átlagokhoz – ahol a fentiek szerint ilyet képezhettünk – megadtuk az eredményekből számolt szórásokat is (kivéve az országosan összesített átlagoknál). 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 balesetből származó <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációja a talajban).

Kiegészítésként megjegyezzük, hogy a jelentésben szereplő adatoknál több tekintetben részletesebb, elemzőbb összefoglalókat találhatunk egyes tárcák mérőhálózatainak tevékenységéről, illetve egyes létesítmények környezet-ellenőrzéséről szóló cikkekben, jelentésekben, amelyek közül néhányat az irodalomjegyzékben adunk meg.

Budapest, 2016. április 05.

Fülöp Nándor  
az OKSER Információs Központ vezetője

## Következtetések

Hangsúlyozni kell, hogy míg az Európai Unió rendelete szerint {Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020) (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)} az élelmiszerekben a  $^{134}\text{Cs}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidok megengedhető együttes legnagyobb szintje 600 Bq/kg (tejben, tejtermékekben és csecsemőélelmiszerben 370 Bq/kg), addig a Magyarországon kapható, feldolgozott élelmiszerekben a 2014-ben mért legnagyobb értékek is 10 Bq/kg alatt maradtak.

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

**Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy mind az országos, mind a létesítményi környezet-ellenőrzés során kapott eredmények szerint az engedélyhez kötött tevékenységeknek a környezetre illetve lakosságra gyakorolt hatása elhanyagolható, a radioaktív izotópok aktivitáskoncentráció 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 2014. The maximum permitted levels according to the Council Regulation {Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020) (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)} on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station are 600 Bq/kg in general and 370 Bq/kg for milk, milk products and infant foods, for the sum of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{134}\text{Cs}$ .

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

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

# 1. Külső gamma-dózisteljesítmény

Az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER) részeként működő Radiológiai Távmerő Hálózatot (TMH) hat üzemeltető ágazat működteti. Az OSJER TMH ágazatai és az általuk üzemeltetett mérőállomások száma a következő:

- Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) – 26 állomás
- Magyar Honvédség (MH) – 39 állomás
- Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) – 29 állomás
- MVM Paksi Atomerőmű Zrt (PA Zrt) – 20 állomás
- Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI– oktatási ágazat) – 13 állomás
- Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft. – Bábaapáti telephely) – 4 állomás

A mérőállomásáról származó gamma-dózisteljesítmény adatok az egyes ágazati információs központokon keresztül a BM OKF Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba 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 3 óránként érkeznek a Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba (NBIÉK). 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 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 és ezután minden mérőállomás esetében lehetőség van átállni a 10 percenként történő adattovábbításra. A riasztási állapot elérése után a rendszer az OKSER adatbázis számára az adatokat az alaphelyzethez képest nagyobb gyakorisággal tudja biztosítani.

A mérési adatok a lakosság részére a [www.katasztrofavedelem.hu](http://www.katasztrofavedelem.hu), [www.met.hu](http://www.met.hu) honlapokon keresztül elérhetőek. Az Európai Unió által indított EURDEP (Európai Radiológiai Adatsere Platform) program keretében az adatokat a szervező intézetbe (Joint Research Centre, Ispra, Olaszország) is megküldi a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság így ezek az ottani honlapon ([www.eurdep.jrc.ec.europa.eu](http://www.eurdep.jrc.ec.europa.eu)) is megtekinthetők.

A külső gammadózis-teljesítmény mérése ún. integráló típusú passzív detektorokkal is történhet. Az OSSKI egy országos és egy Paks környéki TLD-hálózatot működtet, amelynek 2014. évi eredményeit a megfelelő alfejezetekben ismertetjük.

Az Oktatási Ágazathoz tartozó egyetemeken elhelyezett, 13 mérőszonda dózisteljesítmény adatait az OÁ-OSJER központja (BME-NTI) gyűjti és értékeli, ezek eredményeit is a megfelelő alfejezet tartalmazza.

## 1.1. Országos adatok

### 1.1.1. A Radiológiai Távmérő hálózat adatai (BM OKF, MH, OMSZ, RHK Kft. - Bábaapáti)

A mérőállomások országos területi elhelyezkedését az 1.1.1. ábra szemlélteti. Látható, hogy a területi eloszlás nem egyenletes, a potenciális nukleáris veszélyforrások környezetében - pl. Budapest és a Paksi Atomerőmű térségében - az állomások sűrűsége nagyobb, egyes térségekben azonban megyként csak 1-2 állomás található.

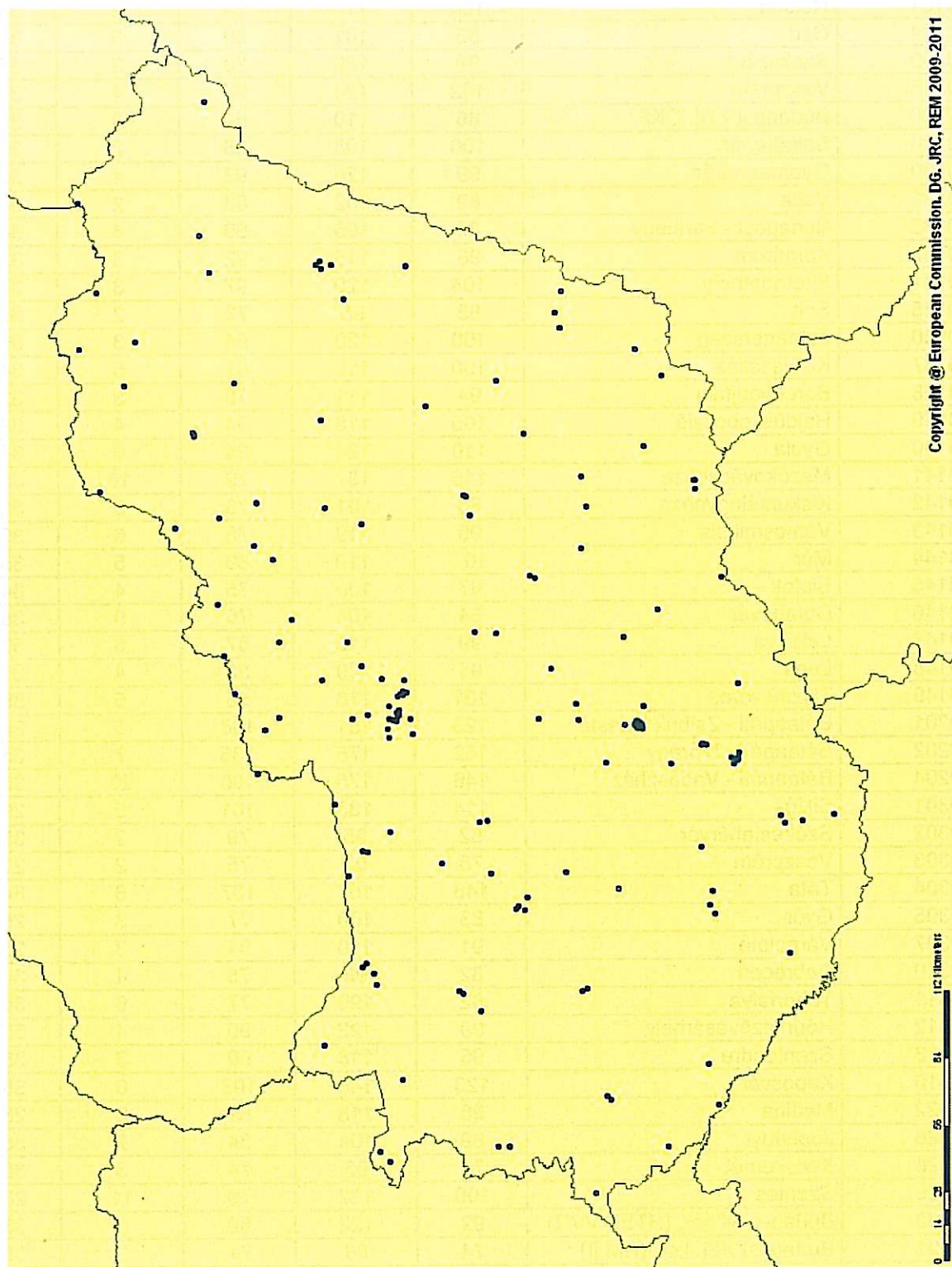
Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

- a kozmikus sugárzás mértéke, amely első közelítésben az országon belül azonosnak vehető,
- a talajban található és onnan kikerülő természetes radionuklidok sugárzása,
- az épített környezet jellemzői (a szonda elhelyezkedése),
- a létesítmény működésének hatása.

Nyilvánvaló, hogy egy létesítmény környezet-ellenőrzése szempontjából a negyedik tényező a fontos, a másik három csupán az eredményt befolyásoló „zaj”; ugyanakkor a lakosság sugárterhelésének meghatározásában az összes komponens együttes hatását kell figyelembe vennünk.

Az 1.1.2. ábrán a napi dózisteljesítmények országos átlagának, illetve az adott napon mért minimum és maximum értékeknek a változása látható 2014-ben. 2014-ben nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga 92 nSv/óra, ami megegyezik a 2013. évi értékkel. A napi átlagok az 55-190 nSv/óra közötti tartományban mozogtak.

A mérőállomások telepítési helye alapvetően meghatározza a dózisteljesítmény szintjét, pl. a Tatán telepített mérőállomások (HU0304 és HU0425 kódok) eredményei jelentősen eltérnek egymástól (1.1.1. táblázat). Ennek oka az, hogy míg az egyik mérőállomás füves terepen, a másik salakkal borított területen van telepítve, és a salak jelentősen megnöveli a dózisteljesítményt.



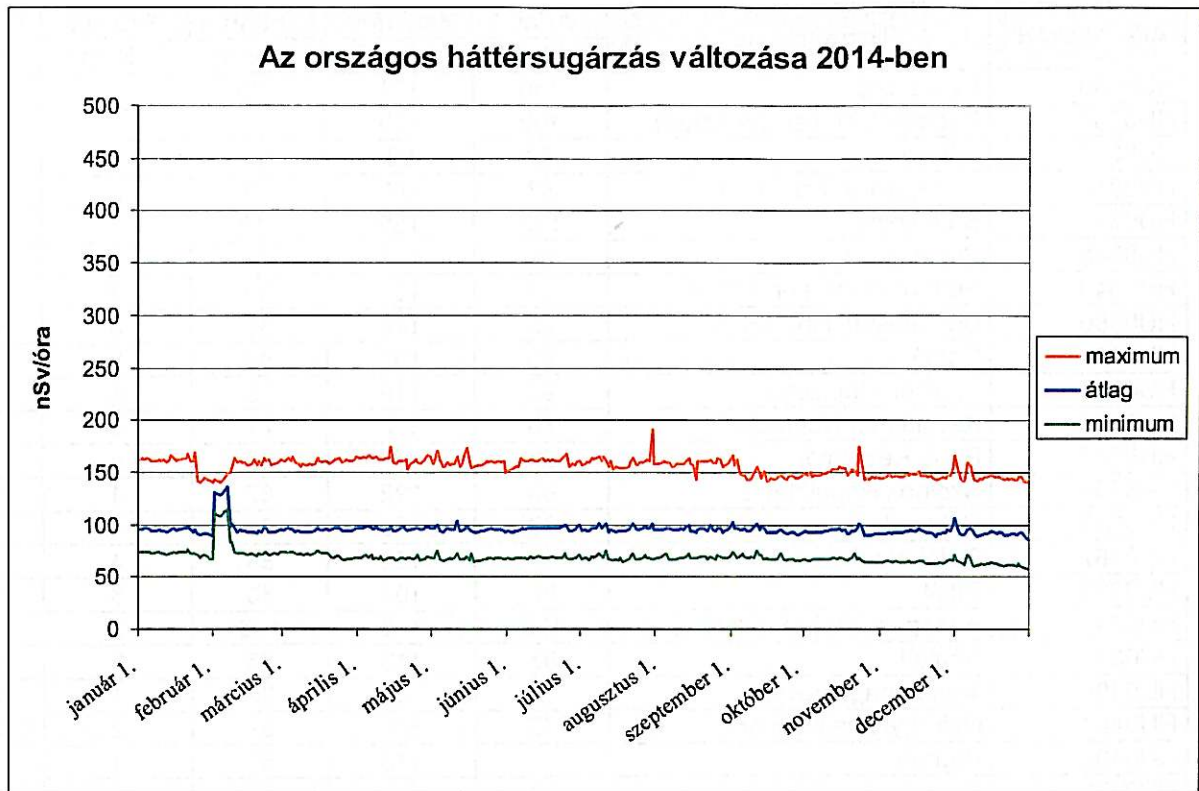
1.1.1. ábra. A dózisteljesítmény-mérőhelyek országos elhelyezkedése

1.1.1. táblázat. Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2014-ben (N az üzemelő napok számát jelöli)

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Maximum	Minimum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0101	Rétság	100	115	95	2	359
HU0104	Ózd	85	101	80	3	359
HU0109	Szekszárd	99	129	90	3	358
HU0118	Veszprém	102	124	94	4	350
HU0120	Budapest XIV. OKF	86	110	81	3	355
HU0124	Salgótarján	100	108	86	2	344
HU0130	Gyomaendrőd	99	126	92	4	358
HU0131	Vajta	89	102	83	2	334
HU0132	Budapest - Ferihegy	84	106	69	4	349
HU0133	Komárom	98	115	92	3	338
HU0134	Szombathely	104	120	97	3	343
HU0135	Solt	83	95	73	2	335
HU0136	Zalaegerszeg	100	120	94	3	359
HU0137	Kisújszállás	100	115	81	5	343
HU0138	Berettyóújfalu	94	111	78	5	329
HU0139	Hajdúszoboszló	105	118	94	4	355
HU0140	Gyula	110	124	94	6	343
HU0141	Mezőkovácsháza	115	137	79	10	359
HU0142	Kiskunfélegyháza	85	101	78	3	359
HU0143	Vámosmikola	95	119	75	6	359
HU0144	Mór	107	119	89	5	359
HU0145	Siófok	87	108	75	4	348
HU0146	Dombóvár	84	104	70	9	359
HU0147	Letenye	99	118	87	5	337
HU0148	Lenti	94	109	82	4	357
HU0149	Tiszaújváros	101	118	88	5	355
HU0201	Bátaapáti - Zsibrik halastó	123	151	108	5	351
HU0202	Bátaapáti - Mórággy	152	175	135	7	355
HU0204	Bátaapáti - Vadászház	146	175	106	20	354
HU0301	Siklós	114	135	101	5	292
HU0302	Székesfehérvár	82	95	79	2	357
HU0303	Veszprém	78	92	75	2	279
HU0304	Tata	148	167	137	6	343
HU0305	Győr	83	100	77	3	260
HU0307	Várpalota	91	110	84	3	267
HU0310	Debrecen	82	98	75	4	357
HU0311	Táborfalva	82	190	77	6	357
HU0312	Hódmezővásárhely	99	122	90	4	357
HU0313	Szentendre	95	118	90	3	357
HU0316	Kaposvár	123	148	103	6	357
HU0322	Medina	96	118	89	3	285
HU0326	Jobbágyi	89	104	84	2	357
HU0328	Kecskemét	79	93	74	3	355
HU0329	Szentes	100	122	79	11	281
HU0330	Budapest X.ker. (HTEK VVR)	92	122	88	3	356
HU0331	Budapest XIII. ker. (HM II)	74	86	71	2	357
HU0332	Zalaegerszeg	103	121	95	4	350
HU0333	Miskolc	106	127	95	10	207
HU0335	Békéscsaba	96	108	88	3	325
HU0336	Kalocsa	92	98	88	2	153
HU0337	Pápa	85	105	79	5	72

Állomáskód*	Település neve	Átlag	Maximum	Minimum	Szórás	N
		nSv/h	nSv/h	nSv/h	nSv/h	
HU0338	Szekszárd	136	151	123	4	283
HU0339	Budapest XI. ker. (Örezred)	100	130	93	4	357
HU0341	Kál	72	89	65	7	235
HU0344	Budapest V. ker. HM I	83	97	80	2	357
HU0346	Budakeszi	126	155	113	5	241
HU0348	Pusztavacs	80	103	74	3	357
HU0349	Budapest XV. ker. HTEK	87	108	83	3	353
HU0350	Budapest II. ker. THHE	93	122	88	3	353
HU0351	Recsk	93	108	86	3	356
HU0355	Szolnok Repülőtér	92	119	85	4	263
HU0356	Kecskemét Repülőtér	76	94	71	3	357
HU0357	Pápa Repülőtér	93	117	87	4	357
HU0358	Szolnok Repülőtér 2	93	122	87	4	356
HU0359	Nyírtelek	97	109	92	4	24
HU0387	Erdőbénye	97	122	88	4	356
HU0389	Buják	88	103	83	3	322
HU0390	Budapest XI. Ker. (HM IV)	130	158	126	3	357
HU0391	Bánkút	96	113	86	3	357
HU0400	Mosonmagyaróvár	101	122	92	4	317
HU0401	Nyíregyháza Napkor	75	91	67	2	355
HU0402	Sopron	76	113	69	4	357
HU0403	Baja	81	95	74	3	290
HU0404	Békéscsaba	79	91	74	3	301
HU0405	Kékestető	91	101	85	2	302
HU0406	Budapest XVIII. ker. (Lőrinc)	80	108	75	3	288
HU0407	Győr	79	98	74	3	336
HU0408	Szentgotthárd Farkasfa	75	91	57	8	350
HU0409	Szeged	77	107	67	3	282
HU0410	Debrecen	91	112	69	8	283
HU0411	Miskolc	78	92	75	2	280
HU0412	Pécs / Pogány RK	109	143	79	6	306
HU0413	Jósvafő	76	88	73	2	303
HU0414	Szécsény	92	105	85	3	269
HU0415	Tát	90	118	83	3	312
HU0416	Tata	88	102	84	2	301
HU0417	Záhony	74	82	67	2	307
HU0418	Nagykanizsa	92	110	73	4	348
HU0419	Homokszentgyörgy	83	108	73	4	280
HU0420	Jászapáti	86	103	81	3	260
HU0421	Kelebia	74	102	68	3	268
HU0423	Pátyod	107	118	91	4	183
HU0424	Pitvaros	98	107	89	3	280
HU0425	Sátoraljaújhely	98	117	87	3	309
HU0426	Soltvadkert	72	105	68	3	269
HU0427	Tésa	85	124	81	4	304
HU0428	Bátaapáti	115	128	106	4	48
HU0429	Csenger	98	104	94	3	53

\* A 100-as kezdetű kódok a BM OKF, a 200-as kezdetűek az RHK Kft. – Bátaapáti, a 300-as kezdetűek a MH, a 400-as kezdetűek az OMSZ mérőhelyeit jelölik.



**1.1.2. ábra. A napi dózisteljesítmények országos átlagainak, maximális és minimális értékeinek változása 2014-ben**



### 1.1.2. Az ERMAH mérési adatai

Az ERMAH laboratóriumok az OSSKI kivételével hetente egy alkalommal mérik a környezeti gamma-dózisteljesítményt a telephelyükön, az OSSKI-ban napi gyakorisággal. A mérési eredményeket az 1.1.2. táblázat tartalmazza. Az adatok foton-dózisegyenérték teljesítményben (Hx-ben) vannak megadva.

1.1.2. táblázat. Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai

	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	128	120	160	11	41
Debrecen	138	100	170	13	44
Győr	103	95	120	5	53
Miskolc	128	113	144	7	52
Szeged	98	90	108	4	40
Szekszárd	109	97	138	9	53
OSSKI	95	83	123	5	243

### 1.1.3. Az országos TLD mérőhálózat adatai (OSSKI)

A környezeti gamma-dózisteljesítmény passzív eszközzel történő mérésére egy közel 100 mérési helyszínből álló országos mérőhálózatot tartunk fenn. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldjük ki a termolumineszcens detektorokat (TLD) postán, így minden detektor negyed éves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki a talajtól kb. 1 – 1,5 m magasságban.

Az országos személyi dozimetriai mérőrendszer által használt filmdózismérők TLD-vel való kiváltásával (2012 – 2013.) egyidejűleg lehetőség nyílt a korábban használt környezeti dozimetriai mérőrendszer korszerűbbel való kiváltására. A 2014. évben a PAE környéki mérőhálózatban voltak először egyedül csak az új TL detektorok kihelyezve. Az új technológia országos körű bevezetését 2016-ban tervezzük. A detektorok cseréjét az átmeneti időszakra felfüggesztettük, így a 2014. évre nem állnak rendelkezésre adatok. Az országos hálózat mérési pontjai az 1.1.3. ábrán láthatók..

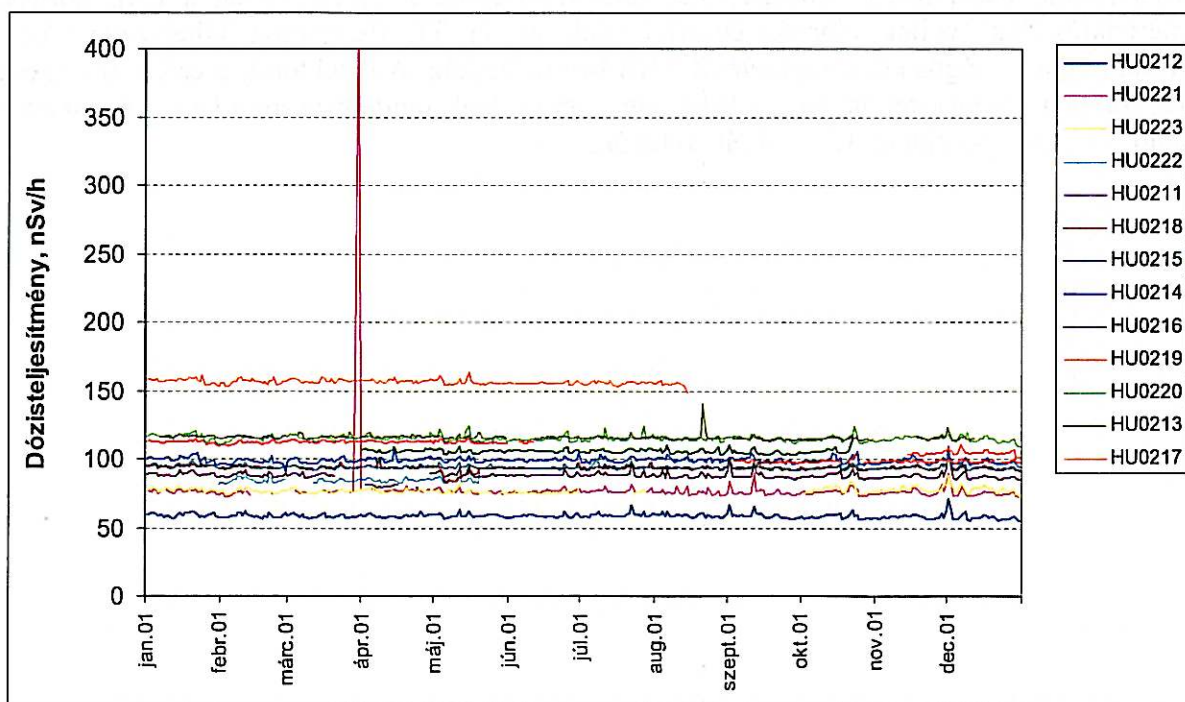


1.1.3. ábra. Az országos TLD mérőhálózat mérési pontjai

#### 1.1.4. Egyetemek mérési eredményei

Az Oktatási Ágazathoz tartozó egyetemeken elhelyezett, összesen 13 proporcionális mérőszonda napi dózisteljesítmény adatainak változását az 1.1.4. ábrán szemléltetjük. Az ábrán használt kódok jelentését az 1.1.4. táblázatban adtuk meg.

Az egyetemi mérőhálózat adatai a <http://omosjer.reak.bme.hu/> honlapon elérhetőek.



**1.1.4. ábra. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák napi dózisteljesítményeinek időbeli változása 2014-ben**

**1.1.4. táblázat. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák kódjai**

<b>Helykód</b>	<b>Intézmény neve</b>
HU0211	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
HU0212	Eötvös Loránd Tudományegyetem (Budapest)
HU0213	Semmelweis Egyetem (Budapest)
HU0214	Debreceni Egyetem
HU0215	Szent István Egyetem (Gödöllő)
HU0216	Kaposvári Egyetem
HU0217	Pécsi Tudományegyetem
HU0218	Nyugat-magyarországi Egyetem (Sopron)
HU0219	Szegedi Tudományegyetem - I. (Szilárdtest és Radiokémia Tanszék)
HU0220	Szegedi Tudományegyetem - II. (Orvostudományi Kar)
HU0221	Pannon Egyetem (Veszprém)
HU0222	Nyugat-magyarországi Egyetem (Székesfehérvár)
HU0223	Nyugat-magyarországi Egyetem (Szombathely)

A legnagyobb és a legkisebb dózisteljesítmények (Pécsi Egyetem és Eötvös Loránd Tudományegyetem) között közel háromszoros az eltérés. Ennek fő okát a mérőszondák elhelyezésében kereshetjük (az utóbbi intézménynél a mérőszonda egy új épület külső falára van egy emelet magasan felszerelve).

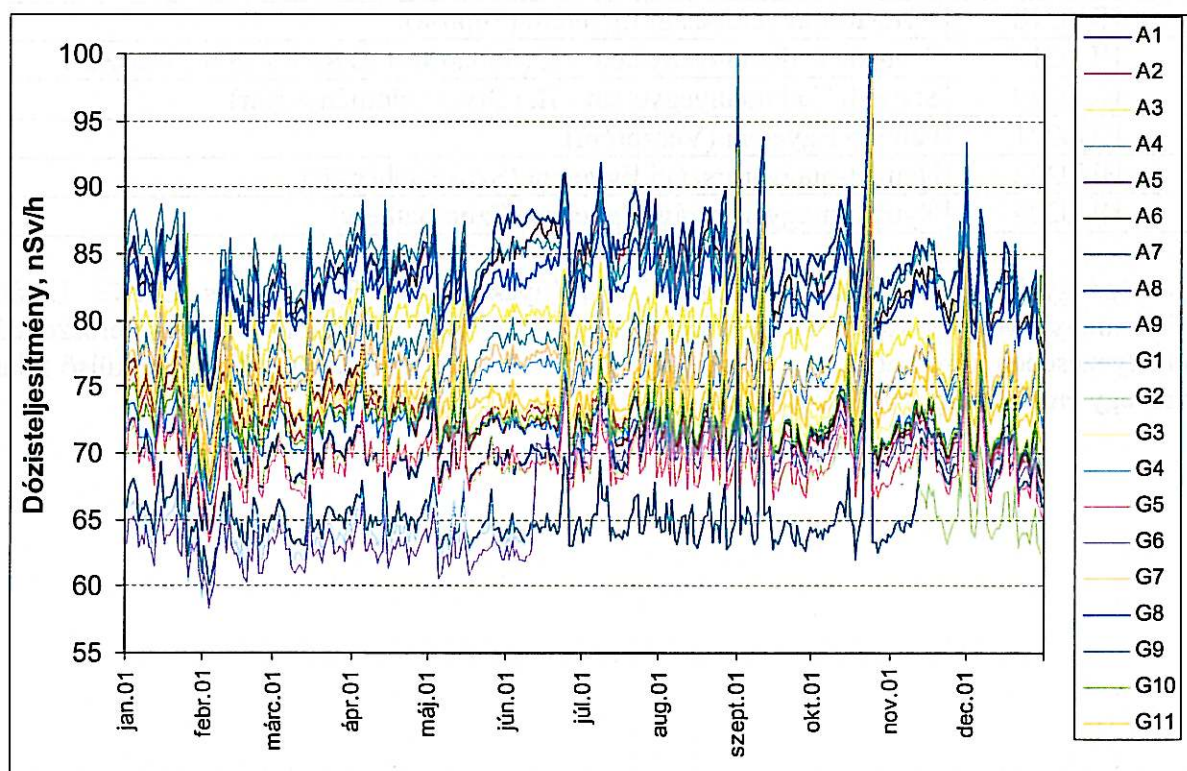
## 1.2. Létesítményi mérési adatok

A létesítmények mérési eredményeit a működtető tárca, intézmény szerint csoportosítottuk, ez a csoportosítás nagyrészt tükrözi a létesítmények jellegét, jellemzőit is.

### 1.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai

#### 1.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai

A Paksi Atomerőmű (PAE) környezet-ellenőrző rendszerének részét alkotó dózisteljesítmény-mérő szondákkal mért napi dózisteljesítmények időbeli változását mutatjuk be az 1.2.1. ábrán. (Az összesen 20 szonda havi átlagolású eredményei az erőmű éves jelentésében megtalálhatók).



1.2.1. ábra. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző állomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2014-ben

Az 1.2.1. ábrából láthatóan az egyes állomások idősorainak változásai jól követik egymást. A dózisteljesítményben megfigyelhető csúcsok időjárási eseményekhez – légnyomás nagymértékű változása, esőzések – kötődnek. A legnagyobb és legkisebb dózisteljesítmények között látható különbség oka az állomások környezetének eltérő talajtípusa.

### 1.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai

Az országos TLD méréseken felül a PAE környékén az OSSKI egy 37 mérési helyszínből álló passzív mérőhálózatot is működtet a környezeti gamma-dózisteljesítmény mérésére. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldjük ki a TL detektorokat postán, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki. A mérési pontok elhelyezkedését és a mérési eredményeket az 1.2.2. ábra, illetve az 1.2.1. táblázat mutatja. A mérési eredményeket levegőben elnyelt dózisban kifejezve ( $D_a$ ) adtuk meg, az értékek jellemző hibája 5% körüli. Néhány esetben a doziméterek elvesztek vagy kiértékelhetetlenek voltak, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.



1.2.2. ábra. A Paks környéki TLD mérések helyszínei

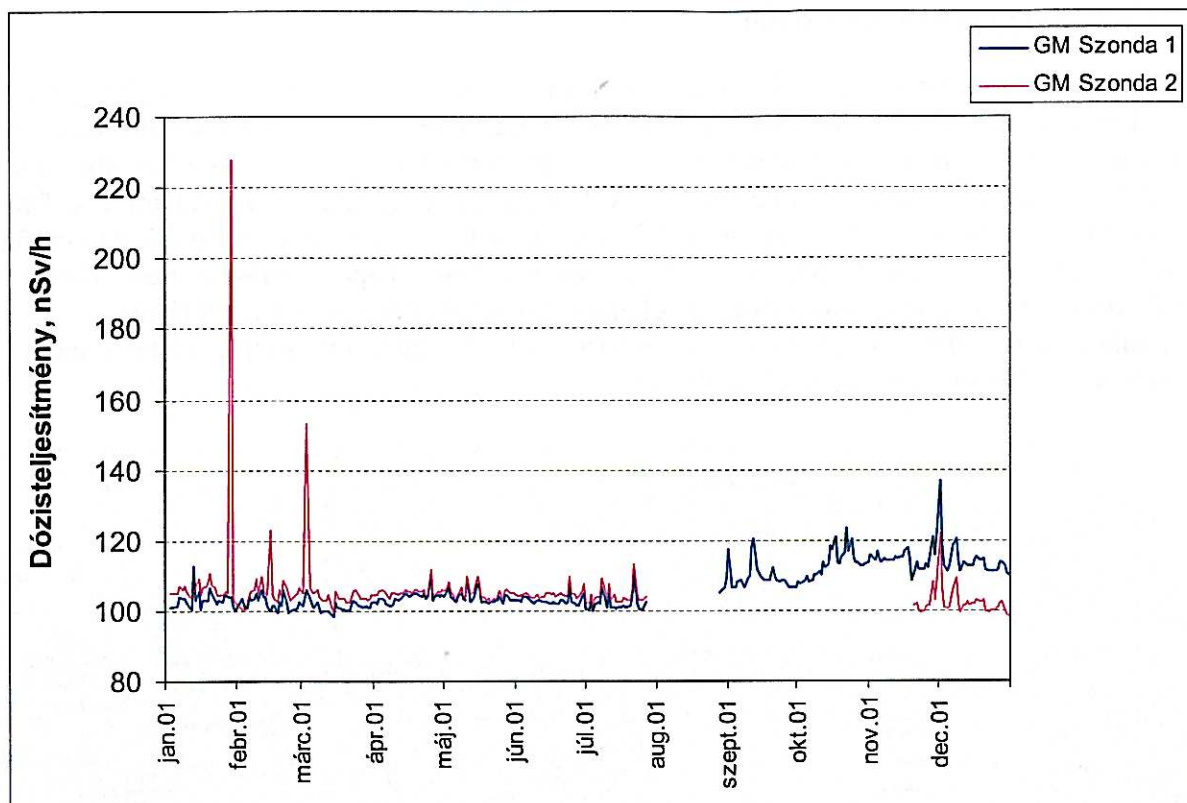
**1.2.1. táblázat. A Paks környéki TLD mérések 2014. évi eredményei**

Település	Dózisteljesítmény (nGy/h)			
	1. negyedév	2. negyedév	3. negyedév	4. negyedév
Bátya	-	-	-	75
Bogyiszló	82	89	73	83
Borsócséplői út	57	53	58	61
Csámpa vízmű	56	56	60	58
Császártöltés	72	75	73	80
PAE Déli bekötőtűt	57	61	57	58
Dunaföldvár	54	55	57	56
Dunakömlőd	90	99	81	86
Dunapataj	-	-	-	-
Dunaszentbenedek	65	66	67	69
Dunaszentgyörgy I.	60	65	58	64
Dunaszentgyörgy II.	-	75	77	77
Dusnok	72	75	71	72
PAE Északi bekötőtűt	49	53	51	51
Fajsz	66	71	68	71
Foktő I.	69	70	67	69
Foktő II.	72	79	78	80
Földespuszta	58	62	61	62
Géderlak	68	71	67	71
Hajós	70	76	73	73
Kalocsa	66	72	68	71
Kecel	73	76	74	74
Kiskőrös	54	59	57	60
Kölesd	84	99	89	99
Löszdomb	52	55	56	56
Miske	76	78	93	93
Nagydorog	82	83	79	82
Németkér	76	72	68	81
Öregcsertő	72	75	74	80
Paks	99	103	92	101
Simontornya	85	92	74	83
Szakmár	69	74	67	75
Szekszárd	65	-	64	66
Tengelic I.	48	61	56	59
Tengelic II.	86	89	100	73
Uszód	66	68	63	67
Uszód	-	-	-	-
Úzd reléállomás	-	65	65	66
Zomba	106	109	101	112

### 1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények

A KFKI telephelyen a dózisteljesítmény ellenőrzésére 20 GM-szonda szolgál. Ezen felül a telephely A típusú környezetellenőrző állomásán (a paksi állomások analógjaként) egy darab, a gamma-dózisteljesítmény mérésére alkalmas BITT szonda működik, 10 nSv/h – 10 Sv/h mérési tartományban. A szondák jelei a Környezetvédelmi Szolgálatra (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 (1.2.3. ábra). A többi állomáson az izotópforgalom és izotópszállítások miatt időnként az átlagos háttérszintet

meghaladó értékek is jelentkezhetnek, ezek azonban elsősorban az egyes műveletek sugárzási viszonyaira, nem pedig a telephely környezetére jellemzőek.



1.2.3. ábra. A KFKI telephely mérőállomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2014-ben

A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 GM-csövet tartalmaznak: egy nagy érzékenységet (10 nGy/h – 1 mGy/h) a normális, és egy kis érzékenységet (0,10 mGy/h – 10 Gy/h) a baleseti szintekre. Az adatokat on-line módon továbbítják az NBIÉK adatközpontba és a CERTA adatközpontba.

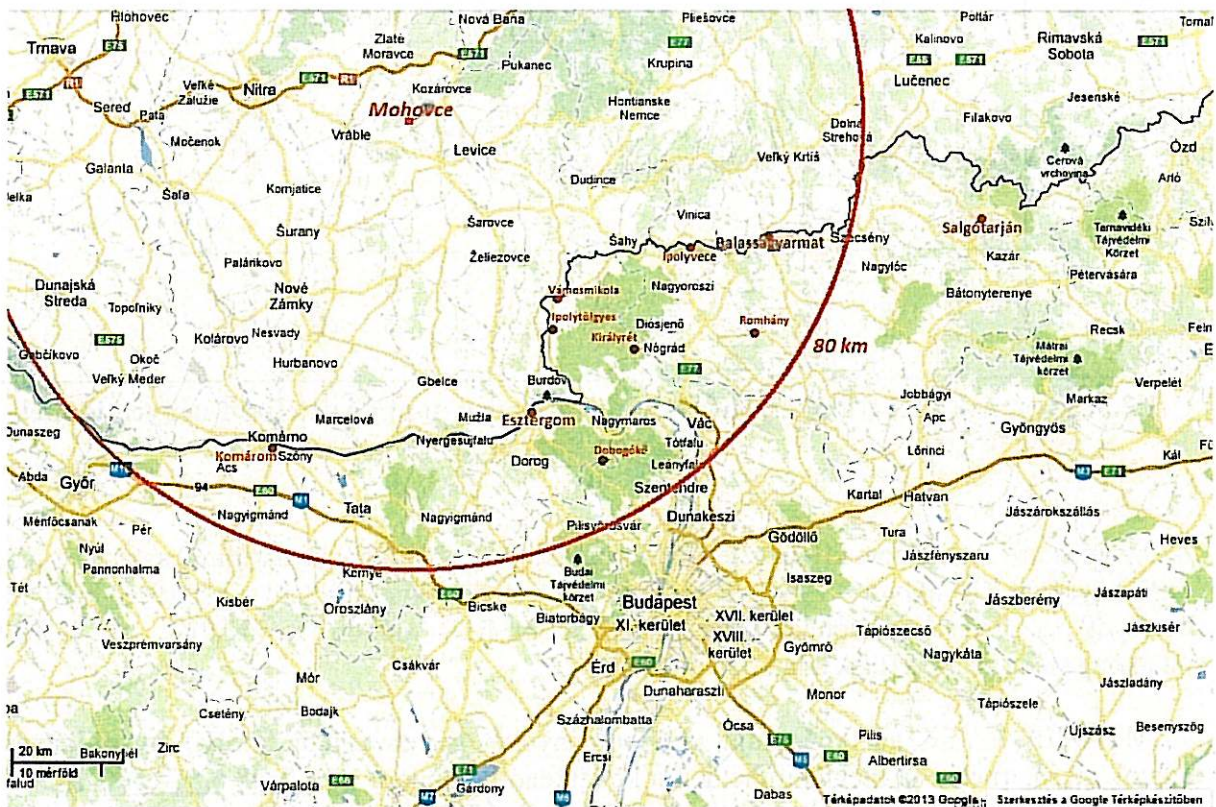
A MTA EK KVSZ adatközpontja az eredményeket tízpercenként tárolja. (A pillanatnyi adatok az interneten is megtekinthetők a következő honlapon: <http://148.6.56.150>.) Az éves feldolgozott adatokat a Környezetvédelmi Szolgálat Évi Jelentése tartalmazza, amelyet a Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu/>)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

### 1.2.3. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózisteljesítmények és aktivitáskoncentrációk (OSSKI és NÉBIH)

#### 1.2.3.1. Az OSSKI mérési adatai

A Mohi Atomerőmű hazai környezetének ellenőrzéseként az OSSKI in-situ gamma-spektrometriai és dózisteljesítmény méréseket is végez a határ közelében 8 mérési helyszínen évente kétszer. A mérési helyszíneket és a 2014-es mérések eredményeit az 1.2.4. ábra, ill. az 1.2.2. és 1.2.3. táblázatok mutatják be. A tórium-sorra, az urán-sorra valamint a  $^{40}\text{K}$ -re vonatkozó adatokat csak a teljesség kedvéért tüntettük fel, ezeket a Mohi Atomerőmű működése nem befolyásolja. A  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációjára kapott értékek nem térnek el szignifikánsan az ország más területein jellemző értékektől (lásd pl. 1.2.2. táblázat).

A gamma-dózisteljesítményt AUTOMESS 6150 AD 6/H műszerrel mértük, a hiba minden esetben 1% körüli. (lásd pl. 1.2.3. táblázat)



1.2.4. ábra. A mohi atomerőmű hazai környezetének mérési helyszínei



**1.2.2. táblázat. In-situ mérések eredményei 2014-ben**  
(a <sup>137</sup>Cs eredmények kBq/m<sup>2</sup>, a többi adat Bq/kg egységben szerepel)

	Komárom	Esztergom	Dobogókő	Királyrét	Vámos- mikola	Romhány	Salgó- tarján	Balassa- gyarmat
1. félév								
Ac-228	25,1 ± 1,1	26,1 ± 1,1	21,4 ± 1,1	27,3 ± 1,2	30,9 ± 1,2	33,7 ± 1,3	28,2 ± 1,3	30,9 ± 1,2
Tl-208	22,5 ± 1,2	28,7 ± 1,6	26,6 ± 1,5	26,0 ± 1,4	31,6 ± 1,7	34,7 ± 1,9	32,7 ± 1,8	31,6 ± 1,8
Pb-214	38,0 ± 1,5	28,9 ± 1,3	22,5 ± 1,1	21,2 ± 1,1	26,1 ± 1,2	34,2 ± 1,4	19,3 ± 1,1	20,2 ± 1,1
Bi-214	36,1 ± 1,3	29,6 ± 1,1	23,5 ± 1,0	23,7 ± 1,0	24,8 ± 1,0	32,3 ± 1,2	23,3 ± 1,0	21,3 ± 0,9
K-40	423 ± 17	496 ± 19	255 ± 11	407 ± 16	464 ± 18	568 ± 21	436 ± 17	397 ± 16
Cs-137	1,67 ± 0,1	1,56 ± 0,1	3,63 ± 0,2	1,67 ± 0,1	0,80 ± 0,1	0,87 ± 0,1	1,21 ± 0,1	1,9 ± 0,1
2. félév								
Ac-228	26,0 ± 1,1	24,3 ± 1,1	28,0 ± 1,2	30,9 ± 1,3	36,4 ± 1,3	35,5 ± 1,4	31,9 ± 1,3	34,8 ± 1,3
Tl-208	23,1 ± 1,4	26,5 ± 1,4	30,8 ± 1,5	33,4 ± 1,5	38,0 ± 1,7	34,9 ± 1,7	29,8 ± 1,6	36,4 ± 1,6
Pb-214	55,6 ± 3,9	37,7 ± 4,1	25,9 ± 3,6	30,9 ± 4,2	36,5 ± 4,1	32,7 ± 4,2	31,8 ± 3,7	30,0 ± 4,0
Bi-214	60,5 ± 1,8	36,2 ± 1,3	27,9 ± 1,1	33,8 ± 1,2	33,3 ± 1,2	34,6 ± 1,2	33,6 ± 1,2	31,4 ± 1,2
K-40	430 ± 17	463 ± 18	306 ± 13	496 ± 19	530 ± 20	561 ± 21	505 ± 19	461 ± 18
Cs-137	1,20 ± 0,1	1,35 ± 0,1	1,92 ± 0,1	1,05 ± 0,1	1,52 ± 0,1	0,76 ± 0,1	0,95 ± 0,1	2,76 ± 0,1

**1.2.3. táblázat. 2014. évi dózisteljesítmény mérések eredményei**

	Dózisteljesítmény, 1. félév (nSv/h)	Dózisteljesítmény, 2. félév (nSv/h)
Komárom	99	91
Esztergom	96	95
Dobogókő	98	102
Királyrét	102	115
Vámosmikola	103	113
Romhány	114	116
Balassagyarmat	97	104
Salgótárján	114	112

### 1.2.3.2. A NÉBIH mérési adatai

A Mohi atomerőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek in-situ méréseket, melyek eredményeit az 1.2.4. táblázatban mutatjuk be.

**1.2.4. táblázat. In-situ mérések eredményei 2014-ben**

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Bernecebaráti	K-40 (Bq/kg)	-	440	500	-	2	0
Bernecebaráti	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	-	1100	1100	-	2	0
Kemence	K-40 (Bq/kg)	-	370	470	-	2	0
Kemence	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	-	-	940	-	1	0
Perőcsény	K-40 (Bq/kg)	-	-	360	-	1	0
Tésa	K-40 (Bq/kg)	-	350	430	-	2	0
Tésa	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	-	1100	1600	-	2	0
Vámosmikola	K-40 (Bq/kg)	-	-	380	-	1	0
Vámosmikola	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	-	-	950	-	1	0

### 1.2.4. In-situ mérések az RHK környezetében (NÉBIH)

A NÉBIH laboratóriumai végeztek in-situ méréseket Bátaapáti és Püspökszilágy térségében is, melyek eredményeit a 1.2.5. táblázatban mutatjuk be.

1.2.5. táblázat. In-situ mérések eredményei 2014-ben

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Kisnémedi	K-40 (Bq/kg)	-	460	500	-	2	0
Kisnémedi	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	-	1000	1500	-	2	0
Püspökszilágy	K-40 (Bq/kg)	-	460	520	-	4	0
Püspökszilágy	Cs-137 (Bq/m <sup>2</sup> )	-	1100	1400	-	4	0

### 1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések

2014-ben kettő in-situ mérés történt az OSSKI telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 1.3.1. táblázat tartalmazza.

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

Nuklid	2014.05.20.	2014.10.17.
Ac-228	29,1 ± 1,2	31,8 ± 1,3
Tl-208	30,3 ± 1,8	31,7 ± 1,9
Pb-214	26,6 ± 1,3	29,9 ± 1,5
Bi-214	27,2 ± 1,1	31,3 ± 1,3
K-40	426 ± 17	440 ± 18
Cs-137	2,47 ± 0,1	2,18 ± 0,1

A gamma-dózisteljesítményt minden munkanapon háromszor mérjük meg az OSSKI „C”-épülete melletti füves területen AUTOMESS 6150 AD 6/H típusú műszerrel. Az 1.3.2. táblázat a heti mérési eredmények átlagait és terjedelmét mutatja.

**1.3.2. táblázat. Az OSSKI udvarán 2014-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	-	-	14	101,9	96 - 106	27	105,9	100 - 119	40	104,1	98 - 108
2	101,1	98 - 111	15	101,6	96 - 109	28	106,1	96 - 119	41	104,1	98 - 108
3	101,9	97 - 115	16	99,9	96 - 109	29	105,7	100 - 113	42	104,4	98 - 115
4	103,3	96 - 110	17	104,1	96 - 115	30	105,6	96 - 115	43	110,7	99 - 127
5	101,5	92 - 110	18	100,6	95 - 105	31	102,1	97 - 107	44	100,5	94 - 105
6	93,7	88 - 101	19	98,7	90 - 106	32	104,5	91 - 141	45	99,5	92 - 103
7	98,1	94 - 110	20	103,7	95 - 117	33	102,6	98 - 124	46	102,1	98 - 109
8	100,9	93 - 108	21	101,4	96 - 109	34	101,9	92 - 109	47	99,9	93 - 109
9	99,0	95 - 105	22	103,6	99 - 109	35	103,1	97 - 108	48	99,4	93 - 112
10	100,3	94 - 109	23	98,9	95 - 103	36	105,7	97 - 119	49	104,9	92 - 134
11	98,0	95 - 103	24	99,3	97 - 101	37	114,5	100 - 152	50	95,1	90 - 99
12	98,3	94 - 102	25	101,1	98 - 103	38	100,6	94 - 107	51	97,9	94 - 103
13	99,4	96 - 102	26	104,1	96 - 128	39	103,7	100 - 107	52	-	-

## 2. Levegőszűrők (aeroszol)

A levegőbe került radionuklidok egy része a levegőben található, por alakú szennyezőkhöz kötődik, ezeket nevezzük aeroszoloknak. (Ettől teljesen eltérő viselkedésűek a gáz halmazállapotú radioaktív izotópok, pl. az atomerőműből kibocsátott nemesgázok, vagy a természetes radon.)

Az aeroszol formájú radionuklidok a levegőből megfelelő szűrővel kiszűrhetők. Az aeroszolok koncentrációjának ismerete a lakosság sugárterhelésének szempontjából meghatározó, egyrészt a belélegzésük okozta dózis miatt, másrészt a talajra, növényzetre való kihullásuk – így a táplálékláncba való bekerülésük – kiindulási adataként.

### 2.1. Az országos ellenőrzési eredmények

Országosnak mondható kiépítettséget az Egészségügyi Ágazathoz tartozó Egészségügyi Radiológiai MÉRŐ és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) laboratóriumai jelentenek. Az egyes laboratóriumok levegőminta-vevői sajnos nem azonos teljesítőképességűek, ami az elvégezhető elemzések lehetőségét is meghatározza. 2014-ben közepes légforgalmú mintavevővel 4 laboratórium, kis légforgalmú mintavevővel ugyancsak 4 laboratórium rendelkezett.

Emellett az FmÁ NÉBIH Radioanalitikai Referencia Laboratóriumának budapesti telephelyén működik egy nagy teljesítményű aeroszol mintavevő. Szűrőcserét hetente végeznek, az átszívott levegő kb. 33000 m<sup>3</sup>/hét, 72 órás pihentetés után gamma-spektrometriával mérik az aeroszol-mintákat, 2014-ben 51 mintát vettek.

Az ERMAH laboratóriumok aeroszol mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Eszerint a közepes légforgalmú mintavevővel 7-10 naponként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú mintavevőkkel vett napi minták esetében az összes béta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetén a 72 órás pihentetés utáni eredmények veendőek figyelembe.) Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2014-ben 964 aeroszol mintát vettek. A mintavevő típusa – azaz az átszívott levegőmennyiség – és az alkalmazott mérés érzékenysége együttesen határozzák meg a levegő aktivitáskoncentrációjának kimutatási határát. Jellemző kimutatási határértékek: 1-10  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  (20-30 ezer m<sup>3</sup> átszívott levegőből, félvezető-detektoros gamma-spektrométerrel mérve a <sup>137</sup>Cs aktivitást); illetve 0,5-2,5 mBq/m<sup>3</sup> (50-300 m<sup>3</sup> átszívott levegőből, összes béta-aktivitás mérésével). Az összes béta-aktivitás mérése a legtöbb laboratóriumban plaztik szcintillációs mérőfejjel ellátott detektorral történik. Ezek a detektorok kb. 50 keV – 1 MeV energiájú elektronok detektálásra alkalmasak. Más laboratóriumokban alacsony háttérű alfa/béta számláló készülékekkel történik az összes béta-mérés, amelybe proporcionális detektorok vannak beépítve. Ezek a detektorok a detektorok hasonlóképpen a kb. 50 keV energiájú elektronok detektálására már alkalmasak.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeinek összefoglalása – ezen belül az aeroszol eredményeké is – évente megjelenik az Egészségtudomány c. folyóiratban [2].

A 2.1.1. 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  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációi a kimutatási határ (kh) felett is megjelentek, a  $0,002 \text{ mBq/m}^3$ -es értékig. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű  $^7\text{Be}$  radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya  $0,7\text{-}7 \text{ mBq/m}^3$  közötti. Az aeroszol-szűrők legalább 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően  $0,3\text{-}9 \text{ mBq/m}^3$  értékűek.

Megjegyezzük még, hogy az aeroszol mérési eredmények mind az átlagokat, mind a minimum, maximum értékeket tekintve általában jól egyeznek a korábbi adatokkal.

**2.1.1. táblázat. Országos aeroszol mérési eredmények éves jellemzői 2014-ben (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag, $\text{mBq/m}^3$	Minimum, $\text{mBq/m}^3$	Maximum, $\text{mBq/m}^3$	Szórás, $\text{mBq/m}^3$	N	Kha
Be-7	BP	4,0	0,83	6,7	1,5	47	0
Be-7	GY	4,3	1,5	6,5	1,4	35	0
Be-7	TO	3,5	0,84	6,3	1,3	73	0
Cs-137	BP	0,0015	0,00060	0,0021	0,00097	98	75
Cs-137	GY	-	-	-	-	39	39
Cs-137	TO	-	-	-	-	73	73
Összes-béta	BK	-	1,4	1,4	-	52	50
Összes-béta	BP	0,93	0,23	3,2	0,48	424	197
Összes-béta	CS	2,6	1,0	5,6	0,82	46	0
Összes-béta	HA	1,5	0,50	8,7	2,2	53	6
Összes-béta	SZ	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	TO	0,92	0,32	3,5	0,39	205	182
Be-7	Összesen	3,8	0,83	6,7	-	155	0
Cs-137	Összesen	0,0014	0,00060	0,0021	-	210	187
Összes-béta	Összesen	1,1	0,23	8,7	-	781	436

## 2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk

### 2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei

A Paksi Atomerőmű A-típusú állomásain elvégzett aeroszol mérések eredményeit összegzi a 2.2.1. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön mesterséges eredetű radionuklidot a 2014. évben nem lehetett kimutatni (a radionuklidtól függő kimutatási határok értéke 1-5  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  közötti). A mért  $^7\text{Be}$  radioizotóp természetes eredetű, koncentrációja jól egyezik más laboratóriumok eredményeivel (ld. 2.1. fejezet). (Megjegyezzük, hogy számítások szerint a 0,1 GBq nagyságrendű éves kibocsátásokkal jellemezhető aeroszolak várható átlagos aktivitáskoncentrációja az A-típusú állomások távolságában 0,1-0,2  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  alatt marad [3], amely speciális meteorológiai körülmények között, és a nagyjavítások során megnövekedett kibocsátások idején rövid időszakokra mintegy 10-szeresére emelkedhet.)

#### 2.2.1. táblázat. A Paksi Atomerőmű környezetében végzett aeroszol mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag $\text{mBq}/\text{m}^3$	Minimum $\text{mBq}/\text{m}^3$	Maximum $\text{mBq}/\text{m}^3$	Szórás $\text{mBq}/\text{m}^3$	N	Kha
Be-7	4,6	0,6	8,6	1,8	520	0
Cs-134	-	-	-	-	520	520
Cs-137	-	-	-	-	520	520
I-131	-	-	-	-	520	520

### 2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai

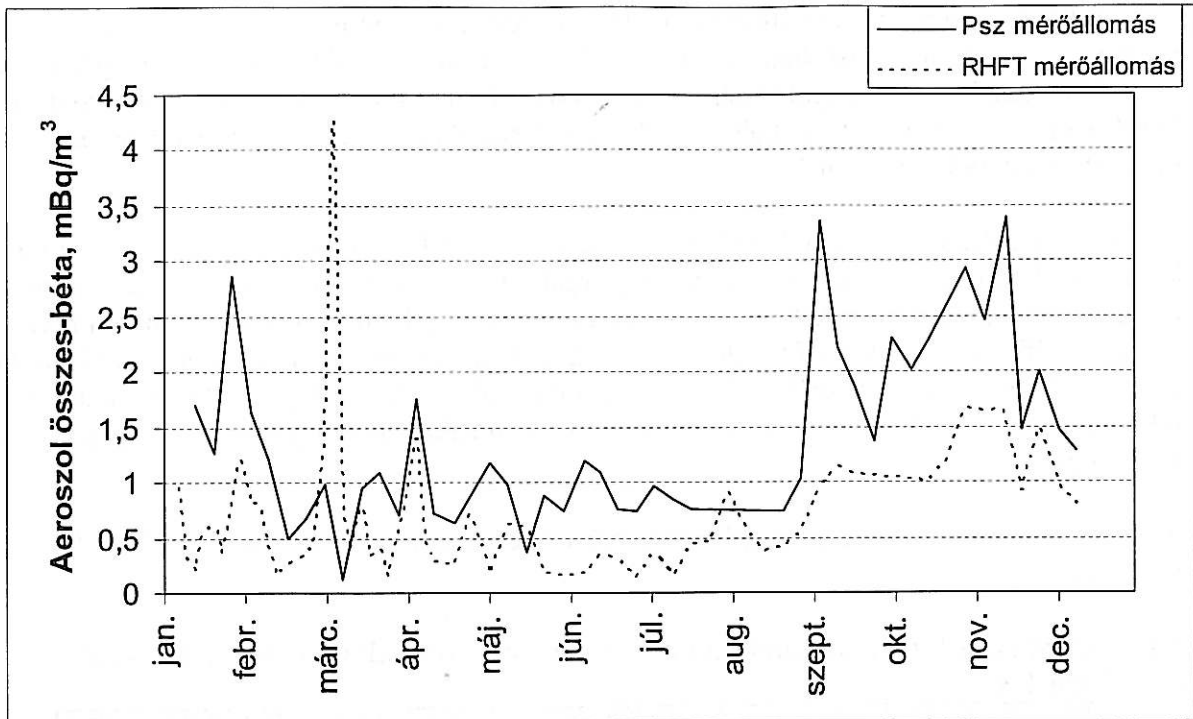
A püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT) környezetében mért aeroszol-koncentrációkat a 2.2.1. ábrán és a 2.2.1. táblázatban mutatjuk be. Az adatok két mintavevő összesített eredményeit tükrözik, az egyik mintavevő a telephelyen, a másik a néhány km-re lévő Püspökszilágy faluban található.

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

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

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat az alkalmanként megnövekvő porterhelés indokolja, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység illetve

a faluban történő tűzgyújtás. A csúcsoktól eltekintve az összes béta-aktivitáskonzentrációk jellemzően  $3 \text{ mBq/m}^3$  alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



2.2.1. ábra. Az RHFT éves aeroszol összes-béta méréseinek időbeli változása

2.2.2. táblázat. Az RHFT környezetében végzett aeroszol-mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag $\text{mBq/m}^3$	Minimum $\text{mBq/m}^3$	Maximum $\text{mBq/m}^3$	Szórás $\text{mBq/m}^3$	N	Kha
Am-241	-	0,055	2,0	-	7	5
Be-7	1,5	0,033	5,1	1,2	50	5
Cs-137	-	-	-	-	106	106
K-40	0,33	0,072	0,56	0,14	16	5
Ra-226	-	-	0,68	-	11	10
U-235	-	0,010	0,46	-	23	14
Összes-béta	0,98	0,13	4,3	0,77	106	0

### 2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk

A KFKI telephelyen 5 mérőállomáson történik aeroszolos mintavételezés. Az összes-béta mérésre szánt minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. Az átszívott levegő mennyisége általában  $100 \text{ m}^3/\text{nap}$  körül van. A mintavételt és mérést jellemző összes-béta aktivitás-koncentráció szokásos kimutatási határa  $0,5 \text{ mBq/m}^3$ .

A KFKI telephely területén létesített „A” típusú (a paksi állomásokkal azonos kivitelű) környezetellenőrző állomáson nagy légforgalmú mintavevővel történik az aeroszol mintavételezés. Az átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke  $5000 \text{ m}^3/\text{hét}$ . A nuklidspecifikus mérés két HPGe detektor segítségével történik. A mérés szokásos kimutatási határa  $^{125}\text{I}$  izotópra  $0,05 \text{ mBq/m}^3$ ,  $^{131}\text{I}$  izotópra pedig  $0,02 \text{ mBq/m}^3$ . Az éves adatok a feldolgozást követően a Környezetvédelmi Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu>) elérhetőek.

A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk éves jellemző adatait a 2.2.3. táblázatban foglaltuk össze.

#### 2.2.3. táblázat. A KFKI telephelyén végzett aeroszol mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag $\text{mBq/m}^3$	Minimum $\text{mBq/m}^3$	Maximum $\text{mBq/m}^3$	Szórás $\text{mBq/m}^3$	N
Be-7	5,4	0,13	35	5,2	49
Cs-137	-	-	0,98	-	1
I-125	4,4	0,10	35	5,8	76
I-131	5,8	0,015	77	15	71
K-40	4,3	0,52	28	8,4	18
Összes-béta	1,3	0,00043	76	3,4	902

Az alkalmazott számítógépes programok illetve kiértékelési algoritmus szerint azokat az eredményeket nem soroljuk az elfogadott adatok közé, amelyeknél ugyan minőségileg azonosítható a keresett komponens, de relatív bizonytalansága (hibája) meghaladja a 30%-ot. A kimutatási határ alatti mérések számát nem tüntettük fel. A  $^{125}\text{I}$  és  $^{131}\text{I}$  radioizotópok a telephelyen működő Izotóp Intézet kft. radiokémiai laboratóriumainak a kibocsátási kritériumoknál kisebb kibocsátásaihoz köthetők.



### 3. Kihullás (fall-out)

A 2. fejezet bevezető részében elmondottak alapján, a levegőbe került, aeroszol formájú radionuklidok egy része kihullik, kiülepedik, illetve a csapadékkal kimosódik a talajra és növényzetre. Ez a folyamat jelenti a táplálékláncba való bekerülésük kiindulási pontját, emiatt a kihullás meghatározása a lakosság sugárterhelésének becslése, előrejelzése szempontjából nagy fontosságú.

A kihullás megnevezésére elterjedten használják a „fall-out” angol kifejezést is. A jelentésben a kihullás szót „teljes kihullás” értelemben használjuk, ami a száraz kiülepedést és kimosódást együttesen tartalmazza.

#### 3.1. Országos adatok

Országos kiterjedésűnek mondható mintavételi és mérési programot az ERMAH laboratóriumok végeznek. A kihullást a központi és a 6 regionális laboratórium összesen 9 megyében és a fővárosban mintázza és méri (3.1.1. ábra).

Emellett a NÉBIH három telephelyen (Budapest, Szekszárd és Szombathely) gyűjti és vizsgálja a csapadékvizet (fall-out). A mintavételi felület  $1 \text{ m}^2$ , a mintagyűjtés ideje 1 hónap. Bepárlás után gamma-spektrometria, összes-alfa, összes-béta és radiostroncium meghatározás történik. 2014-ben a NÉBIH laboratóriumai 34 fall-out mintát vettek.

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2014-ben 208 fallout mintát vettek. A mintavevő edények felülete  $0,15\text{-}0,4 \text{ m}^2$ , a havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összes béta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa  $20\text{-}500 \text{ mBq}/(\text{m}^2 \cdot \text{nap})$  (összes béta-aktivitáskoncentrációra) és  $1\text{-}20 \text{ mBq}/(\text{m}^2 \cdot \text{nap})$  (a  $^{137}\text{Cs}$  izotópra gamma-spektrometriai vizsgálat alapján). Az összes béta-aktivitások mérése ugyanazon detektorokkal történik, mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.

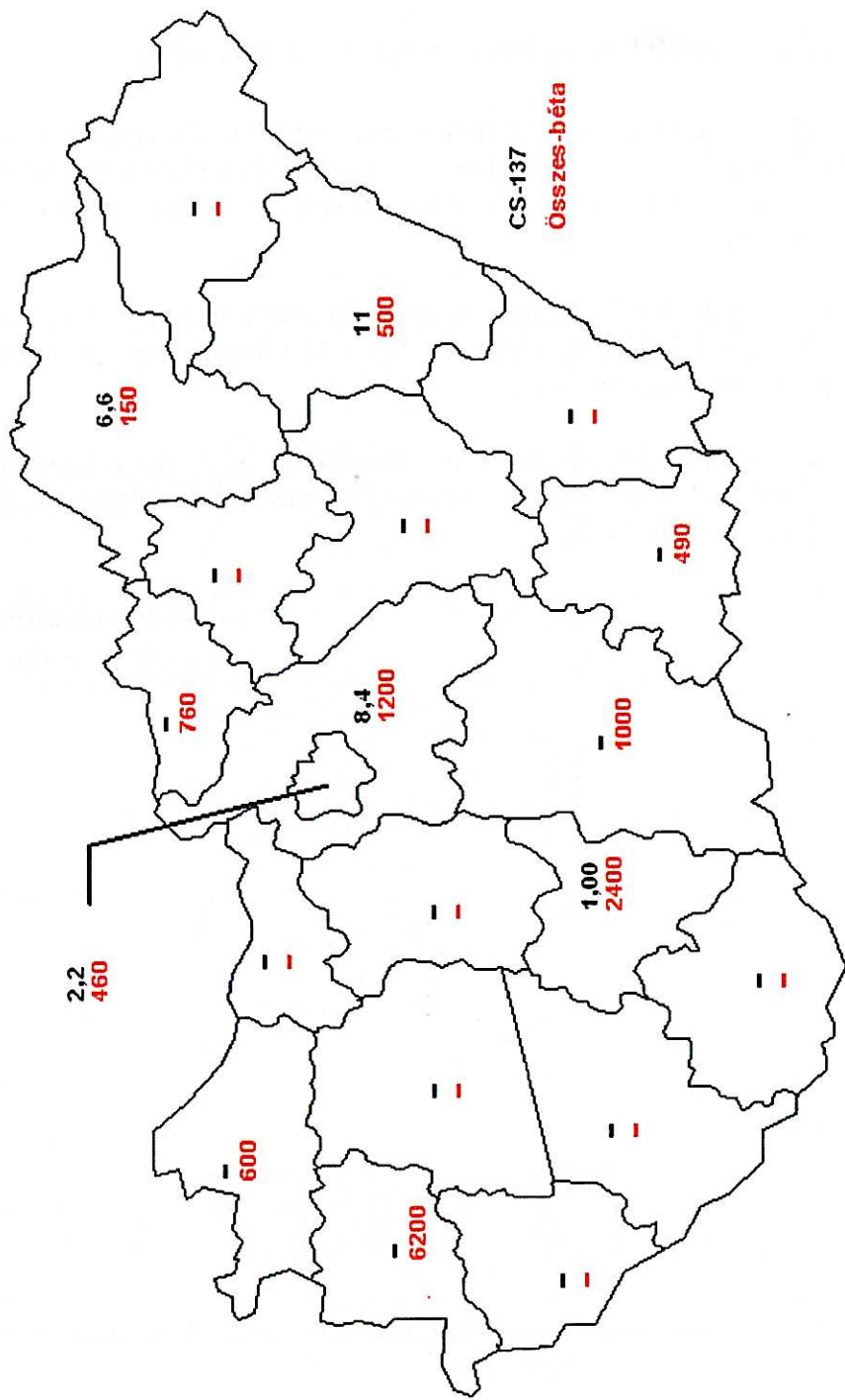
A 2014-ban az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket a 3.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagai az országos átlagtól legfeljebb 3-4-szeres eltérést mutatnak, ami nem jelentős. Az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2013 évvel. A <sup>137</sup>Cs aktivitása a minták kereken 90 %-ában kimutatási határ alatti volt.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeinek összefoglalása – ezen belül a kihullás eredményeké is – évente megjelenik az Egészségtudomány c. folyóiratban [2]

**3.1.1. táblázat. Kihullás mérési eredmények országos, éves jellemzői 2014-ben (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag mBq/m <sup>2</sup> /nap	Minimum mBq/m <sup>2</sup> /nap	Maximum mBq/m <sup>2</sup> /nap	Szórás mBq/m <sup>2</sup> /nap	N	Kha
Be-7	BK	-	900	5000	-	10	1
Be-7	BP	2300	690	4600	1200	13	0
Be-7	HA	-	610	3000	-	9	0
Be-7	NO	4300	700	10000	2900	12	0
Be-7	PE	-	800	7800	-	6	0
Be-7	TO	1900	790	5300	1300	37	3
Cs-137	BK	-	-	-	-	12	12
Cs-137	BP	-	0,73	2,2	-	23	18
Cs-137	BZ	-	-	6,6	-	12	11
Cs-137	CS	-	-	-	-	10	10
Cs-137	GY	-	-	-	-	12	12
Cs-137	HA	-	2,3	11	-	9	0
Cs-137	NO	-	-	-	-	12	12
Cs-137	PE	-	-	8,4	-	6	5
Cs-137	TO	-	-	1,0	-	60	59
Cs-137	VA	-	-	-	-	12	12
Összes-béta	BK	620	180	1000	260	12	0
Összes-béta	BP	230	0,27	460	110	14	0
Összes-béta	BZ	85	24	150	41	12	0
Összes-béta	CS	270	130	490	130	12	0
Összes-béta	GY	280	25	600	140	48	0
Összes-béta	HA	-	170	500	-	8	0
Összes-béta	NO	500	230	760	180	12	0
Összes-béta	PE	-	160	1200	-	6	0
Összes-béta	TO	700	150	2400	460	57	0
Összes-béta	VA	720	58	6200	1700	12	0
Be-7	Összesen	2400	610	10000	-	87	4
Cs-137	Összesen	4,7	0,73	11	-	168	151
Összes-béta	Összesen	460	0,27	6200	-	193	0



3.1.1. ábra. Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2014-ben (EüÁ és FmÁ, mBq/m<sup>3</sup>/nap, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

## 3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások

### 3.2.1 A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei

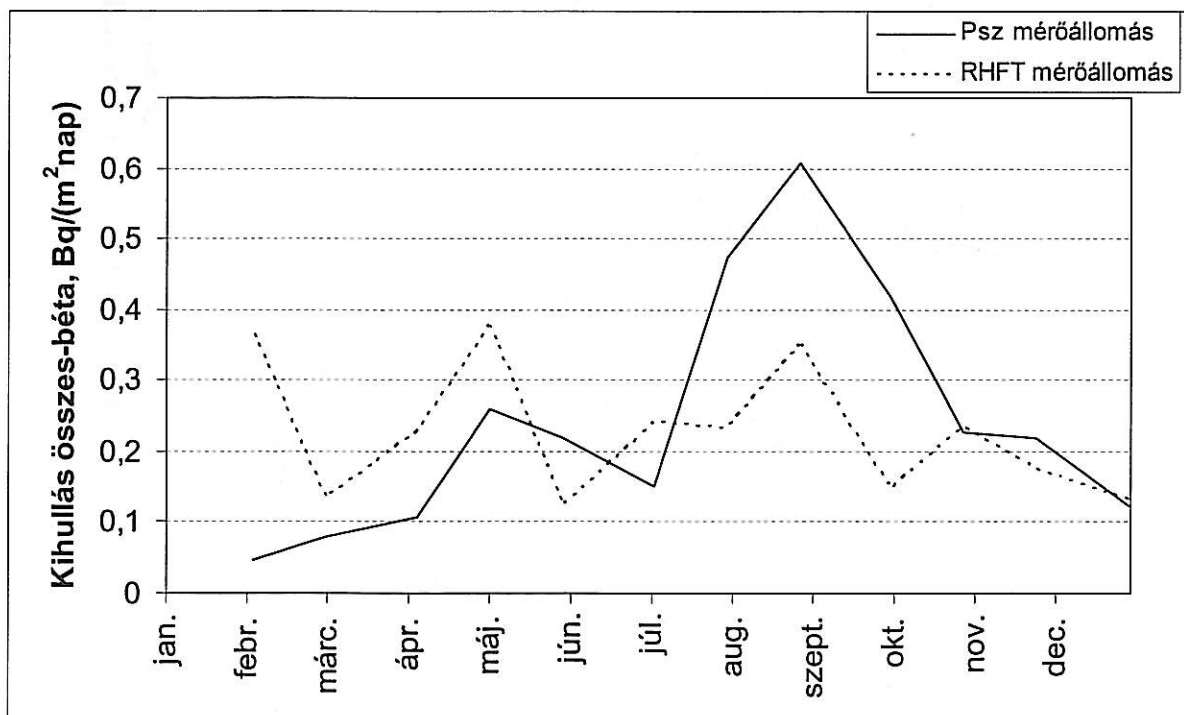
A kihullás mintázása az A típusú állomásokon történt. A méréseket jellemző kimutatási határ  $0,2 \text{ Bq/m}^2/\text{hó}$ . A mesterséges izotópok aktivitása a 2014. évben kimutatási határ alatt maradt.

### 3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények

A két helyszínen (telephely – a köv. ábrán "RHFT mérőállomás" és Püspökszilágy falu – a köv. ábrán "Psz mérőállomás"), az aeroszol mintavevők közelében elhelyezett mintavevők folyamatos üzemű, szakaszosan ürített csapadékgyűjtő edények. A mintagyűjtő aktív felülete  $0,2 \text{ m}^2$ . A mintavételi idő 1 hét.

A mintagyűjtőből kimosott kihullást bepárolják, majd összes-béta és gamma-spektrometriai mérést végeznek. A mérések jellemző kimutatási határa:  $15 \text{ mBq/m}^2/\text{nap}$  (összes-béta) és  $30 \text{ mBq/m}^2/\text{nap}$  ( $^{137}\text{Cs}$ , gamma-spektrometria).

A kihullásban mért összes béta-aktivitás időbeni változását a 3.2.1. ábra szemlélteti. A mintákon végzett gamma-spektrometriai és összes-béta mérések eredményeinek éves jellemzőit a 3.2.1. táblázatban foglaltuk össze.



3.2.1. ábra. Az RHFT környezetében mért kihullás összes béta-aktivitások időbeli változása

### 3.2.1. táblázat. Az RHFT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Minimum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Maximum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Szórás mBq/(m <sup>2</sup> nap)	N	Kha
Be-7	1700	280	6100	1500	19	1
Cs-137	-	-	41	-	24	23
K-40	-	150	5800	-	9	4
Ra-226	-	-	140	-	1	0
Összes-béta	240	47	610	140	24	0

### 3.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OSSKI)

Az OSSKI három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece, Balassagyarmat) vesz fallout mintát havi rendszerességgel márciustól novemberig (a téli hónapokban nem). A mintavevő edények felülete 0,2 m<sup>2</sup>. Ezekon a mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A gamma-spektrometriai mérésekkel csak a természetes eredetű <sup>7</sup>Be, <sup>40</sup>K és <sup>210</sup>Pb izotópokat tudták kimutatni, a mesterséges eredetű <sup>137</sup>Cs izotóp aktivitáskoncentrációja két minta kivételével kimutatási határ alatti, 0,13 – 0,21 Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap) alatti volt. A detektált <sup>137</sup>Cs felületi aktivitások 0,09 és 0,25 Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap) voltak, a mintában lévő cézium a talaj felporzásából származott. Az összes béta-aktivitáskoncentráció mérések eredményeit a 3.2.3. táblázat tartalmazza. A fallout minták összes béta-aktivitások mérése szcintillációs és proporcionális detektorokkal történik, hasonlóképpen mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.

### 3.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetében vett fall-out minták összes béta-aktivitása 2014-ben Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap)

Mintavétel hónapja	Balassagyarmat	Ipolytölgyes	Ipolyvece
március	6,9 ± 1,8	4,9 ± 1,2	8,5 ± 1,8
április	9,8 ± 2,1	8,7 ± 1,7	22,0 ± 3,7
május	18,7 ± 3,5	19,7 ± 3,3	22,7 ± 3,7
június	11,6 ± 2,3	18,3 ± 3,0	13,3 ± 2,4
július	16,3 ± 2,8	35,8 ± 4,3	10,6 ± 2,1
augusztus	17,7 ± 3,0	18,3 ± 3,0	20,7 ± 3,3
szeptember	19,0 ± 3,0	14,6 ± 2,5	19,1 ± 3,0
október	6,3 ± 1,4	7,0 ± 1,4	10,4 ± 2,0

### 3.2.4. A KFKI telephely területén mért eredmények

A KFKI telephely területén a Környezetvédelmi Szolgálat hetente vesz fall-out mintákat a Telephely négy pontján (1.,2., 5., és 6. állomás). A mintavevő-edények felülete 0,2 m<sup>2</sup>. A mintákkal gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A mérések során legtöbbször csak természetes eredetű <sup>7</sup>Be illetve <sup>40</sup>K izotópokat illetve egy-egy alkalommal <sup>125</sup>I és <sup>137</sup>Cs izotópokat találtak (3.2.4. táblázat).

3.2.4. táblázat. A KFKI telephelyén végzett fall-out mérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Minimum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Maximum mBq/(m <sup>2</sup> nap)	Szórás mBq/(m <sup>2</sup> nap)	N
Be-7	9,9	1,0	57	12	93
Cs-137	-	-	1000	-	1
I-125	-	-	2,4	-	1
K-40	56	12	81	22	16

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. Csak a kimutatási határ feletti eredményeket adó mérések számát közöljük. A <sup>125</sup>I radioizotóp eredetéről a 2.2.3. fejezetben már szóltunk.

## 4. Talaj

A talajban található radionuklidok aktivitáskoncentrációit országosan az Egészségügyi Ágazat ERMAH, illetve az Földművelésügyi Ágazat Nemzeti Élelmiszer-lánc Biztonsági Hivatal (NÉBIH) laboratóriumai mérik.

A talajmintákat az előkészítés során tisztítják (eltávolítják a köveket, gyöker-, növénymaradványokat), szárítják, homogenizálják. A mérések az összes béta-aktivitás, a gamma-sugárzó radionuklidok és a  $^{90}\text{Sr}$  meghatározását jelentik. A  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentráció meghatározásához a mintán radiokémiai előkészítést, elválasztást kell végezni. Az ERMAH laboratóriumai a talaj minták összes béta-aktivitás mérését szcintillációs, valamint alacsony háttérű alfa/béta detektorokkal végzik, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.

### 4.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában mezőgazdaságilag művelt talaj (lucerna, sóska) és bolygatatlan talaj (erdei és legelői talaj) vizsgálata szerepelt. A talajminták felső 5 cm-es szelete minden esetben elemzésre került (bolygatatlan talajnál az 5-20 cm rész is). A talajminták  $\gamma$ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli edényben, 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározás 1 g talajból történik szűrővizsgálatként. A felső 5 cm-es szeletből kémiai elválasztás után a  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentráció is meghatározásra kerül. Ezeket a vizsgálatokat lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2014-ben a 19 megye és Budapest területéről 255 talajminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok;  $^{137}\text{Cs}$ : 0,3 - 0,8 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,2 - 0,4 Bq/kg.

Az ERMAH laboratóriumok az ország 19 megyéjében és a fővárosban, negyedévente vesznek talajmintát a talaj felső 10 cm vastagságú rétegéből. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2014-ben összesen 223 talajminta vizsgálatát végezték el. A mintákon gamma-spektrometriai méréseket végeznek. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm<sup>3</sup> térfogaton) végzik 20 000 s mérési idővel. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,3-1,5 Bq/kg.

Az ERMAH és az FmÁ NÉBIH laboratóriumok országos mérési eredményeit a 4.1.1. ábrán mutatjuk be. Az ábra a  $^{137}\text{Cs}$ , a  $^{90}\text{Sr}$  és az összes béta-aktivitáskoncentrációk maximális értékeit szemlélteti az egyes megyékre összegezve. Az FmÁ NÉBIH és az ERMAH programja szolgáltat nuklidszelektív eredményeket (különösen Cs esetén) a legtöbb megyére. A talaj mérési eredmények éves jellemzőit a 4.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó  $^{137}\text{Cs}$  izotóp aktivitáskoncentrációja még mindig jól mérhető, megyénkénti átlagainak maximumai a 2013. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 3-25 Bq/kg volt, az egyedi eredmények maximuma a 77 Bq/kg volt, ez alacsonyabb a tavalyinál. A  $^{90}\text{Sr}$  izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 0,29-23 Bq/kg közöttiek voltak. Az összes béta-aktivitáskoncentrációk nagyobbak

(200-1500 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes  $^{40}\text{K}$  izotóptól származik.

A talaj  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 9,6 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  -é ennél kisebb, 1,8 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 640 Bq/kg volt 2014-ban. (Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2013. éviéktől).

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben találhatjuk meg.

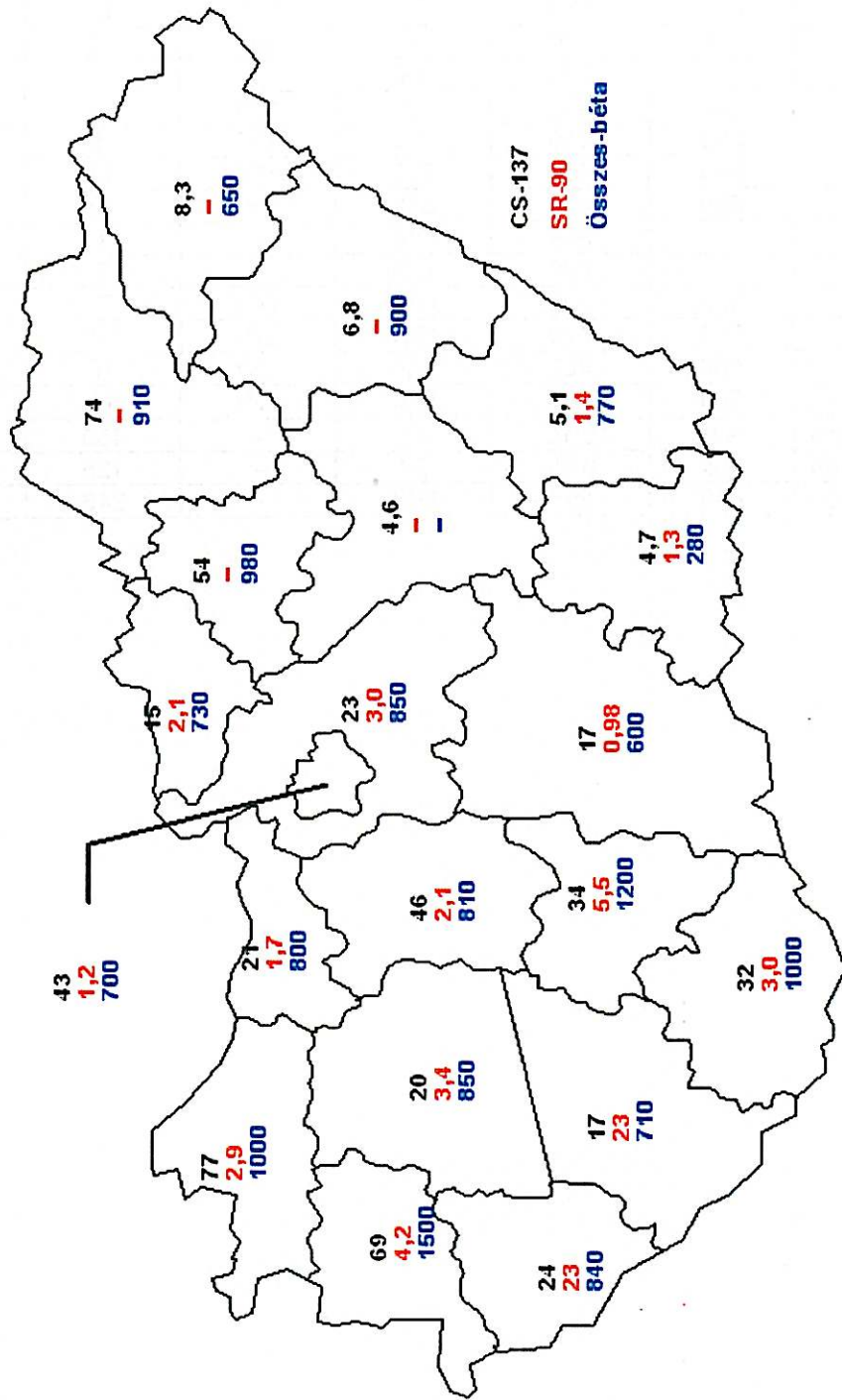
**4.1.1. táblázat. Talaj mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	9,8	0,34	32	8,9	20	2
Cs-137	BE	-	0,90	5,1	-	7	0
Cs-137	BK	2,8	0,93	17	3,9	52	35
Cs-137	BP	-	7,3	43	-	9	0
Cs-137	BZ	18	2,6	75	21	19	0
Cs-137	Cs	-	1,3	4,7	-	5	0
Cs-137	FE	12	0,87	46	11	20	1
Cs-137	GY	25	2,1	77	16	50	0
Cs-137	HA	3,2	0,83	6,8	1,9	12	1
Cs-137	HE	15	4,1	54	11	20	0
Cs-137	JA	-	1,8	4,6	-	4	0
Cs-137	KO	7,9	0,43	21	6,1	19	0
Cs-137	NO	8,6	2,1	15	4,9	14	0
Cs-137	PE	11	0,86	23	6,1	21	0
Cs-137	SO	9,9	3,9	17	3,7	11	0
Cs-137	SZ	3,6	0,15	8,3	2,5	12	0
Cs-137	TO	3,3	2,5	34	5,8	107	85
Cs-137	VA	19	0,55	69	18	21	0
Cs-137	VE	8,1	3,4	20	4,1	21	0
Cs-137	ZA	7,0	1,5	24	6,0	15	2
Sr-90	BA	1,3	0,45	3,0	0,94	13	3
Sr-90	BE	-	1,3	1,4	-	3	1
Sr-90	BK	-	-	0,98	-	4	3
Sr-90	BP	-	0,51	1,2	-	2	0
Sr-90	Cs	-	-	1,3	-	2	1
Sr-90	FE	1,4	0,63	2,1	0,45	11	0
Sr-90	GY	-	0,69	2,9	-	11	2
Sr-90	KO	1,2	0,69	1,7	0,32	10	0
Sr-90	NO	1,0	0,46	2,1	0,50	10	0
Sr-90	PE	-	0,29	3,0	-	8	0
Sr-90	SO	-	0,81	23	-	5	0
Sr-90	TO	1,6	0,47	5,5	1,4	16	1
Sr-90	VA	2,2	0,69	4,2	1,0	12	0
Sr-90	VE	1,5	0,90	3,4	0,95	12	1
Sr-90	ZA	-	1,0	23	-	6	1



4.1.1. táblázat. (folytatás)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	BA	720	460	1000	140	19	0
Összes-béta	BE	-	520	770	-	4	0
Összes-béta	BK	480	290	600	110	11	0
Összes-béta	BP	-	370	700	-	9	0
Összes-béta	BZ	700	410	910	130	15	0
Összes-béta	CS	-	-	280	-	1	0
Összes-béta	FE	480	280	810	130	15	0
Összes-béta	GY	740	460	1000	160	16	0
Összes-béta	HA	-	260	900	-	9	0
Összes-béta	HE	740	460	980	120	16	0
Összes-béta	KO	600	350	800	120	15	0
Összes-béta	NO	560	450	730	100	14	0
Összes-béta	PE	650	420	850	130	20	0
Összes-béta	SO	-	560	710	-	7	0
Összes-béta	SZ	-	430	650	-	8	0
Összes-béta	TO	550	200	1200	240	22	0
Összes-béta	VA	910	470	1500	270	17	0
Összes-béta	VE	650	450	850	120	17	0
Összes-béta	ZA	660	510	840	120	11	0
Cs-137	Összesen	9,6	0,15	77	-	459	126
Sr-90	Összesen	1,8	0,29	23	-	125	13
Összes-béta	Összesen	640	200	1500	-	246	0



4.1.1. ábra. Talaj mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2014-ben (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

## 4.2. Létesítmények környezetében mért adatok

### 4.2.1. A RHFT környezetének mérési eredményei

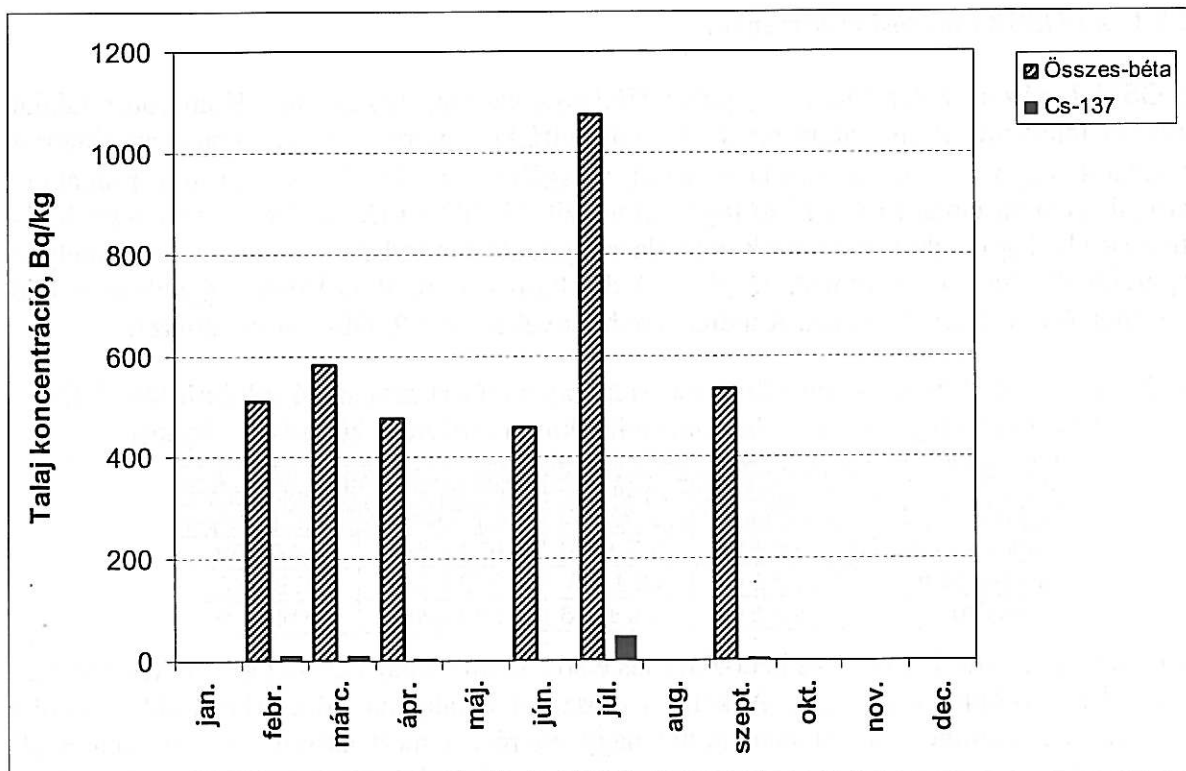
#### 4.2.1.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei

A talaj- és a hasonló jellegű iszap-, 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, szél által a mintavételi helyre hordott talajmorzsák és egyéb anyagok gyűjtését jelenti. (Az iszap vizsgálata – 11 ponton – a patakok, a halastó, a talajvízfigyelő kutak és egyéb – állandó vagy ideiglenes – víztározó objektumokra terjedhet ki.)

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

Az RHFT telephelyén a talajban mért aktivitáskoncentrációk havi átlagait a 4.2.1. ábrán mutatjuk be. Látható, hogy mind az összes-béta, mind a <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációk az év folyamán alig változtak. Az eredmények a 2013. évekhez hasonlóak és jól egyeznek az országos adatokkal is.



4.2.1. ábra. Az RHFT környezetében vett talajminták aktivitáskoncentrációi

#### 4.2.1.2. A NÉBIH mérési eredményei

Püspökszilágy és Bátaapáti térségében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket, melyek eredményeit a 4.2.1. táblázatban mutatjuk be.

A talajminták  $\gamma$ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli edényben, 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározás 1 g talajból történik szűrővizsgálatként. A felső 5 cm-es szeletből kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentráció is meghatározásra kerül.

**4.2.1.táblázat. Az RHFT létesítményeinek környezetéből származó talajminták aktivitáskoncentrációja 2014-ben (Bq/kg)**

Hely	Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás <sup>3</sup>	N	Kha
Bátaapáti	Cs-137	-	4,7	9,1	-	2	0
Bátaapáti	K-40	-	1000	1000	-	2	0
Bátaapáti	Sr-90	-	-	0,60	-	1	0
Bátaapáti	Össz-béta	-	1100	1200	-	2	0
Püspökszilágy	Cs-137	-	4,5	22	-	6	0
Püspökszilágy	K-40	-	330	570	-	6	0
Püspökszilágy	Sr-90	-	0,65	1,3	-	3	0
Püspökszilágy	Össz-béta	-	700	780	-	6	0

#### 4.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OSSKI és NÉBIH)

##### 4.2.2.1. Az OSSKI mérési eredményei

Az OSSKI három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) talaját mintázza félévente. A mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm<sup>3</sup> térfogaton) végzik 20 000 s mérési idővel. Az összes béta-aktivitást kb. 1 g talajból határozzák meg alacsony háttérű alfa/béta mérőműszerrel, amelybe proporcionális detektorok vannak beépítve. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok érzékelésére képesek. A mérési eredményeket a 4.2.2. táblázat tartalmazza.

**4.2.2. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták <sup>137</sup>Cs koncentrációja és összes béta-aktivitáskoncentrációja 2014-ben (Bq/kg)**

	<sup>137</sup> Cs koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	26,9 ± 0,8	18,7 ± 0,6	678 ± 54	647 ± 52
Esztergom	24,2 ± 0,7	9,9 ± 0,3	552 ± 44	579 ± 46
Komárom	23,7 ± 0,7	20,5 ± 0,6	539 ± 48	614 ± 49

A talajmintákban mérhető összes béta-aktivitás első sorban a talaj 1-2%-át kitevő, természetes eredetű <sup>40</sup>K izotóptól származik. A kálium eloszlása a talajban közel (kis területen belül) egyenletesnek tekinthető, ezért nem mutat nagy eltérést a mért aktivitáskoncentrációjának értéke. Ezzel szemben a mesterséges eredetű, kihullásból származó <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációja kis területen belül is nagy inhomogenitást mutathat geofizikai, kémiai

okokból. Ez látható a következő táblázatokból is, amelyek a mohi atomerőmű hazai környezetében végzett mintavételi program keretében egy adott területről, 2011. és 2013. között vett talajminták eredményeit mutatják be.

**4.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)**

<sup>137</sup> Cs koncentráció	2011.		2012.		2013.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	9,9 ± 0,3	4,5 ± 0,1	7,40 ± 0,3	4,30 ± 0,1	10,2 ± 0,3	17,9 ± 0,7
Esztergom	11,0 ± 0,3	4,1 ± 0,2	11,7 ± 0,3	10,2 ± 0,2	4,94 ± 0,1	11,2 ± 0,6
Komárom	50 ± 2	64 ± 2	27,5 ± 2	3,65 ± 0,2	4,95 ± 0,1	51,0 ± 1,5

**4.2.4. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták összes béta-aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)**

Összes béta-aktivitáskoncentráció	2011.		2012.		2013.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	490 ± 40	450 ± 40	639 ± 40	519 ± 40	579 ± 46	576 ± 46
Esztergom	670 ± 50	480 ± 40	696 ± 50	748 ± 40	525 ± 42	598 ± 48
Komárom	580 ± 50	620 ± 50	576 ± 50	529 ± 50	551 ± 44	644 ± 52

#### 4.2.2.1. A NÉBIH mérési eredményei

A Mohi erőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket, amelyeket a 4.2.5. táblázatban mutatunk be.

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

**4.2.5. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták aktivitáskoncentrációja 2014-ben (Bq/kg)**

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-137	-	2,7	23	-	9	0
K-40	-	290	590	-	8	0
Sr-90	-	0,46	3,0	-	4	0
Össz-béta	-	2,7	23	-	8	0

## 5. Növényzet

A talajra, illetve közvetlenül a növényzetre kijutott radionuklidok a táplálékláncon keresztül, az élelmiszerek elfogyasztása révén a lakosság belső sugárterhelését okozzák.

A fejezet mindazon mintákra vonatkozó eredményeket tartalmazza, amelyeket közvetlenül a növényzetből – fű, takarmány, zöldség, gyümölcs – vettek, vagy az utóbbiak feldolgozott, emberi fogyasztásra kész formájából (pl. gabona, liszt).

### 5.1. Takarmány

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

#### 5.1.1. Országos adatok

A NÉBIH takarmány mintavételi programja kiterjed a takarmány alapanyagokra, keverékekre és premixekre. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), takarmánykeverékek, premixek esetén szárazanyagból 450 cm<sup>3</sup>-e Marinelli edényben 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  és összes-alfa aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1-2 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. A takarmány alapanyagokból és a nyers tejjel együtt vett takarmányból kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációt is meghatározzák. 2014-ben a 19 megye és Budapest területéről 547 takarmányminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,03 - 1,9 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,03 - 3,4 Bq/kg.

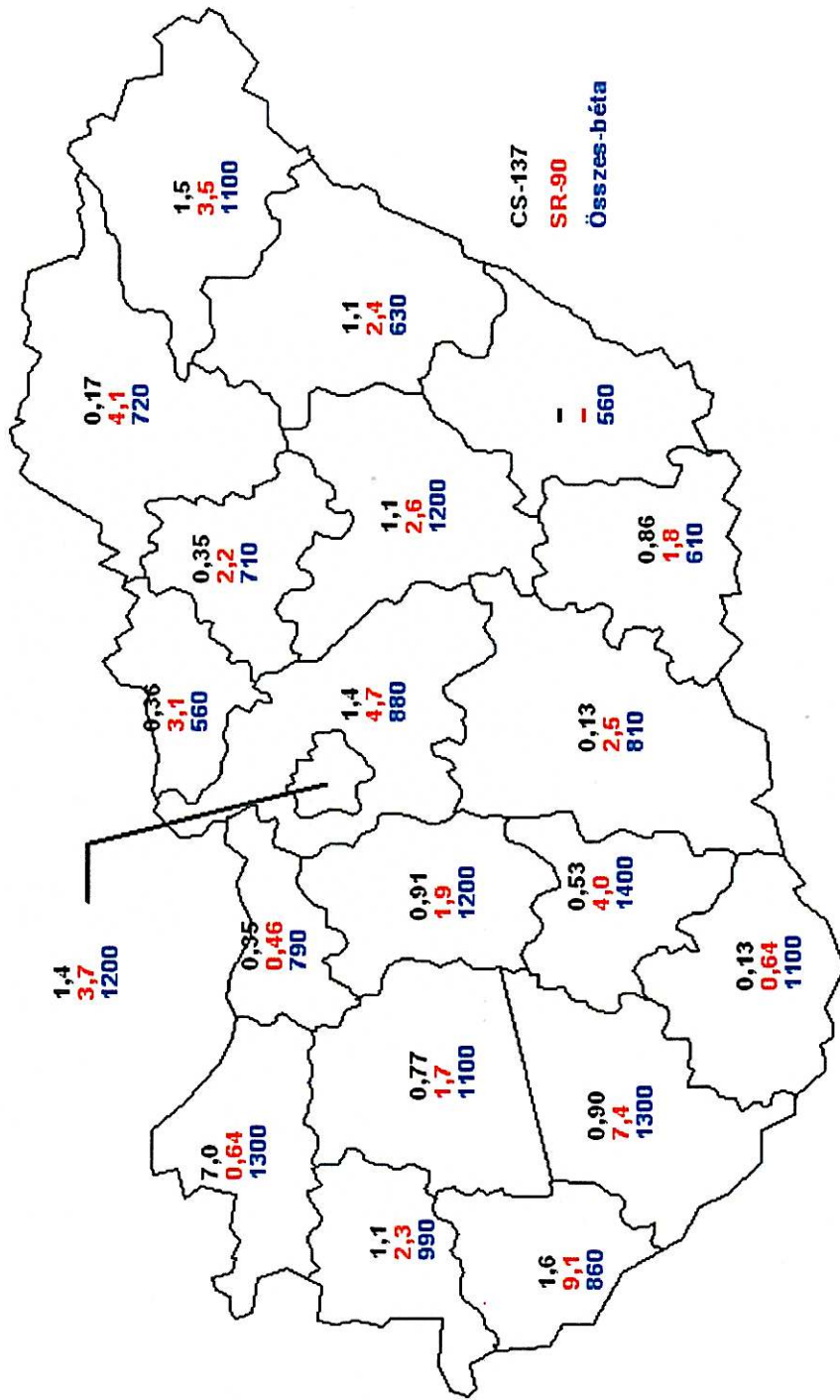
Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2014-ben összesen 105 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskoncentrációt minden esetben száraz tömegre vonatkoztatják. Az összes béta-aktivitás méréseket ugyanazon mérőkészülékkel mérik, mint a talajmintákat. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentráció mérések jellemző kimutatási határa: 0,3-1,5 Bq/kg, az összes béta-aktivitáskoncentrációk minden esetben kimutatási határ felett voltak.

A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a <sup>90</sup>Sr eredmények nagyobb része meghaladja azt. Ennek oka egyrészt a két mérési módszer eltérő érzékenysége, másrészt a <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációk jellemzően magasabb szintje.

A talajban és a takarmánynövényekben mért aktivitáskoncentrációkat (4.1.1. és 5.1.1. táblázatok) összehasonlítva ki kell emelni, hogy amíg a talaj esetében a két mesterséges eredetű radionuklidból a <sup>137</sup>Cs magasabb koncentrációjú, mint az <sup>90</sup>Sr, addig a takarmánymintáknál ez éppen fordított. Ennek két lehetséges oka van, egyrészt a <sup>90</sup>Sr a legtöbb talajban mobilisabb, a növények számára könnyebben elérhető formában van jelen,

másrészt a növények nagyobb mértékben igénylik a kalciumot, amelyet a stroncium képes helyettesíteni. (A két hatás együtt az ún. talaj-növény átviteli tényezővel jellemezhető, amelynek szokásos irodalmi értéke  $^{90}\text{Sr}$ -ra 10,  $^{137}\text{Cs}$ -ra pedig 1 körüli.) Megjegyezzük még, hogy ez a megfigyelés jól egybevághat a 2013-ban tapasztaltakkal.

A takarmánynövények  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,43 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$ -é magasabb, 0,80 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 370 Bq/kg volt 2014-ben.



5.1.1. ábra. Takarmány mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)



5.1.1. táblázat. Országos takarmány mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

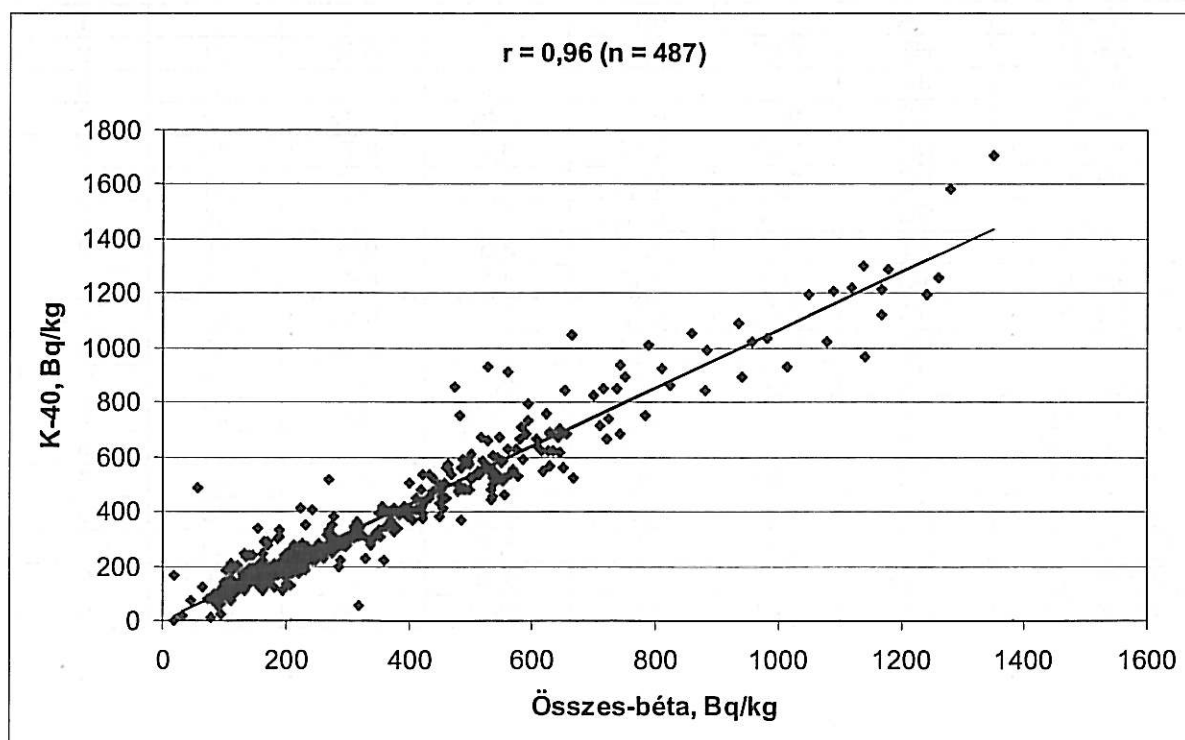
Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
CS-137	BA	-	0,080	0,13	-	30	24
CS-137	BE	-	-	-	-	7	7
CS-137	BK	-	0,094	0,13	-	36	32
CS-137	BP	-	0,24	1,4	-	63	56
CS-137	BZ	-	-	0,17	-	30	29
CS-137	CS	-	0,13	0,86	-	12	10
CS-137	FE	-	0,12	0,91	-	24	19
CS-137	GY	0,65	0,047	7,0	0,93	58	29
CS-137	HA	-	0,99	1,1	-	13	10
CS-137	HE	-	0,17	0,35	-	30	28
CS-137	JA	-	0,12	1,2	-	14	10
CS-137	KO	-	0,098	0,35	-	39	35
CS-137	NO	-	0,050	0,36	-	27	22
CS-137	PE	0,24	0,060	1,4	0,20	64	40
CS-137	SO	-	0,056	0,90	-	23	17
CS-137	SZ	-	0,33	1,5	-	20	14
CS-137	TO	-	0,14	0,53	-	47	41
CS-137	VA	0,30	0,050	1,1	0,27	31	13
CS-137	VE	-	0,15	0,77	-	26	21
CS-137	ZA	-	0,14	1,6	-	36	33
SR-90	BA	0,34	0,062	0,64	0,21	18	2
SR-90	BK	0,52	0,22	2,5	0,62	22	9
SR-90	BP	-	0,37	3,7	-	4	0
SR-90	BZ	1,1	0,42	4,1	0,83	20	1
SR-90	CS	-	0,23	1,8	-	17	8
SR-90	FE	0,63	0,16	1,9	0,55	15	2
SR-90	GY	-	0,29	0,64	-	20	11
SR-90	HA	-	0,13	2,4	-	7	1
SR-90	HE	0,97	0,092	2,2	0,73	21	0
SR-90	JA	-	-	2,6	-	7	6
SR-90	KO	0,24	0,18	0,46	0,13	22	7
SR-90	NO	0,77	0,12	3,1	0,71	19	2
SR-90	PE	0,86	0,081	4,7	1,1	41	5
SR-90	SO	1,4	0,019	7,4	2,1	14	2
SR-90	SZ	1,4	0,37	3,5	0,98	15	0
SR-90	TO	1,1	0,10	4,0	0,97	28	1
SR-90	VA	0,81	0,22	2,3	0,65	22	1
SR-90	VE	0,81	0,31	1,7	0,66	19	6
SR-90	ZA	1,2	0,18	9,1	1,8	27	11
Összes-béta	BA	270	87	1100	280	28	0
Összes-béta	BE	-	100	560	-	4	0
Összes-béta	BK	280	18	810	210	35	0
Összes-béta	BP	430	99	1200	370	10	0
Összes-béta	BZ	370	56	720	170	26	0
Összes-béta	CS	-	94	610	-	9	0
Összes-béta	FE	420	140	1200	290	22	0

### 5.1.1. táblázat. (folytatás)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	GY	590	5,3	1300	300	53	0
Összes-béta	HA	290	120	630	190	11	0
Összes-béta	HE	310	100	710	200	27	0
Összes-béta	JA	350	99	1200	390	13	0
Összes-béta	KO	270	79	790	180	37	0
Összes-béta	NO	370	160	570	150	24	0
Összes-béta	PE	280	33	880	160	56	0
Összes-béta	SO	320	84	1300	380	21	0
Összes-béta	SZ	540	190	1100	230	20	0
Összes-béta	TO	480	100	1400	310	47	0
Összes-béta	VA	390	46	990	270	29	0
Összes-béta	VE	360	18	1100	300	26	0
Összes-béta	ZA	260	90	860	210	32	0
Cs-137	Összesen	0,43	0,047	7,0	-	630	490
Sr-90	Összesen	0,80	0,019	9,1	-	358	75
Összes-béta	Összesen	370	5,3	1400	-	530	0

Az 5.1.2. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt. Az ábrából látható, hogy takarmánynövényeknél az összes béta-aktivitás több, mint 96 %-ban a  $^{40}\text{K}$  radionuklidtól származik.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben találhatjuk meg.



5.1.2. ábra. Takarmányminták összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

## 5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok

A növényzetet a telephely környezetében 15 ponton félévente, illetve évente mintázzák. (A növényzet fogalma általános esetben fűféléket jelent, némely esetben gombát.) A mintát szárítószekrényben 105 °C-on, 24 órán át szárítják, majd aprítógéppel 3 mm-es darabokra darálják és homogenizálják, ezt követően 300 °C-on elhamvasztják. Jellemző kimutatási határok: 40 Bq/kg (összes béta-aktivitás); 0,5 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs, gamma-spektrometria).

A növényminták mérési eredményeit az 5.1.2. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a minták aktivitáskoncentrációi nem térnek el az országos adatoktól (5.1.1. táblázat).

### 5.1.2. 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	0,0011	220	69	23	6
Cs-137	-	0,00020	2,1	-	30	22
K-40	430	0,060	1000	330	30	1
Ra-226	-	-	6,8	-	4	3
Sr-90	1,1	0,25	4,3	1,1	12	2
U-235	-	0,00027	1,1	-	17	12
Összes-béta	550	150	950	200	30	0

## 5.1.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OSSKI és NÉBIH)

### 5.1.3.1. az OSSKI mérési eredményei

Az OSSKI három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) vesz fűmintákat félévente, a talajmintákkal egyidejűleg. Ezeken a mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A minta-előkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 °C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az OSSKI az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri, hasonlóképpen mint a talajmintákat. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A mérési eredményeket az 5.1.3. táblázat tartalmazza.

**5.1.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták <sup>137</sup>Cs koncentrációja és összes béta-aktivitáskonzentrációja 2014-ben(Bq/kg)**

	<sup>137</sup> Cs koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	< 1,05	0,88 ± 0,1	630 ± 19	570 ± 23
Esztergom	< 0,95	< 0,56	585 ± 18	820 ± 33
Komárom	<1,18	< 0,56	915 ± 27	663 ± 27

Megjegyzés a táblázathoz: A 2014. év első félévében a gamma-spektrometriai mérés kimutatási határa meghaladta a második félévben már detektálható aktivitások szintjét. Ez a gamma-spektrometriai mérés azon sajátosságából adódik, hogy felvett spektrum alakját, vagyis a detektálhatóságot, a mintában levő összes gamma-sugárzó izotóp aktivitása együttesen határozza meg a detektor tulajdonságai mellett.

A talajmintákhoz hasonlóan a növényminták összes béta-aktivitása is legnagyobb részt a bennük lévő <sup>40</sup>K-től származik. A növények kálium-koncentrációjában gyakran figyelhető meg évszakos különbség a tavaszi és az őszi vegetációs időszakban, azonos helyen gyűjtött minták eredményeit összehasonlítva. Az alábbi táblázat az OSSKI telephelyén vett fűminták összes béta, <sup>137</sup>Cs és <sup>40</sup>K aktivitáskonzentrációit mutatja a 2010-2012. közötti időszakban.

**5.1.4. táblázat. Az OSSKI telephelyéről származó fűminták összes béta, <sup>137</sup>Cs és <sup>40</sup>K aktivitáskonzentrációja (Bq/kg)**

	2012.		2013.		2014.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Összesbéta	857 ± 51	920 ± 28	708 ± 28	819 ± 33	521 ± 21	743 ± 22
Cs-137	6,43 ± 0,2	<1,2	1,05 ± 0,1	<1,1	<1,22	<1,33
K-40	965 ± 29	900 ± 27	961 ± 29	889 ± 27	588 ± 4	937 ± 28

Az összes béta-aktivitás évszakos változását figyelhetjük meg a következő táblázatban, amely a MOHI mintavételi és mérési program keretében 2011-2013. között vett fűminták összes béta-aktivitáskonzentrációit mutatja be.

**5.1.5. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó növényminták összes béta-aktivitáskonzentrációja (Bq/kg)**

Összes béta-aktivitáskonzentráció	2011.		2012.		2013.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	850 ± 40	330 ± 20	850 ± 40	330 ± 20	632 ± 19	376 ± 27
Esztergom	510 ± 30	300 ± 20	1141 ± 30	319 ± 20	770 ± 23	548 ± 22
Komárom	1100 ± 40	550 ± 20	367 ± 40	642 ± 20	1171 ± 35	892 ± 20

**5.1.3.2. A NÉBIH mérési eredményei**

A mohi erőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeztek méréseket, ennek eredményeit mutatjuk be az 5.1.6. táblázatban.

A fű minták  $\gamma$ -spektrum analízisét a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g) 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskonzentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1-2 g-jából végzik a laboratóriumok. Kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskonzentrációt is meghatározzák.

### 5.1.6. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták aktivitáskoncentrációja 2014-ben (Bq/kg)

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-137	0,48	0,06	1,4	0,37	15	4
K-40	460	190	840	210	15	0
Sr-90	1,7	0,081	4,7	1,3	16	0
Össz-béta	440	180	880	210	16	0

## 5.2. 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 aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

### 5.2.1. Országos adatok

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. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  szűrővizsgálat. (ezek a jelentésben nem szerepelnek). Leveles zöldségfélékből, vadon termő ehető gombákból illetve a gyökérszöldségekből kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációt is meghatározzák. 2014-ben a 19 megye és Budapest területéről 395 nyers növényi élelmiszer-minta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,01 - 0,71 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,02 - 0,1 Bq/kg.

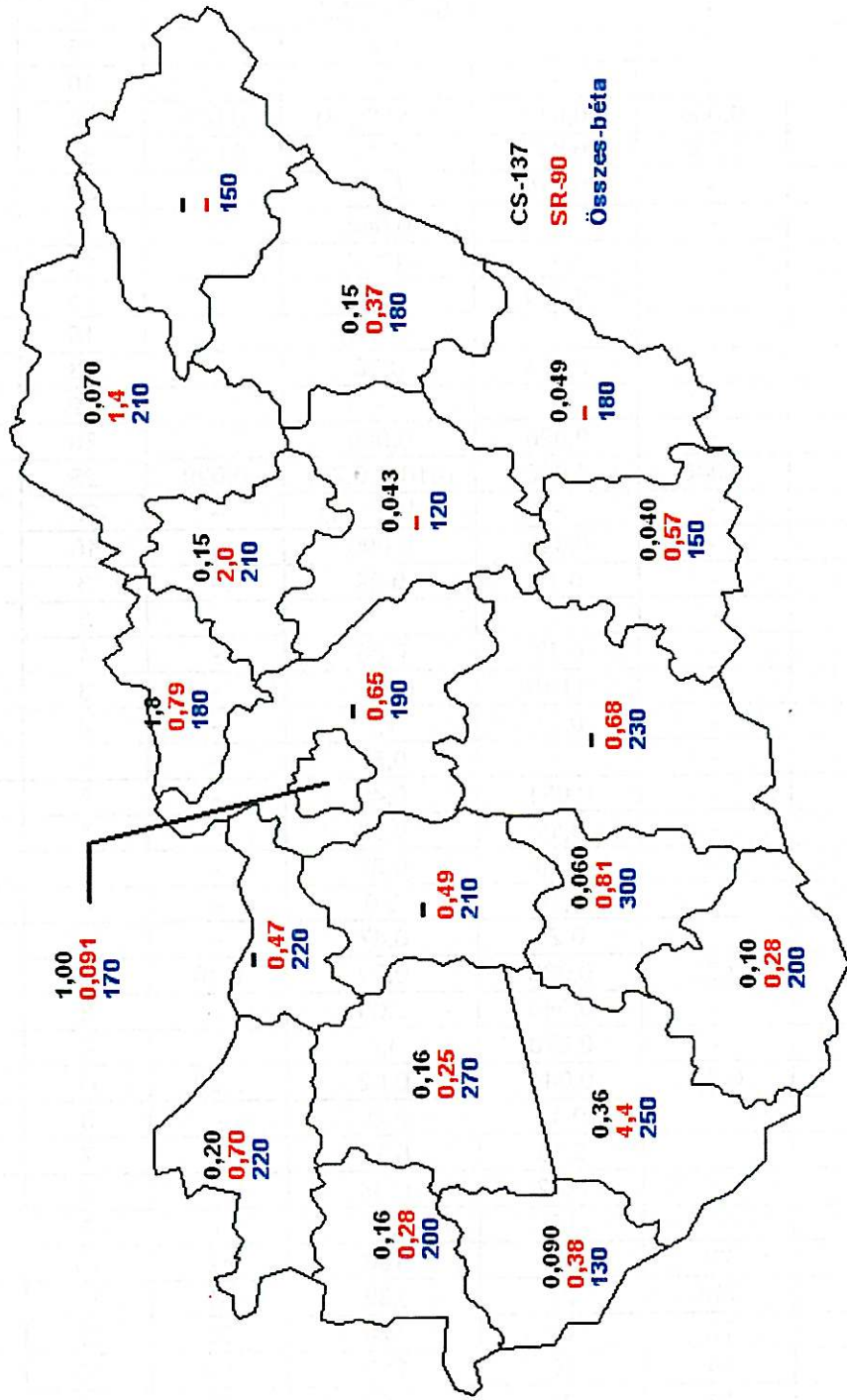
2007. évtől a vizsgálati programban szerepel az EU más tagországaiból vagy harmadik országból származó zöldségek, gyümölcsök, fűszerek, szárított gombák, aszalt gyümölcsök <sup>137</sup>Cs szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik (ezen utóbbi adatok – az eltérő érzékenységu mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja decentrum régióként és negyedévenként 2-2 zöldségfajtát, valamint az első és negyedik negyedévben 1-1, a második és harmadik negyedévben 2-2 gyümölcsfajtát tartalmaz. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2014-ben összesen 104 zöldség és gyümölcs minta vizsgálatát végezték el. A minta-előkészítés tisztítást, a tömeg mérését, szárítást, majd hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskoncentrációt nyers tömegre vonatkoztatják. Az ERMAH laboratóriumai a zöldségek, gyümölcsök összes béta-aktivitását a korábban említett

szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,3 Bq/kg.

A növényi eredetű, nyers élelmiszermintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.2.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak (kivéve a vadon termő gombákat).

A nyers növényi élelmiszerek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,081 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  nuklidé pedig 0,32 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes-béta aktivitásé pedig 89 Bq/kg volt 2014-ben.



5.2.1. ábra. Nyers, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény, a gombaminták mérési eredményeit az ábrán nem tüntettük fel)

5.2.1. 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	-	-	0,10 (* 1,8)	-	7	6
Cs-137	BE	-	-	0,049	-	19	18
Cs-137	BK	-	-	-	-	11	11
Cs-137	BP	-	0,070	1,0	-	23	19
Cs-137	BZ	-	-	0,070 (* 2,3)	-	43	42
Cs-137	CS	-	-	0,040	-	18	17
Cs-137	FE	-	-	-	-	10	10
Cs-137	GY	0,056	0,016	0,20 (*5,4)	0,038	44	29
Cs-137	HA	0,095	0,040	0,15	0,053	37	18
Cs-137	HE	-	0,070	0,15	-	20	18
Cs-137	JA	-	-	0,043	-	15	14
Cs-137	KO	-	-	- (*1,2)	-	13	13
Cs-137	NO	-	0,030	1,8	-	25	22
Cs-137	PE	-	-	- (* 14)	-	16	16
Cs-137	SO	-	0,024	0,36	-	23	17
Cs-137	SZ	-	-	-	-	19	19
Cs-137	TO	-	0,020	0,060	-	36	33
Cs-137	VA	0,046	0,016	0,16 (* 0,20)	0,029	25	15
Cs-137	VE	-	-	0,16 (* 19)	-	23	22
Cs-137	ZA	-	0,016	0,090	-	16	11
Sr-90	BA	-	0,17	0,29	-	3	0
Sr-90	BE	-	-	-	-	3	3
Sr-90	BK	-	0,17	0,68	-	4	1
Sr-90	BP	-	0,019	0,091	-	3	0
Sr-90	BZ	-	0,11	1,4	-	6	0
Sr-90	CS	-	-	0,57	-	4	3
Sr-90	FE	-	0,081	0,49	-	5	0
Sr-90	GY	-	0,11	0,70	-	7	1
Sr-90	HA	-	0,20	0,37	-	2	0
Sr-90	HE	-	0,14	2,0	-	6	0
Sr-90	KO	-	0,23	0,47	-	4	2
Sr-90	NO	0,25	0,086	0,79	0,19	11	0
Sr-90	PE	-	0,046	0,65	-	8	1
Sr-90	SO	-	0,070	4,4	-	7	0
Sr-90	TO	0,21	0,044	0,82	0,22	11	0
Sr-90	VA	-	0,11	0,28	-	8	2
Sr-90	VE	-	0,15	0,25	-	7	3
Sr-90	ZA	-	0,32	0,38	-	2	0
Össz-béta	BA	-	22	200	-	8	0
Össz-béta	BE	73	24	180	42	15	0
Össz-béta	BK	110	27	230	61	11	0
Össz-béta	BP	78	23	170	35	23	0
Össz-béta	BZ	91	30	210	54	43	0
Össz-béta	Cs	81	24	150	37	18	0
Össz-béta	FE	110	33	210	66	14	0

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



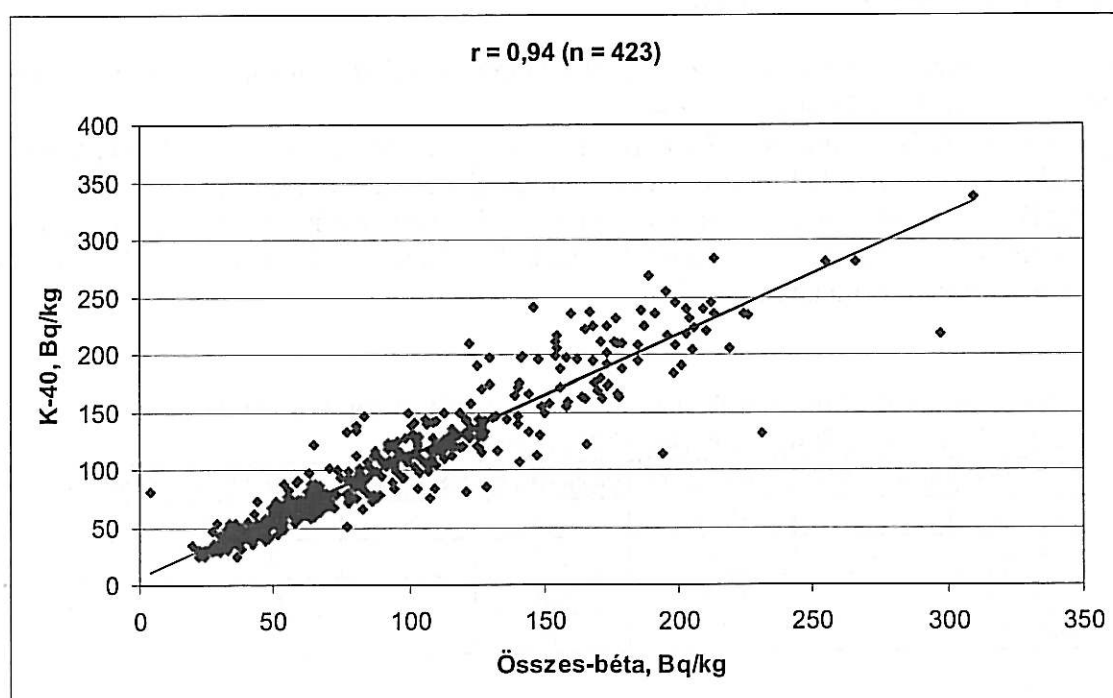
### 5.2.1. táblázat. (folytatás)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Össz-béta	GY	78	26	220	46	44	0
Össz-béta	HA	69	20	180	35	33	0
Össz-béta	HE	110	32	210	62	20	0
Össz-béta	JA	65	29	120	29	13	0
Össz-béta	KO	98	4,0	220	72	13	0
Össz-béta	NO	100	34	180	44	25	0
Össz-béta	PE	130	50	190	49	15	0
Össz-béta	SO	97	29	260	62	23	0
Össz-béta	SZ	77	27	150	34	19	0
Össz-béta	TO	93	26	300	59	42	0
Össz-béta	VA	89	31	200	42	25	0
Össz-béta	VE	100	23	270	63	23	0
Össz-béta	ZA	64	24	130	30	16	0
Cs-137	Összesen	0,081	0,016	1,8 (* 19)	-	443	370
Sr-90	Összesen	0,32	0,019	4,4	-	101	16
Összes-béta		89	4,0	300	-	443	0

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

Az 5.2.2. ábrán szemléltetjük a minták összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskonzentrációi közötti korrelációt. A korreláció itt is erős, és látható, hogy az összes béta-aktivitás szinte teljes egészét a  $^{40}\text{K}$  aktivitása teszi ki.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben találhatjuk meg.



5.2.2. ábra. Nyers, növényi eredetű élelmiszerminták összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

## 5.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OSSKI és NÉBIH)

### 5.2.2.1. Az OSSKI mérési eredményei

Az OSSKI három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) piacán vesz zöldség- és gyümölcsmintákat évente egyszer (összel). Ezekben a mintákban összes béta-aktivitáskonzentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A minta-előkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 °C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-éből, az összes béta-aktivitáskonzentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az OSSKI az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A <sup>137</sup>Cs koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb. 0,3 Bq/kg) alatt maradt, az összes béta-aktivitáskonzentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű <sup>40</sup>K izotóptól származtak. A mérési eredményeket az 5.2.2. táblázat tartalmazza.

**5.2.2. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták <sup>40</sup>K koncentrációja és összes béta-aktivitáskonzentrációja (Bq/kg)**

	<sup>40</sup> K koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	gyümölcs	zöldség	gyümölcs	zöldség
Balassagyarmat	43,6 ± 1	140 ± 4	36,3 ± 1	96 ± 3
Esztergom	44,1 ± 1	156 ± 5	33,4 ± 1	121 ± 4
Komárom	34,4 ± 1	176 ± 5	28,3 ± 1	111 ± 3

### 5.2.2.2. A NÉBIH mérési eredményei

A Mohi erőmű hazai környezetében a NÉBIH laboratóriumai is végeznek méréseket, melyek eredményeit az 5.2.3. táblázatban mutatjuk be.

A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskonzentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. Leveles zöldségfélékből, vadon termő ehető gombákból illetve a gyökérezöldségekből kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskonzentrációt is meghatározzák.

**5.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták aktivitáskonzentrációja 2014-ben (Bq/kg)**

Nuklid	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha
Cs-137	-	0,030	1,8	-	8	6
K-40	-	53	240	-	8	0
Sr-90	-	0,086	0,36	-	6	0
Össz-béta	-	34	170	-	8	0

### 5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer

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

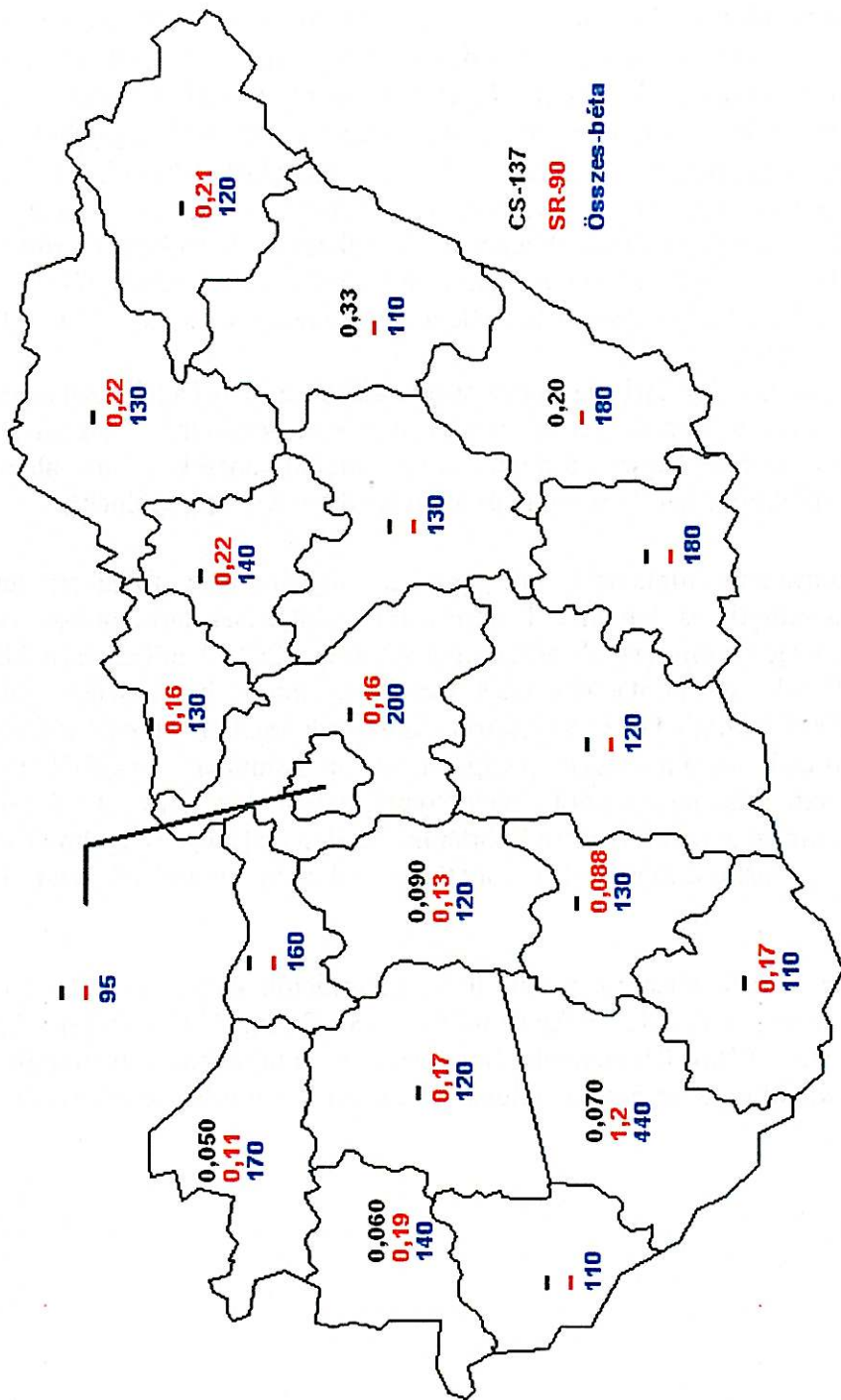
#### 5.3.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot; búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  szűrővizsgálat (a jelentésben nem szerepelnek). Kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációt is meghatározzák. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2014-ben a 19 megye és Budapest területéről 105 gabonaféle vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,03 - 0,4 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,02 - 0,2 Bq/kg.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények <sup>137</sup>Cs szűrő vizsgálata is. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik (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, HAKSER és egyéb mintavételi programjai keretében 2014-ben összesen 113 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés szárítást, majd hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskoncentrációt száraz tömegre vonatkoztatják. Az összes béta-aktivitás mérések ugyanazon mérőműszerrel történik, mint a zöldség és gyümölcs minták esetében. A <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg.

A gabonafélékben és termékekben mért aktivitáskoncentrációk éves, országos értékei az alábbi határok közt mozogtak (5.3.1. táblázat): 0,040 - 0,33 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs); 0,031 - 1,2 (<sup>90</sup>Sr) és 19 - 440 Bq/kg (összes-béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű <sup>90</sup>Sr és <sup>137</sup>Cs az igen kis kimutatási határok ellenére általában – a minták 60-90 %-ában – már nem volt kimutatható.



5.3.1. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "–" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

5.3.1. táblázat. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

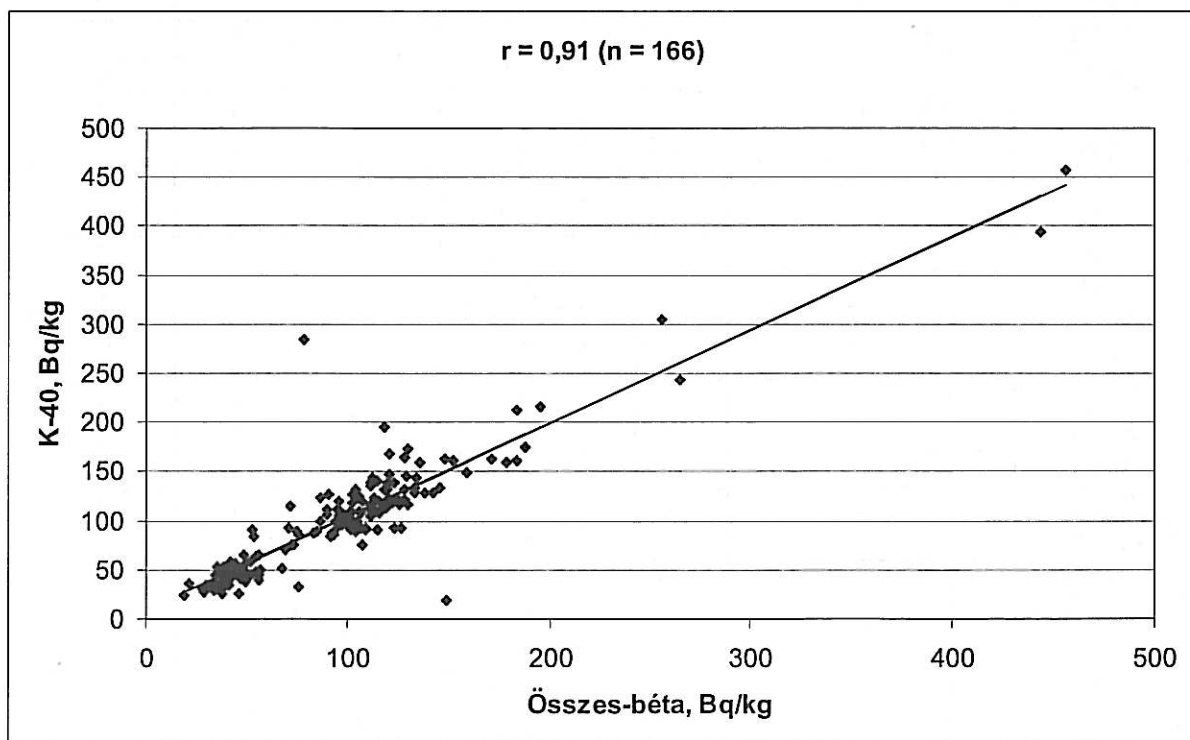
Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	-	-	6	6
Cs-137	BE	-	-	0,20	-	6	5
Cs-137	BK	-	-	-	-	1	1
Cs-137	BP	-	-	-	-	16	16
Cs-137	BZ	-	-	-	-	11	11
Cs-137	CS	-	-	-	-	9	9
Cs-137	FE	-	-	0,090	-	7	6
Cs-137	GY	-	-	0,050	-	17	16
Cs-137	HA	-	0,091	0,33	-	11	3
Cs-137	HE	-	-	-	-	3	3
Cs-137	JA	-	-	-	-	3	3
Cs-137	KO	-	-	-	-	11	11
Cs-137	NO	-	-	-	-	5	5
Cs-137	PE	-	-	-	-	5	5
Cs-137	SO	-	-	0,070	-	11	10
Cs-137	SZ	-	-	-	-	5	5
Cs-137	TO	-	-	-	-	11	11
Cs-137	VA	-	0,040	0,060	-	7	5
Cs-137	VE	-	-	-	-	4	4
Cs-137	ZA	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BA	-	0,11	0,17	-	6	3
Sr-90	BE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	BZ	-	0,11	0,22	-	3	0
Sr-90	CS	-	-	-	-	2	2
Sr-90	FE	-	0,031	0,13	-	6	3
Sr-90	GY	-	-	0,11	-	7	6
Sr-90	HA	-	-	-	-	1	1
Sr-90	HE	-	0,17	0,22	-	3	0
Sr-90	JA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	KO	-	-	-	-	9	9
Sr-90	NO	-	0,10	0,16	-	6	2
Sr-90	PE	-	-	0,16	-	3	2
Sr-90	SO	-	0,18	1,2	-	10	4
Sr-90	SZ	-	0,11	0,21	-	4	0
Sr-90	TO	-	-	0,088	-	2	1
Sr-90	VA	-	0,14	0,19	-	6	2
Sr-90	VE	-	0,12	0,17	-	3	1
Sr-90	ZA	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	BA	-	96	110	-	6	0
Összes-béta	BE	-	43	180	-	6	0
Összes-béta	BK	-	-	120	-	1	0
Összes-béta	BP	46	19	95	15	16	0
Összes-béta	BZ	55	28	130	28	19	0
Összes-béta	CS	66	22	180	44	17	0
Összes-béta	FE	-	36	120	-	9	0
Összes-béta	GY	61	24	170	41	25	0

### 5.3.1. táblázat. (folytatás)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	HA	54	29	110	24	17	0
Összes-béta	HE	-	110	140	-	3	0
Összes-béta	JA	-	70	130	-	3	0
Összes-béta	KO	120	39	160	37	10	0
Összes-béta	NO	-	76	130	-	6	0
Összes-béta	PE	-	68	200	-	5	0
Összes-béta	SO	140	71	440	110	10	0
Összes-béta	SZ	-	54	120	-	5	0
Összes-béta	TO	64	22	130	30	17	0
Összes-béta	VA	-	72	140	-	7	0
Összes-béta	VE	-	73	120	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	39	110	-	4	0
Cs-137	Összesen	0,13	0,040	0,33	-	153	139
Sr-90	Összesen	0,12	0,031	1,2	-	75	40
Összes-béta	Összesen	80	19	440	-	190	0

Az 5.3.2. ábrán szemléltetjük a minták összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskonzentrációi közötti korrelációt. A korreláció itt is jó, és látható, hogy az összes béta-aktivitás nagy részét a  $^{40}\text{K}$  aktivitása teszi ki.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben találhatjuk meg.



5.3.2. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszerek összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

## 6. Állati eredetű élelmiszerek

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

### 6.1. Tej, tejtermék

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

#### 6.1.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH mérési programja a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában tej, sajt illetve tejpor minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta, tejjgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (a jelentésben nem szerepelnek). Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  aktivitás mérése, illetve a <sup>90</sup>Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. 2014-ben a 19 megye és Budapest területéről 364 tej- és tejtermékminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,01 - 0,84 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,016 - 0,8 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. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mintavételi programjainak keretében 2014-ben összesen 253 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok, illetve a <sup>90</sup>Sr méréséhez ebből kiindulva 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 detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. A <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,25 Bq/kg.

Megjegyezzük, hogy különösen a tej és tejtermékek – de bizonyos mértékben a többi feldolgozott élelmiszer, pl. hús és hústermékek esetében is – az eredmények adott megyénél történő feltüntetése nem feltétlenül jellemzi a minta származási helyét, gyakran csak a mintavétel helyszínét.

A tej- és tejtermékmintákra vonatkozó mérési eredmények jellemzőit a 6.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a <sup>137</sup>Cs és <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációk nagyobb részt kimutatási határ alattiak. (Megjegyezzük, hogy a magasabb koncentrációk - a gyakran nem is hazai előállítású - tejporból származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

A tej- és tejtermékek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskonzentrációinak országos, éves átlaga 0,15 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  radionuklidé is hasonló, 0,22 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 85 Bq/kg volt 2014-ben.

6.1.1. táblázat. Tej és tejtermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

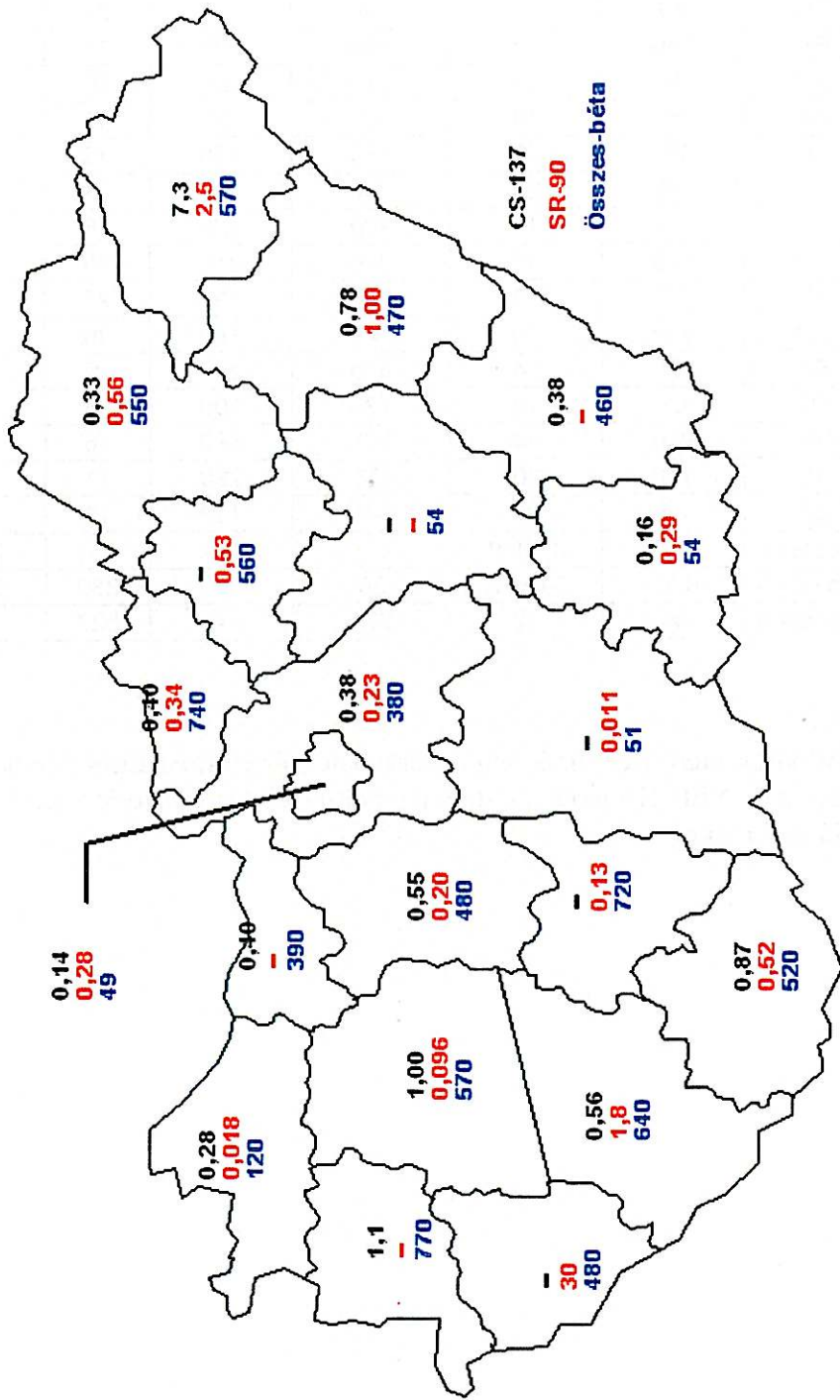
Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	0,030	0,87	-	21	17
Cs-137	BE	-	-	0,38	-	9	8
Cs-137	BK	-	-	-	-	28	28
Cs-137	BP	-	0,045	0,14	-	8	6
Cs-137	BZ	-	0,047	0,33	-	23	21
Cs-137	CS	-	-	0,16	-	10	9
Cs-137	FE	-	0,32	0,55	-	13	10
Cs-137	GY	0,12	0,013	0,28	0,093	36	26
Cs-137	HA	0,17	0,052	0,78	0,15	34	17
Cs-137	HE	-	-	-	-	15	15
Cs-137	JA	-	-	-	-	16	16
Cs-137	KO	-	-	0,40	-	16	15
Cs-137	NO	-	0,12	0,40	-	20	16
Cs-137	PE	0,094	0,0090	0,38	0,17	28	14
Cs-137	SO	-	0,060	0,56	-	20	16
Cs-137	SZ	-	0,28	7,3	-	18	13
Cs-137	TO	-	-	-	-	71	71
Cs-137	VA	0,23	0,012	1,2	0,30	26	12
Cs-137	VE	-	0,14	1,0	-	21	17
Cs-137	ZA	-	-	-	-	18	18
Sr-90	BA	0,15	0,023	0,52	0,15	18	5
Sr-90	BE	-	-	-	-	5	5
Sr-90	BK	-	-	0,011	-	12	11
Sr-90	BP	-	0,012	0,28	-	8	2
Sr-90	BZ	0,13	0,040	0,56	0,16	14	1
Sr-90	CS	-	-	0,29	-	15	14
Sr-90	FE	-	0,039	0,20	-	6	3
Sr-90	GY	-	0,0080	0,018	-	31	27
Sr-90	HA	-	0,024	1,0	-	16	9
Sr-90	HE	0,14	0,028	0,53	0,16	14	1
Sr-90	JA	-	-	-	-	11	11
Sr-90	KO	-	-	-	-	14	14
Sr-90	NO	-	0,021	0,34	-	20	13
Sr-90	PE	0,060	0,021	0,24	0,054	25	12
Sr-90	SO	-	0,020	1,8	-	20	13
Sr-90	SZ	0,45	0,019	2,5	0,66	15	0
Sr-90	TO	0,043	0,0073	0,13	0,049	34	16
Sr-90	VA	-	-	-	-	25	25
Sr-90	VE	-	-	0,096	-	18	17
Sr-90	ZA	-	0,030	30	-	18	10



6.1.1. táblázat. (folytatás)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Összes-béta	BA	150	19	520	190	23	0
Összes-béta	BE	-	18	460	-	7	0
Összes-béta	BK	46	36	51	4,2	23	0
Összes-béta	BP	38	17	49	8,7	24	0
Összes-béta	BZ	67	12	550	100	38	0
Összes-béta	CS	40	22	54	5,4	37	0
Összes-béta	FE	160	24	490	190	12	0
Összes-béta	GY	46	19	120	23	49	0
Összes-béta	HA	58	14	470	94	41	0
Összes-béta	HE	78	29	560	130	15	0
Összes-béta	JA	38	20	54	11	14	0
Összes-béta	KO	66	19	390	86	16	0
Összes-béta	NO	130	26	740	210	20	0
Összes-béta	PE	79	18	380	98	27	0
Összes-béta	SO	130	25	640	180	20	0
Összes-béta	SZ	190	34	570	240	18	0
Összes-béta	TO	61	19	720	100	78	0
Összes-béta	VA	220	44	770	280	26	0
Összes-béta	VE	160	30	570	220	21	0
Összes-béta	ZA	64	19	480	110	18	0
Cs-137	Összesen	0,15	0,0090	7,3	-	451	365
Sr-90	Összesen	0,22	0,0073	30	-	339	209
Összes-béta	Összesen	85	12	770	-	527	0

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben találhatjuk meg.



6.1.1. ábra. Tej és tejtermék mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

## 6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi

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

### 6.2.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha, baromfi, házinyúl, hal és vadhús szerepel. A  $\gamma$ -spektrum analízist 105°C-on szárított 450 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 200-250 g), 80 000 s mérési idővel végzik a laboratóriumok. 2014-ben a 19 megye és Budapest területéről 275 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,04 - 0,34 Bq/kg.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek <sup>137</sup>Cs szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm<sup>3</sup> térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik (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, HAKSER és egyéb mintavételi programjai keretében 2014-ben összesen 104 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-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. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. Jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs).

A hús- és hústermék mintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit a 6.2.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációk közel háromnegyede itt is kimutatási határ alatti.

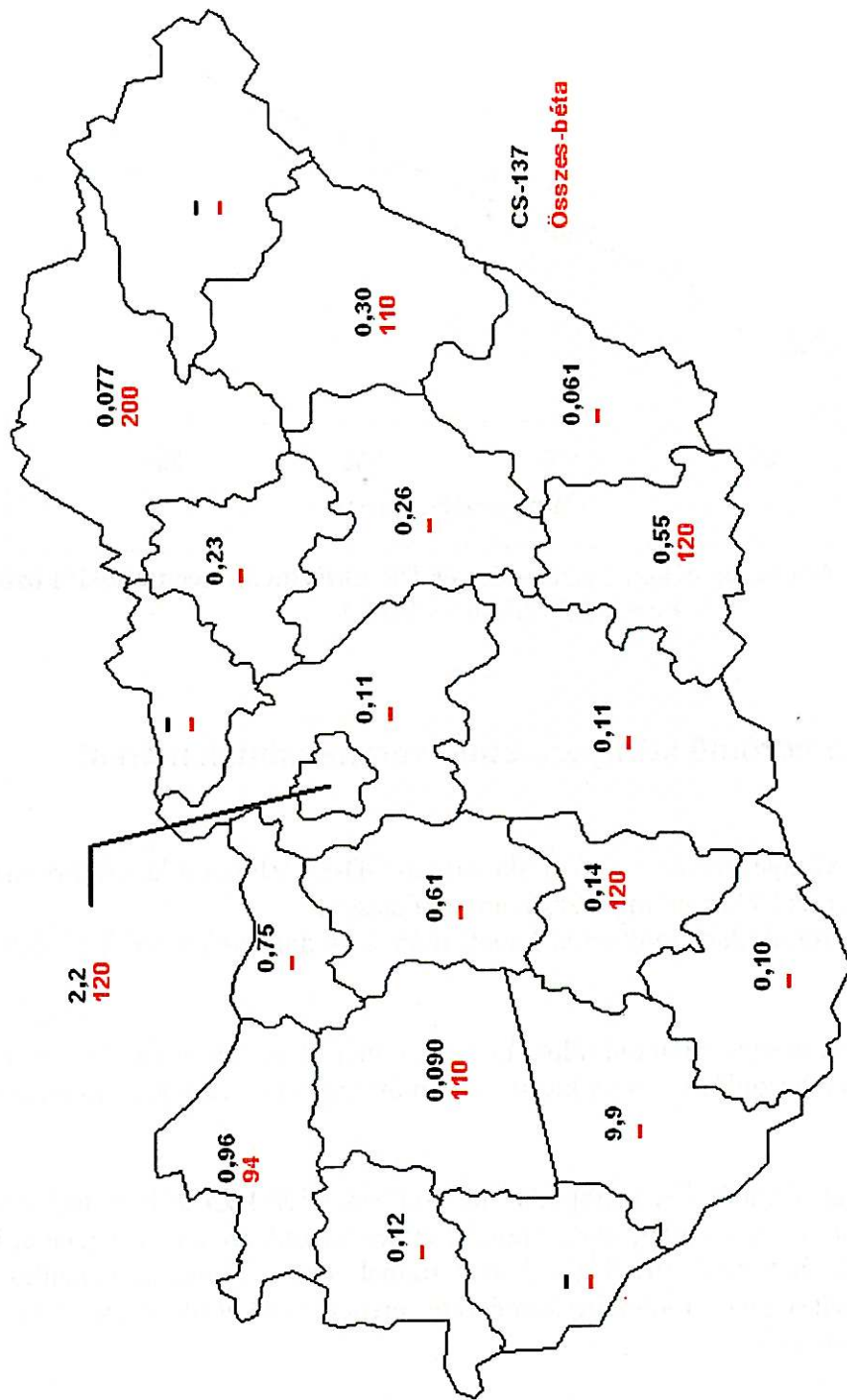
A hús és hústermékek <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,14 Bq/kg, a döntően természetes eredetű (<sup>40</sup>K) összes béta-aktivitása pedig 88 Bq/kg volt 2014-ben, az értékek a 2013. évihez hasonlóak voltak.

**6.2.1. táblázat. Hús és hústermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

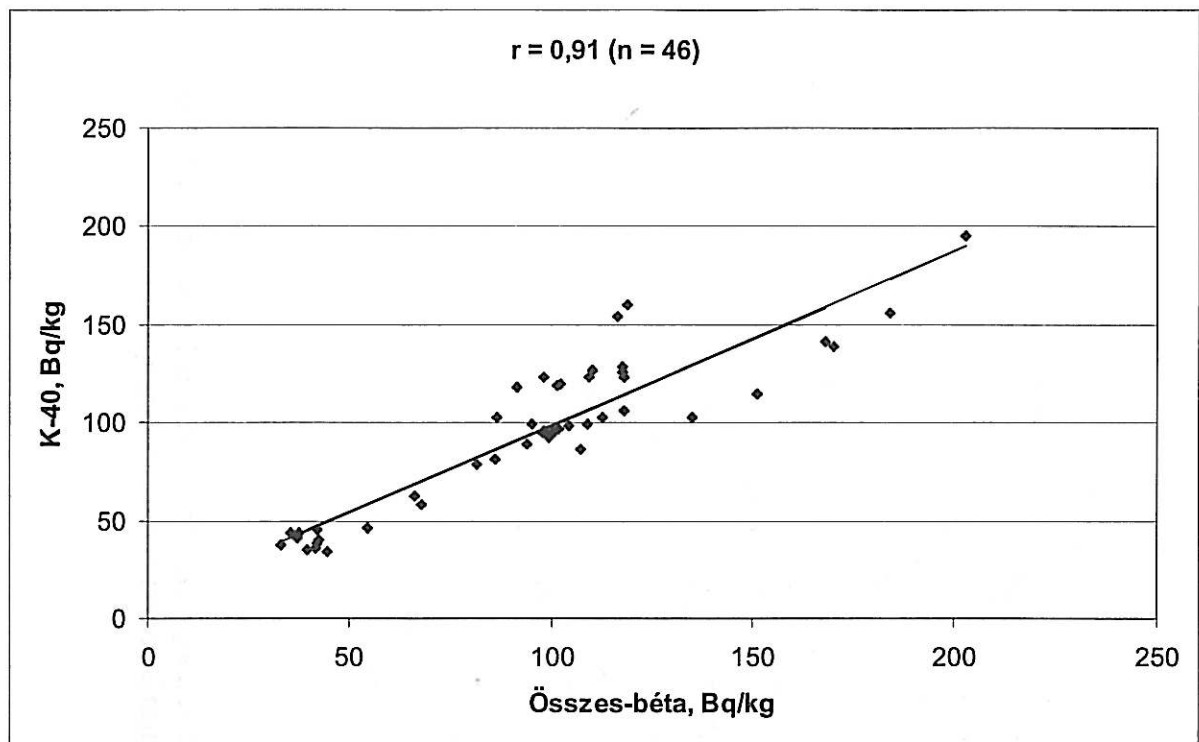
Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	BA	-	-	0,10	-	7	6
Cs-137	BE	-	0,040	0,061	-	28	24
Cs-137	BK	-	-	0,11	-	6	5
Cs-137	BP	-	0,042	0,76	-	20	14
Cs-137	BZ	-	0,057	0,077	-	10	7
Cs-137	CS	-	0,072	0,55	-	28	24
Cs-137	FE	-	0,12	0,61	-	7	3
Cs-137	GY	-	0,029	0,81	-	10	4
Cs-137	HA	0,12	0,040	0,30	0,055	35	17
Cs-137	HE	-	0,040	0,23	-	23	19
Cs-137	JA	-	0,050	0,26	-	16	11
Cs-137	KO	-	-	-	-	4	4
Cs-137	PE	0,079	0,040	0,11	0,020	35	25
Cs-137	SO	0,42	0,089	9,9	1,7	33	20
Cs-137	SZ	-	-	-	-	18	18
Cs-137	TO	-	-	0,14	-	18	17
Cs-137	VA	-	0,056	0,12	-	20	14
Cs-137	VE	-	-	0,090	-	9	8
Cs-137	ZA	-	-	-	-	7	7
Összes-béta	BP	87	36	120	33	14	0
Összes-béta	BZ	110	21	200	57	14	0
Összes-béta	CS	88	41	120	29	14	0
Összes-béta	GY	69	32	94	23	13	0
Összes-béta	HA	81	42	110	26	14	0
Összes-béta	TO	85	33	120	28	13	0
Összes-béta	VE	-	-	110	-	1	0
Cs-137	Összesen	0,14	0,029	9,9	-	334	247
Összes-béta	Összesen	88	21	200	-	83	0

A húsban és hústermékekben mért összes-béta és <sup>40</sup>K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.2. ábrán szemléltetjük. A 2013. év eredményeihez hasonlóan a korreláció itt is erősnek mondható.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben találhatjuk meg.



6.2.1.1. ábra. Hús és hústermék mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésekből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)



6.2.2. ábra. Hús és hústermékek összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüÁ és FmÁ)

### 6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei

A Paksi Atomerőmű környezetében a KvVÁ alá tartozó DD-KTVF pécsi laboratóriuma végzi a halak mintázását és mérését az erőmű alatti Duna-szakaszon.

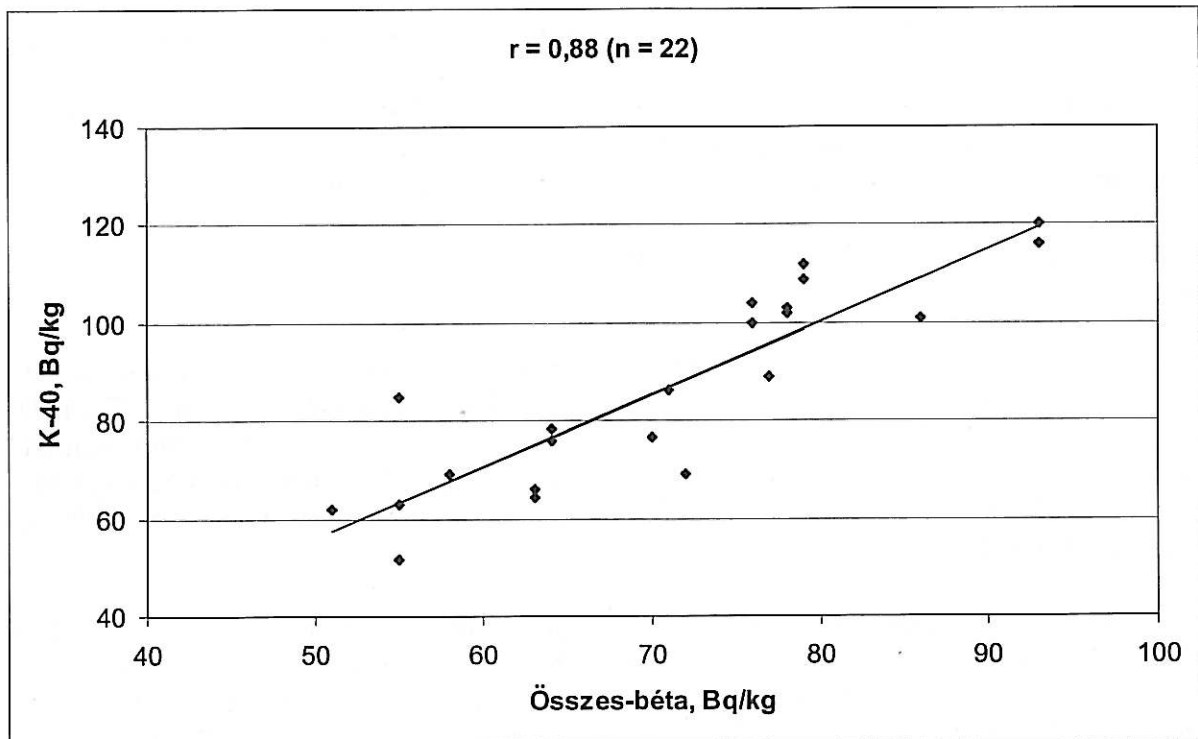
A dunai halakra, az erőmű alatti szakaszon kapott mérési eredményeket a 6.2.2. táblázatban foglaltuk össze.

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

A halakban mért összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt a 6.2.3. ábrán szemléltetjük, a korreláció elég erős, a tavalyi évhez hasonlóan, annak ellenére, hogy a halak - a szárazföldi állatoktól eltérően - koncentrálnak egyes fémeket, valamint a  $^{40}\text{K}$  izotópon kívül más béta-sugárzó, többnyire természetes eredetű radioaktív izotóp is hozzájárul az összes-béta eredményekhez.

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

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kha
Cs-137	0,26	0,040	0,52	0,12	22	3
Sr-90	-	-	-	-	22	22
Összes-béta	71	51	93	12	22	0



6.2.3. ábra. Halak összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskonzentrációi közötti összefüggés (KvVÁ)

## 7. Felszíni vizek

A felszíni vizek radioaktív szennyeződése nem csak normál időszakban, hanem általában még balesetek idején sem jelentős. Ennek ellenére a vizek monitorozása fontos feladat, hiszen ivóvizünk jelentős részben felszíni vízi eredetű.

### 7.1. Országos adatok

A Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat területi felügyelőségeihez tartozó laboratóriumok az országos felszíni vízminőségi törzshálózat program keretében mérik a vizek összes béta-aktivitáskoncentrációit. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző programjához csatlakozóan a pécsi laboratórium a Duna erőmű feletti és alatti szakaszán a vízmintákon gamma-spektrometriai mérést ( $^{137}\text{Cs}$ ) és  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentráció meghatározást is végez.

2014-ban mérési programjaik keretében 263 vízminta vizsgálatát végezték el a KvVÁ laboratóriumai.

Az ERMAH mérési program keretében a laboratóriumok megynként 1-1 mintavételi pontban havonta egy folyóvizet és negyedévente egy állóvizet mintáznak. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2014-ban összesen 586 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes-béta, féléves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.

Az OSSKI a Duna-alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vizéből Gönyűnél, Észak-Pesten (Nagy Felszíni Vízmű – NFVM), Budafokon, Pakson és Mohácson, illetve a Szelidi-tóból is történik mintavételezés. A paksi mérések eredményeit a következő alfejezet tartalmazza. A mintákból havonta összes béta-aktivitás,  $^{40}\text{K}$ - és  $^3\text{H}$ -koncentráció mérések, illetve negyedévente  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai meghatározások történnek. A mintaelőkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literről 150 ml-re), az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást, a  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitáskoncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. Az összes béta-aktivitás méréseket az OSSKI 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.

A NÉBIH laboratóriumai Baja, Uszód és Gerjen közelében havonta vesznek mintát a Duna vizéből és H-3-meghatározást végeznek belőle.

A 2014 évben kapott mérési eredményeket a 7.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, általában 0,1-130 mBq/l nagyságrendű. Az összes-béta aktivitáskoncentrációk 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.



7.1.1. 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	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Balaton	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Cseke tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Deseda tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Duna	4,1	0,12	76	10	56	39
Cs-137	Eger patak	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Fehér Körös	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Fehér tó	-	-	40	-	2	1
Cs-137	Fertő tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Hámori tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Hármas Körös	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Holt Duna-ág	-	-	-	-	5	5
Cs-137	Holt tiszta	-	-	20	-	5	4
Cs-137	Horgász-tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kapos	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kondor tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Laskóvölgyi víztározó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Maros	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Orfűi tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Palotási víztározó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Rába	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Sárvár tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Séd patak	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Sóstó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Szelidi tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Szinva folyó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Tisza	-	-	-	-	11	11
Cs-137	Vártó	-	-	130	-	3	2
Cs-137	Vekeri tó	-	-	20	-	4	3
Cs-137	Zagyva	-	-	-	-	2	2
H-3	Duna	2900	120	25000	3000	160	17
H-3	Szelidi tó	970	200	1500	320	11	1
Sr-90	Duna	-	0,52	12	-	34	25
Sr-90	Holt Duna-ág	-	-	-	-	1	1
Sr-90	Kondor tó	-	-	-	-	2	2
Sr-90	Szelidi tó	-	-	6,1	-	4	3

7.1.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kha
Összes-béta	Által ér	280	230	340	36	12	0
Összes-béta	Balaton	330	240	390	30	28	0
Összes-béta	Bódva	180	100	360	70	12	0
Összes-béta	Börzsöny patak	-	110	140	-	2	0
Összes-béta	Cseke tó	-	510	650	-	4	0
Összes-béta	Deseda tó	-	140	150	-	4	0
Összes-béta	Dráva	100	72	140	16	12	0
Összes-béta	Duna	190	16	15000	1000	211	0
Összes-béta	Eger patak	380	280	890	160	12	0
Összes-béta	Fehér Körös	-	92	200	-	7	0
Összes-béta	Fehér tó	-	340	600	-	4	0
Összes-béta	Fertő tó	-	590	900	-	4	0
Összes-béta	Hámori tó	-	47	94	-	4	0
Összes-béta	Hármas Körös	-	130	160	-	4	0
Összes-béta	Hármas-Körös	-	100	150	-	13	4
Összes-béta	Hernád	160	80	250	52	12	0
Összes-béta	Holt Duna-ág	170	140	220	24	12	0
Összes-béta	Holt tizza	-	130	400	-	5	0
Összes-béta	Horgász-tó	-	170	250	-	4	0
Összes-béta	Kapos	340	120	650	170	24	0
Összes-béta	Keleti Főcsatorna	150	87	240	43	12	0
Összes-béta	Kondor tó	-	93	140	-	9	0
Összes-béta	Kőér patak	540	300	1100	200	12	0
Összes-béta	Lajta	130	120	140	7,4	12	0
Összes-béta	Laskóvölgyi víztározó	-	390	480	-	4	0
Összes-béta	Letkés patak	-	150	260	-	2	0
Összes-béta	Maros	-	130	220	-	5	0
Összes-béta	Nádor-csatorna	440	380	530	48	12	0
Összes-béta	Orfői tó	-	49	110	-	4	0
Összes-béta	Palotási víztározó	-	350	990	-	4	0
Összes-béta	Pinka	79	60	100	14	12	0
Összes-béta	Rába	120	20	250	39	36	0
Összes-béta	Sajó	170	110	230	39	12	0
Összes-béta	Sárvár tó	-	120	220	-	4	0
Összes-béta	Séd patak	110	80	180	26	12	0
Összes-béta	Sió	390	320	490	55	12	0
Összes-béta	Sóstó	-	-	200	-	1	0
Összes-béta	Szelidi tó	200	110	320	68	20	0
Összes-béta	Szinva folyó	160	58	290	71	11	0
Összes-béta	Tisza	150	62	380	65	46	3
Összes-béta	Vártó	-	95	220	-	4	0
Összes-béta	Vekeri tó	-	86	190	-	6	0
Összes-béta	Velencei-tó	1800	1300	2200	340	12	0
Összes-béta	Zagyva	490	270	630	100	12	0

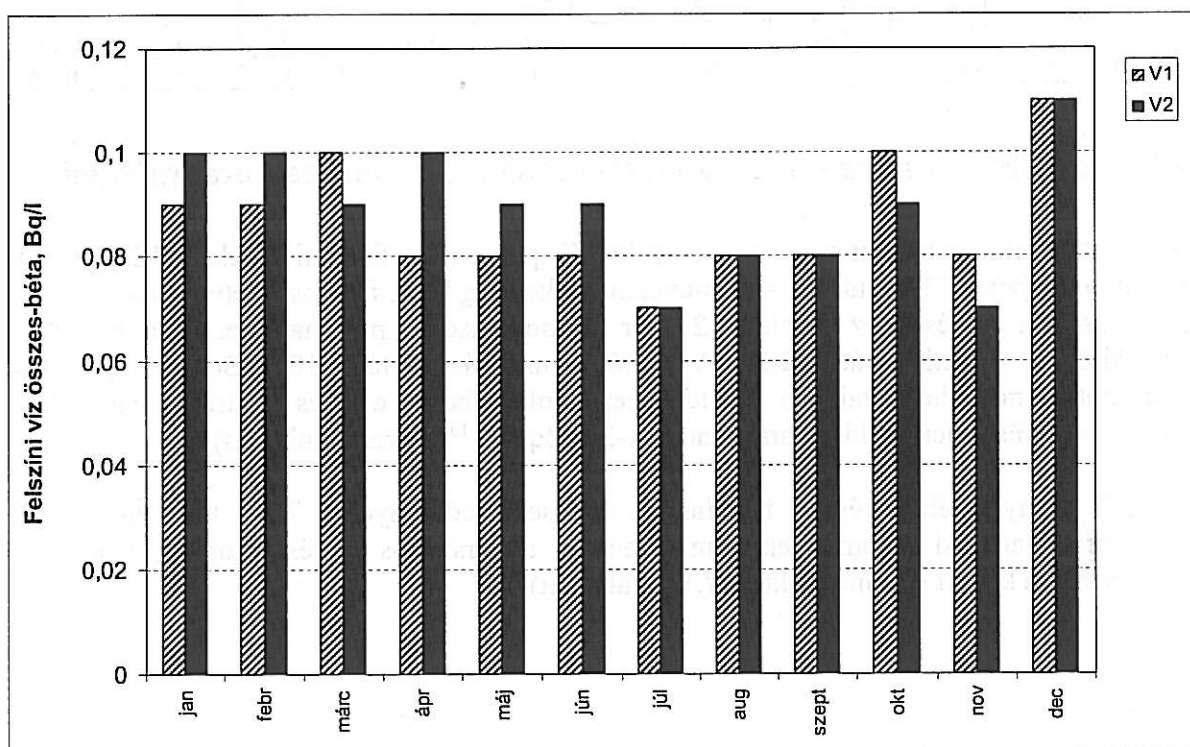
## 7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk

### 7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai

#### 7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai

Az erőmű környezet-ellenőrzési programja keretében rendszeresen méri a hidegvíz (V1) és melegvízcsatorna (V2) vizének aktivitáskoncentrációit. Az összes béta-aktivitások havi átlagait a 7.2.1. ábrán mutatjuk be (az összes-béta mérések jellemző energiája 100 és 1000 keV közötti).

A hidegvízcsatorna vizének aktivitáskoncentrációja meg kell hogy egyezzen a Dunáéval, a melegvízcsatornánál sem várható lényeges emelkedés. A 7.2.1. ábrán a melegvízcsatorna vizének havi átlagai számottevő mértékben nem haladják meg a hidegvízcsatorna hasonló értékeit.



7.2.1. ábra. A Paksi Atomerőmű hideg- és melegvízcsatornájában mért összes béta-aktivitáskoncentrációk

### 7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai

Az OSSKI a Duna alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vizéből Paksnál, illetve a paksi kollégák segítségével az M5 és T24 figyelőkutakból, valamint a V2 melegvizes csatornából. A mintákból havonta összes béta-aktivitás,  $^{40}\text{K}$ - és  $^3\text{H}$ -koncentráció mérések, illetve negyedévente  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai meghatározások történnek. A minta-előkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literről 150 ml-re), az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és  $380\text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hamvasztást, a  $^{90}\text{Sr}$ -aktivitáskoncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a  $^{40}\text{K}$  koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációja minden esetben kimutatási határ alatti volt. A mérési eredményeket a 7.2.1. táblázat tartalmazza.

### 7.2.1. táblázat. Paks közvetlen környezetében vett Dunavíz-minták aktivitása (OSSKI)

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kha	Egység
Sr-90	Paks	-	2,0	3,2	-	4	1	mBq/l
Sr-90	V2	-	1,5	4,7	-	4	0	mBq/l
H-3	M5	70,9	35,5	169,9	40,4	12	0	Bq/l
H-3	T24	65,2	29,2	99,2	21,5	12	0	Bq/l
H-3	V2	1,95	1,25	3,38	0,63	12	0	Bq/l
K-40	Paks	-	54,0	84,0	-	4	0	mBq/l

### 7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei

A vízminták mintavétele kiterjed a csapadéokra (2 ponton), a felszíni vizekre (12 ponton), valamint a talajvízre (27 ponton). A mintavételi gyakoriság havi, féléves, illetve éves.

Az összes-béta mérésekhez legalább 2 liter vízmennyiséget párolnak be, és a bepárlási maradékból 1 g aktivitását mérik. A mérés kimutatási határa 10 mBq/l. A gamma-spektrometriai méréshez általában 10 liter vizet párolnak be, és a teljes bepárolt mennyiséget elemzik. A mérés jellemző kimutatási határa 1-2 mBq/l (a  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidra).

Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményeit a 7.2.2. táblázat foglalja össze. Az ellenőrzési eredmények nem térnek el az országos mérési program keretében felszíni vizekre kapott eredményektől (7.1.1. táblázat).

**7.2.2. táblázat. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérési eredményeinek éves jellemzői**

Radionuklid	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
C-14	-	0,0034	0,15	-	6	1
Cs-137	-	-	-	-	12	12
H-3	-	0,84	0,96	-	6	3
K-40	-	0,24	0,43	-	7	4
Sr-90	-	0,00013	0,0043	-	3	1
U-235	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	0,19	0,055	0,59	0,14	12	0

**7.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz- és iszapminták mérési eredményei (OSSKI)**

Az OSSKI három határ menti településen (Bernecebaráti, Letkés, Nagybörzsöny) vesz folyóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta-aktivitáskonzentrációját, valamint a trícium és <sup>40</sup>K koncentrációját. A minta-előkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A <sup>40</sup>K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az összes béta-aktivitás méréseket az OSSKI az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A mérési eredményeket a 7.2.3. táblázat tartalmazza.

**7.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó folyóvízminták összes béta-aktivitáskonzentrációja, trícium és <sup>40</sup>K koncentrációja (Bq/l)**

	Összes béta-aktivitáskonc.		Trícium koncentráció		<sup>40</sup> K koncentráció	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	0,07 ± 0,01	0,27 ± 0,03	0,83 ± 0,22	1,27 ± 0,25	0,05 ± 0,001	0,08 ± 0,002
Letkés	0,15 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,73 ± 0,20	0,82 ± 0,24	0,12 ± 0,002	0,23 ± 0,005
Nagybörzsöny	0,11 ± 0,02	0,14 ± 0,02	1,08 ± 0,24	0,84 ± 0,23	0,08 ± 0,002	0,10 ± 0,002

Az OSSKI ugyanezek a helyszíneken ugyancsak féléves gyakorisággal iszapmintákat is vizsgál gamma-spektrometriai módszerrel. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm<sup>3</sup> térfogaton) végzik 40000 s mérési idővel. A <sup>137</sup>Cs aktivitáskonzentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 7.2.4. táblázat tartalmazza.

**7.2.4. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták <sup>137</sup>Cs koncentrációja (Bq/kg)**

	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	3,19 ± 0,3	1,83 ± 0,1
Letkés	7,70 ± 0,3	6,82 ± 0,2
Nagybörzsöny	4,45 ± 0,2	2,17 ± 0,9

## 8. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz

Az ivóvízre fokozottan érvényes az, amit a felszíni vizek bevezető részében írtunk, azaz radioaktív szennyeződése nem csak normál időszakban, hanem általában még balesetek idején sem jelentős. Az ivóvíz stratégiai jelentősége miatt monitorozása azonban ennek ellenére kiemelten fontos feladat.

### 8.1. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz országos adatok

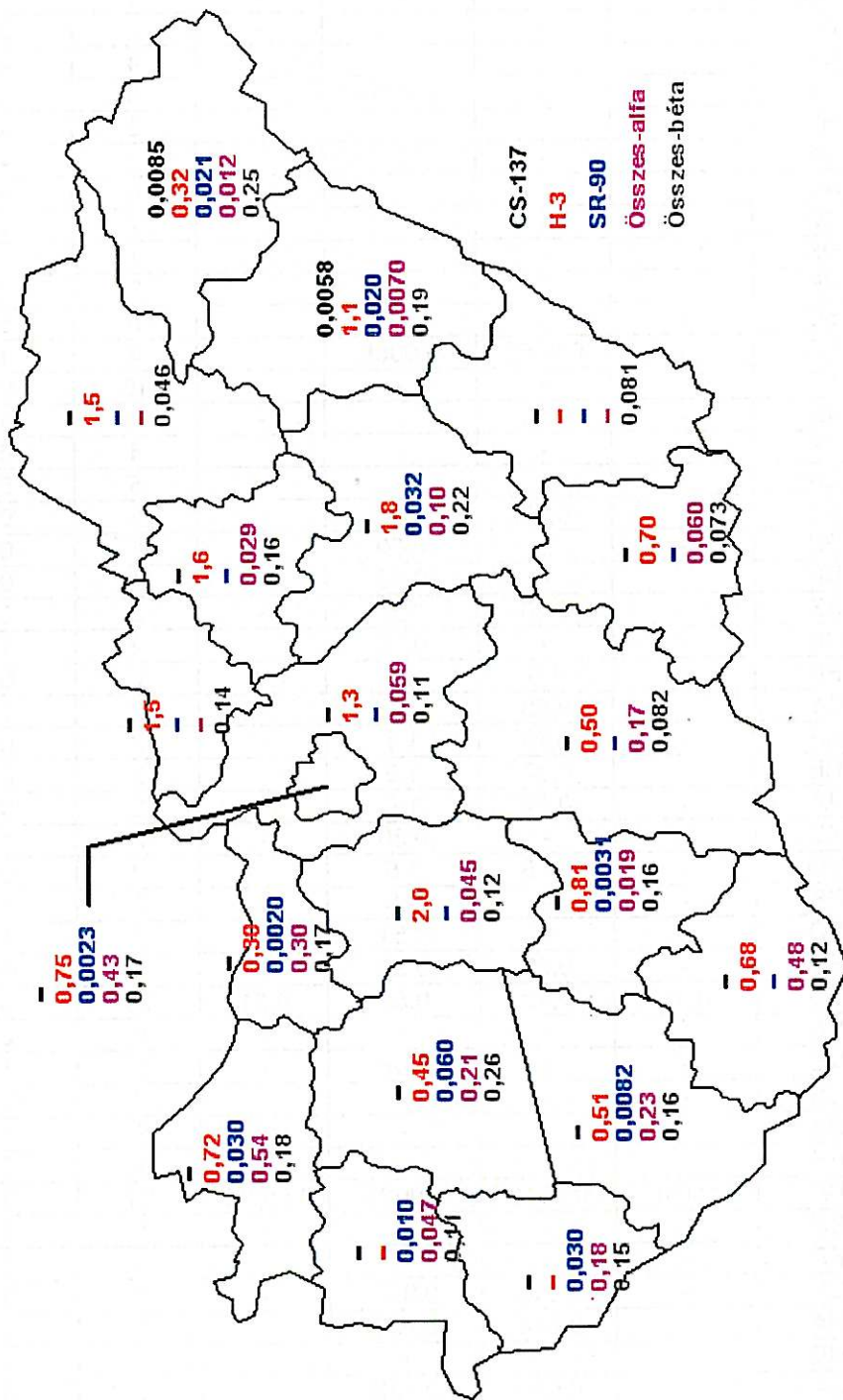
Országos vezetékes ivóvíz-ellenőrzési programot az EüÁ ERMAH laboratóriumok végeznek. A mintavételi program megyénkénti negyedéves mintázást ír elő az összes-béta mérésekhez. Ezenkívül a  $^3\text{H}$  és  $^{90}\text{Sr}$  vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2014-ben összesen 328 vízminta vizsgálatát végezték el. Az ERMAH laboratóriumai az ivóvíz minták összes béta-aktivitását szintén 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: 0,16-0,20 Bq/l ( $^3\text{H}$ ), 5-30 mBq/l ( $^{90}\text{Sr}$ ).

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ivóvíz - elsősorban élelmiszeripari technológiai víz - méréseket. 2014-ben összesen 64 vízminta vizsgálatát végezték el. Jellemző kimutatási határok;  $^{137}\text{Cs}$ : 0,0008 - 0,01 Bq/l;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,02 Bq/l;  $^3\text{H}$ : 0,2 Bq/l.

Az ivóvíz aktivitáskonzentrációira kapott maximumok országos eloszlását a 8.1.1. ábra szemlélteti. Az ivóvízmintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit a 8.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy a  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskonzentrációk a minták több mint háromnegyedénél kimutatási határ alattiak voltak.

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 aktivitáskonzentrációi két jellemző csoportba sorolhatók. A felszíni víz eredetű ivóvizeknél az érték hasonló a felszíni vizekéhez, 1-2 Bq/l nagyságú. A mélységi ivóvizek (karszt, artézi) trícium koncentrációi viszont legfeljebb a néhány tized Bq/l értéket érik el.

Az ivóvíz  $^3\text{H}$  aktivitáskonzentrációinak országos, éves átlaga 0,57 Bq/l, a legnagyobb érték (2,0 Bq/l) is jóval kisebb mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációi 0,0011-0,060 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,098 Bq/l, az összes alfa-aktivitások átlaga 0,085 Bq/l, míg a  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, értékeik a 0,0058 és 0,0085 Bq/l. között találhatók.



8.1.1. ábra. Ivóvíz mérési eredmények éves maximum értékei (EuÁ és FmÁ, Bq/l, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

8.1.1. 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	BE	-	-	-	-	1	1
Cs-137	BK	-	-	-	-	5	5
Cs-137	BP	-	-	-	-	13	13
Cs-137	BZ	-	-	-	-	2	2
Cs-137	CS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	FE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	GY	-	-	-	-	4	4
Cs-137	HA	-	-	0,0058	-	3	2
Cs-137	HE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	JA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	KO	-	-	-	-	4	4
Cs-137	NO	-	-	-	-	2	2
Cs-137	NS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	PE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	SO	-	-	-	-	5	5
Cs-137	SZ	-	0,0058	0,0085	-	4	1
Cs-137	TO	-	-	-	-	18	18
Cs-137	VA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	VE	-	-	-	-	6	6
Cs-137	ZA	-	-	-	-	5	5
H-3	BA	-	0,55	0,68	-	2	0
H-3	BK	-	-	0,50	-	1	0
H-3	BP	-	-	0,75	-	1	0
H-3	BZ	-	0,60	1,5	-	3	0
H-3	CS	-	-	0,70	-	2	1
H-3	FE	-	1,6	2,0	-	2	0
H-3	GY	-	0,65	0,72	-	2	0
H-3	HA	-	0,73	1,1	-	2	0
H-3	HE	-	0,87	1,6	-	2	0
H-3	JA	-	0,67	1,8	-	2	0
H-3	KO	-	-	0,30	-	2	1
H-3	NO	-	0,66	1,5	-	2	0
H-3	PE	-	-	1,3	-	2	1
H-3	SO	-	-	0,51	-	2	1
H-3	SZ	-	0,20	0,32	-	2	0
H-3	TO	0,39	0,32	0,81	0,21	26	12
H-3	VA	-	-	-	-	2	2
H-3	VE	-	-	0,45	-	2	1
H-3	ZA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BA	-	-	-	-	1	1
Sr-90	BK	-	-	-	-	2	2
Sr-90	BP	0,0016	0,0011	0,0023	0,00037	11	0
Sr-90	BZ	-	-	-	-	1	1
Sr-90	FE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	GY	-	0,013	0,030	-	2	0
Sr-90	HA	-	0,016	0,020	-	2	0
Sr-90	HE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	JA	-	0,027	0,032	-	2	0
Sr-90	KO	-	-	0,0020	-	1	0
Sr-90	NO	-	-	-	-	1	1



8.1.1. táblázat. (folytatás)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Sr-90	SO	-	-	0,0082	-	1	0
Sr-90	SZ	-	0,0066	0,021	-	2	0
Sr-90	TO	-	-	0,0031	-	9	8
Sr-90	VA	-	-	0,010	-	2	1
Sr-90	VE	-	-	0,060	-	3	2
Sr-90	ZA	-	-	0,030	-	2	1
Összes-alfa	BA	-	0,056	0,48	-	3	1
Összes-alfa	BK	-	0,044	0,17	-	2	0
Összes-alfa	BP	0,092	0,028	0,43	0,10	13	0
Összes-alfa	CS	-	-	0,060	-	1	0
Összes-alfa	FE	-	0,017	0,045	-	2	0
Összes-alfa	GY	-	0,030	0,54	-	4	2
Összes-alfa	HA	-	0,0070	0,0070	-	3	1
Összes-alfa	HE	-	-	0,029	-	1	0
Összes-alfa	JA	-	0,0070	0,10	-	4	1
Összes-alfa	KO	-	0,018	0,30	-	3	0
Összes-alfa	NS	-	-	0,10	-	1	0
Összes-alfa	PE	-	0,030	0,059	-	2	0
Összes-alfa	SO	-	0,020	0,23	-	5	2
Összes-alfa	SZ	-	0,0070	0,012	-	2	0
Összes-alfa	TO	-	-	0,019	-	3	2
Összes-alfa	VA	-	-	0,047	-	3	2
Összes-alfa	VE	-	0,027	0,21	-	4	0
Összes-alfa	ZA	-	0,11	0,18	-	4	1
Összes-béta	BA	-	0,073	0,12	-	4	0
Összes-béta	BE	-	0,040	0,081	-	4	0
Összes-béta	BK	0,062	0,044	0,082	0,012	13	0
Összes-béta	BP	0,13	0,071	0,17	0,023	25	0
Összes-béta	BZ	-	0,031	0,046	-	4	0
Összes-béta	CS	-	0,060	0,073	-	4	0
Összes-béta	FE	-	0,10	0,12	-	4	0
Összes-béta	GY	0,092	0,040	0,18	0,031	42	0
Összes-béta	HA	0,13	0,019	0,19	0,049	13	0
Összes-béta	HE	-	0,11	0,16	-	4	0
Összes-béta	JA	0,11	0,028	0,22	0,052	14	0
Összes-béta	KO	0,11	0,040	0,17	0,039	11	0
Összes-béta	NO	-	0,082	0,14	-	6	0
Összes-béta	NS	-	-	0,090	-	1	0
Összes-béta	PE	-	0,059	0,11	-	2	0
Összes-béta	SO	-	0,060	0,16	-	7	0
Összes-béta	SZ	0,12	0,043	0,25	0,072	12	0
Összes-béta	TO	0,087	0,040	0,16	0,028	52	0
Összes-béta	VA	-	0,028	0,11	-	6	0
Összes-béta	VE	-	0,050	0,26	-	8	0
Összes-béta	ZA	-	0,070	0,15	-	7	0
Cs-137	Összesen	-	0,0058	0,0085	-	91	87
H-3	Összesen	0,57	0,20	2,0	-	61	21
Sr-90	Összesen	0,012	0,0011	0,060	-	44	19
Összes-alfa	Összesen	0,085	0,0070	0,54	-	60	12
Összes-béta	Összesen	0,098	0,019	0,26	-	243	0

## 8.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OSSKI)

Az OSSKI három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom, Vác) vesz ivóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta-aktivitáskonzentrációját, valamint a trícium és  $^{40}\text{K}$  koncentrációját. A minta-előkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és  $380\text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A  $^{40}\text{K}$  koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. Az OSSKI ezen ivóvíz minták összes béta-aktivitás mérését a korábbiakban már bemutatott mérőműszerrel végzi el. A mérési eredményeket a 8.2.1. táblázat tartalmazza.

8.2.1. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó ivóvízminták összes béta-aktivitáskonzentrációja, trícium és  $^{40}\text{K}$  koncentrációja (Bq/l)

	Összes béta-aktivitáskonc.		Trícium koncentráció		$^{40}\text{K}$ koncentráció	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	$0,12 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,03$	$0,50 \pm 0,2$	$0,77 \pm 0,2$	$0,09 \pm 0,002$	$0,09 \pm 0,002$
Esztergom	$0,08 \pm 0,02$	$0,10 \pm 0,02$	$0,76 \pm 0,2$	$0,98 \pm 0,3$	$0,08 \pm 0,002$	$0,07 \pm 0,001$
Vác	$0,13 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,02$	$2,09 \pm 0,2$	$1,85 \pm 0,2$	$0,09 \pm 0,002$	$0,11 \pm 0,002$

## 8.3. Ásványvizek

Bár az ásványvizek a hatósági szabályozás szempontjából nem tartoznak az ivóvíz kategóriába – azaz kivételek pl. az utóbbi minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendelet előírásai alól is – hazánkban is erősen emelkedő mértékű fogyasztásuk indokolja radiológiai szempontból történő vizsgálatukat. A 2014-ben kapott eredményeket a 8.2.1. táblázatban foglaltuk össze.

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben szerepel negyedévenkénti mintavétel. Az EüÁ ERMAH és egyéb mintavételi programjai keretében 2014-ben összesen 29 mintán végeztek méréseket.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ásványvízméréseket. 2014-ben összesen 15 ásványvízminta részletes radioanalitikai vizsgálatát végezték el.

Az ásványvizekre kapott eredményeket a 8.1.1. táblázatban szereplő aktivitáskonzentrációkkal összevetve megállapítható, hogy a vizsgált ásványvizek összes béta-aktivitása gyakorlatilag nem haladja meg a vezetékes ivóvizek hasonló értékeit, ami a 2005. évi jelentésben közölt, speciális felmérésben szereplő ásványvizek több mint felére kapott eredménytől eltérő képet tükröz továbbra is.

8.3.1. táblázat. Ásványvíz mérési eredmények jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kha
Cs-137	BP	-	-	-	-	1	1
Cs-137	BZ	-	-	-	-	2	2
Cs-137	FE	-	-	-	-	1	1
Cs-137	GY	-	-	-	-	3	3
Cs-137	HA	-	0,023	0,023	-	5	3
Cs-137	KO	-	-	-	-	1	1
Cs-137	PE	-	-	0,00090	-	4	3
Cs-137	SO	-	-	-	-	1	1
Cs-137	TO	-	-	-	-	2	2
Cs-137	VE	-	-	-	-	3	3
Cs-137	ZA	-	-	-	-	1	1
H-3	BP	-	-	0,50	-	1	0
H-3	GY	-	-	-	-	1	1
H-3	PE	-	-	-	-	4	4
H-3	VE	-	0,50	0,75	-	2	0
Összes-béta	BP	-	0,030	0,24	-	5	0
Összes-béta	BZ	-	0,032	0,41	-	4	0
Összes-béta	CS	-	0,063	0,10	-	4	0
Összes-béta	FE	-	-	0,30	-	1	0
Összes-béta	GY	-	0,040	0,090	-	5	0
Összes-béta	HA	-	0,011	0,21	-	6	0
Összes-béta	KO	-	-	0,10	-	1	0
Összes-béta	PE	-	0,033	0,62	-	4	0
Összes-béta	SO	-	-	0,080	-	1	0
Összes-béta	TO	-	0,099	0,19	-	3	0
Összes-béta	VE	-	0,020	0,13	-	3	0
Összes-béta	ZA	-	-	0,20	-	1	0
Cs-137	Összesen	-	0,00090	0,023	-	24	21
H-3	Összesen	-	0,50	0,75	-	8	5
Összes-béta	Összesen	0,15	0,011	0,62	-	38	0

## 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 gyakorisága féléves és a régiókra terjed ki. A program összeállításánál cél volt, hogy a vizsgált készítmények közétkeztetésből származzon, minél nagyobb lakossági csoport fogyasztását reprezentálja. Az ételmintákat 5 munkanapon (ha megoldható, egy teljes héten keresztül gyűjtik).

## 9.1. Országos adatok

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben szerepel félévenkénti mintavétel. Az EüÁ ERMAH és egyéb mintavételi programjai keretében 2014-ben összesen 21 mintát vettek. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított teljes hamujából, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 0,3 g-jából végzik a laboratóriumok. A minta  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentrációját 10 g hamuból kiindulva határozzák meg radiokémiai feltárás és elválasztás után. Az ERMAH laboratóriumai a minták összes béta-aktivitását szintén szcintillációs detektorokkal és alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel mérik. A detektorok a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok mérésére alkalmasak. Az eredményeket Bq/kg egységben adjuk meg. Jellemző kimutatási határok: 0,01-0,05 Bq/kg ( $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidra egyaránt).

A 2014. évi eredményeket a 9.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  a  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációk többsége a kimutatási határ alatt volt. A lakosság által fogyasztott ételekben tehát a csernobili eredetű  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentrációja mára gyakorlatilag nem haladja meg a 0,2 Bq/kg szintet.

### 9.1.1. táblázat. Vegyesélelmiszer-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	-	-	0,021	-	2	1
Cs-137	BZ	-	-	-	-	1	1
Cs-137	CS	-	-	-	-	2	2
Cs-137	GY	-	0,19	0,19	-	6	4
Cs-137	HA	-	0,037	0,038	-	2	0
Cs-137	TO	-	-	-	-	4	4
Sr-90	BP	-	-	0,010	-	2	1
Sr-90	BZ	-	-	-	-	1	1
Sr-90	GY	-	-	-	-	2	2
Sr-90	HA	-	0,019	0,036	-	2	0
Sr-90	TO	-	-	-	-	4	4
Összes-béta	BP	-	37	38	-	2	0
Összes-béta	GY	-	25	81	-	6	0
Összes-béta	HA	40	22	67	13	10	0
Cs-137	Összesen	-	0,021	0,19	-	17	12
Sr-90	Összesen	-	0,010	0,036	-	11	8
Összes-béta	Összesen	41	22	81	-	18	0

## Irodalom

- [1] A Paksi Atomerőmű Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály 2014. évi jelentése (Szerk.: Dr. Bujtás Tibor, PA Zrt., Paks, 2015. március)
- [2] Kövendingé Kónyi Júlia és munkatársai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2012-2013-ban (Egészségtudomány, 2016, szerkesztés alatt)
- [3] HAKSER 2014 – A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2014. évi jelentése (Szerk.: Fülöp Nándor, OSSKI, Budapest, 2016)

