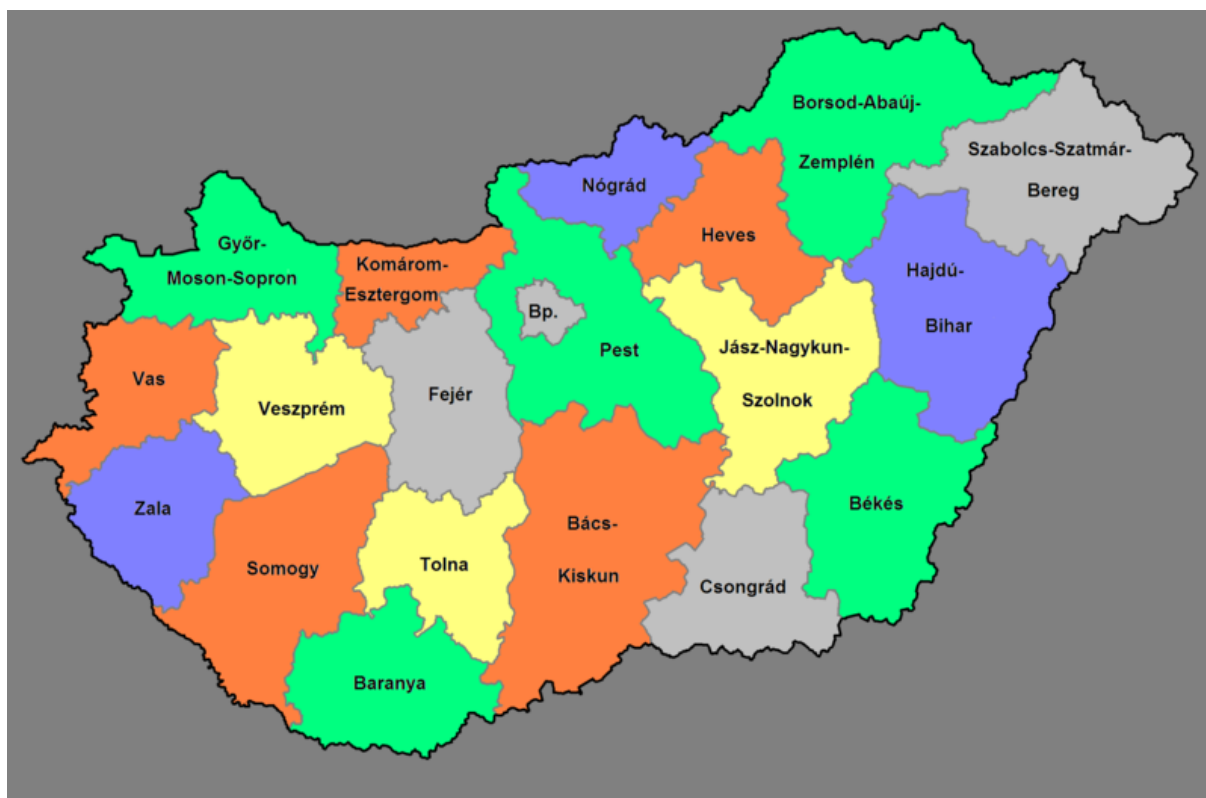




# OKSER 2013

## AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER) 2013. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2014. december

# Tartalomjegyzék

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Előszó.....                                                                                                                           | 4  |
| Bevezetés .....                                                                                                                       | 8  |
| Következtetések .....                                                                                                                 | 10 |
| Conclusion .....                                                                                                                      | 10 |
| 1. Külső gamma-dózisteljesítmény .....                                                                                                | 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.....                                                                                               | 20 |
| 1.2. Létesítményi mérési adatok.....                                                                                                  | 22 |
| 1.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai.....                                                                             | 22 |
| 1.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai .....                                                                                        | 22 |
| 1.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai .....                                                                                                 | 23 |
| 1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények .....                                                                        | 24 |
| 1.2.3. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózisteljesítmények és<br>aktivitáskoncentrációk (OSSKI és NÉBIH) ..... | 26 |
| 1.2.3.1. Az OSSKI mérési adatai .....                                                                                                 | 26 |
| 1.2.3.2. A NÉBIH mérési adatai.....                                                                                                   | 27 |
| 1.2.4. In-situ mérések az RHK környezetében (NÉBIH) .....                                                                             | 28 |
| 1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések .....                                                                                       | 28 |
| 2. Levegőszűrők (aeroszol) .....                                                                                                      | 29 |
| 2.1. Az országos ellenőrzési eredmények .....                                                                                         | 29 |
| 2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk.....                                                                     | 31 |
| 2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei .....                                                     | 31 |
| 2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai .....                                                                               | 31 |
| 2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk .....                                                                           | 33 |
| 3. Kihullás (fall-out).....                                                                                                           | 34 |
| 3.1. Országos adatok .....                                                                                                            | 34 |
| 3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások .....                                                                                | 37 |
| 3.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei .....                                                     | 37 |
| 3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények .....                                                                        | 37 |
| 3.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OSSKI) .....                               | 38 |
| 3.2.4. A KFKI telephely területén mért eredmények .....                                                                               | 39 |
| 4. Talaj .....                                                                                                                        | 40 |
| 4.1. Országos adatok .....                                                                                                            | 40 |
| 4.2. Létesítmények környezetében mért adatok .....                                                                                    | 44 |
| 4.2.1. A RHFT környezetének mérési eredményei .....                                                                                   | 44 |
| 4.2.1.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei .....                                                                     | 44 |
| 4.2.1.2. A NÉBIH mérési eredményei.....                                                                                               | 45 |
| 4.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OSSKI és<br>NÉBIH) .....                      | 45 |
| 4.2.2.1. Az OSSKI mérési eredményei .....                                                                                             | 45 |
| 4.2.2.1. A NÉBIH mérési eredményei.....                                                                                               | 46 |
| 5. Növényzet .....                                                                                                                    | 47 |
| 5.1. Takarmány .....                                                                                                                  | 47 |
| 5.1.1. Országos adatok .....                                                                                                          | 47 |
| 5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok.....                                                                             | 52 |
| 5.1.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OSSKI és<br>NÉBIH) .....                         | 52 |
| 5.1.3.1. az OSSKI mérési eredményei.....                                                                                              | 52 |
| 5.1.3.2. A NÉBIH mérési eredményei.....                                                                                               | 53 |
| 5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer .....                                                                                          | 54 |
| 5.2.1. Országos adatok .....                                                                                                          | 54 |
| 5.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési<br>eredményei (OSSKI és NÉBIH) .....       | 59 |
| 5.2.2.1. Az OSSKI mérési eredményei .....                                                                                             | 59 |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2.2.2. A NÉBIH mérési eredményei.....                                                                           | 59 |
| 5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer.....                                                                | 59 |
| 5.3.1. Országos adatok .....                                                                                      | 60 |
| 6. Állati eredetű élelmiszerek.....                                                                               | 64 |
| 6.1. Tej, tejtermék .....                                                                                         | 64 |
| 6.1.1. Országos adatok .....                                                                                      | 64 |
| 6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi .....                                                              | 68 |
| 6.2.1. Országos adatok .....                                                                                      | 68 |
| 6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei .....                                     | 71 |
| 7. Felszíni vizek .....                                                                                           | 73 |
| 7.1. Országos adatok .....                                                                                        | 73 |
| 7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk .....                              | 76 |
| 7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai .....                                                        | 76 |
| 7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai .....                                                                    | 76 |
| 7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai .....                                                                             | 77 |
| 7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei .....                                        | 77 |
| 7.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz- és iszapminták mérési eredményei (OSSKI) ..... | 78 |
| 8. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz .....                                                               | 79 |
| 8.1. Ivóvíz és élelmiszeripari technológiai víz országos adatok.....                                              | 79 |
| 8.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OSSKI).....                | 83 |
| 8.3. Ásványvizek .....                                                                                            | 83 |
| 9. Vegyes élelmiszer .....                                                                                        | 84 |
| 9.1. Országos adatok .....                                                                                        | 85 |
| Irodalom.....                                                                                                     | 86 |

## 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 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 (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, 2014. december 31.

Dr. Koblinger László  
az OKSER Szakbizottság elnöke

**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** (2014. december):

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

**Az OKSER adatszolgáltató ágazatok rövidítése:**

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

A 2013. 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

#### **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 Nikolett, Jobbágy Benedek, Kelemen Mária, Kovács Árpád, Kövendiné Kónyi Júlia, Dr. Legoza József, Madarász István, Dr. Nagy Zsuzsanna, Dr. Polgár Attila, Ormosiné Laca Éva, Szabó Gyula, Dr. Szarkáné Németh Ágnes, Ugron Ágota

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

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Huszka Ádám  
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  
Székesfehérvári Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium  
Debreceni Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium  
Kaposvári Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium  
Veszprémi Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium  
Szekszárdi Élelmiszerlánc Radioanalitikai Laboratórium  
Szombathelyi Élelmiszerlánc Radioanalitikai Laboratórium  
Radioanalitikai Referencia Laboratórium

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

*Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek:*  
Az adatszolgáltatásért felelős személy: Vancsura Péter  
A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Alföldi Attila, Bató Zsolt Flórián, Dr. Csenke Zoltánné, Gaál Erzsébet, Horn Adrienn, Kálmán Gyula, Lipták Magdolna, Lukács Marianna, Muránszkyne Majoróczki Mária, Révész Vass Ildikó, Sinka Gáborné, Ulrich Zsolt, Vass István

*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 (KFKI ENERGIA-TUDOMÁNYI 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: Daróczi 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: Kapitány Sándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Kapitány Sándor, Kirchhofer Beáta, Turza Péter, Zábrádiné Antal Andrea

## Bevezetés

Az OKSER 2013. évi jelentése az Információs Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2013. évre vonatkozó mérési eredményeket közel 67000 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 mintafajtánál is nagy számban kimutatási határ alatti eredményeket szolgáltatottak. A kimutatási határ feletti és alatti eredmények megfelelő statisztikai kezelésére a táblázatos összefoglalásokban a következő módszert alkalmaztuk:
  - átlagot és szórást csak abban az esetben képeztünk, ha a kimutatási határ feletti eredmények száma legalább tíz volt (ekkor a kimutatási határ alatti eredményeket a kimutatási határ értékével vettük figyelembe); azonban az országos táblázatokban az országos összesítéseknél (a táblázatok alsó soraiban) 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, 2014. december 31.

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 2013-ban 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 koncentráció értékei több mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alatt maradnak.**

## Conclusion

It should be emphasized that the activity concentration of radiocaesium concentrations remained below 10 Bq/kg in foodstuffs available in Hungary in 2013. 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 Távmérő Hálózatát (TMH) hat üzemeltető ágazat működteti. Az OSJER TMH ágazatai és az általuk üzemeltetett mérőállomások a következők:

- Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) – 26 állomás
- Magyar Honvédség (MH) – 40 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. – Bátaapáti 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 Adatcsere 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 2013. 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. - Bátaapáti)**

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.

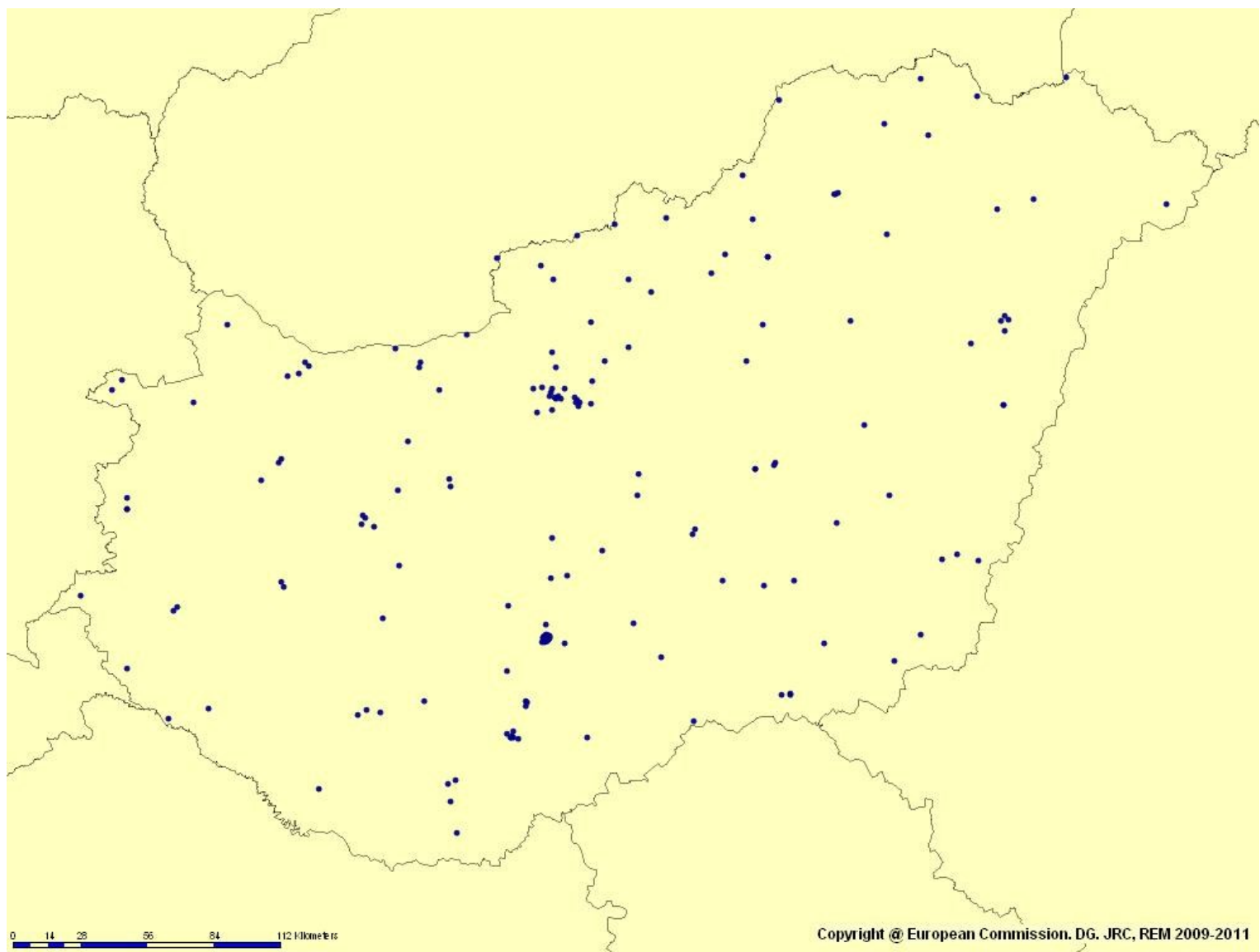
Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

- 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 2013-ban. 2013-ban nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga 92 nSv/óra, ami hozzávetőlegesen megegyezik a 2012. évi értékkel. A napi átlagok az 55-193 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 2013-ban (N az üzemelő napok számát jelöli)**

| Állomáskód* | Település neve              | Átlag<br>nSv/h | Maximum<br>nSv/h | Minimum<br>nSv/h | Szórás<br>nSv/h | N   |
|-------------|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|
| HU0101      | Rétság                      | 101            | 114              | 94               | 4               | 301 |
| HU0104      | Ózd                         | 86             | 124              | 81               | 4               | 292 |
| HU0109      | Szekszárd                   | 104            | 137              | 87               | 7               | 363 |
| HU0118      | Veszprém                    | 104            | 123              | 84               | 6               | 333 |
| HU0120      | Budapest XIV. OKF           | 85             | 99               | 80               | 2               | 332 |
| HU0124      | Salgótarján                 | 93             | 108              | 86               | 4               | 330 |
| HU0130      | Gyomaendrőd                 | 98             | 112              | 88               | 4               | 351 |
| HU0131      | Vajta                       | 94             | 142              | 79               | 12              | 299 |
| HU0132      | Budapest - Ferihegy         | 92             | 154              | 80               | 15              | 357 |
| HU0133      | Komárom                     | 96             | 113              | 86               | 4               | 133 |
| HU0134      | Szombathely                 | 107            | 124              | 98               | 4               | 330 |
| HU0135      | Solt                        | 86             | 104              | 80               | 3               | 138 |
| HU0136      | Zalaegerszeg                | 99             | 113              | 79               | 6               | 365 |
| HU0137      | Kisújszállás                | 101            | 138              | 85               | 7               | 286 |
| HU0138      | Berettyóújfalu              | 90             | 147              | 77               | 6               | 316 |
| HU0139      | Hajdúszoboszló              | 92             | 119              | 75               | 7               | 301 |
| HU0140      | Gyula                       | 104            | 120              | 81               | 9               | 265 |
| HU0141      | Mezőkovácsháza              | 91             | 154              | 78               | 13              | 365 |
| HU0142      | Kiskunfélegyháza            | 90             | 118              | 79               | 9               | 286 |
| HU0143      | Vámosmikola                 | 99             | 121              | 83               | 5               | 253 |
| HU0144      | Mór                         | 105            | 129              | 90               | 6               | 365 |
| HU0145      | Siófok                      | 91             | 100              | 81               | 4               | 305 |
| HU0146      | Dombóvár                    | 99             | 153              | 86               | 6               | 333 |
| HU0147      | Letenye                     | 103            | 119              | 89               | 7               | 259 |
| HU0148      | Lenti                       | 95             | 113              | 77               | 7               | 331 |
| HU0149      | Tiszaújváros                | 101            | 115              | 86               | 4               | 342 |
| HU0201      | Bátaapáti - Zsibrik halastó | 122            | 156              | 105              | 4               | 316 |
| HU0202      | Bátaapáti - Mórág           | 155            | 183              | 130              | 5               | 319 |
| HU0204      | Bátaapáti - Vadászház       | 161            | 193              | 131              | 6               | 319 |
| HU0301      | Siklós                      | 114            | 165              | 100              | 7               | 234 |
| HU0302      | Székesfehérvár              | 82             | 92               | 78               | 2               | 332 |
| HU0303      | Veszprém                    | 78             | 89               | 72               | 2               | 332 |
| HU0304      | Tata                        | 146            | 169              | 116              | 9               | 263 |
| HU0305      | Győr                        | 84             | 95               | 73               | 3               | 332 |
| HU0307      | Várpalota                   | 93             | 111              | 80               | 4               | 329 |
| HU0310      | Debrecen                    | 81             | 90               | 73               | 2               | 331 |
| HU0311      | Táborfalva                  | 85             | 102              | 79               | 3               | 331 |
| HU0312      | Hódmezővásárhely            | 101            | 114              | 89               | 4               | 332 |
| HU0313      | Szentendre                  | 95             | 107              | 90               | 3               | 332 |
| HU0316      | Kaposvár                    | 131            | 156              | 103              | 8               | 332 |
| HU0322      | Medina                      | 88             | 110              | 82               | 3               | 112 |

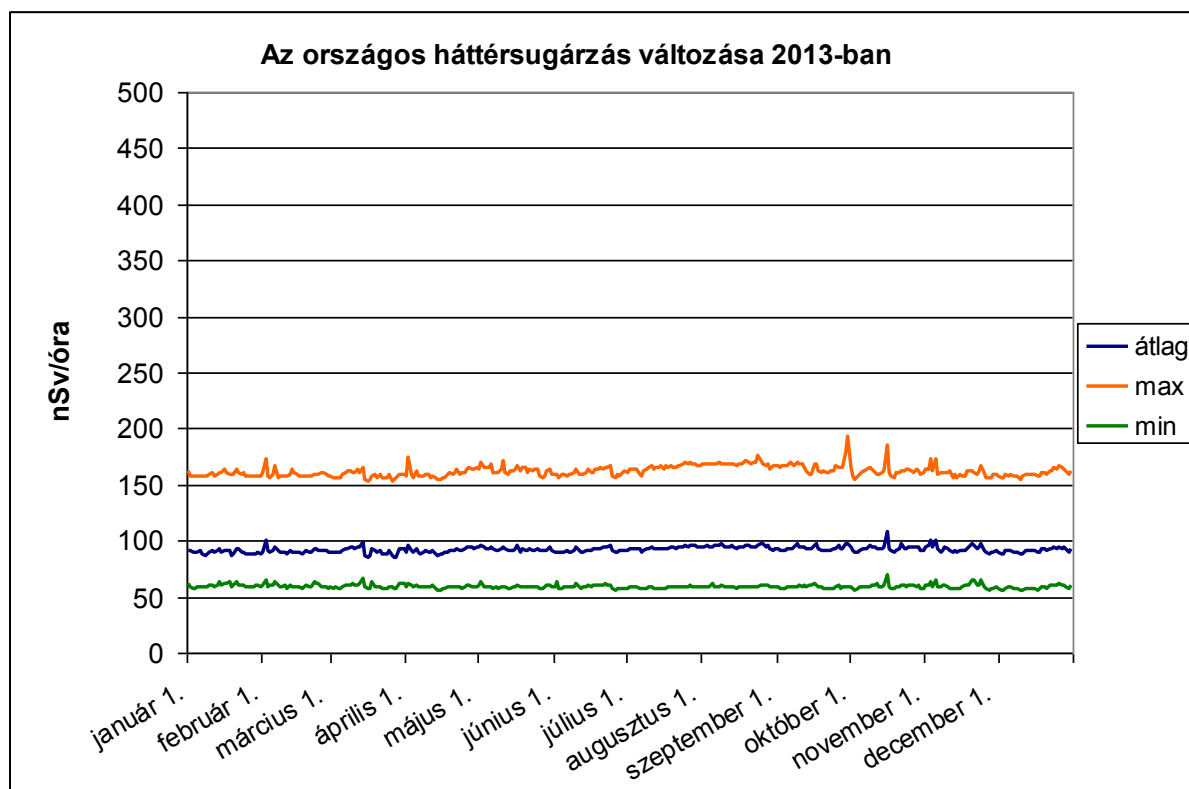
**1.1.1. táblázat (folytatás)**

| Állomáskód* | Település neve                | Átlag<br>nSv/h | Maximum<br>nSv/h | Minimum<br>nSv/h | Szórás<br>nSv/h | N   |
|-------------|-------------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|
| HU0326      | Jobbágyi                      | 89             | 104              | 84               | 3               | 332 |
| HU0328      | Kecskemét                     | 81             | 97               | 74               | 3               | 331 |
| HU0329      | Szentes                       | 101            | 105              | 97               | 2               | 16  |
| HU0330      | Budapest X.ker. (HTEK VVR)    | 93             | 105              | 85               | 3               | 301 |
| HU0331      | Budapest XIII. ker. (HM II)   | 74             | 84               | 70               | 2               | 332 |
| HU0332      | Zalaegerszeg                  | 108            | 125              | 92               | 5               | 332 |
| HU0333      | Miskolc                       | 121            | 143              | 107              | 4               | 327 |
| HU0335      | Békéscsaba                    | 97             | 113              | 89               | 3               | 332 |
| HU0336      | Kalocsa                       | 97             | 110              | 86               | 3               | 273 |
| HU0337      | Pápa                          | 75             | 92               | 68               | 4               | 57  |
| HU0338      | Szekszárd                     | 140            | 154              | 118              | 5               | 330 |
| HU0339      | Budapest XI. ker. (Őrezred)   | 100            | 113              | 90               | 3               | 332 |
| HU0341      | Kál                           | 83             | 104              | 76               | 3               | 204 |
| HU0344      | Budapest V. ker. HM I         | 83             | 91               | 79               | 2               | 332 |
| HU0346      | Budakeszi                     | 116            | 122              | 106              | 4               | 23  |
| HU0348      | Pusztavacs                    | 79             | 98               | 73               | 2               | 330 |
| HU0349      | Budapest XV. ker. HTEK        | 88             | 111              | 82               | 3               | 294 |
| HU0350      | Budapest II. ker. THHE        | 93             | 104              | 85               | 3               | 284 |
| HU0351      | Recsk                         | 98             | 114              | 87               | 4               | 332 |
| HU0355      | Szolnok Repülőtér             | 94             | 109              | 82               | 4               | 237 |
| HU0356      | Kecskemét Repülőtér           | 79             | 96               | 71               | 3               | 332 |
| HU0357      | Pápa Repülőtér                | 93             | 121              | 77               | 5               | 332 |
| HU0358      | Szolnok Repülőtér 2           | 94             | 111              | 81               | 4               | 331 |
| HU0387      | Erdőbénye                     | 95             | 116              | 77               | 5               | 332 |
| HU0389      | Buják                         | 88             | 108              | 78               | 4               | 332 |
| HU0390      | Budapest XI. Ker. (HM IV)     | 130            | 146              | 117              | 3               | 332 |
| HU0391      | Bánkút                        | 95             | 113              | 79               | 6               | 313 |
| HU0400      | Mosonmagyaróvár               | 100            | 124              | 83               | 6               | 365 |
| HU0401      | Nyíregyháza Napkor            | 78             | 141              | 66               | 9               | 315 |
| HU0402      | Sopron                        | 77             | 150              | 70               | 5               | 275 |
| HU0403      | Baja                          | 81             | 109              | 74               | 3               | 365 |
| HU0404      | Békéscsaba                    | 82             | 101              | 75               | 5               | 230 |
| HU0405      | Kékestető                     | 88             | 117              | 72               | 7               | 365 |
| HU0406      | Budapest XVIII. ker. (Lőrinc) | 84             | 143              | 73               | 12              | 365 |
| HU0407      | Győr                          | 87             | 180              | 68               | 23              | 305 |
| HU0408      | Szentgotthárd Farkasfa        | 158            | 186              | 92               | 16              | 33  |
| HU0409      | Szeged                        | 78             | 92               | 68               | 3               | 334 |
| HU0410      | Debrecen                      | 76             | 103              | 66               | 5               | 365 |
| HU0411      | Miskolc                       | 74             | 90               | 56               | 6               | 365 |
| HU0412      | Pécs / Pogány RK              | 111            | 148              | 90               | 6               | 365 |
| HU0413      | Jószaő                        | 78             | 111              | 68               | 7               | 365 |
| HU0414      | Szécsény                      | 87             | 116              | 59               | 10              | 365 |
| HU0415      | Tát                           | 90             | 105              | 80               | 4               | 334 |
| HU0416      | Tata                          | 88             | 115              | 78               | 3               | 334 |
| HU0417      | Záhony                        | 74             | 92               | 63               | 3               | 334 |

### 1.1.1. táblázat (folytatás)

| Állomáskód* | Település neve   | Átlag<br>nSv/h | Maximum<br>nSv/h | Minimum<br>nSv/h | Szórás<br>nSv/h | N   |
|-------------|------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|
| HU0418      | Nagykanizsa      | 93             | 122              | 79               | 5               | 273 |
| HU0419      | Homokszentgyörgy | 84             | 112              | 74               | 4               | 334 |
| HU0420      | Jászapáti        | 86             | 101              | 78               | 3               | 365 |
| HU0421      | Kelebia          | 81             | 165              | 69               | 23              | 362 |
| HU0422      | Pápa / Nyárád    | 84             | 86               | 82               | 1               | 7   |
| HU0423      | Pátyod           | 100            | 119              | 76               | 6               | 338 |
| HU0424      | Pitvaros         | 105            | 126              | 75               | 9               | 365 |
| HU0425      | Sátoraljaújhely  | 100            | 127              | 84               | 7               | 365 |
| HU0426      | Soltvadkert      | 75             | 115              | 67               | 10              | 365 |
| HU0427      | Tésa             | 86             | 111              | 77               | 4               | 242 |

\* A 100-as kezdetű kódok a BM OKF, a 200-as kezdetűek az RHK Kft. – Bataapáti, 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 2013-ban



### 1.1.2. Az ERMAH mérési adatai

Az ERMAH laboratóriumok hetente egy alkalommal mérik a környezeti gamma-dózisteljesítményt a telephelyükön. A mérési eredményeket az 1.1.2. táblázat tartalmazza.

**1.1.2. táblázat. Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai**

|           | Átlag,<br>nSv/h | Minimum,<br>nSv/h | Maximum,<br>nSv/h | Szórás,<br>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     | 94              | 76                | 118               | 6                | 234 |

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

A környezeti gamma-dózisteljesítmény passzív eszközzel történő mérésére egy 100 mérési helyszínből álló országos mérőhálózatot tartunk fenn. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyed, illetve félévente küldjük ki a termolumineszcens detektorokat (TLD) postán, így minden detektor negyed, illetve féléves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki.

A 2013-as évben elkezdjük a felkészülést a meglévő mérési módszer korszerűbbel való kiváltására. Az új technológia széleskörű bevezetése előtt egy átmeneti időszakra felfüggesztettük a detektorok cseréjét a mérési helyszíneken, ezért az év közepétől azokon nem történt detektor csere. A mérési pontokat (települések nevét) és a részleges 2013-as mérési eredményeket – a TLD-k kihelyezési időtartamára vonatkozó átlagos dózisteljesítményeket – az 1.1.3. ábra, illetve az 1.1.3. 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.



1.1.3. ábra. Az országos TLD mérőhálózat mérési pontjai

1.1.3. táblázat. Az országos TLD mérőhálózat 2013. évi mérési eredményei

| Település           | Dózisteljesítmény (nGy/h)          |                      |
|---------------------|------------------------------------|----------------------|
|                     | 2012. 4. n. év +<br>2013. 1. n. év | 2013.<br>2. negyedév |
| ALCSÚTDOBOZ         | 89,7                               | 80,3                 |
| ÁRPÁDTETŐ           | 92,5                               | 100,0                |
| BÁCSALMÁS           | -                                  | 102,7                |
| BAJA                | 84,2                               | -                    |
| BALASSAGYARMAT      | 81,2                               | 83,8                 |
| BÉKÉSCSABA          | 77,1                               | 84,1                 |
| BERETTYÓÚJFALU      | 80,3                               | 82,4                 |
| BORSODNÁDASD        | 73,8                               | 78,3                 |
| BUDAPEST I.         | -                                  | 71,8                 |
| BUDAPEST II.        | 72,6                               | -                    |
| BUDAPEST II. ker.   | 81,3                               | 86,4                 |
| BUDAPEST XII. ker.  | 63,7                               | 86,3                 |
| BUDAPEST XXII. ker. | 80,1                               | 83,6                 |
| CEGLÉD              | 74,2                               | 76,2                 |
| DEBRECEN            | 75,6                               | 78,6                 |
| DOBOGÓKŐ            | 74,2                               | 79,5                 |
| ESZTERGOM           | 60,1                               | 62,1                 |
| FARKASGYEPŰ         | 82,7                               | -                    |
| GALYATETŐ           | 83,7                               | 81,6                 |
| GÖDÖLLŐ             | 72,9                               | 75,8                 |
| GYÖNGYÖS            | 103,7                              | 112,5                |
| GYÖNGYÖSSOLYMOS     | -                                  | -                    |

**1.1.3. táblázat. (folytatás)**

| Település        | Dózisteljesítmény (nGy/h)          |                      |
|------------------|------------------------------------|----------------------|
|                  | 2012. 4. n. év +<br>2013. 1. n. év | 2013.<br>2. negyedév |
| GYŐR             | 91,1                               | 87,8                 |
| HAJDÚDOROG       | 78,3                               | 83,0                 |
| HAJDÚSZOBOSZLÓ   | 91,3                               | -                    |
| HIDVÉGARDÓ       | -                                  | 64,7                 |
| HOLLÓHÁZA        | 76,8                               | 107,0                |
| HORTOBÁGY        | 81,5                               | 86,8                 |
| IREGSZEMCSE      | -                                  | -                    |
| IZSÁK            | 74,6                               | 101,4                |
| JÁSZAPÁTI        | 84,9                               | 84,2                 |
| JÁSZBERÉNY       | 86,8                               | 87,6                 |
| KÁLD             | 74,9                               | 73,1                 |
| KARCAG           | -                                  | -                    |
| KAZINCBARCIKA    | 103,5                              | 109,5                |
| KECSKEMÉT        | 72,8                               | 82,7                 |
| KÉKESTETŐ        | 68,9                               | 70,2                 |
| KESZTHELY        | 80,4                               | 86,1                 |
| KIRÁLYRÉT        | 86,5                               | 92,2                 |
| KISAPOSTAG       | 82,3                               | 91,3                 |
| KISBÉR           | 81,7                               | 90,5                 |
| KISKUNFÉLEGYHÁZA | 86,0                               | 90,6                 |
| KISTELEK         | 63,2                               | 90,6                 |
| KISVÁRDA         | 73,8                               | 79,7                 |
| KOMÁROM          | 108,0                              | -                    |
| KOMPOLT          | 76,1                               | 77,1                 |
| KÖRMEND          | 77,3                               | 79,3                 |
| KÖRÖSSZAKÁL      | 87,4                               | 90,7                 |
| KUNSZENTMIKLÓS   | 78,9                               | 79,9                 |
| LENTI            | 87,1                               | 95,7                 |
| LETENYE          | 88,0                               | 91,1                 |
| MAKÓ             | 83,4                               | 79,4                 |
| MARCALI          | 63,1                               | 84,0                 |
| MARTONVÁSÁR      | 88,4                               | 90,7                 |
| MÁTÉSZALKA       | 93,7                               | 85,0                 |
| MENCSELY         | 72,6                               | 76,4                 |
| MEZŐHEGYES       | 91,2                               | 103,0                |
| MISKOLC          | 79,3                               | 82,3                 |
| MOHÁCS           | -                                  | 102,4                |
| MONOR            | 67,7                               | 70,8                 |
| MOSONMAGYARÓVÁR  | 78,5                               | 80,7                 |
| NAGYHÖRCSÖK      | 93,0                               | 94,8                 |
| NAGYKANIZSA      | 78,0                               | 87,9                 |
| NAGYKÁTA         | 60,8                               | 68,1                 |
| NAGYKÓNYI        | 92,0                               | 101,5                |
| NYÍREGYHÁZA      | 64,2                               | 64,0                 |
| ÖRKÉNY           | -                                  | -                    |

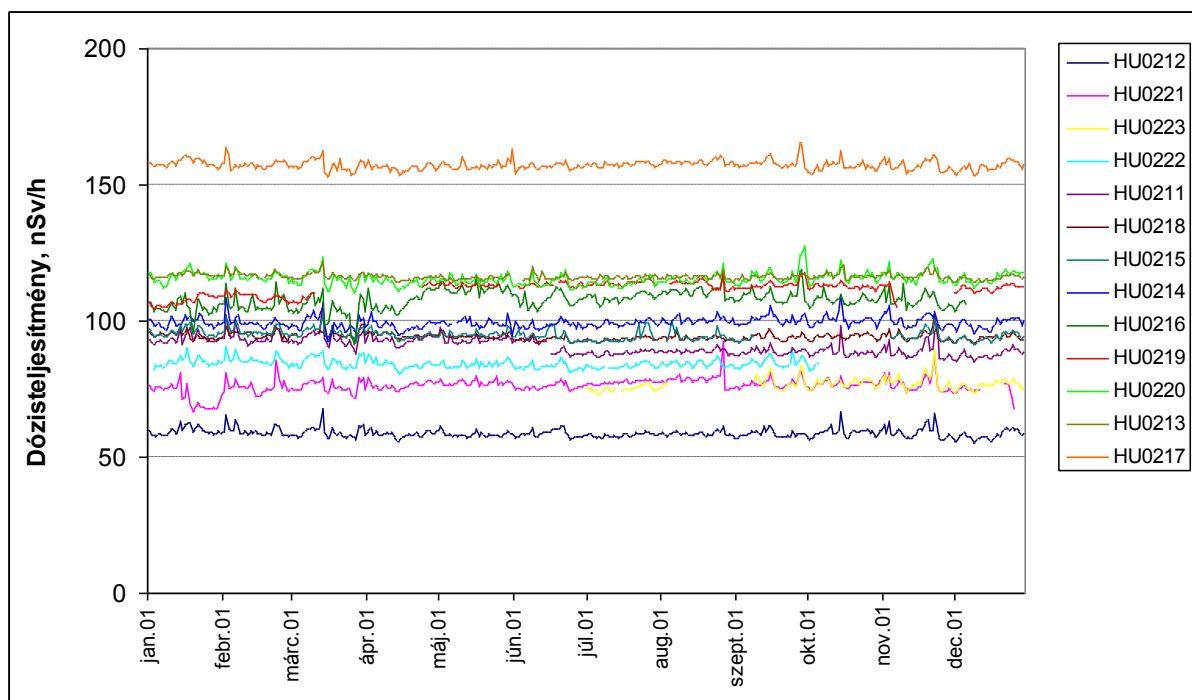
### 1.1.3. táblázat. (folytatás)

| Település      | Dózisteljesítmény (nGy/h)          |                      |
|----------------|------------------------------------|----------------------|
|                | 2012. 4. n. év +<br>2013. 1. n. év | 2013.<br>2. negyedév |
| PAKS           | 73,4                               | 77,1                 |
| PÁPA           | 62,4                               | 68,5                 |
| PÉCS           | 102,7                              | 107,1                |
| POLGÁR         | 74,4                               | 77,3                 |
| POROSZLÓ       | 84,9                               | -                    |
| RAJKA          | 83,7                               | 83,6                 |
| ROMHÁNY        | 83,7                               | 100,6                |
| SALGÓTARJÁN    | 82,9                               | 93,7                 |
| SÁROSPATAK     | 86,9                               | -                    |
| SIKLÓS         | 59,2                               | 60,7                 |
| SIÓFOK         | 104,0                              | 92,6                 |
| SOPRON         | 82,8                               | 89,3                 |
| SOPRONHORPÁCS  | 90,9                               | 100,0                |
| SZARVAS        | 80,1                               | 92,3                 |
| SZEGED         | 78,6                               | 80,3                 |
| SZEGHALOM      | 90,6                               | 92,2                 |
| SZÉKESFEHÉRVÁR | 77,2                               | 58,1                 |
| SZEKSZÁRD      | 80,0                               | 76,7                 |
| SZENTENDRE     | 95,6                               | 97,8                 |
| SZENTES        | 85,9                               | 94,5                 |
| SZENTGOTTHÁRD  | 82,7                               | 88,0                 |
| SZIGETVÁR      | 94,2                               | 96,7                 |
| SZOLNOK        | -                                  | -                    |
| SZOMBATHELY    | 92,5                               | 101,5                |
| TAB            | 83,5                               | 87,7                 |
| TATABÁNYA      | 61,8                               | 71,9                 |
| TIHANY         | -                                  | -                    |
| TISZABECS      | 73,5                               | 87,7                 |
| TISZAKÉCSKE    | 86,4                               | 89,0                 |
| TISZAROFF      | 71,1                               | -                    |
| TOKAJ          | 82,1                               | 85,6                 |
| TÚRKEVE        | 90,2                               | 96,1                 |
| VÁMOSMIKOLA    | 84,7                               | 90,2                 |
| VESZPRÉM       | 80,5                               | 82,7                 |
| ZÁHONY         | -                                  | 110,3                |
| ZALAEGERSZEG   | -                                  | 88,6                 |
| ZIRC           | 80,1                               | 85,1                 |

### 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 2013-ban**

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

| Helykód | Intézmény neve                                                   |
|---------|------------------------------------------------------------------|
| 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).

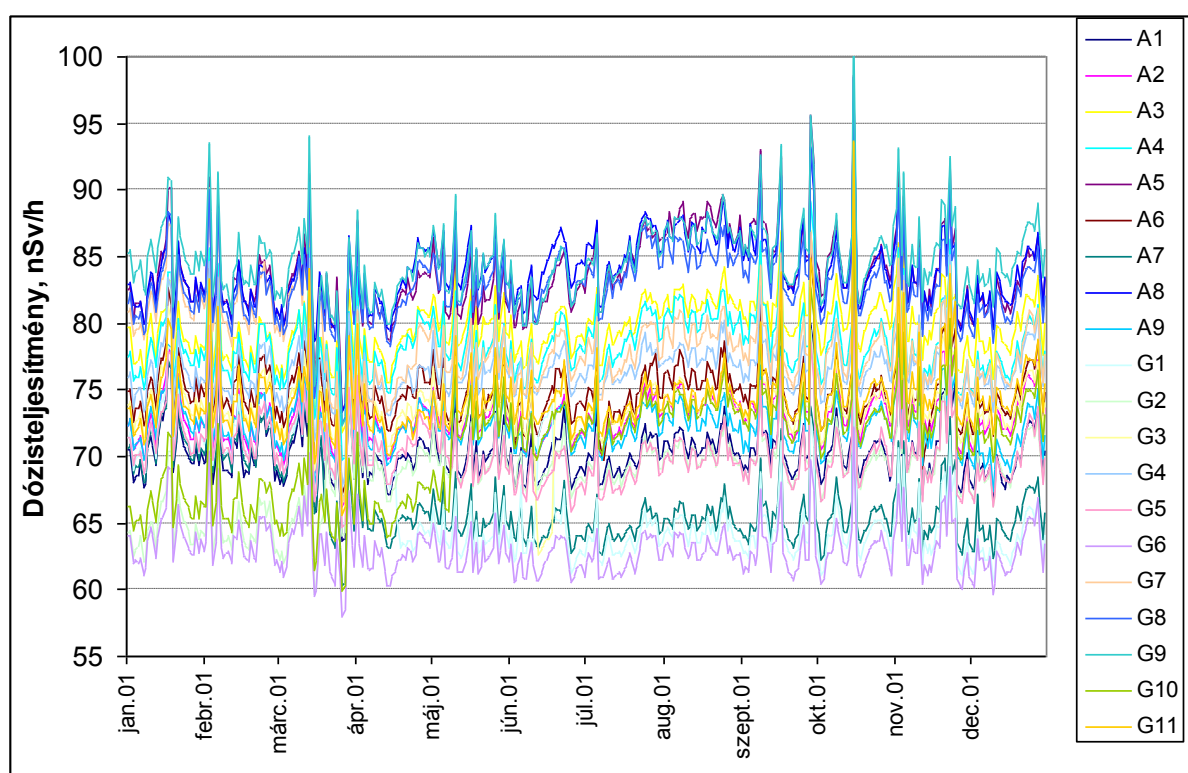
## 1.2. Létesítményi mérési adatok

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 2013-ban**

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 Paks környékén az OSSKI egy 38 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 ( $D_a$ ) adjuk 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 2013. évi eredményei

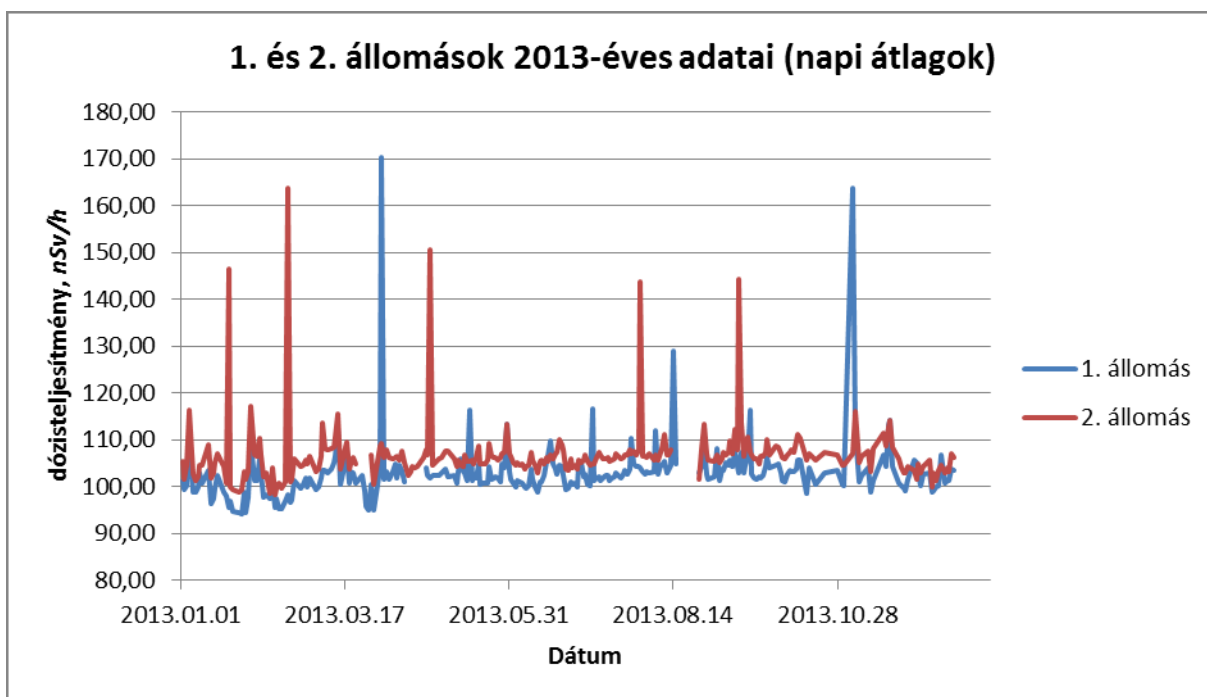
| Település            | Dózisteljesítmény (nGy/h) |             |             |             |
|----------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | 1. negyedév               | 2. negyedév | 3. negyedév | 4. negyedév |
| Bátya                | -                         | -           | -           | -           |
| Bogyiszló            | 78,7                      | 83,0        | 88,8        | 81,1        |
| Borsócséplői út      | 72,8                      |             | 45,2        |             |
| Csámpa Vízmű         | 66,7                      | 64,4        | 55,0        | 58,5        |
| Császártöltés        | 93,3                      | 84,6        | 80,0        | 82,2        |
| Dunaföldvár          | 68,7                      | 65,4        | 57,1        | 60,9        |
| Dunakömlőd           | 81,5                      | 92,6        | 101,3       | 86,5        |
| Dunapataj            | -                         | -           | -           | -           |
| Dunaszentbenedek     | 76,1                      | 74,1        | 66,4        | 70,1        |
| Dunaszentgyörgy I.   | 73,9                      | 66,9        | 64,2        | 65,6        |
| Dunaszentgyörgy II.  | 81,7                      | 77,0        | 71,5        | 68,6        |
| Dusnok               | 87,9                      | 81,1        | 72,1        | 73,6        |
| Fajsz                | 114,5                     | 103,0       | 91,6        | 74,7        |
| Foktő I.             | 83,2                      | 125,8       | 71,3        | 71,0        |
| Foktő II.            | 75,2                      | 84,2        | -           | 78,5        |
| Földespuszta         | 73,0                      | 72,3        | 62,6        | 66,4        |
| Géderlak             | 82,4                      | 125,8       | 72,6        | -           |
| Hajós                | 87,1                      | 80,7        | 74,5        | 75,1        |
| Kalocsa              | 79,4                      | 78,9        | 71,7        | 74,7        |
| Kecel                | 98,6                      | 84,1        | 73,4        | 78,5        |
| Kiskőrös             | 81,6                      | 65,8        | 56,2        | 57,2        |
| Kölesd               | 84,6                      | 100,5       | 95,1        | 72,8        |
| Löszdomb             | 61,6                      | 52,6        | 47,0        | 54,5        |
| Miske                | 114,2                     | 103,6       | 94,9        | 84,6        |
| Nagydorog            | -                         | 87,7        | 81,6        | 79,0        |
| Németkér             | 100,4                     | 85,2        | 78,6        | 80,7        |
| Öregcsertő           | 88,7                      | -           | 74,4        | 72,0        |
| PAE Déli bekötőút    | 70,6                      | 59,1        | 55,3        | 57,0        |
| PAE Északi bekötőút  | 70,6                      | 53,1        | 50,8        | 56,7        |
| Paks                 | 85,3                      | 106,7       | 108,3       | 96,3        |
| Simontornya          | 80,1                      | 90,3        | 92,5        | 81,4        |
| Szakmár              | 86,1                      | 79,6        | 73,4        | 76,1        |
| Szekszárd            | 80,0                      | 76,7        | 71,1        | 72,0        |
| Tengelic             | 79,4                      | 63,0        | 58,7        | -           |
| Tengelic - Szőlőhegy | 84,0                      | 85,2        | 76,6        | 75,0        |
| Úszód I.             | 80,9                      | 75,0        | 65,3        | 67,4        |
| Úszód II.            | -                         | -           | -           | -           |
| Úzd                  | 70,1                      | 73,8        | 64,6        | 67,6        |
| Zomba                | 126,4                     | 122,9       | 105,9       | 77,2        |

### 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 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 2013-ban**

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

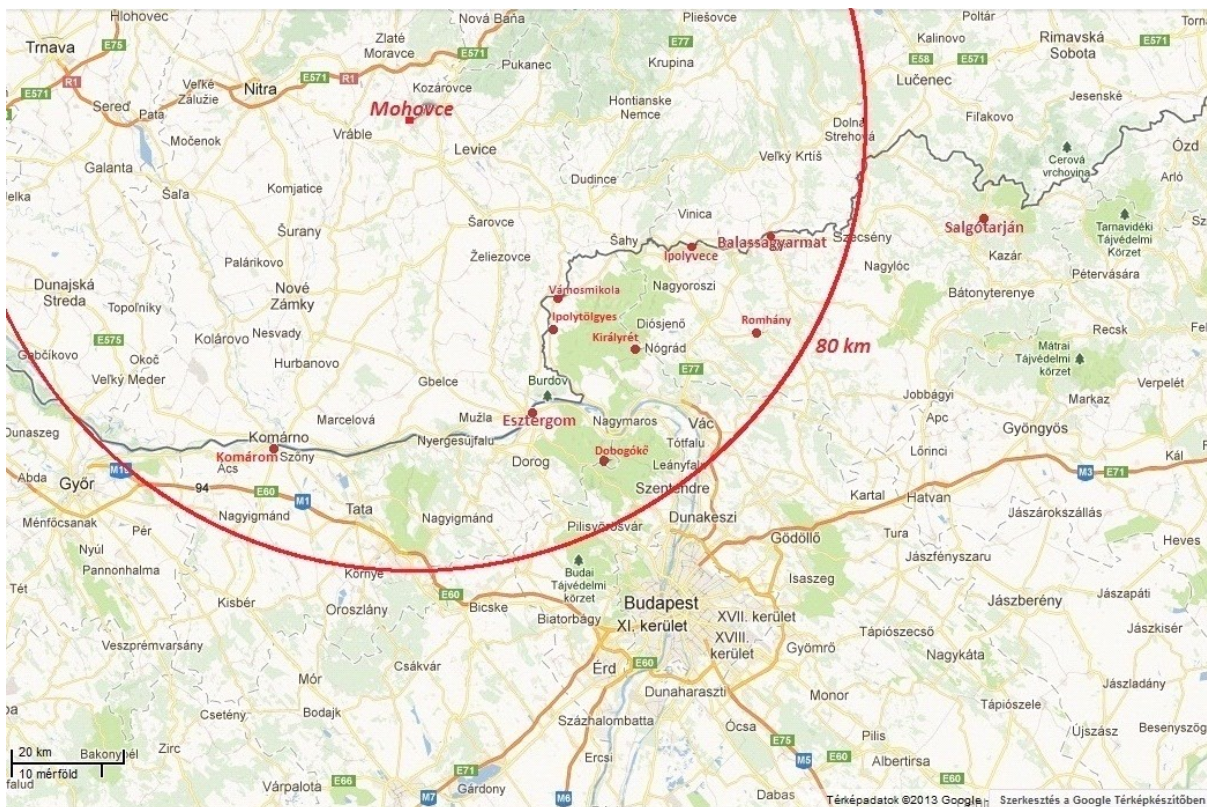
A MTA EK KVSZ adatközpontja az eredményeket tízpercenként tárolja. (A pillanatnyi adatok az interneten is megtekinthetők a következő honlapon: <http://148.6.56.150/>.) Az éves feldolgozott adatokat a Környezetvédelmi Szolgálat Évi Jelentése tartalmazza, amelyet a Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu/>) 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 2013-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 2013-ban**  
(a  $^{137}\text{Cs}$  eredmények  $\text{kBq/m}^2$ , a többi adat  $\text{Bq/kg}$  egységben szerepel)

|          | Komárom        | Esztergom      | Dobogókő       | Királyrét      | Vámos-<br>mikola | Romhány        | Salgó-<br>tarján | Balassa-<br>gyarmat |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|---------------------|
| 1. félév |                |                |                |                |                  |                |                  |                     |
| Ac-228   | $26,6 \pm 1,1$ | $28,2 \pm 2,2$ | $30,9 \pm 2,2$ | $34,2 \pm 1,3$ | $36,9 \pm 1,4$   | $36,8 \pm 1,4$ | $30,4 \pm 1,2$   | $30,3 \pm 1,2$      |
| Tl-208   | $28,5 \pm 1,5$ | $29,6 \pm 3,0$ | $31,7 \pm 3,0$ | $34,3 \pm 1,7$ | $36,1 \pm 1,8$   | $40,0 \pm 2,0$ | $33,0 \pm 1,7$   | $32,4 \pm 1,7$      |
| Pb-214   | $35,0 \pm 1,4$ | $34,6 \pm 2,7$ | $25,8 \pm 2,4$ | $30,0 \pm 1,3$ | $31,2 \pm 1,3$   | $37,2 \pm 1,5$ | $27,9 \pm 1,3$   | $26,3 \pm 1,2$      |
| Bi-214   | $33,9 \pm 1,2$ | $32,3 \pm 2,2$ | $27,0 \pm 2,0$ | $32,2 \pm 1,2$ | $30,9 \pm 1,2$   | $41,2 \pm 1,4$ | $29,5 \pm 1,2$   | $24,5 \pm 1,1$      |
| K-40     | $448 \pm 17$   | $467 \pm 35$   | $322 \pm 26$   | $487 \pm 19$   | $540 \pm 20$     | $582 \pm 22$   | $479 \pm 18$     | $382 \pm 15$        |
| Cs-137   | $0,96 \pm 0,1$ | $0,91 \pm 0,1$ | $2,11 \pm 0,2$ | $0,82 \pm 0,1$ | $1,19 \pm 0,1$   | $0,50 \pm 0,1$ | $0,70 \pm 0,1$   | $0,77 \pm 0,1$      |
| 2. félév |                |                |                |                |                  |                |                  |                     |
| Ac-228   | $26,8 \pm 1,2$ | $29,1 \pm 1,2$ | $29,0 \pm 1,2$ | $28,4 \pm 1,2$ | $29,2 \pm 1,2$   | $30,1 \pm 1,2$ | $31,5 \pm 1,2$   | $35,0 \pm 1,3$      |
| Tl-208   | $26,2 \pm 1,7$ | $31,9 \pm 1,7$ | $31,1 \pm 1,7$ | $30,3 \pm 1,7$ | $31,9 \pm 1,7$   | $32,8 \pm 1,7$ | $32,2 \pm 1,7$   | $37,2 \pm 1,9$      |
| Pb-214   | $45,9 \pm 1,5$ | $39,8 \pm 1,5$ | $24,9 \pm 1,2$ | $64,4 \pm 2,0$ | $75,7 \pm 2,3$   | $28,6 \pm 1,3$ | $26,8 \pm 1,3$   | $27,5 \pm 1,3$      |
| Bi-214   | $48,4 \pm 1,4$ | $41,6 \pm 1,4$ | $27,1 \pm 1,1$ | $66,2 \pm 1,9$ | $84,8 \pm 2,3$   | $27,8 \pm 1,1$ | $27,1 \pm 1,1$   | $29,1 \pm 1,1$      |
| K-40     | $445 \pm 20$   | $510 \pm 19$   | $341 \pm 14$   | $437 \pm 17$   | $476 \pm 18$     | $569 \pm 21$   | $457 \pm 18$     | $425 \pm 17$        |
| Cs-137   | $1,12 \pm 0,1$ | $1,32 \pm 0,1$ | $1,92 \pm 0,1$ | $1,43 \pm 0,1$ | $0,36 \pm 0,1$   | $0,49 \pm 0,1$ | $0,81 \pm 0,1$   | $1,65 \pm 0,1$      |

**1.2.3. táblázat. 2013. évi dózisteljesítmény mérések eredményei**

|                | Dózisteljesítmény,<br>1. félév (nSv/h) | Dózisteljesítmény,<br>2. félév (nSv/h) |
|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Komárom        | 95                                     | 109                                    |
| Esztergom      | 86                                     | 112                                    |
| Dobogókő       | 85                                     | 113                                    |
| Királyrét      | 95                                     | 114                                    |
| Vámosmikola    | 94                                     | 120                                    |
| Romhány        | 100                                    | 109                                    |
| Balassagyarmat | 95                                     | 111                                    |
| Salgótárján    | 101                                    | 110                                    |

A táblázatban az 1. és 2. félév eredményeit összehasonlítva a mérési pontok felénél emelkedés figyelhető meg. A növekedés abból a természetes jelenségből adódott, hogy a mérés időtartama alatt esett az eső, amely egy rövidebb ideig megemeli a talajfelszínhez közel (1 m) mérhető dózisteljesítmény értékét.

#### 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 2013-ban ( $\text{Bq/kg}$ )**

|        | Diósjenő       | Kemence         | Nagybörzsöny    | Perőcsény       |
|--------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| K-40   | $486 \pm 33$   | $375 \pm 26$    | $457 \pm 31$    | $497 \pm 34$    |
| Cs-137 | $23,0 \pm 2,0$ | $10,2 \pm 0,97$ | $4,20 \pm 0,50$ | $0,89 \pm 0,33$ |

### 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 2013-ban (Bq/kg)**

| Hely          | Nuklid | Átlag, mBq/m <sup>3</sup> | Minimum, mBq/m <sup>3</sup> | Maximum, mBq/m <sup>3</sup> | Szórás, mBq/m <sup>3</sup> | N | Kha |
|---------------|--------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|-----|
| Bátaapáti     | K-40   | -                         | 350                         | 660                         | -                          | 5 | 0   |
| Bátaapáti     | Cs-137 | -                         | 1,3                         | 5,2                         | -                          | 5 | 0   |
| Püspökszilágy | K-40   | -                         | 440                         | 660                         | -                          | 3 | 0   |
| Püspökszilágy | Cs-137 | -                         | 8,0                         | 20                          | -                          | 3 | 0   |

### 1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések

2013-ban kétféle 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 | 2012.04.20. | 2012.10.19. |
|--------|-------------|-------------|
| Ac-228 | 31,8±1,2    | 28,2±1,2    |
| Tl-208 | 34,4±1,7    | 31,2±1,7    |
| Pb-214 | 28,3±1,2    | 23,5±1,2    |
| Bi-214 | 28,8±1,1    | 27,9±1,1    |
| K-40   | 460±20      | 443±17      |
| Cs-137 | 1,71±0,15   | 1,7±0,15    |

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 2013-ban végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai**

| Hét | Átlag (nSv/h) | Terjed. (nSv/h) | Hét | Átlag (nSv/h) | Terjed. (nSv/h) | Hét | Átlag (nSv/h) | Terjed. (nSv/h) | Hét | Átlag (nSv/h) | Terjed. (nSv/h) |
|-----|---------------|-----------------|-----|---------------|-----------------|-----|---------------|-----------------|-----|---------------|-----------------|
| 1   | 100,7         | 98 - 108        | 14  | 96,3          | 93 - 101        | 27  | 101,0         | 96 - 108        | 40  | 104,8         | 98 - 112        |
| 2   | 99,0          | 96 - 106        | 15  | 99,5          | 95 - 105        | 28  | 104,2         | 96 - 110        | 41  | 106,3         | 102 - 111       |
| 3   | 97,6          | 92 - 122        | 16  | 98,3          | 93 - 103        | 29  | 102,4         | 99 - 109        | 42  | 102,8         | 98 - 122        |
| 4   | 95,1          | 88 - 101        | 17  | 101,5         | 98 - 106        | 30  | 106,2         | 100 - 112       | 43  | 103,1         | 98 - 111        |
| 5   | 95,2          | 85 - 103        | 18  | 100,4         | 98 - 103        | 31  | 107,2         | 98 - 115        | 44  | 100,3         | 95 - 105        |
| 6   | 99,0          | 93 - 111        | 19  | 94,9          | 89 - 102        | 32  | 108,5         | 102 - 117       | 45  | 102,5         | 96 - 118        |
| 7   | 95,7          | 87 - 104        | 20  | 94,8          | 90 - 98         | 33  | 105,4         | 96 - 110        | 46  | 100,2         | 94 - 108        |
| 8   | 99,3          | 92 - 107        | 21  | 94,9          | 89 - 101        | 34  | 106,7         | 103 - 110       | 47  | 101,7         | 96 - 108        |
| 9   | 97,6          | 93 - 103        | 22  | 105,3         | 97 - 119        | 35  | 105,9         | 98 - 118        | 48  | 97,8          | 89 - 106        |
| 10  | 100,4         | 97 - 106        | 23  | 100,0         | 95 - 105        | 36  | 105,8         | 101 - 112       | 49  | 99,9          | 92 - 106        |
| 11  | 106,1         | 97 - 130        | 24  | 100,6         | 97 - 108        | 37  | 107,5         | 100 - 117       | 50  | 99,6          | 95 - 105        |
| 12  | 99,2          | 89 - 108        | 25  | 101,6         | 98 - 107        | 38  | 105,7         | 99 - 113        | 51  | 98,4          | 93 - 105        |
| 13  | 93,0          | 88 - 98         | 26  | 100,5         | 95 - 104        | 39  | 104,1         | 95 - 113        | 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 kiszűrhetőek. Az aeroszolok koncentrációjának ismerete a lakosság sugárterhelésének szempontjából meghatározó, egyrészt a belégzésük okozta dózis miatt, másrészt a talajra, növényzetre való kihullásuk – így a táplálékláncba való bekerülésük – kiindulási adataként.

### 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. 2013-ban közepes légforgalmú mintavevővel 4 laboratórium, kis légforgalmú mintavevővel ugyancsak 4 laboratórium rendelkezett.

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 veendő figyelembe.) Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2013-ban 1051 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  $\text{m}^3$  átszívott levegőből, félvezető-detektoros gamma-spektrométerrel mérve a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitást); illetve 0,5-2,5  $\text{mBq}/\text{m}^3$  (50-300  $\text{m}^3$  átszívott levegőből, összes béta-aktivitás mérésével). Az összes béta-aktivitás mérése a legtöbb laboratóriumban plasztik szcintillációs mérőfejjel ellátott detektorral történik. Ezek a detektorok kb. 50 keV – 1 MeV energiájú elektronok detektálásra alkalmasak. Más laboratóriumokban alacsony háttérű alfa/béta számláló készülékekkel történik az összes béta-mérés, amelybe proporcionális detektorok vannak beépítve. Ezek a detektorok 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 egyes ERMAH 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  $0,0030 \text{ mBq/m}^3$ -es értékig. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű  $^7\text{Be}$  radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya  $0,7\text{-}23 \text{ mBq/m}^3$  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 2013-ban (EüÁ)

| Radionuklid | Megye    | Átlag,<br>$\text{mBq/m}^3$ | Minimum,<br>$\text{mBq/m}^3$ | Maximum,<br>$\text{mBq/m}^3$ | Szórás,<br>$\text{mBq/m}^3$ | N   | Kha |
|-------------|----------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----|-----|
| Be-7        | BP       | 3,5                        | 0,81                         | 7,1                          | 1,6                         | 48  | 0   |
| Be-7        | BZ       | 5,2                        | 2,4                          | 9,2                          | 1,8                         | 27  | 0   |
| Be-7        | GY       | 5,0                        | 0,73                         | 23                           | 4,3                         | 46  | 0   |
| Be-7        | HA       | 10                         | 3,8                          | 13                           | 1,5                         | 39  | 25  |
| Be-7        | TO       | 2,5                        | 0,68                         | 6,4                          | 1,6                         | 85  | 13  |
| Cs-137      | BP       | -                          | 0,00090                      | 0,0014                       | -                           | 48  | 44  |
| Cs-137      | BZ       | -                          | -                            | -                            | -                           | 27  | 27  |
| Cs-137      | GY       | -                          | 0,0023                       | 0,0030                       | -                           | 46  | 44  |
| Cs-137      | HA       | -                          | -                            | -                            | -                           | 39  | 39  |
| Cs-137      | TO       | -                          | -                            | -                            | -                           | 86  | 86  |
| Összes-béta | BK       | -                          | 1,0                          | 5,7                          | -                           | 53  | 50  |
| Összes-béta | BP       | 0,89                       | 0,76                         | 1,8                          | 0,27                        | 187 | 141 |
| Összes-béta | CS       | 4,3                        | 2,0                          | 5,0                          | 0,84                        | 45  | 0   |
| Összes-béta | HA       | 5,0                        | 1,4                          | 9,1                          | 2,3                         | 33  | 0   |
| Összes-béta | TO       | 1,1                        | 0,33                         | 4,8                          | 0,54                        | 337 | 295 |
| Be-7        | Összesen | 4,6                        | 0,68                         | 23                           | -                           | 245 | 38  |
| Cs-137      | Összesen | -                          | 0,00090                      | 0,0030                       | -                           | 246 | 240 |
| Összes-béta | Összesen | 1,5                        | 0,33                         | 9,1                          | -                           | 655 | 486 |

## 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 2012. 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 aeroszokok 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<br>$\text{mBq}/\text{m}^3$ | Minimum<br>$\text{mBq}/\text{m}^3$ | Maximum<br>$\text{mBq}/\text{m}^3$ | Szórás<br>$\text{mBq}/\text{m}^3$ | N   | Kha |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|
| Be-7        | 3,5                              | 0,9                                | 8,6                                | 1,7                               | 468 | 0   |
| Cs-134      | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 468 | 468 |
| Cs-137      | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 468 | 468 |
| I-131       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 468 | 468 |

### 2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai

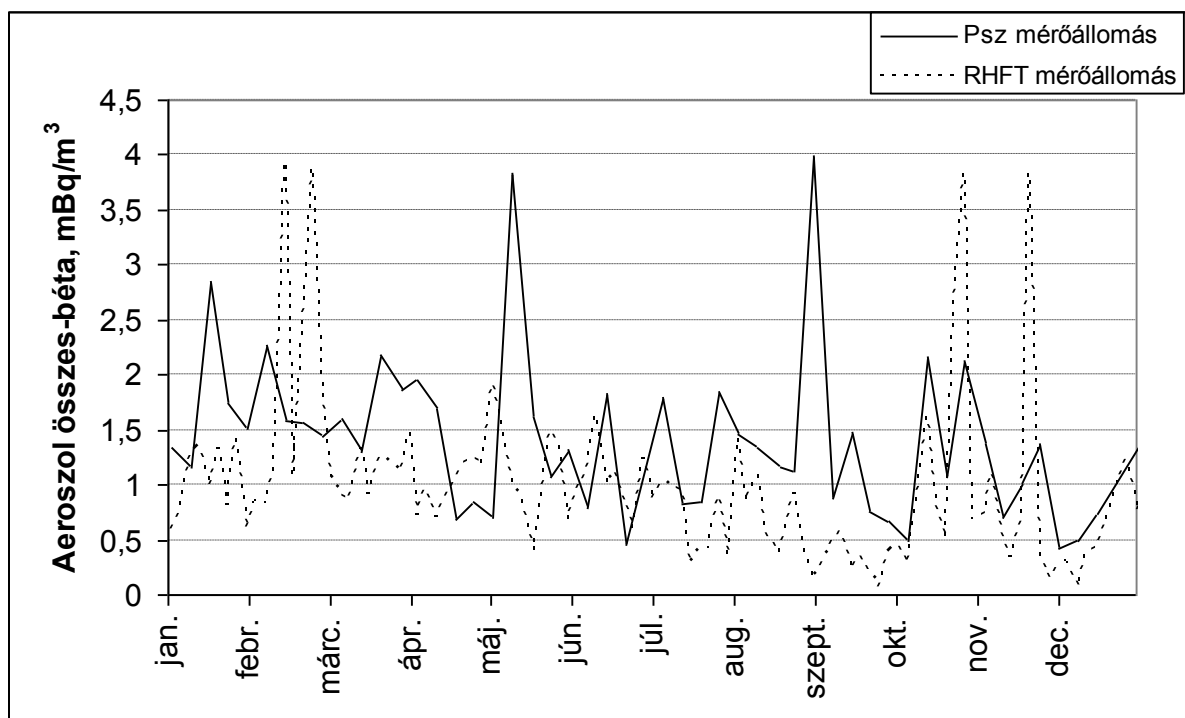
A püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT) környezetében mért aeroszol-koncentrációkat a 2.2.1. ábrán és a 2.2.1. táblázatban mutatjuk be. Az adatok két mintavevő összesített eredményeit tükrözik, az egyik mintavevő a telephelyen, a másik a néhány km-re lévő Püspökszilágy faluban 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 2700  $\text{m}^3$  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-aktivitáskoncentrációk 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<br>$\text{mBq/m}^3$ | Minimum<br>$\text{mBq/m}^3$ | Maximum<br>$\text{mBq/m}^3$ | Szórás<br>$\text{mBq/m}^3$ | N   | Kha |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----|-----|
| Ac-228          | -                         | -                           | 0,0                         | -                          | 1   | 0   |
| Be-7            | 14                        | 0,32                        | 1500                        | 130                        | 134 | 2   |
| Bi-212          | -                         | -                           | 0,98                        | -                          | 1   | 0   |
| Bi-214          | -                         | -                           | 0,36                        | -                          | 1   | 0   |
| Cs-137          | -                         | 0,036                       | 0,20                        | -                          | 149 | 145 |
| H-3             | -                         | -                           | 200000                      | -                          | 1   | 0   |
| K-40            | 0,56                      | 0,19                        | 2,5                         | 0,50                       | 29  | 3   |
| Pb-210          | -                         | -                           | 0,83                        | -                          | 1   | 0   |
| Összes-béta     | 2,3                       | 0,065                       | 170                         | 14                         | 149 | 1   |
| Nem specifikált | -                         | 0,0                         | 1,1                         | -                          | 10  | 1   |



### 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 m<sup>3</sup>/nap körül van. A mintavételt és mérést jellemző összes-béta aktivitás-koncentráció szokásos kimutatási határa 0,5 mBq/m<sup>3</sup>.

A KFKI telephely területén létesített „A” típusú (a paksi állomásokkal azonos kivitelű) környezetellenőrző állomáson nagy légforgalmú mintavevővel történik az aeroszol mintavételezés. Az átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke 5000 m<sup>3</sup>/hét. A nuklidspecifikus mérés két HPGe detektor segítségével történik. A mérés szokásos kimutatási határa <sup>125</sup>I izotópra 0,05 mBq/m<sup>3</sup>, <sup>131</sup>I izotópra pedig 0,02 mBq/m<sup>3</sup>. 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**

| <i>Bq/m<sup>3</sup></i> | Átlag   | Min     | Max     | Szórás  | N    | Mh. alatt |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|------|-----------|
| <b>Összes béta</b>      | 1,00    | 0,10    | 7,37    | 0,70    | 1001 | 0         |
| <b>Be-7</b>             | 0,00547 | 0,00042 | 0,0298  | 0,00449 | 49   | 0         |
| <b>I-125</b>            | 0,00037 | 0,00002 | 0,00597 | 0,00092 | 43   | 0         |
| <b>I-131</b>            | -       | 0,00002 | 0,00004 | -       | 3    | 0         |
| <b>Cs-137</b>           | -       | -       | -       | -       | 0    | 0         |

Mh.: meghatározási határ – 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.

### 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).

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2013-ban 204 fallout mintát vettek. A mintavevő edények felülete  $0,15-0,4 \text{ m}^2$ , a havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összes béta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa  $20-500 \text{ mBq}/(\text{m}^2 \cdot \text{nap})$  (összes béta-aktivitáskoncentrációra) és  $1-20 \text{ mBq}/(\text{m}^2 \cdot \text{nap})$  (a  $^{137}\text{Cs}$  izotópra gamma-spektrometriai vizsgálat alapján). Az összes béta-aktivitások mérése ugyanazon detektorokkal történik, mint az aeroszol minták esetében, amelyek a kb. 50 keV-nál nagyobb energiájú elektronok detektálására képesek.

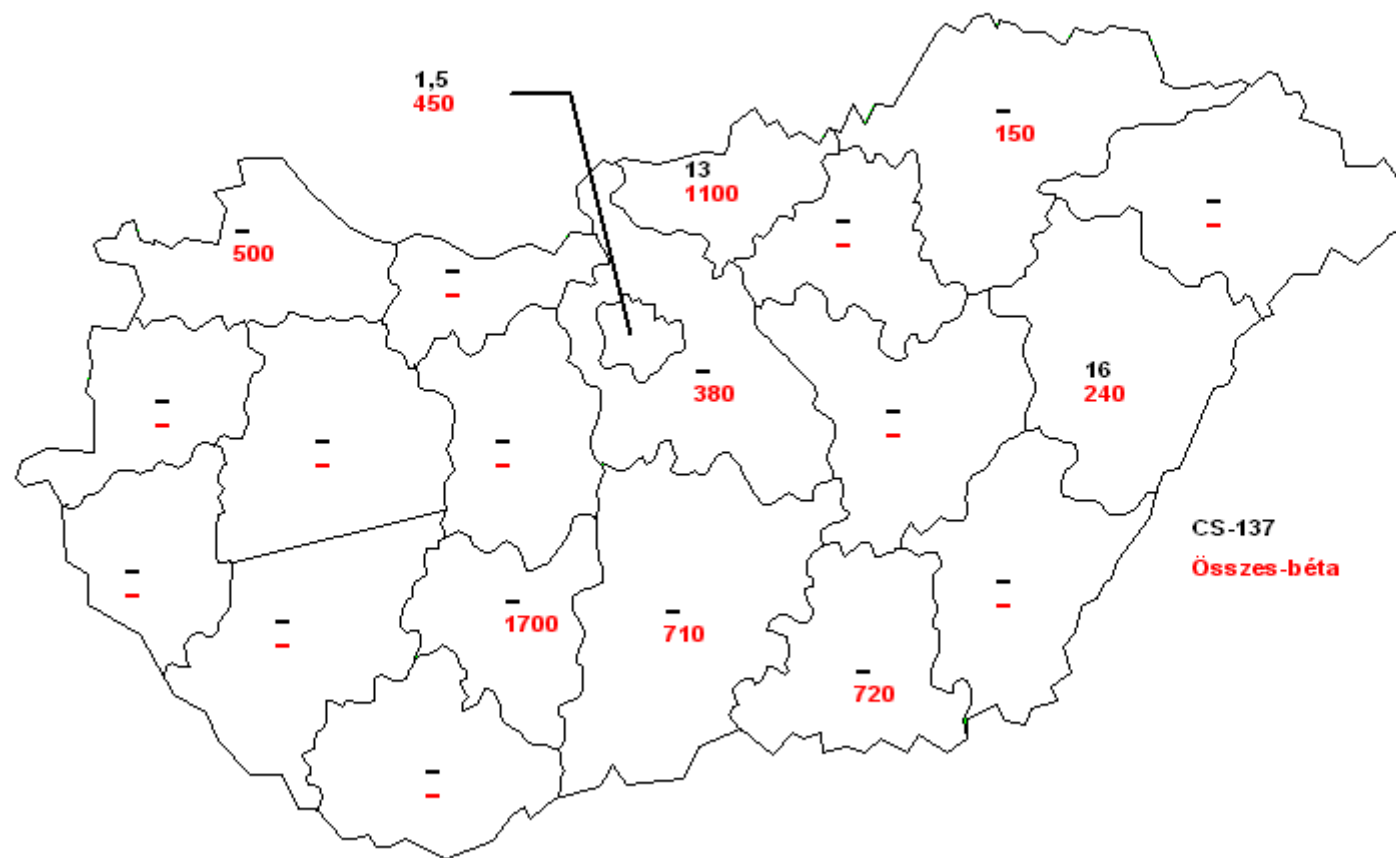
A 2013-ban az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket a 3.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagai az országos átlagtól legfeljebb 2-3-szoros eltérést mutatnak, ami nem jelentős. Az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2012 évvel. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitása a minták kereken 85 %-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 2013-ban (EüÁ)

| Radionuklid | Megye    | Átlag<br>mBq/m <sup>2</sup> /nap | Minimum<br>mBq/m <sup>2</sup> /nap | Maximum<br>mBq/m <sup>2</sup> /nap | Szórás<br>mBq/m <sup>2</sup> /nap | N   | Kha |
|-------------|----------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|
| Be-7        | BK       | -                                | 530                                | 2500                               | -                                 | 12  | 3   |
| Be-7        | BP       | 2200                             | 99                                 | 4700                               | 1200                              | 18  | 0   |
| Be-7        | HA       | 830                              | 160                                | 3100                               | 850                               | 10  | 0   |
| Be-7        | NO       | -                                | 2600                               | 3800                               | -                                 | 2   | 0   |
| Be-7        | PE       | -                                | -                                  | 3000                               | -                                 | 1   | 0   |
| Be-7        | TO       | 1400                             | 720                                | 3500                               | 960                               | 48  | 9   |
| Cs-137      | BK       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 12  | 12  |
| Cs-137      | BP       | -                                | 0,47                               | 1,5                                | -                                 | 18  | 14  |
| Cs-137      | BZ       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 12  | 12  |
| Cs-137      | CS       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 12  | 12  |
| Cs-137      | GY       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 12  | 12  |
| Cs-137      | HA       | 13                               | 7,2                                | 16                                 | 11                                | 12  | 1   |
| Cs-137      | NO       | -                                | -                                  | 13                                 | -                                 | 2   | 1   |
| Cs-137      | PE       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 1   | 1   |
| Cs-137      | TO       | -                                | -                                  | -                                  | -                                 | 48  | 48  |
| Összes-béta | BK       | 420                              | 180                                | 710                                | 170                               | 12  | 0   |
| Összes-béta | BP       | 290                              | 120                                | 450                                | 110                               | 18  | 0   |
| Összes-béta | BZ       | 77                               | 22                                 | 150                                | 40                                | 12  | 0   |
| Összes-béta | CS       | 280                              | 40                                 | 720                                | 200                               | 12  | 0   |
| Összes-béta | GY       | 220                              | 7,0                                | 500                                | 120                               | 48  | 0   |
| Összes-béta | HA       | 140                              | 75                                 | 240                                | 52                                | 12  | 0   |
| Összes-béta | NO       | -                                | 360                                | 1100                               | -                                 | 2   | 0   |
| Összes-béta | PE       | -                                | -                                  | 380                                | -                                 | 1   | 0   |
| Összes-béta | TO       | 590                              | 87                                 | 1700                               | 330                               | 48  | 0   |
| Be-7        | Összesen | 1500                             | 99                                 | 4700                               | -                                 | 91  | 12  |
| Cs-137      | Összesen | 5,7                              | 0,47                               | 16                                 | -                                 | 129 | 113 |
| Összes-béta | Összesen | 350                              | 7,0                                | 1700                               | -                                 | 165 | 0   |



3.1.1. ábra. Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2013-ban (EüÁ, mBq/m<sup>2</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

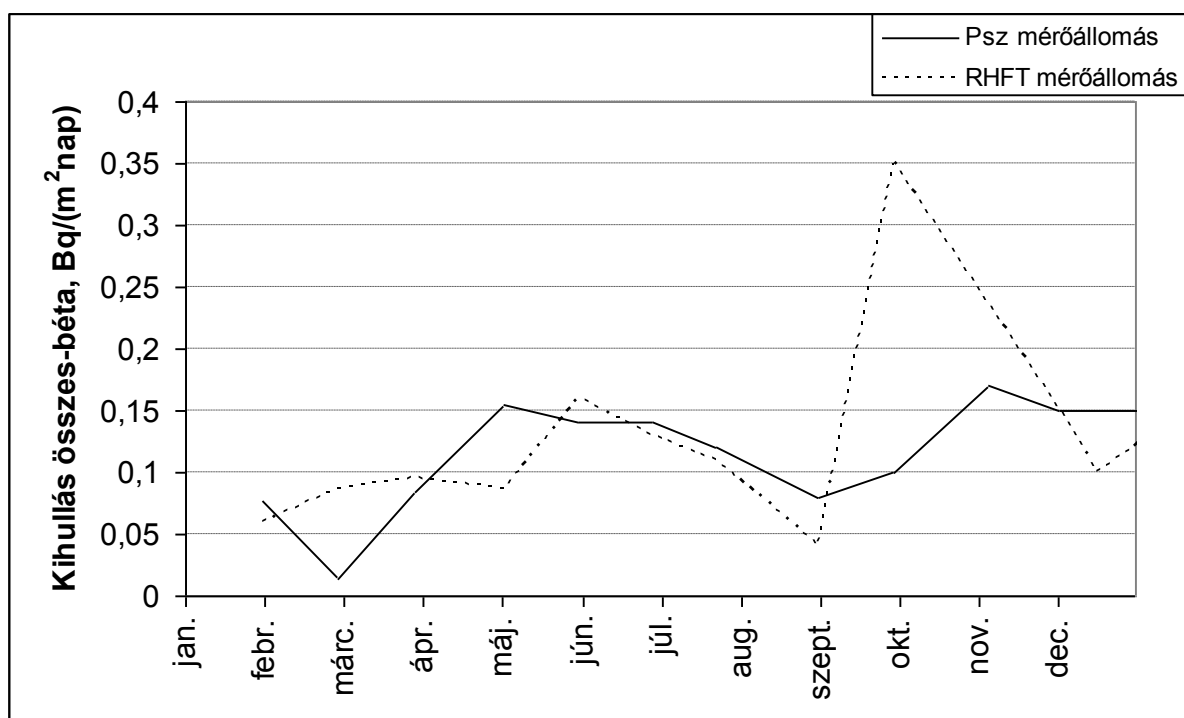
A kihullás mintázása az A típusú állomásokon történt. A méréseket jellemző kimutatási határ  $0,2 \text{ Bq/m}^2/\text{hó}$ . A mesterséges izotópok aktivitása a 2013. évben kimutatási határ alatt maradt.

### 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<br>mBq/(m <sup>2</sup> nap) | Minimum<br>mBq/(m <sup>2</sup> nap) | Maximum<br>mBq/(m <sup>2</sup> nap) | Szórás<br>mBq/(m <sup>2</sup> nap) | N  | Kha |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----|-----|
| Ac-228          | -                                 | -                                   | 40                                  | -                                  | 1  | 0   |
| Be-7            | 730                               | 130                                 | 3200                                | 730                                | 24 | 0   |
| Bi-214          | -                                 | -                                   | 30                                  | -                                  | 1  | 0   |
| Cs-137          | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 24 | 24  |
| K-40            | -                                 | 230                                 | 2100                                | -                                  | 7  | 3   |
| Ra-224          | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 2  | 2   |
| Ra-226          | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 2  | 2   |
| Tl-208          | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 1  | 1   |
| U-235           | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 3  | 3   |
| Összes-béta     | 120                               | 13                                  | 350                                 | 63                                 | 24 | 0   |
| Nem specifikált | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 1  | 1   |

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

Az OSSKI három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece, Balassagyarmat) vesz fall-out mintát havi rendszerességgel márciustól novemberig (a téli hónapokban nem). A mintavető edények felülete 0,2 m<sup>2</sup>. Ezeken 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 három minta kivételével kimutatási határ alatti, kb. 0,2 Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap) alatti volt. A detektált <sup>137</sup>Cs felületi aktivitások 0,10 – 0,54 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 2013-ban Bq/(m<sup>2</sup>·30 nap)

| Mintavétel<br>hónapja | Balassagyarmat | Ipolytölgyes | Ipolyvece  |
|-----------------------|----------------|--------------|------------|
| március               | 10,9 ± 2,1     | 11,4 ± 2,1   | 34,4 ± 4,9 |
| április               | 21,0 ± 3,6     | 9,2 ± 1,7    | 15,0 ± 3,1 |
| május                 | 35,6 ± 4,6     | 25,1 ± 5,3   | 16,6 ± 3,2 |
| június                | 13,5 ± 2,5     | 9,4 ± 1,9    | 27,7 ± 4,5 |
| július                | 8,5 ± 2,0      | 8,8 ± 1,8    | 24,7 ± 3,8 |
| augusztus             | 13,6 ± 3,0     | 21,5 ± 3,7   | 28,2 ± 4,7 |
| szeptember            | 11,6 ± 2,4     | 9,4 ± 1,9    | 7,8 ± 2,0  |
| október               | 15,8 ± 2,8     | 9,9 ± 1,9    | 17,0 ± 3,3 |

### 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 néhány alkalommal <sup>125</sup>I, <sup>131</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**

| Bq/m <sup>2</sup> | Átlag | Min. | Max   | Szórás | N   | Mh. alatt |
|-------------------|-------|------|-------|--------|-----|-----------|
| <b>Be-7</b>       | 19,2  | 10,0 | 44,0  | 8,30   | 118 | 49        |
| <b>I-125</b>      | N.A.  | 0,60 | 11,9  | N.A.   | 4   | 0         |
| <b>I-131</b>      | 2,00  | 1,05 | 2,96  | 0,74   | 6   | 0         |
| <b>Cs-137</b>     | -     | -    | 1,19  | -      | 2   | 1         |
| <b>K-40</b>       | 88,8  | 16,7 | 452,5 | 90,3   | 54  | 0         |

<sup>125</sup>I Meghatározási határ: 0,451 Bq/m<sup>2</sup>/hét

<sup>137</sup>Cs Meghatározási határ: 1,12 Bq/m<sup>2</sup>/hét

Mh.: meghatározási határ – 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.

## 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, gyökér-, növénymaradványokat), szárítják, homogenizálják. A mérések az összes béta-aktivitás, a gamma-sugárzó radionuklidok és a  $^{90}\text{Sr}$  meghatározását jelentik. A  $^{90}\text{Sr}$  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 (ezek az eredmények a jelentésben nem szerepelnek). 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. 2013-ban a 19 megye és Budapest területéről 257 talajminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok;  $^{137}\text{Cs}$ : 0,3 - 0,8 Bq/kg;  $^{90}\text{Sr}$ : 0,005 - 40 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 2013-ban összesen 240 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.

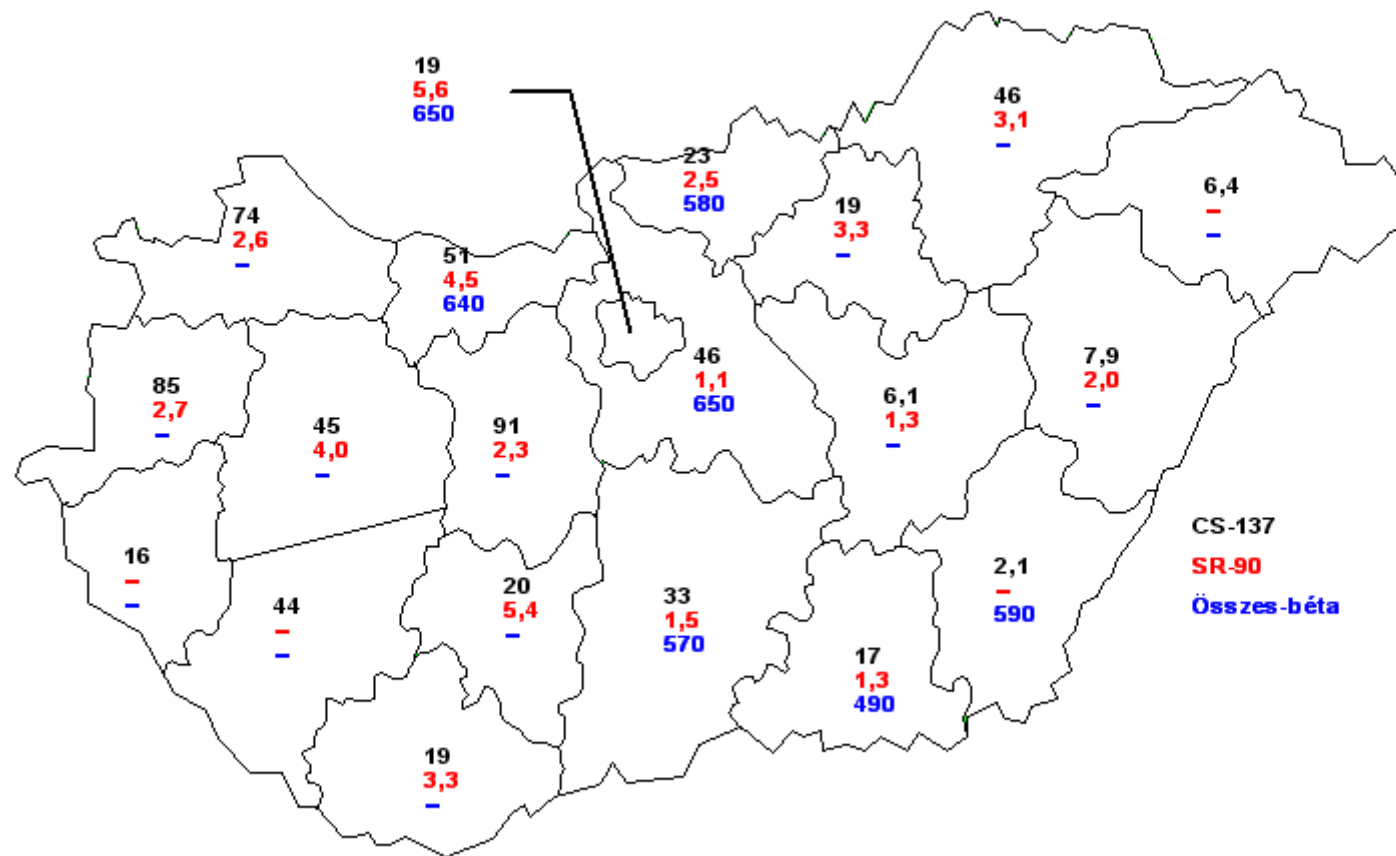
A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó  $^{137}\text{Cs}$  izotóp aktivitáskoncentrációja még mindig jól mérhető, megyénkénti átlagainak maximumai a 2012. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 4-30 Bq/kg volt, az egyedi eredmények maximuma a 91 Bq/kg volt, ez alacsonyabb a tavalyinál. A  $^{90}\text{Sr}$  izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 0,33-5,8 Bq/kg közöttiek voltak. Az összes béta-aktivitáskoncentrációk nagyobbak



(290-650 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes  $^{40}\text{K}$  izotóptól származik.

A talaj  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 10 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  -é ennél kisebb, 1,7 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 520 Bq/kg volt 2013-ban. (Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2012. 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. ábra. Talaj mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2013-ban (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

| Radionuklid | Megye    | Átlag<br>Bq/kg | Minimum<br>Bq/kg | Maximum<br>Bq/kg | Szórás<br>Bq/kg | N   | Kha |
|-------------|----------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|-----|
| Cs-137      | BA       | 8,1            | 1,4              | 19               | 6,2             | 22  | 4   |
| Cs-137      | BE       | -              | 1,5              | 2,1              | -               | 7   | 3   |
| Cs-137      | BK       | -              | 1,0              | 33               | -               | 43  | 34  |
| Cs-137      | BP       | 9,6            | 2,9              | 19               | 5,6             | 10  | 0   |
| Cs-137      | BZ       | 12             | 2,4              | 46               | 12              | 16  | 0   |
| Cs-137      | CS       | -              | 2,4              | 17               | -               | 9   | 0   |
| Cs-137      | FE       | 13             | 1,3              | 91               | 23              | 14  | 0   |
| Cs-137      | GY       | 27             | 4,8              | 74               | 16              | 47  | 0   |
| Cs-137      | HA       | 3,9            | 2,7              | 8,0              | 2,0             | 13  | 2   |
| Cs-137      | HE       | 11             | 5,0              | 19               | 3,0             | 14  | 0   |
| Cs-137      | JA       | -              | 2,9              | 6,1              | -               | 5   | 0   |
| Cs-137      | KO       | 12             | 1,0              | 51               | 11              | 24  | 0   |
| Cs-137      | NO       | 10             | 0,76             | 23               | 6,2             | 21  | 0   |
| Cs-137      | PE       | 10             | 0,89             | 46               | 8,1             | 43  | 0   |
| Cs-137      | SO       | 17             | 4,7              | 44               | 11              | 15  | 0   |
| Cs-137      | SZ       | 3,8            | 2,3              | 6,4              | 1,5             | 10  | 0   |
| Cs-137      | TO       | 3,7            | 1,3              | 20               | 4,9             | 123 | 84  |
| Cs-137      | VA       | 28             | 1,3              | 85               | 26              | 20  | 0   |
| Cs-137      | VE       | 11             | 2,3              | 45               | 9,6             | 23  | 0   |
| Cs-137      | ZA       | 11             | 5,5              | 16               | 3,2             | 12  | 0   |
| Sr-90       | BA       | 1,3            | 0,34             | 3,3              | 0,84            | 14  | 1   |
| Sr-90       | BE       | -              | -                | -                | -               | 3   | 3   |
| Sr-90       | BK       | -              | 1,0              | 1,5              | -               | 5   | 2   |
| Sr-90       | BP       | -              | 0,87             | 5,6              | -               | 4   | 1   |
| Sr-90       | BZ       | -              | 1,0              | 3,1              | -               | 6   | 2   |
| Sr-90       | CS       | -              | 0,99             | 1,3              | -               | 5   | 3   |
| Sr-90       | FE       | -              | 0,73             | 2,3              | -               | 5   | 1   |
| Sr-90       | GY       | -              | 0,69             | 2,6              | -               | 11  | 5   |
| Sr-90       | HA       | -              | 0,99             | 2,0              | -               | 9   | 6   |
| Sr-90       | HE       | -              | 2,1              | 3,3              | -               | 7   | 3   |
| Sr-90       | JA       | -              | -                | 1,3              | -               | 1   | 0   |
| Sr-90       | KO       | 1,4            | 0,81             | 4,5              | 1,1             | 11  | 1   |
| Sr-90       | NO       | -              | 0,51             | 2,5              | -               | 4   | 1   |
| Sr-90       | PE       | -              | 0,33             | 1,1              | -               | 6   | 1   |
| Sr-90       | SO       | -              | -                | -                | -               | 1   | 1   |
| Sr-90       | SZ       | -              | -                | -                | -               | 4   | 4   |
| Sr-90       | TO       | 1,5            | 0,45             | 5,4              | 1,4             | 14  | 2   |
| Sr-90       | VA       | 1,6            | 1,1              | 2,7              | 0,66            | 11  | 1   |
| Sr-90       | VE       | 1,9            | 0,81             | 4,0              | 1,1             | 13  | 1   |
| Összes-béta | BE       | -              | 370              | 590              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | BK       | -              | 380              | 570              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | BP       | -              | 480              | 650              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | CS       | -              | 290              | 490              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | KO       | -              | 530              | 640              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | NO       | -              | 580              | 580              | -               | 2   | 0   |
| Összes-béta | PE       | -              | 580              | 650              | -               | 3   | 0   |
| Cs-137      | Összesen | 10             | 0,76             | 91               | -               | 491 | 127 |
| Sr-90       | Összesen | 1,7            | 0,33             | 5,6              | -               | 134 | 39  |
| Összes-béta | Összesen | 520            | 290              | 650              | -               | 25  | 0   |

## 4.2. Létesítmények környezetében mért adatok

### 4.2.1. A RHFT környezetének mérési eredményei

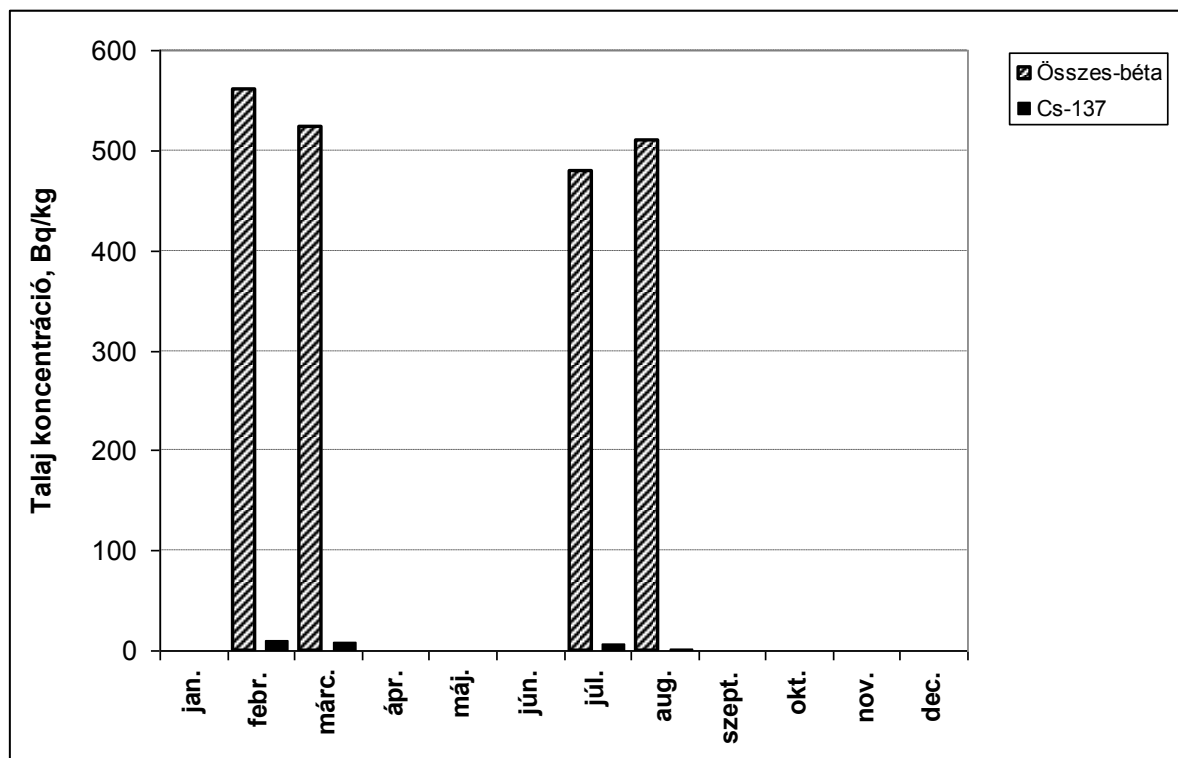
#### 4.2.1.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei

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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációk az év folyamán alig változtak. Az eredmények a 2012. 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.

| Hely          | Nuklid | Átlag, mBq/m <sup>3</sup> | Minimum, mBq/m <sup>3</sup> | Maximum, mBq/m <sup>3</sup> | Szórás, mBq/m <sup>3</sup> | N  | Kha |
|---------------|--------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----|-----|
| Bátaapáti     | K-40   | -                         | 490                         | 510                         | -                          | 2  | 0   |
| Bátaapáti     | Cs-137 | -                         | 13                          | 14                          | -                          | 2  | 0   |
| Püspökszilágy | K-40   | 580                       | 520                         | 650                         | 43                         | 10 | 0   |
| Püspökszilágy | Cs-137 | 9,6                       | 3,7                         | 20                          | 5,5                        | 10 | 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 2013-ban (Bq/kg)

|                | <sup>137</sup> Cs koncentráció |            | Összes béta-aktivitáskonc. |          |
|----------------|--------------------------------|------------|----------------------------|----------|
|                | 1. félév                       | 2. félév   | 1. félév                   | 2. félév |
| Balassagyarmat | 10,2 ± 0,3                     | 17,9 ± 0,7 | 579 ± 46                   | 576 ± 46 |
| Esztergom      | 4,94 ± 0,1                     | 11,2 ± 0,6 | 525 ± 42                   | 598 ± 48 |
| Komárom        | 4,95 ± 0,1                     | 51,0 ± 1,5 | 551 ± 44                   | 644 ± 52 |

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, 2010. és 2012. 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 | 2010.      |            | 2011.      |           | 2012.      |            |
|--------------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
|                                | 1. félév   | 2. félév   | 1. félév   | 2. félév  | 1. félév   | 2. félév   |
| Balassagyarmat                 | 11,5± 0,3  | 12,5± 0,4  | 9,9 ± 0,3  | 4,5 ± 0,1 | 7,40 ± 0,3 | 4,30 ± 0,1 |
| Esztergom                      | 9,1 ± 0,3  | 11,0 ± 0,3 | 11,0 ± 0,3 | 4,1 ± 0,2 | 11,7 ± 0,3 | 10,2 ± 0,2 |
| Komárom                        | 62,8 ± 1,9 | 37,1 ± 1,1 | 50 ± 2     | 64 ± 2    | 27,5 ± 2   | 3,65 ± 0,2 |

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

| Összes béta-aktivitáskoncentráció | 2010.    |          | 2011.    |          | 2012.    |          |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                   | 1. félév | 2. félév | 1. félév | 2. félév | 1. félév | 2. félév |
| Balassagyarmat                    | 607± 30  | 544± 44  | 490 ± 40 | 450 ± 40 | 639 ± 40 | 519 ± 40 |
| Esztergom                         | 643 ± 32 | 586 ± 47 | 670 ± 50 | 480 ± 40 | 696 ± 50 | 748 ± 40 |
| Komárom                           | 616 ± 31 | 524 ± 42 | 580 ± 50 | 620 ± 50 | 576 ± 50 | 529 ± 50 |

#### 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.

**4.2.5. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták aktivitáskoncentrációja 2013-ban (Bq/kg)**

| Nuklid | Átlag, mBq/m <sup>3</sup> | Minimum, mBq/m <sup>3</sup> | Maximum, mBq/m <sup>3</sup> | Szórás, mBq/m <sup>3</sup> | N  | Kha |
|--------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----|-----|
| K-40   | 460                       | 380                         | 570                         | 50                         | 15 | 0   |
| Cs-137 | 8,2                       | 0,76                        | 18                          | 5,2                        | 15 | 0   |
| Sr-90  | -                         | 0,51                        | 4,5                         | -                          | 4  | 1   |

## 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), 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 (ezek az eredmények a jelentésben nem szerepelnek).. A takarmány alapanyagokból és a nyers tejjel együtt vett takarmányból kémiai elválasztás után a <sup>90</sup>Sr aktivitáskoncentrációt is meghatározzák.. 2013-ban a 19 megye és Budapest területéről 505 takarmányminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,02 - 2 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,004 - 3 Bq/kg.

Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2013-ban összesen 100 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 tömegről 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.

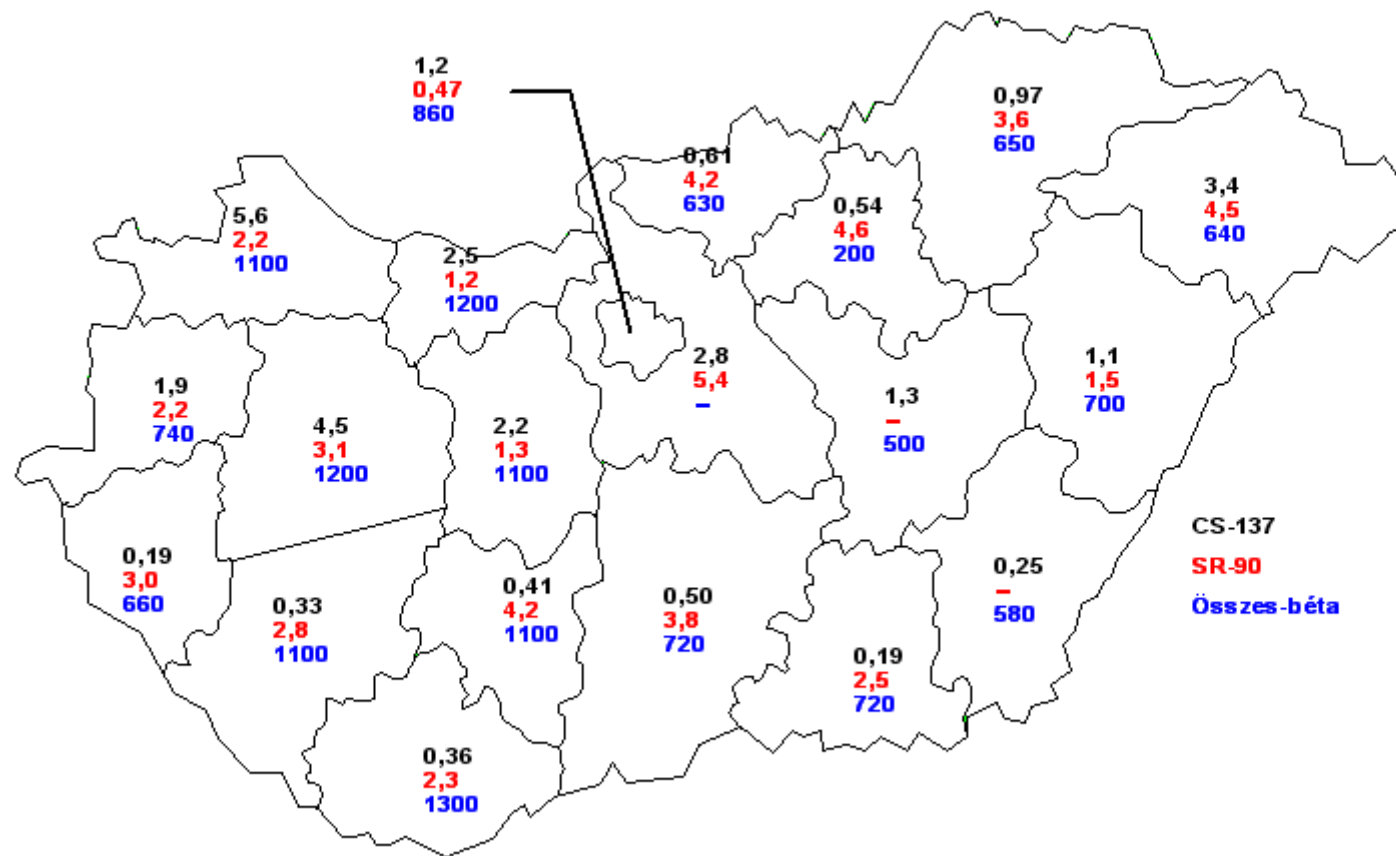
A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a <sup>90</sup>Sr eredmények nagyobb része meghaladja azt. Ennek oka egyrészt 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 egybevág a 2012-ben tapasztaltakkal.

A takarmánynövények  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,43 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$ -é magasabb, 0,93 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 640 Bq/kg volt 2013-ban.





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)**

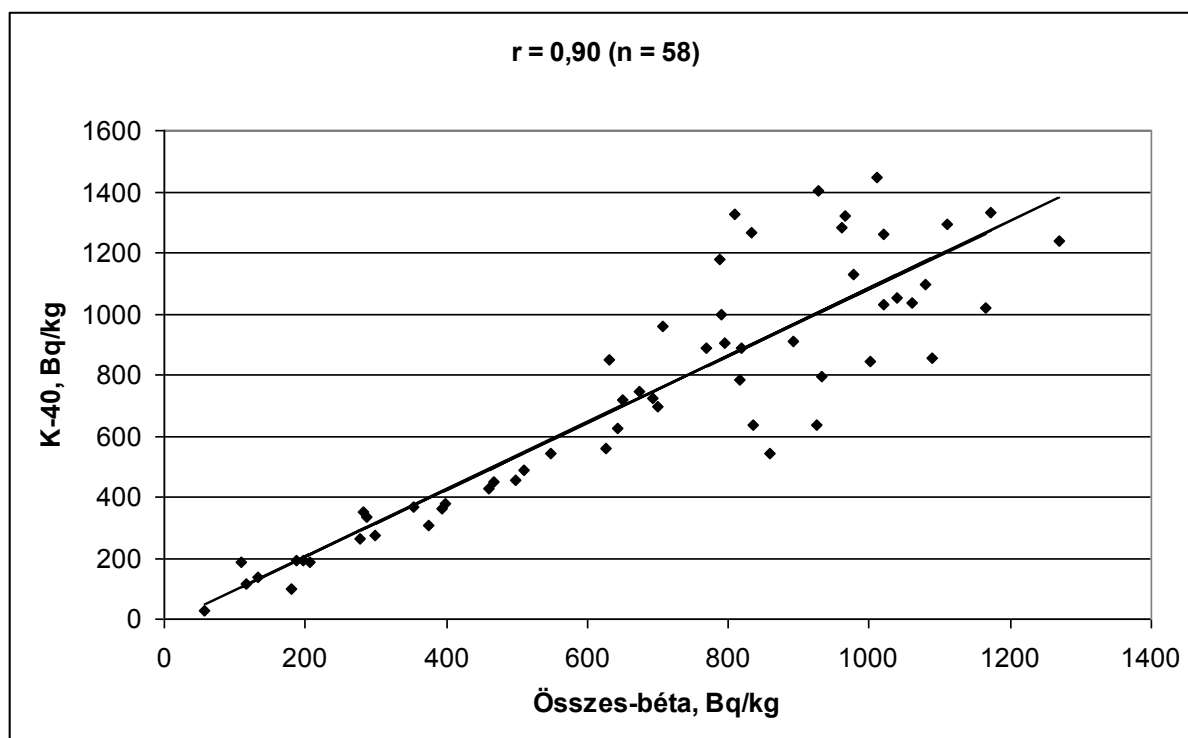
| Radionuklid | Megye | Átlag<br>Bq/kg | Minimum<br>Bq/kg | Maximum<br>Bq/kg | Szórás<br>Bq/kg | N  | Kha |
|-------------|-------|----------------|------------------|------------------|-----------------|----|-----|
| Cs-137      | BA    | -              | 0,11             | 0,36             | -               | 27 | 22  |
| Cs-137      | BE    | -              | -                | 0,25             | -               | 16 | 15  |
| Cs-137      | BK    | -              | 0,060            | 0,50             | -               | 14 | 11  |
| Cs-137      | BP    | -              | 0,060            | 1,2              | -               | 53 | 44  |
| Cs-137      | BZ    | -              | 0,14             | 0,97             | -               | 26 | 20  |
| Cs-137      | CS    | -              | -                | 0,19             | -               | 11 | 10  |
| Cs-137      | FE    | -              | 0,10             | 2,2              | -               | 23 | 15  |
| Cs-137      | GY    | 0,59           | 0,050            | 5,6              | 0,81            | 51 | 17  |
| Cs-137      | HA    | -              | 0,44             | 1,2              | -               | 9  | 6   |
| Cs-137      | HE    | -              | 0,099            | 0,54             | -               | 25 | 20  |
| Cs-137      | JA    | -              | 0,83             | 1,3              | -               | 8  | 5   |
| Cs-137      | KO    | -              | 0,14             | 2,5              | -               | 41 | 34  |
| Cs-137      | NO    | 0,26           | 0,040            | 0,61             | 0,20            | 32 | 21  |
| Cs-137      | PE    | 0,36           | 0,070            | 2,8              | 0,46            | 47 | 18  |
| Cs-137      | SO    | -              | 0,12             | 0,33             | -               | 29 | 23  |
| Cs-137      | SZ    | -              | 0,10             | 3,4              | -               | 23 | 15  |
| Cs-137      | TO    | -              | 0,060            | 0,41             | -               | 45 | 37  |
| Cs-137      | VA    | 0,31           | 0,040            | 1,9              | 0,35            | 32 | 15  |
| Cs-137      | VE    | -              | 0,21             | 4,5              | -               | 29 | 23  |
| Cs-137      | ZA    | -              | 0,16             | 0,19             | -               | 39 | 36  |
| Sr-90       | BA    | 0,56           | 0,15             | 2,3              | 0,52            | 20 | 0   |
| Sr-90       | BK    | 0,81           | 0,22             | 3,8              | 0,94            | 24 | 6   |
| Sr-90       | BP    | -              | 0,15             | 0,47             | -               | 5  | 0   |
| Sr-90       | BZ    | 1,7            | 0,44             | 3,6              | 1,1             | 17 | 0   |
| Sr-90       | CS    | -              | 0,28             | 2,5              | -               | 10 | 3   |
| Sr-90       | FE    | -              | 0,059            | 1,3              | -               | 8  | 0   |
| Sr-90       | GY    | 0,50           | 0,17             | 2,2              | 0,46            | 21 | 7   |
| Sr-90       | HA    | -              | 0,33             | 1,5              | -               | 6  | 3   |
| Sr-90       | HE    | 2,0            | 0,81             | 4,6              | 1,1             | 17 | 3   |
| Sr-90       | JA    | -              | -                | -                | -               | 2  | 2   |
| Sr-90       | KO    | 0,39           | 0,21             | 1,2              | 0,23            | 20 | 3   |
| Sr-90       | NO    | 0,96           | 0,16             | 4,2              | 1,1             | 23 | 3   |
| Sr-90       | PE    | 0,86           | 0,084            | 5,4              | 1,1             | 30 | 2   |
| Sr-90       | SO    | 1,0            | 0,21             | 2,8              | 0,80            | 16 | 4   |
| Sr-90       | SZ    | 1,7            | 0,60             | 4,5              | 1,1             | 19 | 3   |
| Sr-90       | TO    | 0,96           | 0,11             | 4,2              | 0,88            | 36 | 1   |
| Sr-90       | VA    | 0,72           | 0,27             | 2,2              | 0,45            | 21 | 1   |
| Sr-90       | VE    | 1,2            | 0,19             | 3,1              | 0,89            | 24 | 4   |
| Sr-90       | ZA    | 0,80           | 0,13             | 3,1              | 0,82            | 30 | 9   |
| Összes-béta | BA    | -              | 670              | 1300             | -               | 4  | 0   |
| Összes-béta | BE    | -              | 190              | 580              | -               | 4  | 0   |
| Összes-béta | BK    | -              | 260              | 720              | -               | 4  | 0   |
| Összes-béta | BP    | -              | 710              | 860              | -               | 4  | 0   |
| Összes-béta | BZ    | -              | 280              | 650              | -               | 4  | 0   |
| Összes-béta | CS    | -              | 290              | 720              | -               | 4  | 0   |
| Összes-béta | FE    | -              | 790              | 1100             | -               | 4  | 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       | 670         | 270           | 1100          | 190          | 24  | 0   |
| Összes-béta | HA       | -           | 460           | 700           | -            | 3   | 0   |
| Összes-béta | HE       | -           | 130           | 200           | -            | 4   | 0   |
| Összes-béta | JA       | -           | 280           | 500           | -            | 3   | 0   |
| Összes-béta | KO       | -           | 550           | 1200          | -            | 7   | 0   |
| Összes-béta | NO       | -           | 57            | 630           | -            | 6   | 0   |
| Összes-béta | SO       | -           | 630           | 1100          | -            | 4   | 0   |
| Összes-béta | SZ       | -           | 300           | 640           | -            | 4   | 0   |
| Összes-béta | TO       | -           | 790           | 1100          | -            | 8   | 0   |
| Összes-béta | VA       | -           | 610           | 740           | -            | 3   | 0   |
| Összes-béta | VE       | -           | 800           | 1200          | -            | 3   | 0   |
| Összes-béta | ZA       | -           | 630           | 660           | -            | 3   | 0   |
| Cs-137      | Összesen | 0,43        | 0,040         | 5,6           | -            | 580 | 407 |
| Sr-90       | Összesen | 0,93        | 0,059         | 5,4           | -            | 349 | 54  |
| Összes-béta | Összesen | 640         | 57            | 1300          | -            | 100 | 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 90 %-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)

### 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 ( $^{137}\text{Cs}$ , 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 |
|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|----|-----|
| Ac-228      | -           | 2,4           | 4,3           | -            | 3  | 0   |
| Be-7        | 150         | 11            | 510           | 160          | 21 | 1   |
| Bi-212      | -           | -             | -             | -            | 1  | 1   |
| Bi-214      | -           | 1,5           | 12            | -            | 6  | 1   |
| Cs-137      | -           | -             | 5,3           | -            | 24 | 23  |
| K-40        | 780         | 230           | 1900          | 410          | 24 | 0   |
| Pb-210      | 55          | 2,9           | 280           | 70           | 17 | 0   |
| Pb-212      | 7,1         | 0,50          | 85            | 20           | 18 | 5   |
| Pb-214      | -           | 1,6           | 200           | -            | 8  | 1   |
| Ra-226      | -           | -             | 9,1           | -            | 3  | 2   |
| Tl-208      | -           | 0,31          | 7,5           | -            | 12 | 3   |
| U-235       | -           | -             | 0,55          | -            | 3  | 2   |
| Összes-béta | 560         | 140           | 1000          | 230          | 24 | 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  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációja és összes béta-aktivitáskoncentrációja 2013-ban (Bq/kg)**

|                | $^{137}\text{Cs}$ koncentráció |          | Összes béta-aktivitáskonc. |          |
|----------------|--------------------------------|----------|----------------------------|----------|
|                | 1. félév                       | 2. félév | 1. félév                   | 2. félév |
| Balassagyarmat | < 1,17                         | < 1,10   | 632 ± 19                   | 376 ± 27 |
| Esztergom      | < 0,52                         | < 0,57   | 770 ± 23                   | 548 ± 22 |
| Komárom        | 0,74 ± 0,07                    | < 1,35   | 1171 ± 35                  | 892 ± 20 |

Megjegyzés a táblázathoz: A 2013. év második félévében a gamma-spektrometriai mérés kimutatási határa meghaladta a korábban még 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 a bennük lévő  $^{40}\text{K}$ -tól 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,  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskoncentrációit mutatja a 2010-2012. közötti időszakban.

**5.1.4. táblázat. Az OSSKI telephelyéről származó fűminták összes béta,  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)**

|            | 2010.     |           | 2011.     |          | 2012.    |          |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
|            | 1. félév  | 2. félév  | 1. félév  | 2. félév | 1. félév | 2. félév |
| Összesbéta | 752 ± 23  | 838 ± 17  | 1161 ± 46 | 283 ± 8  | 857 ± 51 | 819 ± 33 |
| Cs-137     | 1,4 ± 0,1 | 2,2 ± 0,2 | 1,4 ± 0,1 | <0,25    | <1,0     | <1,1     |
| K-40       | 794 ± 24  | 954 ± 29  | 803 ± 24  | 223 ± 7  | 544 ± 16 | 883 ± 27 |

Az összes béta-aktivitás évszakos változását figyelhetjük meg a következő táblázatban, amely a MOHI mintavételi és mérési program keretében 2010-2012. között vett fűminták összes béta-aktivitáskoncentrációit mutatja be.

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

| Összes béta-aktivitáskoncentráció | 2010.     |           | 2011.     |          | 2012.     |          |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                                   | 1. félév  | 2. félév  | 1. félév  | 2. félév | 1. félév  | 2. félév |
| Balassagyarmat                    | 890 ± 27  | 629 ± 25  | 850 ± 40  | 330 ± 20 | 850 ± 40  | 330 ± 20 |
| Esztergom                         | 1050 ± 32 | 440 ± 22  | 510 ± 30  | 300 ± 20 | 1141 ± 30 | 319 ± 20 |
| Komárom                           | 1097 ± 33 | 1171 ± 47 | 1100 ± 40 | 550 ± 20 | 367 ± 40  | 642 ± 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.

**5.1.6. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták aktivitáskoncentrációja 2013-ban (Bq/kg)**

| Nuklid | Átlag,<br>mBq/m <sup>3</sup> | Minimum,<br>mBq/m <sup>3</sup> | Maximum,<br>mBq/m <sup>3</sup> | Szórás,<br>mBq/m <sup>3</sup> | N | Kha |
|--------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|-----|
| K-40   | -                            | 220                            | 280                            | -                             | 4 | 0   |
| Cs-137 | -                            | 0,15                           | 0,39                           | -                             | 4 | 1   |
| Sr-90  | -                            | 0,19                           | 0,48                           | -                             | 4 | 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.

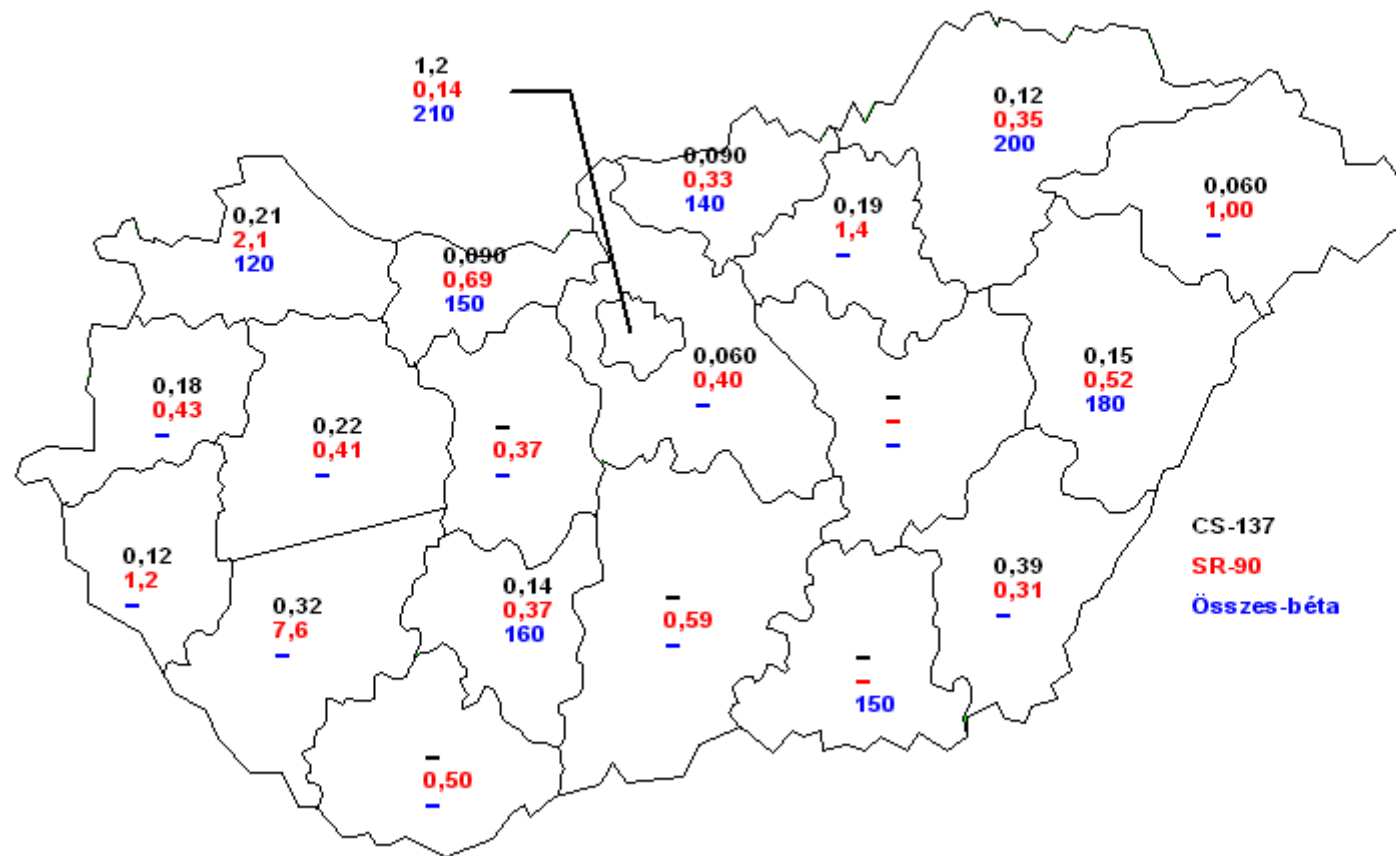
### 5.2.1. Országos adatok

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 gyökérezőségekből kémiai elválasztás után a Sr-90 aktivitáskoncentrációt is meghatározzák. 2013-ban a 19 megye és Budapest területéről 343 nyers növényi élelmiszer-minta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,01 - 1,4 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,004 - 0,6 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 érzékenységgű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja decentrum régióként és negyedévenként 2-2 zöldségfajtát, valamint az első és negyedik negyedévben 1-1, a második és harmadik negyedévben 2-2 gyümölcsfajtát tartalmaz. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2013-ban összesen 113 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.



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 kimutatósi határ feletti eredmény, a gombaminták mérési eredményeit az ábrán nem tüntettük fel)



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 0,093 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  nuklidé pedig 0,41 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes-béta aktivitásé pedig 75 Bq/kg volt 2013-ban.

**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    | -           | -             | -             | -            | 3  | 3   |
| CS-137      | BE    | -           | 0,10          | 0,39          | -            | 21 | 19  |
| CS-137      | BK    | -           | -             | - (* 0,23)    | -            | 3  | 3   |
| CS-137      | BP    | -           | 0,060         | 1,2 (*4,2)    | -            | 25 | 21  |
| CS-137      | BZ    | -           | 0,050         | 0,12          | -            | 39 | 37  |
| CS-137      | CS    | -           | -             | -             | -            | 19 | 19  |
| CS-137      | FE    | -           | -             | -             | -            | 4  | 4   |
| CS-137      | GY    | 0,050       | 0,020         | 0,21 (*48)    | 0,031        | 42 | 27  |
| CS-137      | HA    | 0,11        | 0,060         | 0,15          | 0,082        | 38 | 19  |
| CS-137      | HE    | -           | -             | 0,19          | -            | 12 | 11  |
| CS-137      | JA    | -           | -             | -             | -            | 8  | 8   |
| CS-137      | KO    | -           | 0,030         | 0,090 (*1,6)  | -            | 22 | 19  |
| CS-137      | NO    | -           | 0,020         | 0,090 (*0,56) | -            | 31 | 24  |
| CS-137      | PE    | -           | 0,017         | 0,060 (*1,9)  | -            | 13 | 10  |
| CS-137      | SO    | -           | 0,090         | 0,32 (*0,39)  | -            | 25 | 22  |
| CS-137      | SZ    | -           | -             | 0,060         | -            | 18 | 17  |
| CS-137      | TO    | -           | 0,030         | 0,14          | -            | 32 | 30  |
| CS-137      | VA    | 0,061       | 0,012         | 0,18 (*7,5)   | 0,050        | 25 | 10  |
| CS-137      | VE    | -           | 0,050         | 0,22 (*4,0)   | -            | 27 | 23  |
| CS-137      | ZA    | -           | 0,039         | 0,12          | -            | 13 | 9   |
| SR-90       | BA    | -           | 0,20          | 0,50          | -            | 3  | 0   |
| SR-90       | BE    | -           | -             | 0,31          | -            | 6  | 5   |
| SR-90       | BK    | -           | 0,13          | 0,59          | -            | 5  | 0   |
| SR-90       | BP    | -           | 0,055         | 0,14          | -            | 4  | 1   |
| SR-90       | BZ    | -           | 0,20          | 0,35          | -            | 5  | 2   |
| SR-90       | CS    | -           | -             | -             | -            | 1  | 1   |
| SR-90       | FE    | -           | 0,14          | 0,37          | -            | 2  | 0   |
| SR-90       | GY    | -           | 0,091         | 2,1           | -            | 7  | 2   |
| SR-90       | HA    | -           | 0,24          | 0,52          | -            | 6  | 4   |
| SR-90       | HE    | -           | 0,066         | 1,4           | -            | 4  | 2   |
| SR-90       | KO    | -           | 0,23          | 0,69          | -            | 5  | 1   |
| SR-90       | NO    | -           | 0,044         | 0,33          | -            | 10 | 2   |
| SR-90       | PE    | -           | 0,036         | 0,40          | -            | 7  | 2   |
| SR-90       | SO    | -           | 0,15          | 7,6           | -            | 9  | 1   |
| SR-90       | SZ    | -           | 0,53          | 1,0           | -            | 5  | 2   |

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

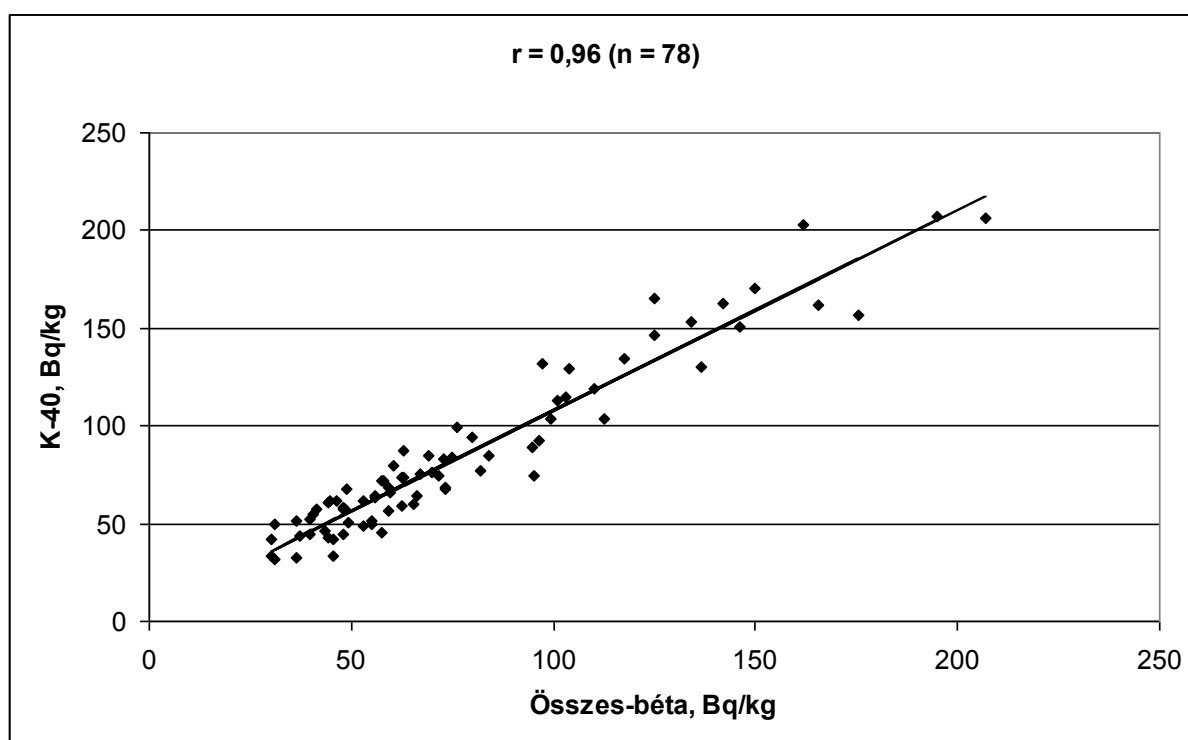
### 5.2.1. táblázat. (folytatás)

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kha |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----|
| SR-90       | TO       | -           | 0,051         | 0,37          | -            | 5   | 1   |
| SR-90       | VA       | -           | 0,11          | 0,43          | -            | 8   | 0   |
| SR-90       | VE       | -           | 0,13          | 0,41          | -            | 10  | 4   |
| SR-90       | ZA       | -           | -             | 1,2           | -            | 1   | 0   |
| Összes-béta | BP       | 81          | 36            | 210           | 48           | 18  | 0   |
| Összes-béta | BZ       | 82          | 30            | 200           | 44           | 17  | 0   |
| Összes-béta | CS       | 81          | 36            | 150           | 28           | 18  | 0   |
| Összes-béta | GY       | 57          | 26            | 120           | 28           | 18  | 1   |
| Összes-béta | HA       | 73          | 36            | 180           | 36           | 18  | 0   |
| Összes-béta | KO       | -           | 30            | 150           | -            | 4   | 0   |
| Összes-béta | NO       | -           | 40            | 140           | -            | 2   | 0   |
| Összes-béta | TO       | 70          | 31            | 160           | 31           | 18  | 0   |
| Cs-137      | Összesen | 0,093       | 0,012         | 1,2 (*48)     | -            | 420 | 335 |
| Sr-90       | Összesen | 0,41        | 0,036         | 7,6           | -            | 103 | 30  |
| Összes-béta |          | 75          | 26            | 210           | -            | 113 | 1   |

\* 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 aktivitáskoncentrációi 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  $^{40}\text{K}$  aktivitáskoncentrációi közötti korreláció (EüÁ)**

**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). 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  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on izzított hamujának legalább  $50\text{ cm}^3$ -éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak  $1\text{ g}$ -jából végzik. Az összes béta-aktivitás méréseket az OSSKI az alacsony háttérű alfa/béta mérőkészülékkel méri. A detektorok a kb.  $50\text{ keV}$ -nál nagyobb energiájú elektronok mérésére képesek. A  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb.  $0,3\text{ Bq/kg}$ ) alatt maradt, az összes béta-aktivitáskoncentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű  $^{40}\text{K}$  izotóptól származtak. A mérési eredményeket az 5.2.2. táblázat tartalmazza.

**5.2.2. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták  $^{40}\text{K}$  koncentrációja és összes béta-aktivitáskoncentrációja ( $\text{Bq/kg}$ )**

|                | $^{40}\text{K}$ koncentráció |             | Összes béta-aktivitáskonc. |             |
|----------------|------------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
|                | gyümölcs                     | zöldség     | gyümölcs                   | zöldség     |
| Balassagyarmat | $51,9 \pm 2$                 | $163 \pm 5$ | $39,9 \pm 1$               | $142 \pm 5$ |
| Esztergom      | $41,9 \pm 2$                 | $170 \pm 5$ | $30,3 \pm 1$               | $149 \pm 5$ |
| Komárom        | $43,4 \pm 2$                 | $134 \pm 5$ | $37,4 \pm 1$               | $118 \pm 4$ |

**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.

**5.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó zöldség- és gyümölcsminták aktivitáskoncentrációja 2013-ban ( $\text{Bq/kg}$ )**

| Nuklid | Átlag, $\text{mBq/m}^3$ | Minimum, $\text{mBq/m}^3$ | Maximum, $\text{mBq/m}^3$ | Szórás, $\text{mBq/m}^3$ | N | Kha |
|--------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---|-----|
| K-40   | -                       | 62                        | 190                       | -                        | 5 | 0   |
| Cs-137 | -                       | 0,017                     | 0,090                     | -                        | 6 | 2   |
| Sr-90  | -                       | 0,036                     | 0,25                      | -                        | 4 | 0   |

**5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer**

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

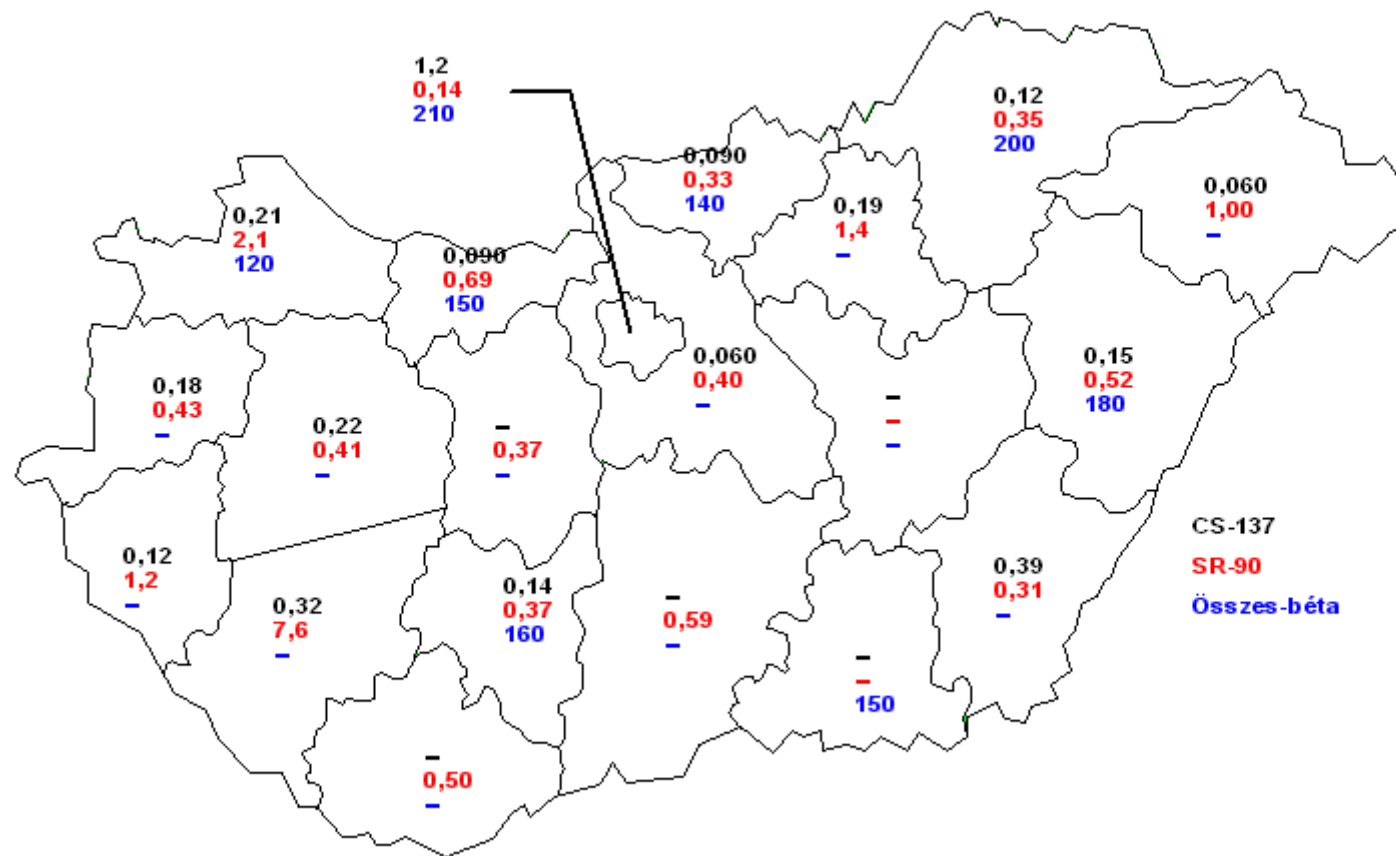
### 5.3.1. Országos adatok

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 Sr-90 aktivitáskoncentrációt is meghatározzák. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2013-ban a 19 megye és Budapest területéről 171 feldolgozott növényi élelmiszer minta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,03 - 13 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,02 - 3,5 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 érzékenységre 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 2013-ban összesen 118 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): 0,020 - 0,91 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs); 0,050 - 1,5 (<sup>90</sup>Sr) és 23 - 220 Bq/kg (összes-béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű <sup>137</sup>Cs és <sup>90</sup>Sr az igen kis kimutatási határok ellenére általában – a minták 80 %-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 méréből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

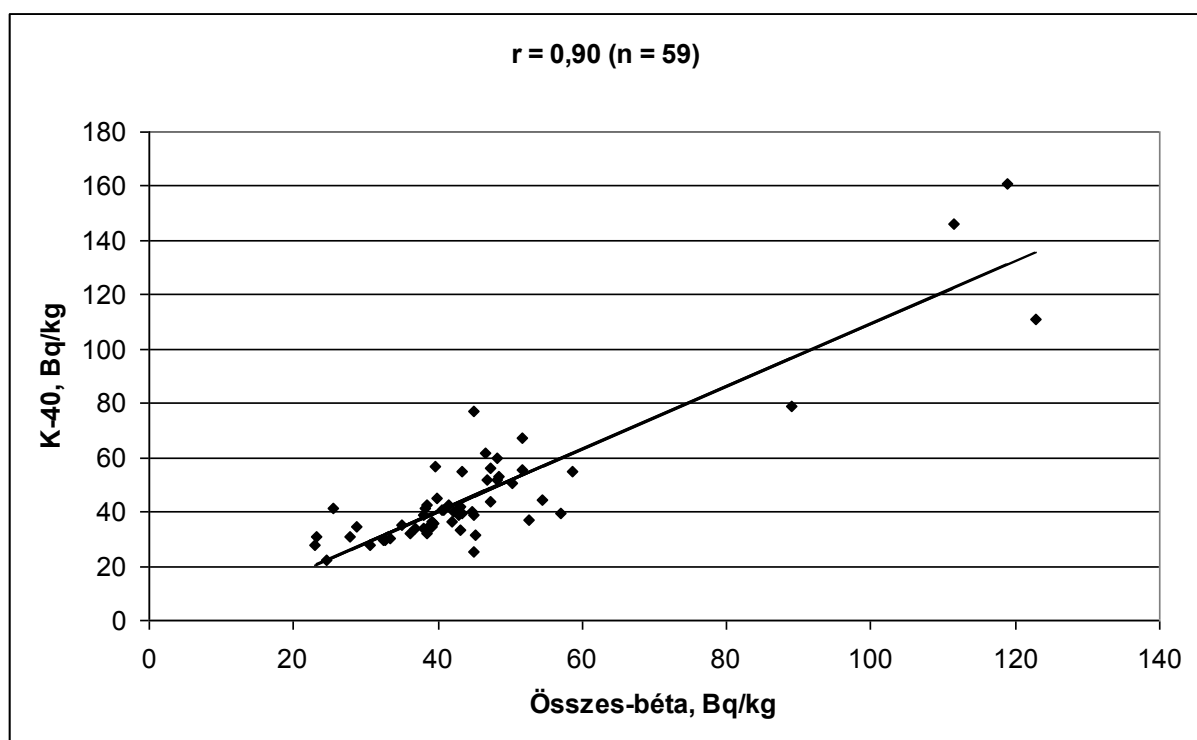
**5.3.1. táblázat. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kha |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----|
| Cs-137      | BA       | -           | -             | -             | -            | 4   | 4   |
| Cs-137      | BE       | -           | -             | -             | -            | 9   | 9   |
| Cs-137      | BK       | -           | -             | -             | -            | 9   | 9   |
| Cs-137      | BP       | -           | -             | -             | -            | 29  | 29  |
| Cs-137      | BZ       | -           | -             | -             | -            | 14  | 14  |
| Cs-137      | CS       | -           | 0,050         | 0,080         | -            | 21  | 19  |
| Cs-137      | FE       | -           | -             | -             | -            | 5   | 5   |
| Cs-137      | GY       | -           | 0,070         | 0,91          | -            | 21  | 19  |
| Cs-137      | HA       | -           | 0,086         | 0,14          | -            | 17  | 9   |
| Cs-137      | HE       | -           | -             | -             | -            | 5   | 5   |
| Cs-137      | JA       | -           | -             | -             | -            | 4   | 4   |
| Cs-137      | KO       | -           | -             | 0,11          | -            | 24  | 23  |
| Cs-137      | NO       | -           | 0,020         | 0,070         | -            | 6   | 4   |
| Cs-137      | PE       | -           | -             | -             | -            | 8   | 8   |
| Cs-137      | SO       | -           | 0,078         | 0,13          | -            | 8   | 5   |
| Cs-137      | SZ       | -           | -             | -             | -            | 1   | 1   |
| Cs-137      | TO       | -           | -             | 0,070         | -            | 13  | 12  |
| Cs-137      | VA       | -           | 0,040         | 0,19          | -            | 15  | 11  |
| Cs-137      | VE       | -           | -             | -             | -            | 5   | 5   |
| Cs-137      | ZA       | -           | 0,40          | 0,44          | -            | 9   | 7   |
| Sr-90       | BA       | -           | -             | -             | -            | 1   | 1   |
| Sr-90       | BE       | -           | -             | -             | -            | 7   | 7   |
| Sr-90       | BK       | -           | -             | -             | -            | 1   | 1   |
| Sr-90       | BZ       | -           | -             | -             | -            | 4   | 4   |
| Sr-90       | CS       | -           | -             | -             | -            | 12  | 12  |
| Sr-90       | FE       | -           | -             | 0,17          | -            | 3   | 2   |
| Sr-90       | GY       | -           | 0,16          | 0,17          | -            | 9   | 7   |
| Sr-90       | HA       | -           | -             | 0,22          | -            | 4   | 3   |
| Sr-90       | HE       | -           | -             | 0,24          | -            | 4   | 3   |
| Sr-90       | JA       | -           | -             | -             | -            | 3   | 3   |
| Sr-90       | KO       | -           | 0,13          | 0,22          | -            | 21  | 19  |
| Sr-90       | NO       | -           | 0,064         | 0,19          | -            | 5   | 3   |
| Sr-90       | PE       | -           | 0,072         | 0,74          | -            | 8   | 5   |
| Sr-90       | SO       | -           | 0,25          | 1,5           | -            | 6   | 4   |
| Sr-90       | TO       | -           | 0,050         | 0,19          | -            | 4   | 1   |
| Sr-90       | VA       | -           | 0,16          | 0,39          | -            | 12  | 8   |
| Sr-90       | VE       | -           | 0,15          | 0,15          | -            | 4   | 2   |
| Sr-90       | ZA       | -           | 0,21          | 0,36          | -            | 5   | 3   |
| Összes-béta | BP       | 45          | 23            | 110           | 20           | 16  | 0   |
| Összes-béta | BZ       | 45          | 28            | 89            | 13           | 16  | 0   |
| Összes-béta | CS       | 69          | 27            | 220           | 53           | 15  | 0   |
| Összes-béta | GY       | 44          | 25            | 86            | 14           | 16  | 0   |
| Összes-béta | HA       | 42          | 24            | 120           | 21           | 17  | 0   |
| Összes-béta | TO       | 50          | 26            | 120           | 20           | 16  | 0   |
| Cs-137      | Összesen | 0,27        | 0,020         | 0,91          | -            | 227 | 202 |

|             |          |      |       |     |   |     |    |
|-------------|----------|------|-------|-----|---|-----|----|
| Sr-90       | Összesen | 0,17 | 0,050 | 1,5 | - | 113 | 88 |
| Összes-béta | Összesen | 49   | 23    | 220 | - | 96  | 0  |

Az 5.3.2. ábrán szemléltetjük a minták összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskoncentrációi 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  $^{40}\text{K}$  aktivitáskoncentrációi közötti korreláció (EüÁ)**

## 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) 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. A részletes terményenkénti és izotóponkénti értékelés a monitoring programmal együtt a NÉBIH éves jelentésében megtalálható. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában tej, sajt illetve tejpor minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta, tejgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. A  $\gamma$ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 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. 2013-ban a 19 megye és Budapest területéről 348 tej- és tejtermékminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,003 - 0,75 Bq/kg; <sup>90</sup>Sr: 0,002 - 4,5 Bq/kg.

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban havonta 1-1 tejminta, továbbá negyedévente 1-1 sajt, túró és tejpor minta vételére terjed ki. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mintavételi programjainak keretében 2013-ban összesen 260 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.

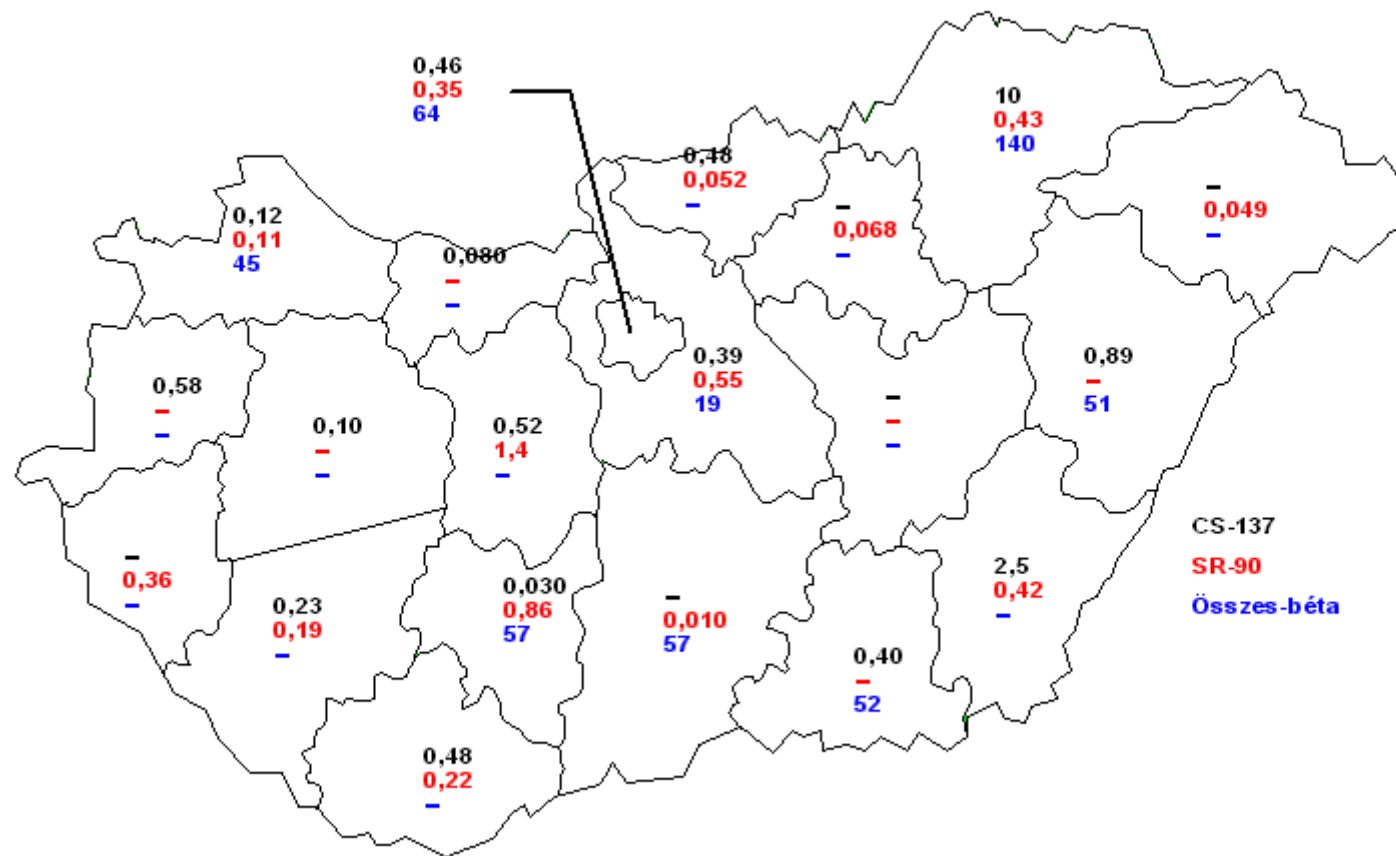
Megjegyezzük, hogy különösen a tej és tejtermékek – de bizonyos mértékben a többi feldolgozott élelmiszer, pl. hús és hústermékek esetében is – az eredmények adott megyénél történő feltüntetése nem feltétlenül jellemzi a minta származási helyét, gyakran csak a mintavétel helyszínét.

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 tejporból származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

A tej- és tejtermékek  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,13 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  radionuklidé is hasonló, 0,15 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 39 Bq/kg volt 2013-ban.



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)

**6.1.1. 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    | -           | 0,020         | 0,48          | -            | 14 | 11  |
| Cs-137      | BE    | -           | 0,43          | 2,6           | -            | 15 | 12  |
| Cs-137      | BK    | -           | -             | -             | -            | 22 | 22  |
| Cs-137      | BP    | 0,13        | 0,024         | 0,46          | 0,13         | 16 | 6   |
| Cs-137      | BZ    | -           | 0,058         | 10            | -            | 21 | 17  |
| Cs-137      | CS    | -           | -             | 0,40          | -            | 11 | 10  |
| Cs-137      | FE    | -           | 0,020         | 0,52          | -            | 12 | 9   |
| Cs-137      | GY    | 0,087       | 0,016         | 0,12          | 0,073        | 34 | 24  |
| Cs-137      | HA    | 0,16        | 0,011         | 0,89          | 0,19         | 36 | 18  |
| Cs-137      | HE    | -           | -             | -             | -            | 17 | 17  |
| Cs-137      | JA    | -           | -             | -             | -            | 6  | 6   |
| Cs-137      | KO    | -           | -             | 0,080         | -            | 13 | 12  |
| Cs-137      | NO    | -           | 0,013         | 0,48          | -            | 17 | 8   |
| Cs-137      | PE    | 0,067       | 0,0090        | 0,39          | 0,086        | 28 | 12  |
| Cs-137      | SO    | -           | 0,046         | 0,23          | -            | 22 | 19  |
| Cs-137      | SZ    | -           | -             | -             | -            | 11 | 11  |
| Cs-137      | TO    | -           | 0,020         | 0,030         | -            | 77 | 71  |
| Cs-137      | VA    | 0,17        | 0,011         | 0,58          | 0,20         | 24 | 13  |
| Cs-137      | VE    | -           | 0,080         | 0,10          | -            | 18 | 16  |
| Cs-137      | ZA    | -           | -             | -             | -            | 18 | 18  |
| Sr-90       | BA    | -           | 0,043         | 0,22          | -            | 16 | 11  |
| Sr-90       | BE    | -           | 0,23          | 0,42          | -            | 13 | 11  |
| Sr-90       | BK    | -           | 0,0073        | 0,010         | -            | 15 | 12  |
| Sr-90       | BP    | -           | 0,0076        | 0,35          | -            | 13 | 6   |
| Sr-90       | BZ    | -           | 0,032         | 0,44          | -            | 10 | 6   |
| Sr-90       | CS    | -           | -             | -             | -            | 16 | 16  |
| Sr-90       | FE    | -           | 0,024         | 1,4           | -            | 12 | 8   |
| Sr-90       | GY    | -           | 0,013         | 0,11          | -            | 28 | 24  |
| Sr-90       | HA    | -           | -             | -             | -            | 17 | 17  |
| Sr-90       | HE    | -           | 0,017         | 0,068         | -            | 10 | 5   |
| Sr-90       | JA    | -           | -             | -             | -            | 5  | 5   |
| Sr-90       | KO    | -           | -             | -             | -            | 13 | 13  |
| Sr-90       | NO    | -           | 0,046         | 0,052         | -            | 14 | 12  |
| Sr-90       | PE    | 0,085       | 0,024         | 0,55          | 0,12         | 23 | 9   |
| Sr-90       | SO    | -           | 0,035         | 0,19          | -            | 19 | 14  |
| Sr-90       | SZ    | -           | 0,017         | 0,049         | -            | 10 | 7   |
| Sr-90       | TO    | 0,066       | 0,0094        | 0,86          | 0,13         | 46 | 25  |
| Sr-90       | VA    | -           | -             | -             | -            | 24 | 24  |
| Sr-90       | VE    | -           | -             | -             | -            | 18 | 18  |
| Sr-90       | ZA    | -           | 0,044         | 0,37          | -            | 15 | 10  |
| Összes-béta | BK    | 49          | 40            | 57            | 6,6          | 12 | 0   |
| Összes-béta | BP    | 31          | 0,0085        | 64            | 15           | 40 | 1   |
| Összes-béta | BZ    | 48          | 14            | 140           | 27           | 24 | 0   |
| Összes-béta | CS    | 40          | 23            | 52            | 7,5          | 24 | 0   |
| Összes-béta | GY    | 36          | 23            | 45            | 7,8          | 24 | 0   |
| Összes-béta | HA    | 33          | 0,025         | 51            | 16           | 28 | 0   |
| Összes-béta | PE    | -           | 9,4           | 19            | -            | 3  | 0   |

| Összes-béta | TO       | 46   | 25     | 57  | 8,9 | 48  | 0   |
|-------------|----------|------|--------|-----|-----|-----|-----|
| Cs-137      | Összesen | 0,13 | 0,0090 | 10  | -   | 432 | 332 |
| Sr-90       | Összesen | 0,15 | 0,0073 | 1,4 | -   | 337 | 253 |
| Összes-béta | Összesen | 39   | 0,0085 | 140 | -   | 203 | 1   |

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. 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. 2013-ban a 19 megye és Budapest területéről 299 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai. Jellemző kimutatási határok; <sup>137</sup>Cs: 0,05 - 1 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 érzékenységu 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 2013-ban összesen 106 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 0,18 Bq/kg, a döntően természetes eredetű (<sup>40</sup>K) összes béta-aktivitása pedig 86 Bq/kg volt 2012-ben. Az összes-béta érték a 2012. évihez hasonló, a <sup>137</sup>Cs alacsonyabb.

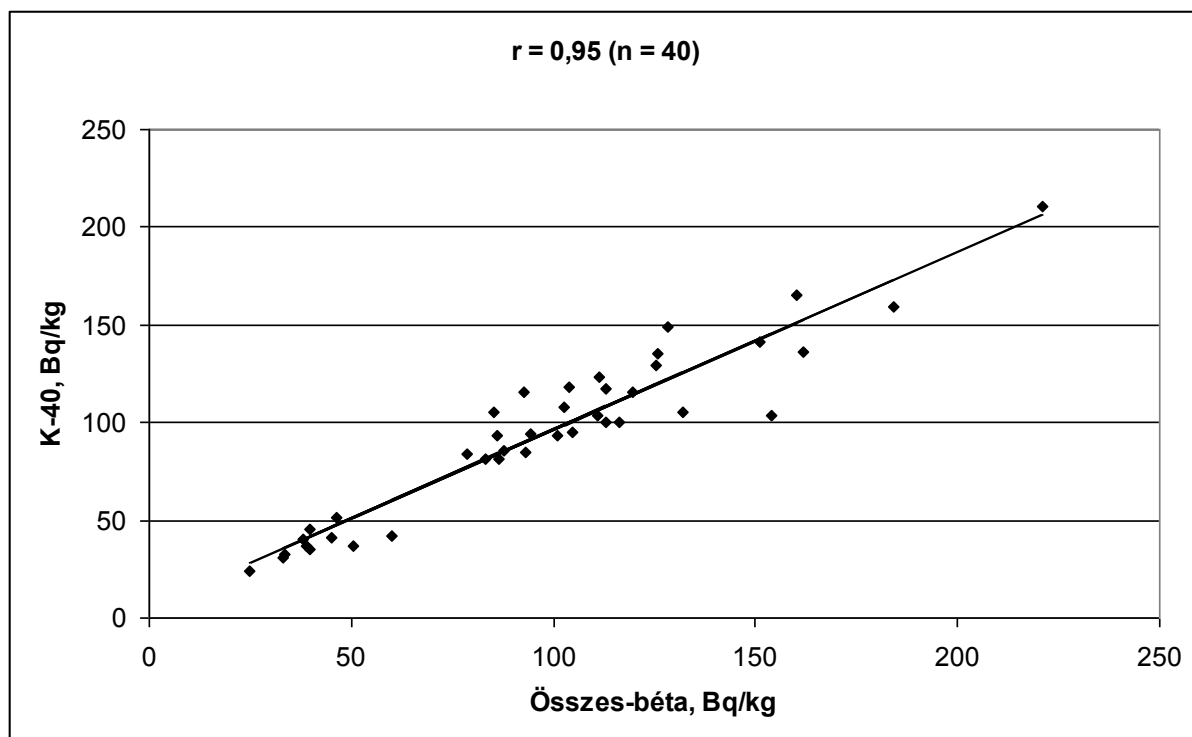
### 6.2.1. táblázat. Hús és hústermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kha |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----|
| Cs-137      | BA       | -           | -             | 0,14          | -            | 3   | 2   |
| Cs-137      | BE       | -           | 0,030         | 0,070         | -            | 16  | 13  |
| Cs-137      | BK       | -           | 0,12          | 0,16          | -            | 46  | 43  |
| Cs-137      | BP       | -           | 0,046         | 0,18          | -            | 18  | 13  |
| Cs-137      | BZ       | -           | 0,035         | 0,088         | -            | 8   | 4   |
| Cs-137      | CS       | -           | 0,050         | 0,31          | -            | 34  | 27  |
| Cs-137      | FE       | -           | 0,090         | 0,11          | -            | 9   | 7   |
| Cs-137      | GY       | -           | 0,065         | 0,35          | -            | 10  | 5   |
| Cs-137      | HA       | 0,12        | 0,053         | 0,18          | 0,095        | 42  | 26  |
| Cs-137      | HE       | -           | -             | 0,23          | -            | 13  | 12  |
| Cs-137      | JA       | -           | -             | -             | -            | 13  | 13  |
| Cs-137      | KO       | -           | -             | -             | -            | 5   | 5   |
| Cs-137      | NO       | -           | -             | -             | -            | 1   | 1   |
| Cs-137      | PE       | -           | 0,050         | 0,30          | -            | 20  | 13  |
| Cs-137      | SO       | -           | 0,075         | 1,1           | -            | 28  | 21  |
| Cs-137      | SZ       | -           | -             | 0,070         | -            | 14  | 13  |
| Cs-137      | TO       | -           | -             | -             | -            | 13  | 13  |
| Cs-137      | VA       | -           | 0,093         | 0,21          | -            | 17  | 14  |
| Cs-137      | VE       | -           | 0,16          | 0,31          | -            | 8   | 6   |
| Cs-137      | ZA       | -           | 0,084         | 0,11          | -            | 9   | 6   |
| Összes-béta | BP       | 94          | 38            | 150           | 36           | 13  | 0   |
| Összes-béta | BZ       | 120         | 25            | 220           | 63           | 12  | 0   |
| Összes-béta | CS       | 86          | 41            | 120           | 28           | 14  | 0   |
| Összes-béta | GY       | 60          | 30            | 87            | 23           | 14  | 0   |
| Összes-béta | HA       | 78          | 33            | 120           | 32           | 14  | 0   |
| Összes-béta | TO       | 88          | 37            | 130           | 36           | 14  | 0   |
| Cs-137      | Összesen | 0,13        | 0,030         | 1,1           | -            | 327 | 257 |
| Összes-béta | Összesen | 86          | 25            | 220           | -            | 81  | 0   |

A húsban és hústermékekben mért összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.2. ábrán szemléltetjük. A 2012. 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.





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

### **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.

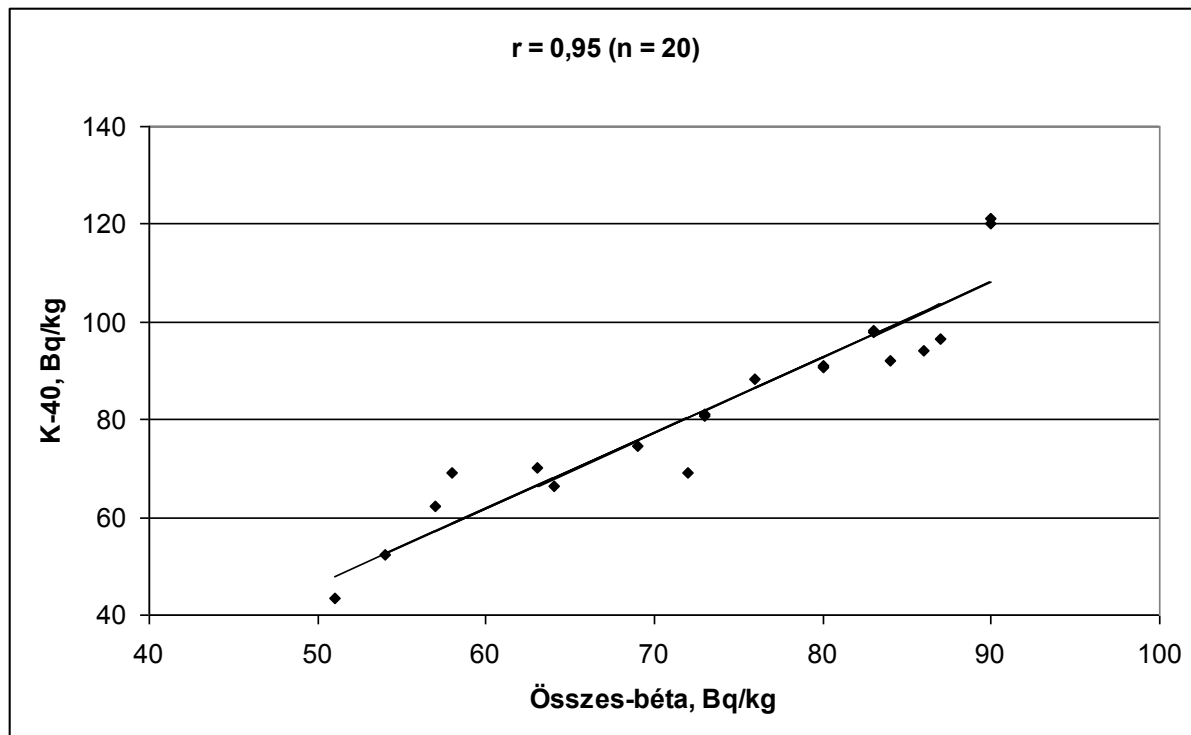
A dunai halakra, az erőmű alatti szakaszon kapott mérési eredményeket a 6.2.2. táblázatban foglaltuk össze.

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 a korábbi évekhez képest jelentősen jobb. 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      | 0,20        | 0,050         | 0,41          | 0,11         | 20 | 3   |
| Sr-90       | -           | -             | -             | -            | 20 | 20  |
| Összes-béta | 74          | 51            | 90            | 12           | 20 | 0   |



**6.2.3. ábra. Halak összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskoncentrációi 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.

2013-ban mérési programjaik keretében 251 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 2013-ban összesen 589 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes-béta, fél éves 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 Duna vizéből a NÉBIH laboratóriumai is végeznek H-3-meghatározást.

A 2013 évben kapott mérési eredményeket a 7.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, általában 0,1-80 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<br>mBq/l | Minimum<br>mBq/l | Maximum<br>mBq/l | Szórás<br>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                  | 5,9            | 0,10             | 81               | 14              | 57  | 42  |
| Cs-137      | Eger patak            | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| Cs-137      | Fehér Körös           | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| Cs-137      | Fehér tó              | -              | -                | -                | -               | 3   | 3   |
| Cs-137      | Fertő tó              | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| Cs-137      | Hámori tó             | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| Cs-137      | Hármas Körös          | -              | -                | -                | -               | 3   | 3   |
| Cs-137      | Holt Duna-ág          | -              | -                | -                | -               | 6   | 6   |
| Cs-137      | Holt Tisza            | -              | 17               | 20               | -               | 5   | 2   |
| Cs-137      | Horgásztó             | -              | -                | -                | -               | 1   | 1   |
| Cs-137      | Horgász-tó            | -              | -                | -                | -               | 4   | 4   |
| 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                 | -              | 8,4              | 18               | -               | 6   | 0   |
| Cs-137      | Szelidi tó            | -              | -                | -                | -               | 4   | 4   |
| Cs-137      | Szinva folyó          | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| Cs-137      | Tisza                 | -              | -                | -                | -               | 14  | 15  |
| Cs-137      | Vártó                 | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| Cs-137      | Vekeri tó             | -              | 17               | 20               | -               | 4   | 2   |
| Cs-137      | Zagyva                | -              | -                | -                | -               | 2   | 2   |
| H-3         | Duna                  | 2000           | 510              | 5800             | 910             | 146 | 17  |
| H-3         | Kőér patak            | 1200           | 490              | 2500             | 650             | 12  | 0   |
| H-3         | Szelidi tó            | 1300           | 750              | 4400             | 1100            | 11  | 0   |
| Sr-90       | Duna                  | 3,5            | 0,61             | 9,8              | 2,5             | 53  | 20  |
| Sr-90       | Holt Duna-ág          | -              | -                | 9,3              | -               | 4   | 3   |
| Sr-90       | Kondor tó             | -              | -                | -                | -               | 4   | 4   |
| Sr-90       | Szelidi tó            | -              | 1,2              | 9,5              | -               | 9   | 3   |
| Sr-90       | Tisza                 | -              | -                | -                | -               | 0   | 1   |

**7.1.1. táblázat. (folytatás).**

| Radionuklid | Víz neve              | Átlag<br>mBq/l | Minimum<br>mBq/l | Maximum<br>mBq/l | Szórás<br>mBq/l | N   | Kha |
|-------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|-----|
| Összes-béta | Által ér              | 270            | 190              | 350              | 47              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Balaton               | 320            | 230              | 380              | 35              | 28  | 0   |
| Összes-béta | Bódva                 | 140            | 80               | 300              | 59              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Börzsöny patak        | -              | 100              | 130              | -               | 2   | 0   |
| Összes-béta | Cseke tó              | -              | 360              | 610              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Deseda tó             | -              | 120              | 170              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Dráva                 | 110            | 65               | 300              | 61              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Duna                  | 130            | 31               | 920              | 94              | 214 | 0   |
| Összes-béta | Eger patak            | 350            | 140              | 540              | 140             | 12  | 0   |
| Összes-béta | Fehér Körös           | 160            | 120              | 190              | 19              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Fehér tó              | -              | 330              | 590              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Fertő tó              | -              | 420              | 770              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Hámori tó             | -              | 43               | 200              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Hármas Körös          | -              | 140              | 210              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Hármas-Körös          | -              | 90               | 180              | -               | 12  | 3   |
| Összes-béta | Hernád                | 210            | 120              | 390              | 85              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Holt Duna-ág          | 170            | 130              | 210              | 30              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Holt tiszta           | -              | 150              | 250              | -               | 5   | 0   |
| Összes-béta | Horgász-tó            | -              | 130              | 500              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Kapos                 | 290            | 140              | 670              | 140             | 24  | 0   |
| Összes-béta | Keleti Főcsatorna     | 130            | 93               | 200              | 30              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Kemence patak         | -              | 80               | 170              | -               | 2   | 0   |
| Összes-béta | Kondor tó             | 140            | 98               | 180              | 23              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Kőér patak            | 500            | 310              | 860              | 160             | 12  | 0   |
| Összes-béta | Lajta                 | 130            | 100              | 140              | 12              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Laskóvölgyi víztározó | -              | 340              | 850              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Letkés patak          | -              | 270              | 280              | -               | 2   | 0   |
| Összes-béta | Maros                 | -              | 140              | 270              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Nádor-csatorna        | 450            | 370              | 530              | 50              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Orfűi tó              | -              | 69               | 95               | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Palotási víztározó    | -              | 390              | 670              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Pinka                 | 84             | 60               | 110              | 14              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Rába                  | 120            | 50               | 180              | 31              | 36  | 0   |
| Összes-béta | Sajó                  | 160            | 70               | 310              | 73              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Sárvár tó             | -              | 110              | 180              | -               | 4   | 0   |
| Összes-béta | Séd patak             | 93             | 70               | 120              | 17              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Sió                   | 410            | 350              | 470              | 37              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Sóstó                 | -              | 140              | 420              | -               | 6   | 0   |
| Összes-béta | Szelidi tó            | 230            | 150              | 350              | 50              | 23  | 0   |
| Összes-béta | Szilágyi patak        | 340            | 96               | 730              | 210             | 14  | 0   |
| Összes-béta | Szinva folyó          | 150            | 37               | 260              | 75              | 12  | 0   |
| Összes-béta | Tisza                 | 160            | 93               | 460              | 61              | 48  | 0   |
| Összes-béta | Vártó                 | -              | 160              | 170              | -               | 3   | 0   |
| Összes-béta | Vekeri tó             | -              | 120              | 550              | -               | 5   | 0   |
| Összes-béta | Velencei-tó           | 1700           | 1300             | 2200             | 300             | 12  | 0   |
| Összes-béta | Zagyva                | 550            | 250              | 820              | 190             | 12  | 0   |

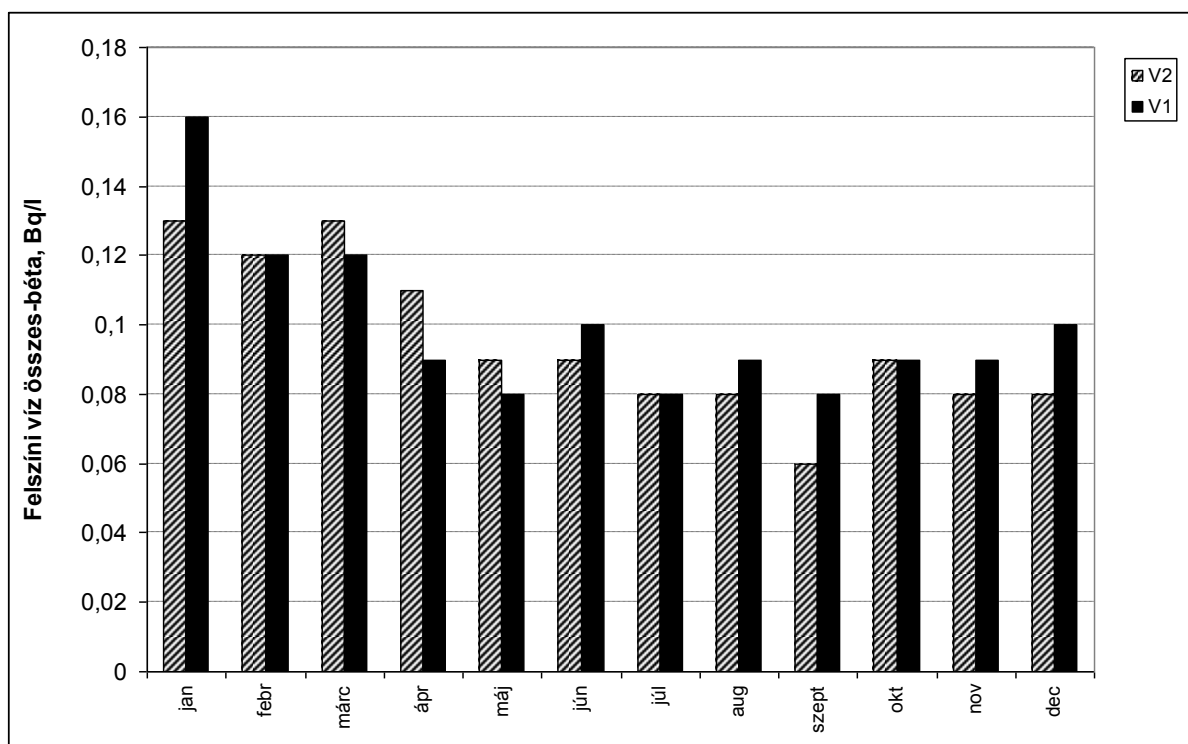
## 7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk

### 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 – a természetes radionuklidok járulékát is tartalmazó – összes béta-aktivitáskoncentráció emelkedése várható. 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 vízből 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 °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     | 4,4     | -      | 4  | 0   | mBq/l  |
| Sr-90       | V2               | -     | 2,1     | 4,2     | -      | 4  | 0   | mBq/l  |
| H-3         | M5               | 71,9  | 19,3    | 151,2   | 37,4   | 12 | 0   | Bq/l   |
| H-3         | T24              | 56,5  | 38,1    | 79,5    | 12,5   | 12 | 0   | Bq/l   |
| H-3         | V2               | 1,88  | 1,04    | 2,90    | 0,62   | 12 | 0   | Bq/l   |
| K-40        | Paks             | -     | 58,8    | 87,4    | -      | 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 |
|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|----|-----|
| Ac-228      | -          | -            | 0,020        | -           | 1  | 0   |
| C-14        | -          | 0,15         | 0,74         | -           | 6  | 0   |
| Cs-137      | -          | -            | -            | -           | 14 | 14  |
| H-3         | -          | 0,94         | 22           | -           | 6  | 0   |
| I-131       | -          | 0,0052       | 0,0071       | -           | 2  | 0   |
| K-40        | -          | 0,24         | 0,45         | -           | 6  | 0   |
| Ra-226      | -          | 0,059        | 0,080        | -           | 8  | 4   |
| Sr-90       | -          | 0,0027       | 0,0075       | -           | 3  | 0   |
| U-235       | -          | 0,0036       | 0,0050       | -           | 9  | 4   |
| Összes-béta | 0,34       | 0,14         | 0,61         | 0,13        | 14 | 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-aktivitáskoncentrációját, valamint a trícium és  $^{40}\text{K}$  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  $^{40}\text{K}$  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-aktivitáskoncentrációja, 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     |
| Bernecebaráti | 0,17 ± 0,02                | 0,08 ± 0,01 | 1,22 ± 0,25          | 0,42 ± 0,22 | 0,12 ± 0,002                 | 0,07 ± 0,001 |
| Letkés        | 0,28 ± 0,03                | 0,27 ± 0,03 | 1,72 ± 0,27          | 0,42 ± 0,21 | 0,17 ± 0,003                 | 0,26 ± 0,005 |
| Nagybörzsöny  | 0,12 ± 0,02                | 0,10 ± 0,02 | 1,00 ± 0,23          | 0,81 ± 0,23 | 0,08 ± 0,002                 | 0,09 ± 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  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 7.2.4. táblázat tartalmazza.

**7.2.4. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációja (Bq/kg)**

|               | 1. félév | 2. félév |
|---------------|----------|----------|
| Bernecebaráti | 18,5±0,6 | 9,55±0,5 |
| Letkés        | 3,62±0,2 | 5,19±0,3 |
| Nagybörzsöny  | 6,30±0,2 | 2,35±0,3 |

## 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

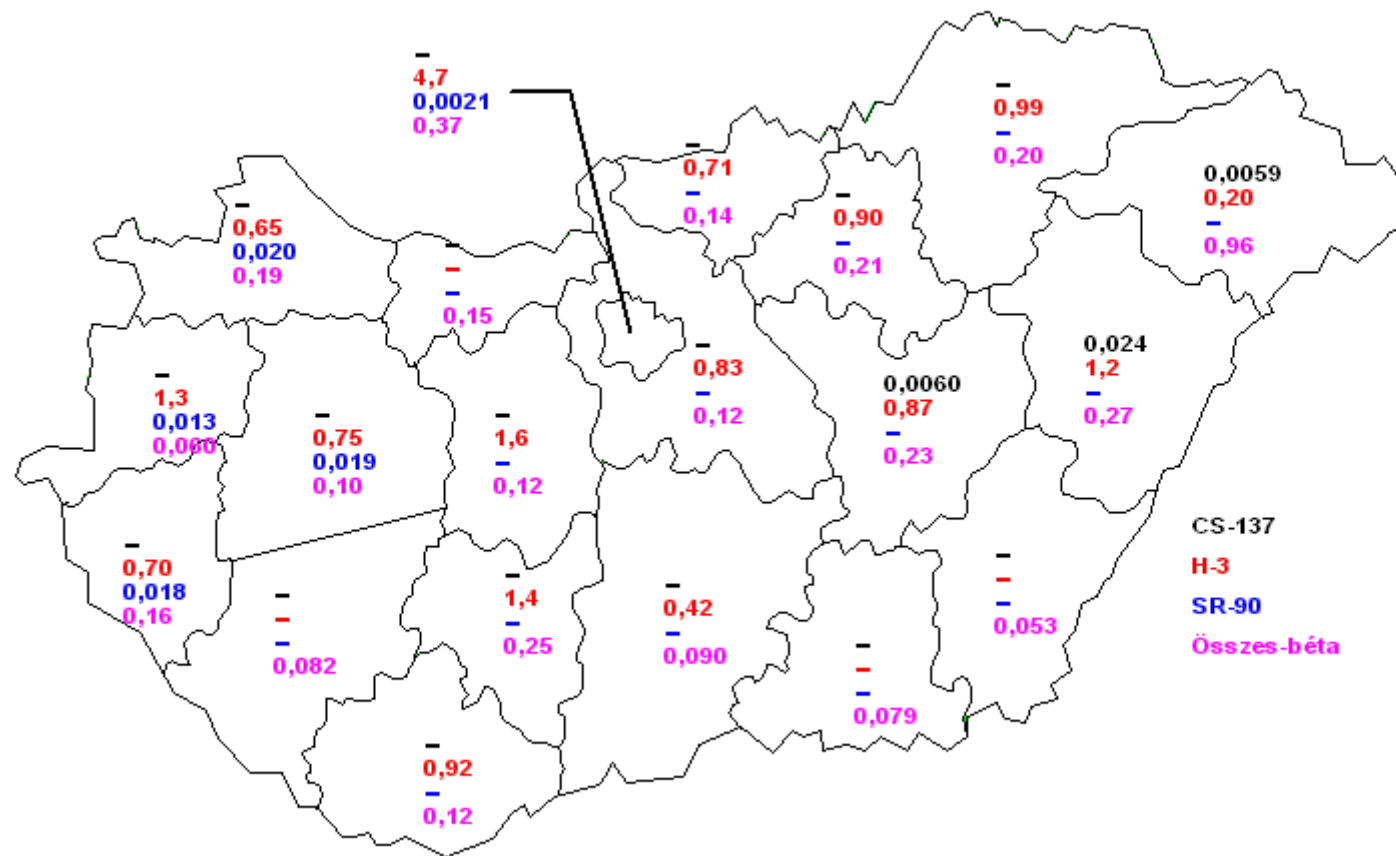
Országos vezetékes ivóvíz-ellenőrzési programot az EüÁ ERMAH laboratóriumok végeznek. A mintavételi program megyénkénti negyedéves mintázást ír elő az összes-béta mérésekhez. Ezenkívül a  $^3\text{H}$  és  $^{90}\text{Sr}$  vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2013-ban összesen 393 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 mérőkészülékekkel 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. 2013-ban összesen 43 vízminta vizsgálatát végezték el. Jellemző kimutatási határok;  $^{137}\text{Cs}$ : 0,0008 - 0,2 Bq/l;  $^3\text{H}$ : 0,2 Bq/l.

Az ivóvíz aktivitáskoncentrációira 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  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentrációk 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 aktivitáskoncentrációi 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  $^3\text{H}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,78 Bq/l, a legnagyobb érték (4,7 Bq/l) is jóval kisebb mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációi 0,0066-0,020 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,098 Bq/l, a  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, az átlaguk 0,0091 Bq/l.



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



**8.1.1. táblázat. Ivóvíz mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)**

| Radionuklid | Megye | Átlag<br>Bq/l | Minimum<br>Bq/l | Maximum<br>Bq/l | Szórás<br>Bq/l | N  | Kha |
|-------------|-------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|----|-----|
| Cs-137      | BA    | -             | -               | -               | -              | 5  | 5   |
| Cs-137      | BE    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Cs-137      | BK    | -             | -               | -               | -              | 4  | 4   |
| Cs-137      | BP    | -             | -               | -               | -              | 14 | 14  |
| Cs-137      | BZ    | -             | -               | -               | -              | 4  | 4   |
| Cs-137      | CS    | -             | -               | -               | -              | 4  | 4   |
| Cs-137      | FE    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Cs-137      | GY    | -             | -               | -               | -              | 6  | 6   |
| Cs-137      | HA    | -             | 0,0056          | 0,024           | -              | 8  | 1   |
| Cs-137      | HE    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Cs-137      | JA    | -             | -               | 0,0060          | -              | 4  | 3   |
| Cs-137      | KO    | -             | -               | -               | -              | 1  | 1   |
| Cs-137      | NO    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Cs-137      | PE    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Cs-137      | SO    | -             | -               | -               | -              | 4  | 4   |
| Cs-137      | SZ    | -             | 0,0058          | 0,0059          | -              | 4  | 1   |
| Cs-137      | TO    | -             | -               | -               | -              | 21 | 21  |
| Cs-137      | VA    | -             | -               | -               | -              | 4  | 4   |
| Cs-137      | VE    | -             | -               | -               | -              | 3  | 3   |
| Cs-137      | ZA    | -             | -               | -               | -              | 5  | 5   |
| H-3         | BA    | -             | 0,87            | 0,92            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | BK    | -             | -               | 0,42            | -              | 2  | 1   |
| H-3         | BP    | 2,0           | 1,2             | 4,7             | 0,91           | 12 | 0   |
| H-3         | BZ    | -             | 0,58            | 0,99            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | FE    | -             | 1,5             | 1,6             | -              | 2  | 0   |
| H-3         | GY    | -             | 0,34            | 0,65            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | HA    | -             | 0,81            | 1,2             | -              | 2  | 0   |
| H-3         | HE    | -             | 0,76            | 0,90            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | JA    | -             | 0,78            | 0,87            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | KO    | -             | -               | -               | -              | 1  | 1   |
| H-3         | NO    | -             | 0,48            | 0,71            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | PE    | -             | 0,33            | 0,83            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | SO    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| H-3         | SZ    | -             | 0,20            | 0,20            | -              | 2  | 0   |
| H-3         | TO    | 0,40          | 0,29            | 1,4             | 0,27           | 26 | 13  |
| H-3         | VA    | -             | -               | 1,3             | -              | 2  | 1   |
| H-3         | VE    | -             | 0,36            | 0,75            | -              | 4  | 1   |
| H-3         | ZA    | -             | -               | 0,70            | -              | 2  | 1   |
| Sr-90       | BA    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Sr-90       | BK    | -             | -               | -               | -              | 4  | 4   |
| Sr-90       | BP    | -             | 0,00090         | 0,0021          | -              | 9  | 0   |
| Sr-90       | BZ    | -             | -               | -               | -              | 1  | 1   |
| Sr-90       | FE    | -             | -               | -               | -              | 2  | 2   |
| Sr-90       | GY    | -             | -               | 0,020           | -              | 2  | 1   |
| Sr-90       | HE    | -             | -               | -               | -              | 1  | 1   |
| Sr-90       | KO    | -             | -               | -               | -              | 1  | 1   |

**8.1.1. táblázat. (folytatás)**

| Radionuklid | Megye    | Átlag<br>Bq/l | Minimum<br>Bq/l | Maximum<br>Bq/l | Szórás<br>Bq/l | N   | Kha |
|-------------|----------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|-----|-----|
| Sr-90       | NO       | -             | -               | -               | -              | 1   | 1   |
| Sr-90       | SO       | -             | -               | -               | -              | 2   | 2   |
| Sr-90       | TO       | -             | -               | -               | -              | 18  | 18  |
| Sr-90       | VA       | -             | -               | 0,013           | -              | 2   | 1   |
| Sr-90       | VE       | -             | -               | 0,019           | -              | 2   | 1   |
| Sr-90       | ZA       | -             | -               | 0,018           | -              | 2   | 1   |
| Összes-béta | BA       | -             | 0,044           | 0,12            | -              | 4   | 0   |
| Összes-béta | BE       | -             | 0,019           | 0,053           | -              | 5   | 0   |
| Összes-béta | BK       | 0,064         | 0,054           | 0,090           | 0,0097         | 16  | 0   |
| Összes-béta | BP       | 0,11          | 0,029           | 0,37            | 0,077          | 17  | 0   |
| Összes-béta | BZ       | -             | 0,033           | 0,20            | -              | 8   | 0   |
| Összes-béta | CS       | -             | 0,050           | 0,079           | -              | 8   | 0   |
| Összes-béta | FE       | -             | 0,056           | 0,12            | -              | 3   | 0   |
| Összes-béta | GY       | 0,096         | 0,030           | 0,19            | 0,034          | 43  | 0   |
| Összes-béta | HA       | 0,095         | 0,010           | 0,27            | 0,064          | 18  | 0   |
| Összes-béta | HE       | -             | 0,10            | 0,21            | -              | 4   | 0   |
| Összes-béta | JA       | 0,12          | 0,0093          | 0,23            | 0,058          | 14  | 0   |
| Összes-béta | KO       | -             | 0,080           | 0,15            | -              | 4   | 0   |
| Összes-béta | NO       | -             | 0,055           | 0,14            | -              | 6   | 0   |
| Összes-béta | PE       | -             | -               | 0,12            | -              | 1   | 0   |
| Összes-béta | SO       | -             | 0,061           | 0,082           | -              | 5   | 0   |
| Összes-béta | SZ       | 0,17          | 0,0091          | 0,96            | 0,23           | 14  | 0   |
| Összes-béta | TO       | 0,10          | 0,060           | 0,25            | 0,039          | 64  | 0   |
| Összes-béta | VA       | -             | 0,040           | 0,060           | -              | 5   | 1   |
| Összes-béta | VE       | -             | 0,040           | 0,10            | -              | 4   | 0   |
| Összes-béta | ZA       | -             | 0,12            | 0,16            | -              | 4   | 0   |
| Cs-137      | Összesen | 0,0091        | 0,0056          | 0,024           | -              | 101 | 90  |
| H-3         | Összesen | 0,78          | 0,20            | 4,7             | -              | 71  | 20  |
| Sr-90       | Összesen | 0,0066        | 0,00090         | 0,020           | -              | 49  | 36  |
| Összes-béta | Összesen | 0,098         | 0,0091          | 0,96            | -              | 247 | 1   |

## 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-aktivitáskoncentrációját, valamint a trícium és  $^{40}\text{K}$  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  $^{40}\text{K}$  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-aktivitáskoncentrációja, 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 | 0,09 ± 0,02                | 0,14 ± 0,02 | 1,16 ± 0,3           | 0,65 ± 0,2 | 0,08 ± 0,002                 | 0,09 ± 0,002 |
| Esztergom      | 0,10 ± 0,02                | 0,09 ± 0,02 | 0,61 ± 0,3           | 0,41 ± 0,2 | 0,07 ± 0,001                 | 0,06 ± 0,001 |
| Vác            | 0,12 ± 0,02                | 0,15 ± 0,02 | 1,93 ± 0,3           | 2,83 ± 0,3 | 0,09 ± 0,002                 | 0,01 ± 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 2013-ban 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 2013-ban összesen 42 mintán végeztek méréseket.

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumai is végeznek ásványvízméréseket. 2013-ban összesen 12 ásványvízminta vizsgálatát végezték el.

Az ásványvizekre kapott eredményeket a 8.1.1. táblázatban szereplő aktivitáskoncentrációkkal 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       | -          | -            | -            | -           | 2  | 2   |
| Cs-137      | BZ       | -          | -            | -            | -           | 2  | 2   |
| Cs-137      | CS       | -          | -            | -            | -           | 3  | 3   |
| Cs-137      | GY       | -          | -            | -            | -           | 2  | 2   |
| Cs-137      | HA       | -          | 0,023        | 0,024        | -           | 4  | 0   |
| Cs-137      | PE       | -          | -            | -            | -           | 2  | 2   |
| Cs-137      | TO       | -          | -            | -            | -           | 2  | 2   |
| Cs-137      | VE       | -          | -            | -            | -           | 1  | 1   |
| Cs-137      | ZA       | -          | -            | -            | -           | 1  | 1   |
| H-3         | BK       | -          | -            | 0,42         | -           | 2  | 1   |
| H-3         | PE       | -          | 0,33         | 0,83         | -           | 2  | 0   |
| H-3         | VE       | -          | -            | 0,75         | -           | 2  | 1   |
| Összes-béta | BP       | -          | 0,029        | 0,049        | -           | 4  | 0   |
| Összes-béta | BZ       | -          | 0,033        | 0,20         | -           | 4  | 0   |
| Összes-béta | CS       | -          | 0,050        | 0,079        | -           | 4  | 0   |
| Összes-béta | GY       | -          | 0,030        | 0,17         | -           | 4  | 0   |
| Összes-béta | HA       | -          | 0,086        | 0,27         | -           | 4  | 0   |
| Összes-béta | TO       | -          | 0,20         | 0,25         | -           | 4  | 0   |
| Cs-137      | Összesen | -          | 0,023        | 0,024        | -           | 19 | 15  |
| H-3         | Összesen | -          | 0,33         | 0,83         | -           | 6  | 2   |
| Összes-béta | Összesen | 0,11       | 0,029        | 0,27         | -           | 24 | 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 készítmény 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 2013-ban összesen 19 mintán  $^{90}\text{Sr}$  meghatározást és gamma-spektrometriai elemzést végeztek el, továbbá közülük 15 mintából összes béta-aktivitás mérést végeztek. A  $\gamma$ -spektrometriai analízist a minta  $420^\circ\text{C}$ -on izzított teljes hamujából, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 0,3 g-jából végzik a laboratóriumok. A minta Sr-90 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. A 2013. évi eredményeket a 9.1.1. táblázatban foglaltuk össze. Az eredményeket Bq/kg egységben adtuk meg. Jellemző kimutatási határok: 0,01-0,05 Bq/kg ( $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidra egyaránt).

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 0,1 Bq/kg szintet.

### 9.1.1. táblázat. Vegyesélelmiszer-minták 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      | BP       | -           | -             | -             | -            | 2  | 2   |
| Cs-137      | BZ       | -           | -             | -             | -            | 1  | 1   |
| Cs-137      | CS       | -           | -             | -             | -            | 4  | 4   |
| Cs-137      | GY       | -           | -             | -             | -            | 1  | 1   |
| Cs-137      | HA       | -           | 0,054         | 0,060         | -            | 2  | 0   |
| Cs-137      | TO       | -           | -             | -             | -            | 4  | 4   |
| Sr-90       | BP       | -           | 0,010         | 0,031         | -            | 2  | 0   |
| Sr-90       | BZ       | -           | -             | -             | -            | 1  | 1   |
| Sr-90       | TO       | -           | 0,0090        | 0,0099        | -            | 4  | 2   |
| Sr-90       | ZA       | -           | -             | -             | -            | 1  | 1   |
| Összes-béta | BP       | -           | 40            | 49            | -            | 2  | 0   |
| Összes-béta | CS       | -           | -             | 33            | -            | 1  | 0   |
| Összes-béta | HA       | 34          | 17            | 66            | 15           | 12 | 0   |
| Cs-137      | Összesen | -           | 0,054         | 0,060         | -            | 14 | 12  |
| Sr-90       | Összesen | -           | 0,0090        | 0,031         | -            | 8  | 4   |
| Összes-béta | Összesen | 35          | 17            | 66            | -            | 15 | 0   |

## Irodalom

[1] A Paksi Atomerőmű Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály 2013. évi jelentése (Szerk.: Dr. Bujtás Tibor, PA Zrt., Paks, 2014. március)

[2] Kövendiné Kónyi Júlia és munkatársai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2013-ban (Egészségtudomány, 2014 beadás alatt)

[3] HAKSER 2013 – A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2013. évi jelentése (Szerk.: Fülöp Nándor, OSSKI, Budapest, 2014, szerkesztés alatt)