



# **OKSER 2007**

## **AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER) 2007. ÉVI JELENTÉSE**

**Budapest, 2008. november**

**A jelentést az OKSER Szakbizottság 2008. 10. 15-i ülésén hagyta jóvá**

# Tartalomjegyzék

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Előszó.....                                                                                     | 4  |
| Bevezetés .....                                                                                 | 8  |
| Következtetések .....                                                                           | 10 |
| Conclusion .....                                                                                | 10 |
| 1. Külső gammadózis-teljesítmény .....                                                          | 11 |
| 1.1. Országos adatok .....                                                                      | 12 |
| 1.1.1. A Radiológiai Távmérő hálózat adatai (OKF, MH, OMSZ) .....                               | 12 |
| 1.1.2. Az országos TLD-mérőhálózat adatai (OSSKI) .....                                         | 16 |
| 1.2. Létesítményi mérési adatok .....                                                           | 19 |
| 1.2.1. Egyetemek mérési eredményei .....                                                        | 19 |
| 1.2.2. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző állomásainak mérési adatai .....                   | 22 |
| 1.2.3. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények .....                                  | 24 |
| 1.2.4. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózisteljesítmények (OSSKI) ..... | 26 |
| 1.2.5. Bábaapáti környéki dózisteljesítmény mérések (OSSKI) .....                               | 27 |
| 1.2.6. Az OSSKI telephelyén végzett mérések .....                                               | 32 |
| 2. Levegőszűrők (aeroszol) .....                                                                | 33 |
| 2.1. Az országos ellenőrzési eredmények .....                                                   | 33 |
| 2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk .....                              | 35 |
| 2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei .....               | 35 |
| 2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai .....                                         | 35 |
| 2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk .....                                     | 36 |
| 3. Kihullás (fall-out) .....                                                                    | 37 |
| 3.1. Országos adatok .....                                                                      | 37 |
| 3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások .....                                          | 40 |
| 3.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei .....               | 40 |
| 3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények .....                                  | 40 |
| 4. Talaj .....                                                                                  | 42 |
| 4.1. Országos adatok .....                                                                      | 42 |
| 4.2. Létesítmények környezetében mért adatok .....                                              | 46 |
| 4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei .....                                 | 46 |
| 5. Növényzet .....                                                                              | 47 |
| 5.1. Takarmány .....                                                                            | 47 |
| 5.1.1. Országos adatok .....                                                                    | 48 |
| 5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok .....                                      | 52 |
| 5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer .....                                                    | 52 |
| 5.2.1. Országos adatok .....                                                                    | 52 |
| 5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer .....                                             | 56 |
| 5.3.1. Országos adatok .....                                                                    | 56 |
| 6. Állati eredetű élelmiszerek .....                                                            | 60 |
| 6.1. Tej, tejtermék .....                                                                       | 60 |
| 6.1.1. Országos adatok .....                                                                    | 60 |
| 6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi .....                                            | 64 |
| 6.2.1. Országos adatok .....                                                                    | 64 |
| 6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei .....                   | 68 |
| 7. Felszíni vizek .....                                                                         | 69 |
| 7.1. Országos adatok .....                                                                      | 69 |
| 7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk .....            | 71 |
| 7.2.1. A Paksi Atomerőmű ellenőrzési adatai .....                                               | 71 |
| 8. Ivóvíz .....                                                                                 | 73 |
| 8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok .....                                                     | 73 |
| 8.2. Ásványvizek .....                                                                          | 76 |
| 9. Vegyes élelmiszer .....                                                                      | 77 |
| 9.1. Országos adatok .....                                                                      | 77 |
| 10. A természetes eredetű sugárterhelés fontosabb forrásai .....                                | 78 |
| 10.1. A RAD Labor országos felmérése .....                                                      | 78 |
| Irodalom .....                                                                                  | 81 |

## Előszó

A Magyarországon működő három nagy hatósági rendszerben, az Egészségügyi, a Földművelésügyi és a Környezetvédelmi Minisztérium 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.

Célszerű a különböző helyeken, akár hatóságok, akár más intézmények által végzett valamennyi mérés eredményeit egyetlen központi adatbázisba gyűjteni, egyrészt, hogy az érintettek (akár szakemberek, akár a lakosság érdeklődő tagjai, csoportjai) könnyen áttekinthető, teljes képet kaphassanak az ország sugárzási helyzetéről, másrészt, hogy a teljes adatsor elemzése rávilágítson az esetleges „fehér foltokra”, vagy éppen a felszámolásra érdemes, felesleges párhuzamosságokra.

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 központ fogadta és feldolgozta az adatokat. Az első jelentés – amely a 2005. évi főbb adatokat tartalmazza – 2006 szeptemberében jelent meg.

A második, 2006-ban közreadott OKSER jelentés lényegében az első jelentés felépítését követi, de nagy örömünkre szolgált, hogy a természetes eredetű lakossági sugárterhelés oroszlánrészét adó radonra vonatkozó sokéves összesített adatokat is közre tudtuk adni.

Az ezévi jelentés is hasonló felépítésű, de egyes – több évre vonatkozó – adatokat (pl. radon) most nem közlünk, ezeket a jövő évben fogjuk frissíteni.

Továbbra is arra kérjük a Tisztelt Olvasókat, hogy amennyiben kritikai észrevételük van, azt osszák meg a Szakbizottság tagjaival. Minden jobbitó szándékú észrevételt szívesen veszünk, hiszen közös célunk, hogy az elkövetkező jelentések egyre jobbak legyenek, az ország lakossága egyre jobban informált legyen sugárzási helyzetünkről.

Budapest, 2008. november

Dr. Koblinger László  
az OKSER Szakbizottság elnöke

Az OKSER tagjai (a Rendelet alapján):

1. Önkormányzati Minisztérium,
2. Egészségügyi Minisztérium,
3. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium,
4. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium,
5. Honvédelmi Minisztérium,
6. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium,
7. Oktatási Minisztérium,
8. Polgári Nemzetbiztonsági Szolgálatok Irányításában Közreműködő Politikai Államtitkár,
9. Magyar Tudományos Akadémia,
10. Országos Atomenergia Hivatal,
11. Paksi Atomerőmű Zártkörű Részvénytársaság,
12. Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.

Az OKSER Szakbizottság tagjai (2007.12.31-én):

Barnabás István (Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft)

Dr. Bujtás Tibor (Paksi Atomerőmű Zrt.)

Dr. Dobi Bálint (Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium)

Fülöp Nándor (OSSKI, titkár)

Dr. Koblinger László (Országos Atomenergia Hivatal, elnök)

Dr. Lénárt András (Nemzetbiztonsági Hivatal)

Dr. Lévai Zoltán (Gazdasági és Közlekedési Minisztérium)

Dr. Pellet Sándor (Egészségügyi Minisztérium)

Dr. Zagyvai Péter (Oktatási Minisztérium)

Dr. Zellei Gábor (Önkormányzati Minisztérium)

Dr. Sági László (Magyar Tudományos Akadémia)

Dr. Tarján Sándor (Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium)

Micskey Gusztáv (Magyar Honvédség)

A Szakbizottság ülésein állandó meghívott Bertalanits Szilárd és Dr. Tóth Eszter.

A 2007. évi jelentésben szereplő mérési adatokat szolgáltató szervezetekben a mérésekben és adatküldésben részt vett intézmények és szakemberek (a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium nem nevezte meg a résztvevő szakembereket):

EGÉSZSÉGÜGYI MINISZTERIUM (OSSKI ÉS ERMAH LABORATÓRIUMOK)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Dr. Déri Zsolt, Gaál Zoltánné, Guczi Judit, Hársné Takáts Ilona, Dr. Henye Irén, Jobbágy Benedek, Kelemen Mária, Dr. Kerekes Andor, Kocsy Gábor, Dr. Legoza József, Madarász István, Dr. Makai Aranka, Dr. Nagy Zsuzsanna, Dr. Polgár Attila, Ormosiné Laca Éva, Dr. Pásztor-Turák Mónika, Szabó Gyula, Dr. Szarkáné Németh Ágnes, Ugron Ágota

FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM

*Bács-Kiskun Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium*

*Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium*

*Fejér Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium*

*Hajdú-Bihar Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium*

*Somogy Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium*

*Tolna Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc Radiokémiai Laboratórium*

*Vas Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc Radiokémiai Laboratórium*

*Veszprém Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Kémiai Laboratórium*

*MgSzH Központ Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság, Radioanalitikai Referencia Laboratórium*

*„Gabona Control” Radioanalitikai Laboratórium*

HONVÉDELMI MINISZTERIUM (MAGYAR HONVÉDSÉG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Zelenák János

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Micskey Gusztáv

KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM

*Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek:*

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Rozmanitz Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Alföldi Attila, Bató Zsolt Flórián, Dr. Csenke Zoltánné, Gaál Erzsébet, Gots Zsuzsanna, Kálmán Gyula, Lipták Magdolna, Lukács Marianna, Muránszkyné Majoróczki Mária, Révészné Vass Ildikó, Sinka Gáborné, Vancsura Péter, Vass István

*Országos Meteorológiai Szolgálat:*

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Nagy József

A mérésekben és adatküldésben részt vett: Dr. Sándor Valéria

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA( KFKI ATOMENERGIA KUTATÓ INTÉZET)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Sági László

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Csada Gabriella, Mészáros Mihály, Nagy Attila, Dr. Sági László

OKTATÁSI MINISZTERIUM

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Zagytai Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

*Egyetemek:* Abermann Dániel Leó, 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, Dr. Zagytai Péter  
*RAD Labor:* Dr. Tóth Eszter, Dr. Hátori Krisztián, Minda Mihály, valamint Havas Gergely és Tóth György (Magyar Állami Földtani Intézet)

ÖNKORMÁNYZATI MINISZTERIUM (ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Herceg Péter, Kovács Norbert

PAKSI ATOMERŐMŰ (PA ZRT.)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Ranga Tibor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Daróczi László, Dr. Germán Endre, 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 2007. évi jelentése az Információs Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2007. évre vonatkozó mérési eredményeket több mint 50 000 rekord tartalmazza). Az eredmények feldolgozásánál, összesítésénél és bemutatásánál a következő főbb szempontokat érvényesítettük:

- a) 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.
- b) 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.)
- c) 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.
- d) 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.
- e) A létesítmények ellenőrzési eredményeinél a telephelyet és annak környezetét általában jellemző adatsorokat választottunk, nem volt célunk az egyes munkahelyekre, műveletekre érvényes sugárzási viszonyok bemutatása.
- f) Az alkalmazott érzékeny technikák, eszközök ellenére a mérések több mintafajtánál is nagy számban kimutatási határ alatti eredményeket szolgáltatottak. A valódi és a kimutatási határ alatti eredmények megfelelő statisztikai kezelésére a táblázatos összefoglalásokban a következő módszert alkalmaztuk:
  - átlagot csak abban az esetben képeztünk, ha a valódi eredmények száma 10 feletti volt (ekkor a kimutatási határ alatti eredményeket a kimutatási határ értékével vettük figyelembe);
  - csak a minimum és maximum értékeket adtuk meg, ha a valódi eredmények száma 2 és 10 közötti volt;
  - csak a maximum értéket szerepeltettük – megállapodás szerint – , ha csupán 1 valódi 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 ilyent 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. Ezeket az irodalomjegyzékben megadjuk.

Budapest, 2008. november

Fülöp Nándor  
az OKSER Információs Központ vezetője

## Következtetések

Hangsúlyozni kell, hogy míg az Európai Unió rendelete szerint {Council Regulation (EEC) No 737/90 of 22 March 1990 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station} 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 hazai, feldolgozott élelmiszerekben a 2007-ban mért legnagyobb értékek 1 Bq/kg alatt maradtak.

A Paksi Atomerőmű és más kiemelt létesítmények (Budapesti Kutatóreaktor, BME Oktatóreaktor, Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója, továbbá a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló) működésének hatását a környezetben sem a saját, sem a hatóságok által üzemeltetett környezet-ellenőrző rendszerek nem tudták kimutatni.

Végül megemlíjtük, 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 1000-szer nagyobb.

**Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy mind az országos, mind a létesítményi környezet-ellenőrzés során kapott eredmények a környezetre gyakorolt hatás, a lakossági sugárterhelés szempontjából igen kicsik, több mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alattiak.**

## Conclusion

It should be emphasized that the activity concentration of radiocaesium concentrations remained below 1 Bq/kg in the Hungarian processed foodstuffs in 2007. The maximum permitted levels according to the Council Regulation (EEC) No 737/90 of 22 March 1990 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 effect on the environment of the Nuclear Power Plant at Paks and of the other special installations (Budapest Research Reactor, the University Training Reactor, the Spent Fuel Interim Storage Facility, and the Radioactive Waste Management and Disposal Facility) was detected neither by the environmental monitoring systems of the installations nor by the networks of authorities.

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 on the environment and negligible population doses, many measurement results were even below the detection limits.**

# 1. Külső gammadózis-teljesítmény

Az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER) részeként működő Radiológiai Távmérő Hálózat jelenleg négy ágazat mérőhálózatából és információs központjából áll; ezek üzemeltetői:

- Önkormányzati Minisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF);
- Magyar Honvédség (MH);
- Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ);
- Paksi Atomerőmű Zrt (PA Zrt).

2007-ben az MH 36, az OMSZ 27, a PA Zrt. 20 és az OKF 9 mérőállomásáról származó gamma-dózisteljesítmény adatok az egyes ágazati információs központokon keresztül az OKF Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba érkeztek, ahonnan a megfelelő feldolgozás után rendszeres időközönként átadásra kerültek az OKSER adatbázisa számára. A mérőállomások száma folyamatosan változik, mivel az ágazatok bővítik és átalakítják a mérőrendszereiket, illetve újabbakra és korszerűbbekre cserélik azokat.

A mérőállomásokon az ágazatok egységes típusú proporcionális mérőszondát használnak. Ezen eszközök megbízhatóságát környezeti gammadózis-teljesítmény mérésére 30 nSv/óra és 10 Sv/óra dózisteljesítmény tartományban MKEH típusvizsgálaton igazolták.

Alaphelyzetben az OKF és a PA Zrt. adatai 10 percenként, az OMSZ adatai óránként, az MH adatai 6 óránként érkeznek a Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba. Normál időszakban az adatok ritkábban, heti, vagy havi rendszerességgel kerülnek át az OKSER adatbázisba. A rendszerben a riasztási szint minden mérőállomáson egységesen 500 nSv/óra. Az OKF alkalmaz egy figyelmeztetési szintet is, aminek a túllépése esetén a változást ki kell vizsgálni. A figyelmeztetési szint értéke 2007-ben 200 nSv/h volt. 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.

Az OKF és az OMSZ 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 program keretében az adatokat a szervező intézetbe (Joint Research Centre, Ispra, Olaszország) is megküldjük, 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 2007. évi eredményeit a megfelelő alfejezetekben ismertetjük.

## **1.1. Országos adatok**

### **1.1.1. A Radiológiai Távmérő hálózat adatai (OKF, MH, OMSZ)**

A mérőállomások országos területi elhelyezkedését az 1.1.1. ábra szemlélteti. Látható, hogy a területi eloszlás nem egyenletes, pl. Budapest térségében az állomások sűrűsége nagyobb. Egyes térségekben azonban megyénként csak 1-2 állomás található. Az ábrán és az 1.1.1. táblázatban a 100-zal kezdődő kódok az OKF, a 300-zal kezdődőek a MH, a 400-as kezdetűek az OMSZ állomásait jelölik. (A PA Zrt. Állomásairól kapott adatokat az 1.2.2. fejezetben ismertetjük.)

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 – a szélsőségesnek tekinthető eseteket leszámítva – 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 2007-ben. Hangsúlyozzuk, hogy 2007-ben nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga a 2006. évihez hasonló, 91 nSv/h volt (2006-ban 92 nSv/h), a napi átlagok a 84-110 nSv/óra közötti tartományban mozogtak. A maximumértékek nagyobb ingadozása nagyrészt a meteorológiai viszonyok megváltozásának – pl. nagy esőzések hatásának – az eredménye.

A mérőállomások telepítési helye alapvetően meghatározza a dózisteljesítmény szintjét, pl. a Tatán telepített mérőállomások (304 és 425 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 (a 100-as kezdetű kódok az OKF, a 300-as kezdetűek a HM, a 400-as kezdetűek az OMSZ mérőhelyeit jelölik)

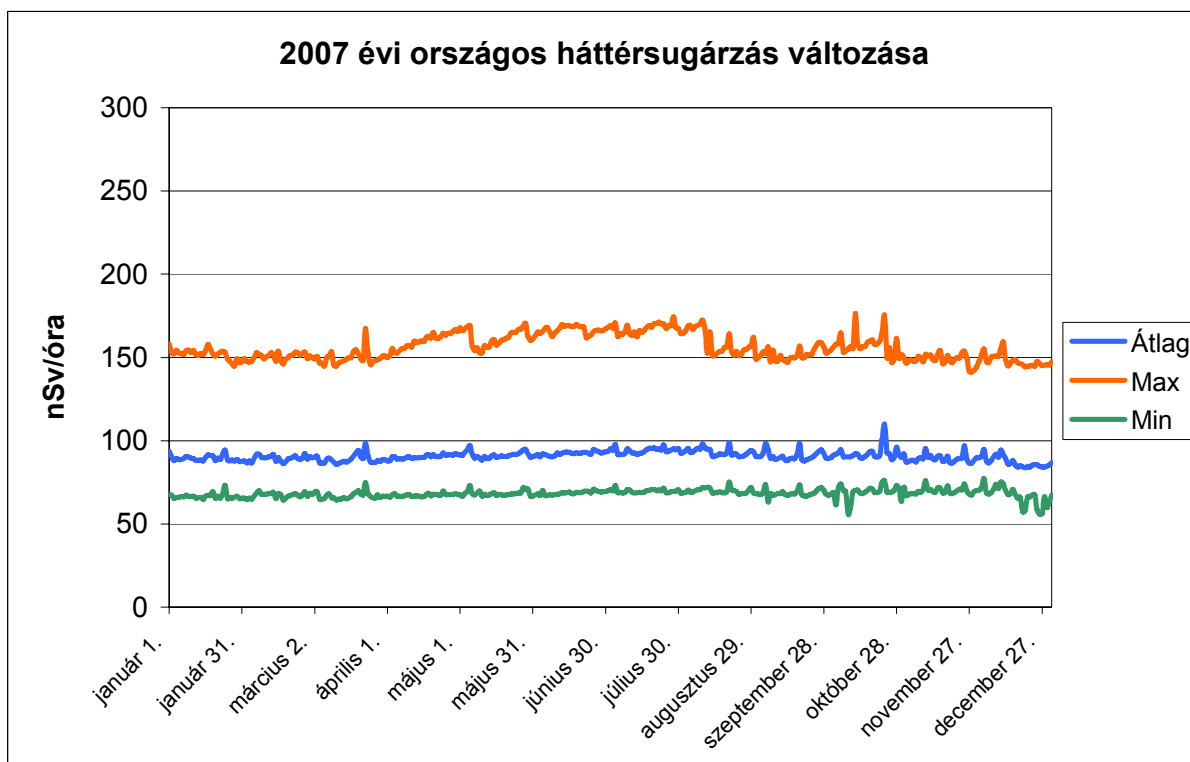
**1.1.1. táblázat. Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2007-ban (N az üzemelő napok számát jelöli)**

| Állomáskód* | Átlag<br>nSv/h | Minimum<br>nSv/h | Maximum<br>nSv/h | Szórás<br>nSv/h | N   |
|-------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|
| 101         | 114            | 108              | 123              | 2,8             | 295 |
| 102         | 101            | 94               | 112              | 3,3             | 249 |
| 104         | 82             | 76               | 103              | 6,7             | 175 |
| 106         | 93             | 88               | 102              | 2,5             | 346 |
| 109         | 112            | 101              | 136              | 4,7             | 363 |
| 117         | 104            | 99               | 115              | 2,2             | 336 |
| 118         | 104            | 97               | 125              | 3,1             | 354 |
| 120         | 88             | 83               | 98               | 2,2             | 362 |
| 124         | 108            | 102              | 117              | 2,9             | 364 |
| 302         | 114            | 106              | 135              | 3,6             | 230 |
| 303         | 93             | 78               | 119              | 10,4            | 363 |
| 304         | 156            | 141              | 174              | 7,7             | 363 |
| 305         | 86             | 81               | 118              | 3,2             | 361 |
| 307         | 93             | 88               | 113              | 2,7             | 363 |
| 310         | 90             | 85               | 112              | 3,1             | 363 |
| 311         | 87             | 81               | 101              | 2,4             | 363 |
| 312         | 107            | 98               | 122              | 3,9             | 363 |
| 313         | 96             | 92               | 109              | 2,5             | 363 |
| 316         | 137            | 113              | 170              | 7,9             | 363 |
| 322         | 91             | 80               | 124              | 4,5             | 363 |
| 323         | 90             | 85               | 96               | 2,0             | 149 |
| 326         | 87             | 82               | 99               | 2,8             | 363 |
| 327         | 106            | 101              | 115              | 2,4             | 144 |
| 328         | 83             | 76               | 95               | 2,6             | 349 |
| 329         | 116            | 103              | 129              | 5,3             | 362 |
| 330         | 101            | 95               | 114              | 2,7             | 363 |
| 331         | 72             | 68               | 83               | 2,3             | 363 |
| 332         | 107            | 57               | 121              | 8,2             | 363 |
| 333         | 129            | 119              | 143              | 3,6             | 363 |
| 335         | 101            | 93               | 116              | 3,4             | 363 |
| 336         | 99             | 91               | 117              | 3,3             | 336 |
| 337         | 75             | 70               | 110              | 4,0             | 183 |
| 338         | 143            | 130              | 163              | 5,0             | 363 |
| 339         | 96             | 90               | 116              | 3,2             | 363 |
| 341         | 84             | 78               | 102              | 3,3             | 363 |
| 342         | 89             | 84               | 104              | 2,4             | 256 |
| 343         | 88             | 83               | 101              | 2,2             | 255 |
| 344         | 86             | 83               | 95               | 1,7             | 361 |
| 345         | 101            | 99               | 105              | 3,8             | 3   |
| 346         | 126            | 119              | 151              | 4,6             | 92  |
| 348         | 84             | 78               | 102              | 2,6             | 363 |
| 349         | 93             | 89               | 105              | 2,2             | 363 |
| 350         | 100            | 94               | 115              | 3,0             | 363 |
| 351         | 100            | 94               | 110              | 3,1             | 256 |
| 400         | 104            | 96               | 126              | 4,7             | 352 |

### 1.1.1. táblázat (folytatás).

| Állomáskód*                    | Átlag<br>nSv/h | Minimum<br>nSv/h | Maximum<br>nSv/h | Szórás<br>nSv/h | N     |
|--------------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------|
| 401                            | 76             | 72               | 92               | 2,5             | 286   |
| 402                            | 78             | 72               | 111              | 4,0             | 302   |
| 403                            | 84             | 77               | 108              | 2,9             | 342   |
| 404                            | 77             | 71               | 88               | 2,6             | 364   |
| 405                            | 90             | 78               | 113              | 3,7             | 365   |
| 406                            | 82             | 77               | 97               | 2,4             | 365   |
| 407                            | 88             | 83               | 121              | 3,6             | 297   |
| 408                            | 83             | 74               | 102              | 4,3             | 285   |
| 409                            | 80             | 72               | 92               | 3,2             | 365   |
| 410                            | 80             | 73               | 93               | 3,3             | 302   |
| 411                            | 76             | 72               | 86               | 2,4             | 365   |
| 412                            | 114            | 94               | 145              | 6,1             | 365   |
| 413                            | 77             | 73               | 88               | 2,3             | 365   |
| 414                            | 98             | 92               | 110              | 3,4             | 301   |
| 415                            | 92             | 86               | 115              | 3,1             | 365   |
| 416                            | 90             | 83               | 109              | 2,8             | 310   |
| 417                            | 74             | 70               | 89               | 2,3             | 365   |
| 418                            | 94             | 85               | 117              | 4,2             | 293   |
| 419                            | 86             | 75               | 119              | 3,8             | 361   |
| 420                            | 89             | 83               | 98               | 2,8             | 365   |
| 421                            | 75             | 64               | 83               | 2,4             | 304   |
| 422                            | 79             | 74               | 101              | 3,3             | 365   |
| 423                            | 107            | 100              | 125              | 4,1             | 361   |
| 424                            | 101            | 94               | 121              | 3,8             | 304   |
| 425                            | 100            | 93               | 121              | 4,2             | 365   |
| 426                            | 73             | 68               | 88               | 2,1             | 298   |
| 427                            | 89             | 82               | 105              | 3,4             | 240   |
| <b>Az összes<br/>állomásra</b> | 95             | 57               | 174              | -               | 23121 |

\* A 100-as kezdetű kódok az OKF, 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 2007-ben**

### 1.1.2. Az országos TLD-mérőhálózat adatai (OSSKI)

A környezeti gamma-dózisteljesítmény mérésére egy 115 mérési helyszínből álló országos mérőhálózatot tartunk fenn. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldjük ki a termolumineszcensz detektorokat (TLD) postán, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki. A mérési pontokat és a 2007-es mérési eredményeket az 1.1.3. ábra, illetve az 1.1.2. táblázat mutatja. A mérési eredmények 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

1.1.2. táblázat. Az országos TLD mérőhálózat 2007. évi mérési eredményei

| Település       | Dózisteljesítmény (nSv/h) |             |             |             |
|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | 1. negyedév               | 2. negyedév | 3. negyedév | 4. negyedév |
| Szendrőlád      | 88                        |             |             | 81          |
| Sárospatak      | 120                       | 103         | 102         | 111         |
| Vásárosnamény   | 90                        | 80          | 88          | 90          |
| Tiszabecs       | 101                       | 87          | 92          | 90          |
| Rajka           | 112                       | 92          | 96          | 101         |
| Mosonmagyaróvár | 104                       | 95          | 88          |             |
| Vámosmikola     |                           | 104         | 134         | 99          |
| Királyrét       | 117                       | 113         | 113         | 117         |
| Balassagyarmat  | 98                        | 94          |             | 96          |
| Romhány         | 107                       | 95          | 95          | 98          |
| Galyatető       | 124                       | 100         | 90          | 98          |
| Borsodnádasd    | 101                       | 88          |             | 92          |
| Kékestető       | 87                        | 85          | 99          | 85          |
| Eger            | 105                       | 101         | 101         | 102         |
| Miskolc         | 98                        | 88          |             | 89          |
| Polgár          |                           | 90          | 89          | 94          |
| Hajdúdorog      | 101                       | 91          | 89          | 94          |
| Sopron          | 113                       | 98          | 99          | 99          |
| Sopronhorpács   | 109                       | 103         | 107         | 103         |
| Győr            | 104                       | 104         | 97          | 102         |
| Komárom         |                           |             | 89          |             |
| Kisbér          | 113                       | 104         | 104         | 101         |
| Esztergom       | 80                        | 67          | 69          | 72          |
| Dobogókő        | 114                       | 103         | 99          |             |
| Budapest I.     | 133                       | 117         | 107         | 117         |
| Budapest II.    | 96                        | 96          |             |             |
| Budapest III.   | 88                        | 75          | 74          | 78          |

### 1.1.2. táblázat. (folytatás)

| Település        | Dózisteljesítmény (nSv/h) |             |             |             |
|------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                  | 1. negyedév               | 2. negyedév | 3. negyedév | 4. negyedév |
| Gyöngyös         | 131                       | 118         | 120         | 126         |
| Lőrinci          |                           | 108         | 114         | 117         |
| Jászberény       | 91                        | 87          | 77          | 90          |
| Kompolt          | 122                       | 87          | 84          | 90          |
| Jászapáti        | 124                       | 98          | 95          | 105         |
| Poroszló         | 113                       | 93          | 100         | 103         |
| Hortobágy        | 102                       | 102         | 88          | 100         |
| Debrecen         | 94                        | 90          | 95          | 89          |
| Káld             | 103                       | 91          | 98          | 96          |
| Pápa             | 119                       | 71          | 69          | 73          |
| Farkasgyepű      | 203                       | 84          | 84          | 88          |
| Martonvásár      | 114                       | 98          | 99          | 108         |
| Monor            | 104                       | 88          | 87          | 99          |
| Örkény           | 88                        | 81          | 77          | 84          |
| Nagykátá         | 90                        | 75          | 73          | 80          |
| Cegléd           | 108                       | 77          | 79          | 84          |
| Karcag           | 115                       | 96          | 101         | 101         |
| Berettyóújfalu   | 107                       | 95          | 99          | 102         |
| Szentgotthárd    | 133                       | 126         | 121         | 103         |
| Körmend          | 108                       | 102         | 99          | 98          |
| Sümeg            | 83                        |             | 76          | 80          |
| Keszthely        | 106                       | 100         | 93          | 103         |
| Mencshely        | 95                        | 80          | 82          | 81          |
| Tihany           | 96                        |             | 84          | 92          |
| Siófok           | 170                       |             | 99          | 110         |
| Nagyhőrcsök      | 118                       | 108         | 110         | 114         |
| Kisapostag       |                           | 97          | 93          | 100         |
| Kunszentmiklós   | 97                        | 89          | 83          | 98          |
| Izsák            |                           | 86          |             | 90          |
| Kecskemét        | 80                        | 70          | 68          | 75          |
| Tiszaécske       | 122                       | 96          | 90          | 100         |
| Szarvas          | 116                       | 104         | 99          | 107         |
| Szeghalom        | 112                       | 104         | 108         | 106         |
| Kőrösszakál      | 112                       | 101         | 98          | 107         |
| Lenti            | 142                       | 111         | 115         | 114         |
| Letenye          | 121                       | 122         | 128         |             |
| Nagykanizsa      | 116                       | 96          | 103         | 96          |
| Tab              | 114                       | 101         | 106         | 88          |
| Nagykónyi        | 144                       | 109         | 112         | 113         |
| Paks             | 113                       | 86          | 82          | 93          |
| Kiskunfélegyháza | 114                       | 106         | 103         | 101         |
| Kistelek         | 81                        | 74          | 71          | 81          |
| Szentés          | 117                       | 102         | 104         | 128         |
| Kaposvár         |                           |             |             |             |
| Homokszentgyörgy | 81                        |             | 104         | 90          |
| Szigetvár        | 118                       | 104         | 111         | 114         |
| Pogány           | 126                       | 113         | 122         | 123         |
| Árpádtető        | 123                       | 123         | 116         | 112         |
| Baja             | 122                       | 111         | 104         | 114         |
| Bácsalmás        | 105                       | 105         | 103         | 100         |
| Szeged           | 99                        | 98          | 94          | 94          |
| Makó             | 108                       | 96          | 103         | 101         |
| Siklós I.        | 143                       | 126         | 129         |             |

### 1.1.2. táblázat. (folytatás)

| Település       | Dózteljesítmény (nSv/h) |             |             |             |
|-----------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | 1. negyedév             | 2. negyedév | 3. negyedév | 4. negyedév |
| Siklós II.      |                         |             | 97          | 98          |
| Budapest IV.    | 127                     | 92          | 93          | 95          |
| Salgótarján     |                         |             | 104         | 104         |
| Nyíregyháza     | 61                      | 60          | 63          | 64          |
| Szentendre      | 103                     | 95          | 96          | 97          |
| Zirc            | 126                     | 106         | 107         | 113         |
| Székesfehérvár  | 100                     | 88          | 91          | 92          |
| Tatabánya       | 145                     | 127         | 126         | 131         |
| Kazincbarcika   | 118                     | 96          | 105         | 102         |
| Tokaj           | 107                     | 100         | 106         | 104         |
| Veszprém        | 133                     | 107         | 110         |             |
| Záhony          | 130                     |             | 119         | 109         |
| Vác             | 100                     | 91          | 92          | 93          |
| Szolnok         | 108                     | 98          | 93          | 100         |
| Zalaegerszeg    | 114                     | 97          | 104         |             |
| Kisvárd         | 126                     | 90          | 88          | 87          |
| Túrkeve         | 128                     | 102         | 106         | 115         |
| Alcsútdoboz     | 112                     | 96          |             |             |
| Tiszaroff       | 92                      | 82          | 83          | 86          |
| Mezőhegyes      | 119                     | 108         | 113         | 105         |
| Hövej           | 89                      | 81          | 82          | 81          |
| Mohács          | 94                      |             |             |             |
| Marcali         | 89                      | 94          | 82          | 84          |
| Szombathely     | 115                     | 114         | 120         | 108         |
| Mátészalka      | 102                     | 90          | 95          | 95          |
| Mór             | 104                     | 100         | 101         | 103         |
| Szekszárd       | 116                     | 90          | 82          |             |
| Gyöngyössolymos | 184                     | 154         | 145         | 157         |
| Hollóháza       | 130                     | 125         | 124         | 123         |
| Hídvégardó      | 84                      | 78          |             | 78          |
| Iregszemcse     | 134                     | 123         | 123         | 126         |
| Gödöllő         | 92                      | 81          | 82          | 85          |
| Békéscsaba      | 93                      | 89          | 97          | 89          |
| Hajdúszoboszló  | 96                      | 94          | 89          | 101         |

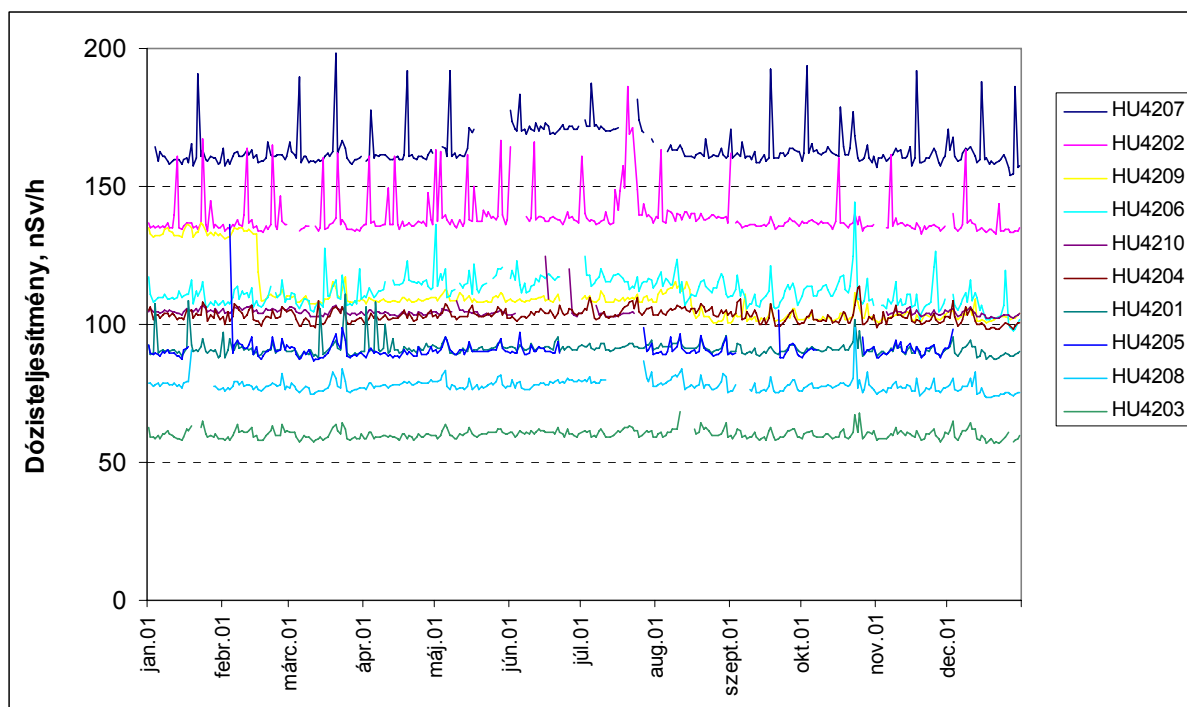
## 1.2. Létesítményi mérési adatok

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

### 1.2.1. Egyetemek mérési eredményei

Az Oktatási és Kulturális Minisztériumhoz (OKM) tartozó egyetemeken elhelyezett, összesen 11 proporcionális mérőszonda (melyek típusa azonos az 1.1 fejezetben ismertetett országos radiológiai távmérő hálózatban alkalmazott berendezésével) napi dózteljesítmény adatainak változását az 1.2.1. ábrán szemléltetjük. Az ábrán használt kódok jelentését az 1.2.1. táblázatban adtuk meg.

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



**1.2.1. ábra. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák napi dózisteljesítményeinek időbeli változása 2007-ben**

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

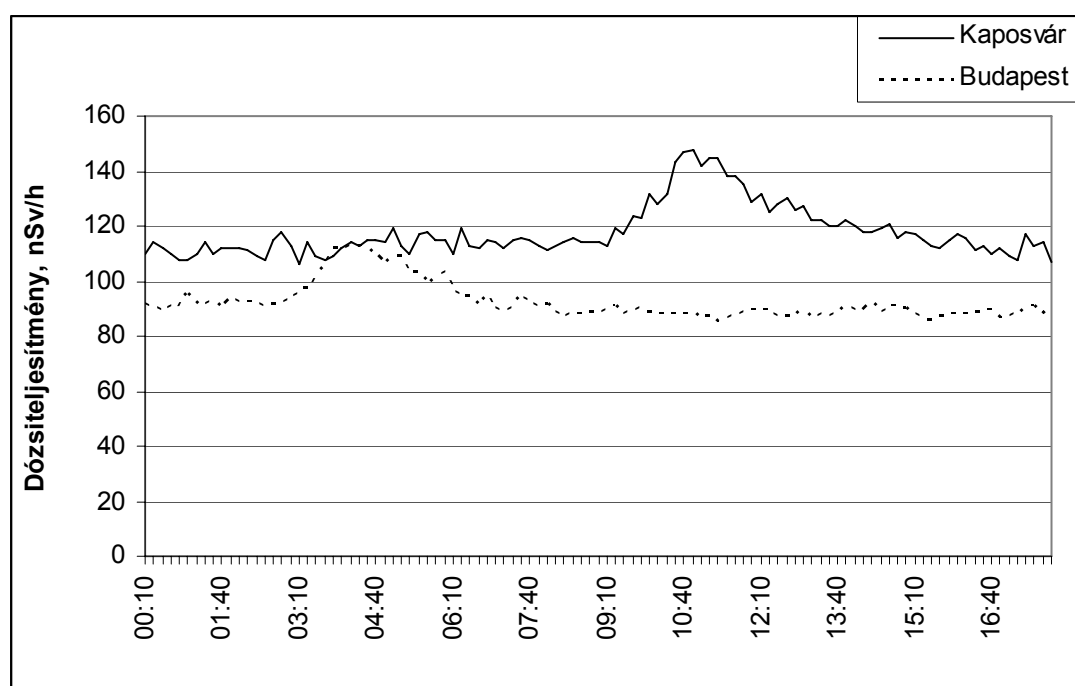
| Helykód | Intézmény neve                                 |
|---------|------------------------------------------------|
| HU4201  | Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem |
| HU4202  | Semmelweis Egyetem (Budapest)                  |
| HU4203  | Eötvös Loránd Tudományegyetem (Budapest)       |
| HU4204  | Debreceni Egyetem                              |
| HU4205  | Szent István Egyetem (Gödöllő)                 |
| HU4206  | Kaposvári Egyetem                              |
| HU4207  | Pécsi Tudományegyetem                          |
| HU4208  | Pannon Egyetem (Veszprém)                      |
| HU4209  | Nyugat-magyarországi Egyetem (Sopron)          |
| HU4210  | Szegedi Tudományegyetem - I. mérőhely          |
| HU4211  | Szegedi Tudományegyetem - II. mérőhely *       |

\* 2007-ben nem működött

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).

Az 1.2.1. ábrán bemutatott idősorokhoz megjegyezzük, hogy a Semmelweis Egyetemen mért kiugró értékek (csúcsok) néhány esetben nem a környezeti dózisteljesítményre, hanem a mérőeszközhöz közeli laboratóriumban végzett sugaras munkára jellemzők. (Ezeket a „lokális” természetű adatokat, bár jelentőségük csekély, elvi megfontolásból a későbbiekben a hálózati adatközpont ki fogja hagyni a „környezeti” típusú adatok közül.)

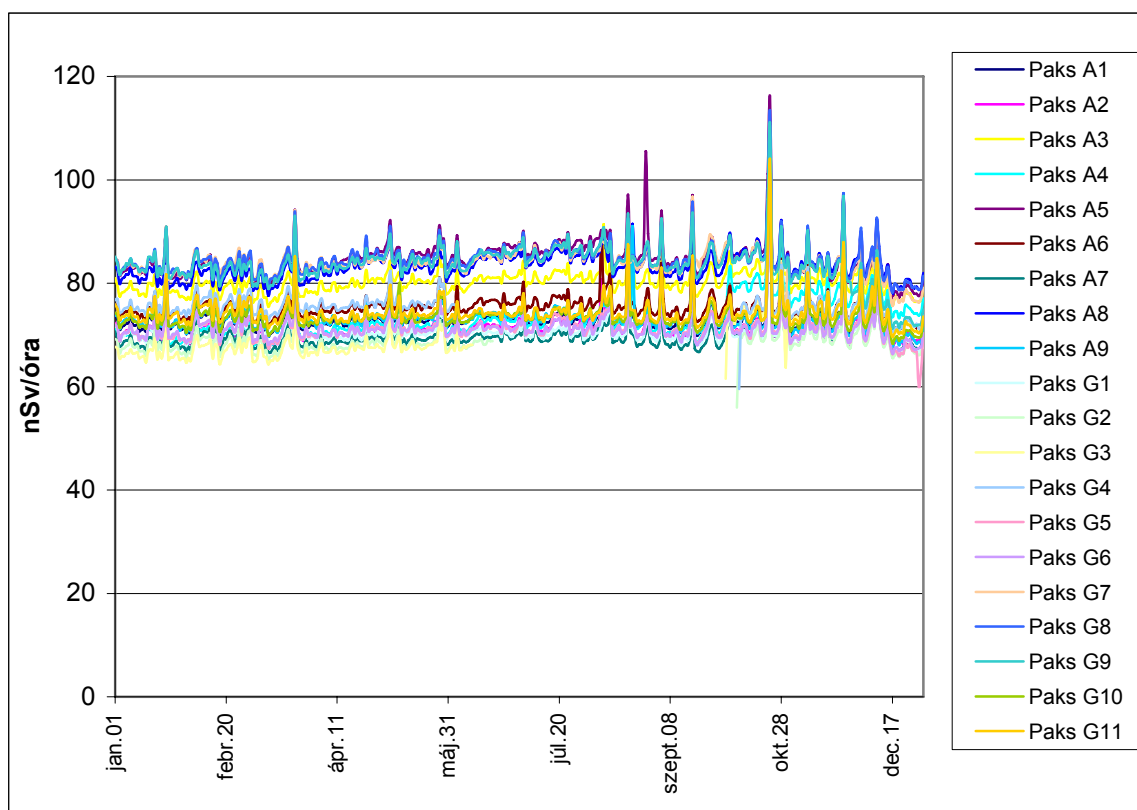
A levegőben több száz méter vastag rétegben lebegő porszemcséket (aeroszolt) a lehulló csapadék (eső, hó) lehozza a talaj felszínére, és a szemcséken adszorbeálódott radon-leányelemek gamma sugárzása időlegesen megnöveli a külső dózisteljesítményt, jellemzően az alapszint 20 – 80 %-át elérő mértékben. Ezt a növekményt esőcsúcsnak, csapadékcsúcsnak nevezzük (lásd az alábbi, 1.2.2. ábrát). A csúcs növekvő oldalát első sorban a légköri, meteorológiai viszonyok (a csapadék mennyisége, a szél sebessége, a hőmérséklet stb.) határozzák meg, csökkenő oldalát viszont a rövid felezési idejű radon-leányelemek bomlási sebessége. Ez utóbbi teszi lehetővé a csapadékcsúcsok felismerését, illetve megkülönböztetését más, esetlegesen mutatkozó mesterséges eredetű légköri radioaktív szennyezőktől. Az alábbi ábrán az egyik budapesti (BME NTI) és a kaposvári mérőállomás egy kisebb csapadékcsúcsát mutatjuk be. Látható, hogy az eső mintegy 6 órával később eredt meg Kaposváron, mint Budapesten, az alapszint maximális növekménye mindkét állomáson mintegy 15 %-os volt. Jól látható a két csapadékcsúcs csökkenő oldalának hasonló lefutási profilja is.



**1.2.2. ábra. Esőcsúcsok a budapesti és a kaposvári OKM OSJER-mérőállomások regisztrátumában**

### 1.2.2. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző állomásainak mérési adatai

A Paksi Atomerőmű (PAE) környezet-ellenőrző rendszerének részét alkotó dózisteljesítmény-mérő szondákkal mért napi dózisteljesítmények időbeli változását mutatjuk be az 1.2.2. ábrán. (Az összesen 20 szonda havi átlagolású eredményei az erőmű éves jelentésében megtalálhatók).



**1.2.3. ábra. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző állomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2007-ben**

Az 1.2.3. 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.

Az országos TLD méréseken felül Paks környékén az OSSKI egy 40 mérési helyszínből álló mérőhálózatot is működtet a környezeti gamma-dózisteljesítmény mérésére. A mérőhálózat mérési helyszíneire szintén 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 1.2.4. ábra, illetve az 1.2.2. táblázat mutatja. A mérési eredmények jellemző hibája 5% körüli. Néhány esetben a doziméterek elvesztek vagy kiértékelhetetlenek voltak, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.



1.2.4. ábra. A Paks környéki TLD mérések helyszínei

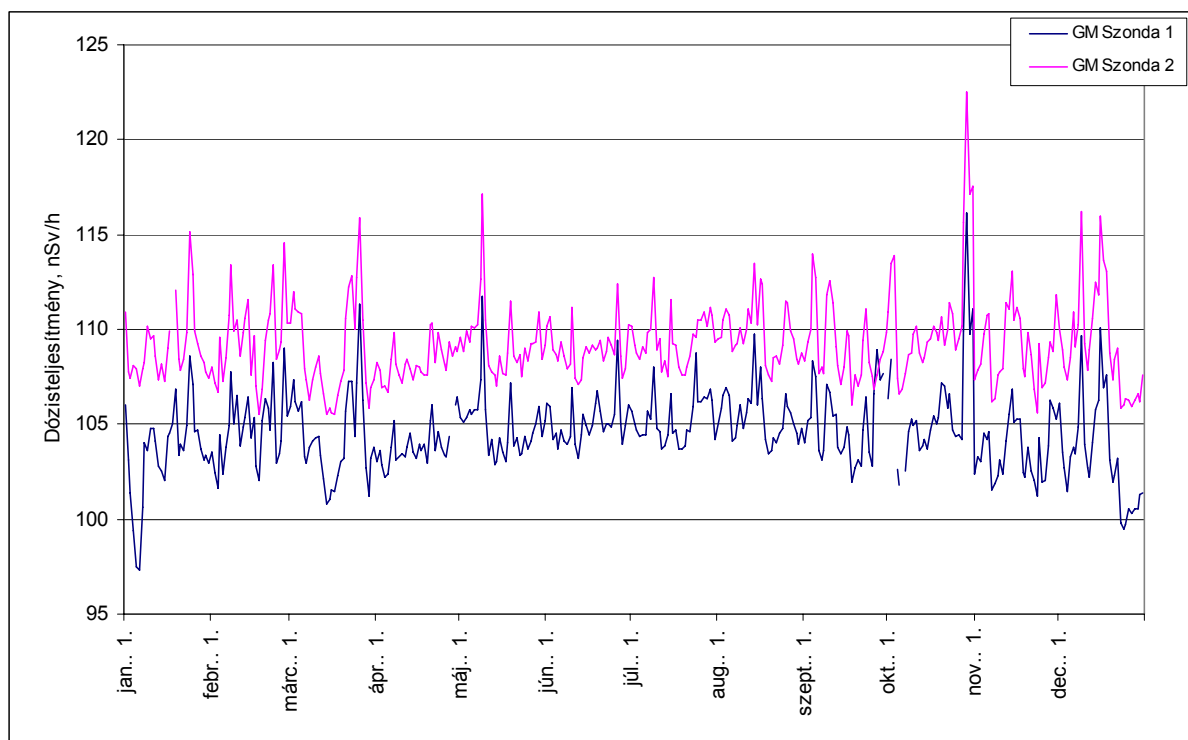
### 1.2.2. táblázat. A Paks környéki TLD mérések 2007. évi eredményei

| Település               | Dózteljesítmény (nSv/h) |             |             |             |
|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | 1. negyedév             | 2. negyedév | 3. negyedév | 4. negyedév |
| Déli bekötőút           | 99                      | 71          | 65          | 75          |
| Borsócséplői út         | 163                     | 73          | 74          | 77          |
| Földespuszta            | 105                     | 87          | 88          | 90          |
| Dunaföldvár             | 230                     | 85          | 84          | 78          |
| Úzd reléállomás         | 117                     | 85          | 79          |             |
| Tengelic - Szőlőhegy    | 93                      | 74          | 68          | 72          |
| Dunaszentgyörgy 6-os út | 97                      | 82          | 83          | 87          |
| Uszód 10C               | 100                     | 81          | 79          | 90          |
| Géderlak                | 112                     | 87          | 82          | 89          |
| Kalocsa                 | 126                     | 93          | 84          | 95          |
| Szekszárd DÉDÁSZ        | 116                     | 90          | 82          |             |
| Kiskőrös                | 99                      | 74          | 66          |             |
| Löszdomb                | 66                      | 65          | 62          | 67          |
| Északi bekötőút         | 118                     | 62          | 59          | 65          |
| Dunaszentbenedek 9C     |                         | 86          | 98          | 84          |
| Csámpa vízmű            | 92                      | 70          | 67          | 71          |
| Foktő 18C               | 107                     | 87          | 88          | 86          |
| Uszód                   |                         | 103         | 87          | 90          |
| Foktő                   | 104                     | 102         | 91          | 99          |
| Bátya                   | 149                     | 97          | 89          | 93          |
| Fajsz                   | 147                     | 113         | 103         | 122         |
| Dusnok                  |                         | 91          | 88          | 86          |
| Miske                   | 111                     | 99          | 95          | 105         |
| Hajós                   | 106                     | 97          | 87          | 100         |
| Császártöltés           | 118                     | 100         | 96          | 104         |
| Kecel                   | 107                     | 98          | 94          | 95          |
| Öregcsertő              | 102                     | 92          | 97          | 93          |
| Szakmár                 | 84                      | 85          | 82          | 84          |
| Dunapataj               | 113                     | 103         | 97          | 107         |
| Dunakömlőd              | 116                     | 110         | 106         | 112         |
| Németkér                | 118                     | 104         | 96          | 106         |
| Dunaszentgyörgy         | 107                     | 87          | 78          | 65          |
| Bogyiszló               |                         | 102         | 98          | 101         |
| Tengelic                | 134                     | 101         | 95          |             |
| Nagydorog               | 120                     | 98          | 106         |             |
| Paks                    | 118                     | 101         | 104         | 104         |
| Zomba                   | 150                     | 132         | 118         | 124         |
| Kölesd                  |                         | 125         | 113         | 126         |
| Simontornya             | 118                     | 102         | 102         | 97          |

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

A KFKI telephelyén a dózteljesítmény ellenőrzésére 17 GM-szonda szolgál. Ezen detektorok közül két olyant választottunk ki (1. és 2. állomás), amelyek jól jellemzik a telephely dózteljesítmény-szintjét általában (1.2.5. ábra). A többi állomáson az izotópforgalom, -szállítások miatt időnként az átlagos háttérszintet meghaladó értékeket is mérhetnek, ezek azonban inkább az egyes műveletek sugárzási viszonyaira és nem a telephely környezetére jellemzőek.





**1.2.5. ábra. A KFKI két állomásán mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2007-ben**

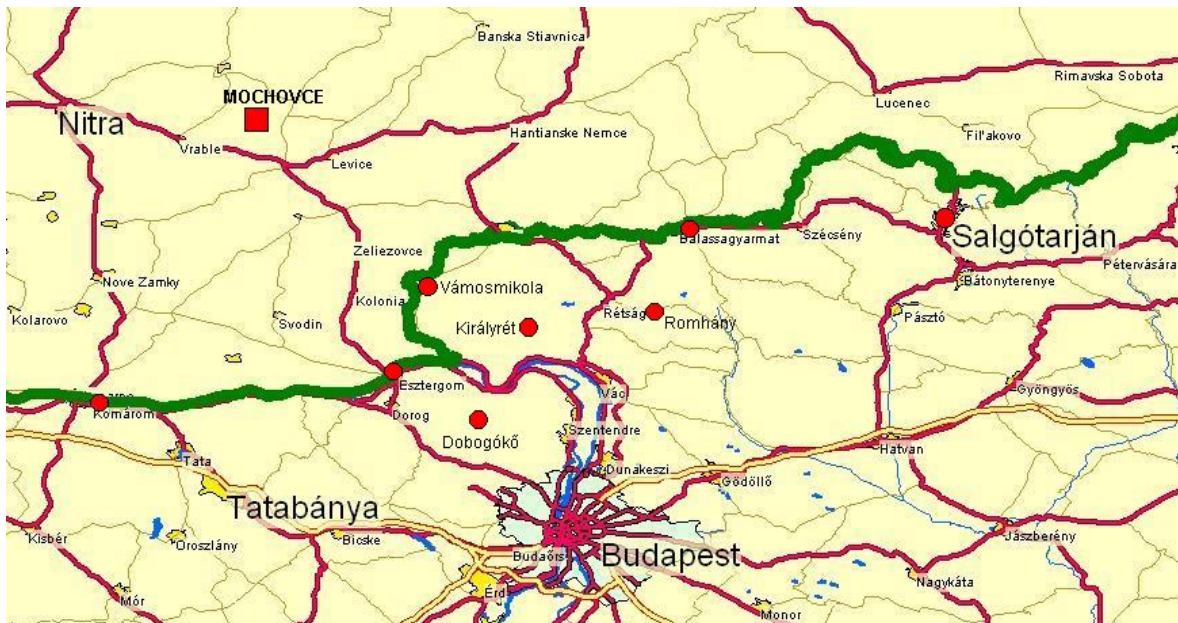
A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 db GM-csövet tartalmaznak: egy nagy érzékenységgűt (10 nGy/h - 1 mGy/h) a normál, és egy kis érzékenységgűt (0,10 mGy/h - 10 Gy/h) a baleseti szintekre. Az adatokat on-line módon továbbítják az NBIÉK adatközpontba, illetve heti gyakorisággal az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

A riasztási szint az átlagos háttérszint kétszerese, kerekén 200 nGy/h. A KFKI adatközpontja az eredményeket tízpercenként tárolja. (A pillanatnyi adatok az Interneten is megtekinthetők a következő honlapon: <http://148.6.176.241>.) Az éves feldolgozott adatokat a Környezetvédelmi Szolgálat Évi Jelentése tartalmazza, amelyet a KFKI honlapján ([www.kfki.hu](http://www.kfki.hu)) lehet megtekinteni a „Környezetvédelmi Szolgálat” menüpontban.

#### 1.2.4. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózisteljesítmények (OSSKI)

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 2007-es mérések eredményeit az 1.2.6. ábra ill. az 1.2.3. és 1.2.4. táblázatok mutatják be. A tórium-sorra, az urán-sorra valamint a K-40-re vonatkozó adatokat csak a teljesség kedvéért tüntettük fel, ezeket a Mohi Atomerőmű működése nem befolyásolja. A Cs-137 koncentrációjára kapott értékek nem térnek el szignifikánsan az ország más területein jellemző értékektől (lásd pl. 1.2.8. táblázat).

A gamma-dózisteljesítményt AUTOMESS AD6/H műszerrel mértük, a hiba minden esetben 1% körüli.



1.2.6. ábra. A mohi atomerőmű hazai környezetének mérési helyszínei

### 1.2.3. táblázat. In-situ mérések eredményei 2007-ben

(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 | Balassagy<br>armat |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|--------------------|
| 1. félév               |                |                |                |                |                  |                |                  |                    |
| $^{232}\text{Th}$ -sor | $19,5 \pm 1,8$ | $12,5 \pm 1,4$ | $29,3 \pm 2,2$ | $30,9 \pm 2,3$ | $29,8 \pm 2,4$   | $29,1 \pm 2,3$ | $32,5 \pm 2,5$   | $25,4 \pm 2,1$     |
| $^{238}\text{U}$ -sor  | $57,8 \pm 3,4$ | $14,7 \pm 1,3$ | $23,1 \pm 1,8$ | $29,2 \pm 2,1$ | $36,3 \pm 2,4$   | $28,1 \pm 2,1$ | $29,9 \pm 2,1$   | $19,2 \pm 1,6$     |
| $^{40}\text{K}$        | $300 \pm 53$   | $230 \pm 41$   | $300 \pm 53$   | $380 \pm 66$   | $400 \pm 70$     | $460 \pm 81$   | $380 \pm 66$     | $300 \pm 53$       |
| $^{137}\text{Cs}$      | $5,0 \pm 0,8$  | $0,5 \pm 0,1$  | $1,8 \pm 0,3$  | $1,3 \pm 0,2$  | $1,7 \pm 0,3$    | $0,8 \pm 0,2$  | $1,2 \pm 0,2$    | $1,2 \pm 0,2$      |
| 2. félév               |                |                |                |                |                  |                |                  |                    |
| $^{232}\text{Th}$ -sor | $22,8 \pm 2,1$ | $15,6 \pm 1,5$ | $29,1 \pm 2,3$ | $38,0 \pm 2,8$ | $33,9 \pm 2,5$   | $35,9 \pm 2,7$ | $35,5 \pm 2,7$   | $28,1 \pm 2,3$     |
| $^{238}\text{U}$ -sor  | $60,1 \pm 3,5$ | $20,2 \pm 1,6$ | $24,6 \pm 1,8$ | $37,5 \pm 2,5$ | $43,5 \pm 2,8$   | $33,8 \pm 2,4$ | $45,7 \pm 2,9$   | $31,1 \pm 2,2$     |
| $^{40}\text{K}$        | $340 \pm 60$   | $280 \pm 51$   | $300 \pm 53$   | $460 \pm 81$   | $500 \pm 88$     | $510 \pm 89$   | $390 \pm 69$     | $350 \pm 62$       |
| $^{137}\text{Cs}$      | $3,8 \pm 0,6$  | $0,4 \pm 0,1$  | $2,5 \pm 0,4$  | $0,9 \pm 0,2$  | $0,6 \pm 0,1$    | $0,8 \pm 0,2$  | $1,4 \pm 0,2$    | $1,4 \pm 0,3$      |

### 1.2.4. táblázat. 2007. évi dózisteljesítmény mérések eredményei

|                | Dózisteljesítmény,<br>1. félév (nSv/h) | Dózisteljesítmény,<br>2. félév (nSv/h) |
|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Komárom        | 92                                     | 112                                    |
| Esztergom      | 79                                     | 88                                     |
| Dobogókő       | 93                                     | 104                                    |
| Királyrét      | 115                                    | 102                                    |
| Vámosmikola    | 110                                    | 115                                    |
| Romhány        | 105                                    | 124                                    |
| Salgótárján    | 105                                    | 129                                    |
| Balassagyarmat | 93                                     | 105                                    |

### 1.2.5. Bátaapáti környéki dózisteljesítmény mérések (OSSKI)

A Bátaapáti környékére tervezett radioaktív hulladék-tároló alapszintfelmérésének részeként az OSSKI rendszeres gamma-dózisteljesítmény méréseket végez a térségben a Mecsek-Öko Környezetvédelmi Zrt.-vel együttműködésben.

A mérések TLD-vel történnek. 20 mérési helyszínen az OSSKI végzi a detektorok kihelyezését és kb. másfél havonkénti cseréjét, míg másik 29 mérési helyszínen a Mecsek-Öko Környezetvédelmi Zrt. cseréli a detektorokat. Épületben és szabadtéren egyaránt folynak mérések, két mérési pont pedig a vágatban helyezkedik el.

A szabadban AUTOMESS AD 6/H típusú kézi műszerrel is mérik a dózisteljesítményt (a mérések hibája minden esetben 1% körüli). A TL detektorok kiértékelése az OSSKI-ban történik.

A mérési eredményeket az 1.2.5-1.2.7. táblázatok tartalmazzák. Néhány esetben a doziméterek elvesztek vagy kiértékelhetetlenek voltak, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.

**1.2.5.a táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei épületben**

| Település   | Dózisteljesítmény (nSv/h) |                  |                  |                  |                  |
|-------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | 06.12.11-<br>07.01.24.    | 01.22-<br>02.28. | 02.26-<br>04.04. | 04.02-<br>05.17. | 05.14-<br>06.29. |
| Kismórágy   | 160 ± 30                  | 176 ± 9          | 172 ± 6          | 171,3 ± 1,3      | 175 ± 8          |
| Palatinca   | 114,6 ± 3                 |                  | 161,4 ± 0,1      | 129 ± 5          | 130 ± 2          |
| Szálka      | 133 ± 4                   | 183,3 ± 1,5      | 271 ± 1,7        | 159,5 ± 1,5      | 149,9 ± 0,2      |
| Cikó        | 150 ± 9                   | 167 ± 13         | 164 ± 6          | 171 ± 1,2        |                  |
| Apátvarasd  | 150 ± 7                   |                  | 170,8 ± 0,2      | 189 ± 6          | 176 ± 1,2        |
| Erdősmecske | 143 ± 10                  | 158 ± 5          |                  | 154 ± 8          | 155 ± 7          |
| Véménd      | 138 ± 13                  | 160 ± 5          | 158 ± 4          | 158 ± 4          | 155,4 ± 3,5      |

**1.2.5.b táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei épületben**

| Település   | Dózisteljesítmény (nSv/h) |                  |                  |                  |
|-------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | 06.25-<br>08.08.          | 08.06-<br>09.19. | 09.17-<br>10.31. | 10.29-<br>12.12. |
| Kismórágy   | 170 ± 15                  | 174,3 ± 1,8      | 156 ± 6          | 170,6 ± 1,8      |
| Palatinca   |                           |                  |                  | 138 ± 6          |
| Szálka      | 155 ± 20                  | 152 ± 8          | 152 ± 13         | 155 ± 7          |
| Cikó        | 170 ± 13                  | 168 ± 7          | 155 ± 25         |                  |
| Apátvarasd  | 168 ± 6                   | 181 ± 2,3        | 168 ± 6          | 173,4 ± 0,6      |
| Erdősmecske | 153,6 ± 1,8               | 156 ± 5          | 155 ± 25         | 160 ± 5          |
| Véménd      | 159 ± 5                   | 143 ± 12         | 156 ± 6          | 155 ± 20         |

**1.2.5.c táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei épületben**

| Mérési helyszín               | Dózisteljesítmény (nSv/h)  |                            |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                               | 2006.10.19-<br>2007.05.07. | 2007.04.17-<br>2007.12.05. |
| Bátaapáti, MÁFI iroda         | 92,6 ± 3                   | 97,8 ± 0,3                 |
| Bátaapáti, óvoda              | 162,4 ± 0,9                | 165 ± 4                    |
| Bátaapáti, Golder iroda       | 109 ± 6                    | 110 ± 3,5                  |
| Bátaapáti, borospince         | 288,7 ± 3                  |                            |
| Bátaapáti, RHK KHT iroda      | 153 ± 9                    | 152,2 ± 1,8                |
| Bátaapáti, bányamesteri iroda | 73 ± 2                     |                            |
| Mórágy, Patak csárda          | 177 ± 7                    | 132,5 ± 1,4                |
| Mórágy, Hegyalja söröző       | 156 ± 0,6                  | 147 ± 3,4                  |
| Mórágy, Posta                 | 182 ± 6                    | 172 ± 8                    |

**1.2.6.a táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei szabadban**

| Település                          | Dózisteljesítmény (nSv/h) |      |                  |      |                  |      |
|------------------------------------|---------------------------|------|------------------|------|------------------|------|
|                                    | 06.12.11-<br>07.01.24.    |      | 01.22-<br>02.28. |      | 02.26-<br>04.04. |      |
|                                    | TLD                       | Kézi | TLD              | Kézi | TLD              | Kézi |
| Várdomb I.                         |                           | 123  |                  | 115  |                  | 125  |
| Várdomb II.                        | 130 ± 50                  | 101  | 113,7 ± 3        | 113  | 118 ± 12         | 120  |
| Várdomb III.                       |                           | 117  |                  | 123  |                  | 129  |
| Bátaszék                           | 93 ± 3,4                  | 118  | 105 ± 3          | 116  | 102 ± 2,3        | 115  |
| Kövesd                             |                           | 99   |                  | 133  |                  | 147  |
| Lajvérpuszta                       |                           | 120  |                  | 136  |                  | 127  |
| Alsónána I.                        |                           | 101  |                  | 99   |                  | 119  |
| Alsónána II.                       | 117 ± 5                   | 136  | 137 ± 8          | 146  | 130,4 ± 2        | 156  |
| Alsónána III.                      |                           | 121  |                  | 118  |                  | 107  |
| Kismórág I.                        | 125 ± 2                   | 163  | 145 ± 25         | 155  | 139,5 ± 5        | 160  |
| Kismórág II.                       |                           | 128  |                  | 135  |                  | 139  |
| Palatinca I.                       |                           | 112  |                  | 111  |                  | 111  |
| Palatinca II.                      | 101 ± 5                   | 108  |                  |      | 241 ± 5          | 129  |
| Palatinca III.                     |                           | 137  |                  | 128  |                  | 116  |
| Szálka I.                          |                           | 125  |                  | 116  |                  | 116  |
| Szálka II.                         | 103 ± 3,5                 | 136  | 116 ± 5          | 134  | 149 ± 1          | 135  |
| Szálka III.                        |                           | 104  |                  | 108  |                  | 105  |
| Bonyhád -<br>Szálkai<br>elágazás   |                           | 136  | 91 ± 9           | 126  | 224 ± 5          | 135  |
| Möcsény -<br>Zsibriki elágazás     |                           | 128  |                  | 124  |                  | 128  |
| Möcsény I.                         | 107 ± 3                   | 126  | 118 ± 5          | 132  | 119 ± 7          | 131  |
| Möcsény II.                        |                           | 136  |                  | 120  |                  | 109  |
| Zsibrik                            |                           | 128  |                  | 110  |                  | 135  |
| Cikó -<br>vasútállomás<br>elágazás |                           | 129  |                  | 132  |                  | 119  |
| Cikó                               | 107 ± 15                  | 116  | 113 ± 7          | 128  | 113,5 ± 1,6      | 116  |
| Apátvarasd I.                      |                           | 123  |                  | 136  |                  | 123  |
| Apátvarasd II.                     | 101,6 ± 2                 | 136  |                  |      | 116 ± 4          | 130  |
| Apátvarasd III.                    |                           | 119  |                  | 115  |                  | 113  |
| Erdősmecske I.                     |                           | 119  |                  | 107  |                  | 135  |
| Erdősmecske II.                    | 125 ± 20                  | 136  | 124 ± 8          | 138  |                  | 140  |
| Erdősmecske III.                   |                           | 126  |                  | 124  |                  | 118  |
| Feked I.                           |                           | 126  |                  | 136  |                  | 141  |
| Feked II.                          | 87 ± 5                    | 121  | 99 ± 2,3         | 131  | 94,8 ± 0,8       | 122  |
| Véménd I.                          |                           | 123  |                  | 128  |                  | 139  |
| Véménd II.                         | 120 ± 7                   | 141  | 133,3 ± 2        | 137  | 136 ± 4          | 135  |
| Véménd III.                        |                           | 133  |                  | 117  |                  | 130  |

**1.2.6.b táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei szabadban**

| Település                    | Dózteljesítmény (nSv/h) |      |              |      |              |      |
|------------------------------|-------------------------|------|--------------|------|--------------|------|
|                              | 04.02-05.17.            |      | 05.14-06.29. |      | 06.25-08.08. |      |
|                              | TLD                     | Kézi | TLD          | Kézi | TLD          | Kézi |
| Várdomb I.                   |                         | 128  |              | 120  |              | 131  |
| Várdomb II.                  | 116 ± 5                 | 126  | 109,4 ± 3    | 118  | 112 ± 4      | 118  |
| Várdomb III.                 |                         | 124  |              | 117  |              | 119  |
| Bátaszék                     | 111,1 ± 0,8             | 129  | 116 ± 0,1    | 113  | 118 ± 6      | 118  |
| Kövesd                       |                         | 150  |              | 143  |              | 152  |
| Lajvérpuszta                 |                         | 127  |              | 123  |              | 128  |
| Alsónána I.                  |                         | 136  |              | 140  |              | 121  |
| Alsónána II.                 | 135 ± 10                | 131  | 139 ± 7      | 138  | 141,4 ± 3    | 152  |
| Alsónána III.                |                         | 123  |              | 128  |              | 121  |
| Kismórág I.                  | 148 ± 10                | 152  | 142 ± 0,1    | 141  | 152,3 ± 2,5  | 158  |
| Kismórág II.                 |                         | 138  |              | 138  |              | 136  |
| Palatinca I.                 |                         | 106  |              | 128  |              | 125  |
| Palatinca II.                | 118 ± 5                 | 119  | 121,5 ± 1,7  | 118  |              |      |
| Palatinca III.               |                         | 142  |              | 131  |              | 138  |
| Szálka I.                    |                         | 104  |              | 128  |              | 129  |
| Szálka II.                   | 124,6 ± 0,1             | 109  | 122 ± 5      | 121  | 120 ± 10     | 130  |
| Szálka III.                  |                         | 118  |              | 109  |              | 109  |
| Bonyhád - Szálkai elágazás   | 101 ± 7                 | 141  |              | 135  | 100,6 ± 1    | 152  |
| Möcsény - Zsibriki elágazás  |                         | 130  |              | 116  |              | 134  |
| Möcsény I.                   | 127 ± 5                 | 128  | 118,4 ± 0,7  | 107  | 107 ± 22     | 128  |
| Möcsény II.                  |                         | 115  |              | 115  |              | 119  |
| Zsibrik                      |                         | 116  |              | 115  |              | 124  |
| Cikó - vasútállomás elágazás |                         | 129  |              | 130  |              | 128  |
| Cikó                         | 112 ± 5                 | 117  | 114,3 ± 2    | 125  | 120 ± 9      | 118  |
| Apátvarasd I.                |                         | 99   |              | 129  |              | 132  |
| Apátvarasd II.               | 113,4 ± 2,6             | 126  | 116,8 ± 1,4  | 128  | 115 ± 4      | 139  |
| Apátvarasd III.              |                         | 129  |              | 116  |              | 124  |
| Erdősmecske I.               |                         | 136  |              | 126  |              | 136  |
| Erdősmecske II.              | 126 ± 5                 | 130  | 128 ± 8      | 134  | 129 ± 3      | 134  |
| Erdősmecske III.             |                         | 143  |              | 128  |              | 128  |
| Feked I.                     |                         | 126  |              | 130  |              | 124  |
| Feked II.                    | 130 ± 1,6               | 118  | 120 ± 60     | 115  | 102,3 ± 1,5  | 121  |
| Véménd I.                    |                         | 141  |              | 139  |              | 142  |
| Véménd II.                   | 172 ± 4                 | 138  | 133 ± 6      | 139  | 134 ± 6      | 131  |
| Véménd III.                  |                         | 144  |              | 133  |              | 132  |

### 1.2.6.c táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei szabadban

| Település                    | Dózisteljesítmény (nSv/h) |      |              |      |              |
|------------------------------|---------------------------|------|--------------|------|--------------|
|                              | 08.06-09.19.              |      | 09.17-10.31. |      | 10.29-12.12. |
|                              | TLD                       | Kézi | TLD          | Kézi | TLD          |
| Várdomb I.                   |                           | 124  |              | 118  |              |
| Várdomb II.                  | 111,5 ± 3                 | 103  | 120,2 ± 0,8  | 108  | 124 ± 4      |
| Várdomb III.                 |                           | 131  |              | 104  |              |
| Bátaszék                     | 107,6 ± 2,7               | 124  | 120 ± 15     | 114  | 109 ± 8      |
| Kövesd                       |                           | 151  |              | 134  |              |
| Lajvérpuszta                 |                           | 129  |              | 122  |              |
| Alsónána I.                  |                           | 133  |              | 131  |              |
| Alsónána II.                 | 132,7 ± 2                 | 135  |              | 144  | 135 ± 15     |
| Alsónána III.                |                           | 128  |              | 112  |              |
| Kismórág I.                  | 153 ± 9                   | 153  | 164 ± 7      | 163  | 151 ± 8      |
| Kismórág II.                 |                           | 138  |              | 133  |              |
| Palatinca I.                 |                           | 137  |              | 113  |              |
| Palatinca II.                | 127 ± 6                   | 152  |              |      | 117 ± 6      |
| Palatinca III.               |                           | 135  |              | 132  |              |
| Szálka I.                    |                           | 127  |              | 126  |              |
| Szálka II.                   | 127 ± 12                  | 118  | 133,8 ± 1    | 132  | 110,8 ± 0,5  |
| Szálka III.                  |                           | 135  |              | 113  |              |
| Bonyhád - Szálkai elágazás   |                           | 128  | 98 ± 15      | 117  | 97 ± 6       |
| Mőcsény - Zsibriki elágazás  |                           | 139  |              | 141  |              |
| Mőcsény I.                   | 122 ± 8                   | 144  | 160 ± 5      | 127  | 118 ± 7      |
| Mőcsény II.                  |                           | 123  |              | 125  |              |
| Zsibrik                      |                           | 128  |              | 119  |              |
| Cikó - vasútállomás elágazás |                           | 126  |              | 124  |              |
| Cikó                         | 130 ± 40                  | 121  | 128 ± 0,6    | 104  | 119 ± 8      |
| Apátvarasd I.                |                           | 121  |              | 113  |              |
| Apátvarasd II.               | 125 ± 5                   | 135  | 135 ± 8      | 111  | 105 ± 15     |
| Apátvarasd III.              |                           | 126  |              | 126  |              |
| Erdősmecske I.               |                           | 139  |              | 130  |              |
| Erdősmecske II.              | 120 ± 30                  | 135  |              | 138  | 126 ± 3      |
| Erdősmecske III.             |                           | 119  |              | 116  |              |
| Feked I.                     |                           | 125  |              | 132  |              |
| Feked II.                    | 99 ± 1                    | 129  |              | 129  | 100 ± 10     |
| Véménd I.                    |                           | 128  |              | 130  |              |
| Véménd II.                   | 138,5 ± 2                 | 141  | 95 ± 8       | 132  | 137 ± 3      |
| Véménd III.                  |                           | 136  |              | 139  |              |

#### 1.2.6.d táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei szabadban

| Mérési pont                           | Dózisteljesítmény (nSv/h)  |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                       | 2006.10.19-<br>2007.05.07. | 2007.04.17-<br>2007.12.05. |
| Üveghuta-R02                          | 131 ± 3                    | 139 ± 7                    |
| Üveghuta-R03A                         | 100 ± 11                   | 115,6 ± 1,5                |
| Üveghuta-R04                          | 110 ± 7                    | 124,6 ± 4                  |
| Üveghuta-R05                          | 126 ± 2,4                  | 128,7 ± 2,5                |
| Üveghuta-R06                          |                            | 149 ± 5                    |
| Üveghuta-R08                          | 114,4 ± 1,7                | 125 ± 4                    |
| Üveghuta-R09                          | 85,8 ± 1,6                 |                            |
| Üveghuta-R10                          | 113,6 ± 3                  | 121,7 ± 1,7                |
| Üveghuta-R11                          | 109 ± 6                    | 115,3 ± 1,6                |
| Üveghuta-R12                          | 97 ± 3,6                   | 106,7 ± 1,2                |
| Üveghuta-R13                          | 115 ± 4                    | 130 ± 5                    |
| Üveghuta-R14                          | 131,7 ± 3                  | 143,5 ± 4                  |
| Üveghuta-R15A                         | 183 ± 8                    | 121 ± 3,4                  |
| Üveghuta-R16                          |                            | 118 ± 7                    |
| Üveghuta-R17A                         | 118,2 ± 0,2                | 125 ± 5                    |
| Bátaapáti gránitmeddő lerakó, tűzcsap | 227 ± 4,5                  |                            |

#### 1.2.7. táblázat. Bátaapáti környéki TLD mérések eredményei bányában

| Mérési pont                         | Dózisteljesítmény (nSv/h)  |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                     | 2006.10.19-<br>2007.05.07. | 2007.04.17-<br>2007.12.05. |
| Bátaapáti,<br>K-i lejtősakna, 140m  | 139 ± 3                    | 127 ± 6                    |
| Bátaapáti,<br>Ny-i lejtősakna, 140m | 131,2 ± 1,4                | 138 ± 5                    |

#### 1.2.6. Az OSSKI telephelyén végzett mérések

2007-ben kettő in-situ mérés történt az OSSKI telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 1.2.8. táblázat tartalmazza.

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

| Nuklid     | 2007.05.17.  | 2007.10.18.  |
|------------|--------------|--------------|
| Ac-228     | 28,9 ± 2,7   | 30,8 ± 2,7   |
| Pb-212     | 32,6 ± 8,1   | 34,6 ± 10,1  |
| Bi-212     | 20,4 ± 5,5   | 30,1 ± 7,8   |
| Tl-208     | 10,7 ± 1,6   | 11,7 ± 1,6   |
| Th-232 sor | 28,0 ± 2,2   | 31,6 ± 2,4   |
| Pb-214     | 25,8 ± 3,5   | 33,4 ± 4,4   |
| Bi-214     | 23,1 ± 2,2   | 24,9 ± 2,1   |
| U-238 sor  | 24,1 ± 1,9   | 27,7 ± 2,0   |
| K-40       | 382,1 ± 67,3 | 409,9 ± 72,0 |
| Cs-137     | 2,4 ± 0,4    | 2,5 ± 0,4    |

A gamma-dózisteljesítményt minden munkanapon háromszor mérjük meg az OSSKI „C”-épülete melletti füves területen AUTOMESS AD 6/H típusú műszerrel. Az 1.2.9. táblázat a heti mérési eredmények átlagokat és terjedelmét mutatja.



**1.2.9. táblázat. Az OSSKI udvarán végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai**

| Hét | Átlag<br>(nSv/h) | Terjed.<br>(nSv/h) | Hét | Átlag<br>(nSv/h) | Terjed.<br>(nSv/h) | Hét | Átlag<br>(nSv/h) | Terjed.<br>(nSv/h) | Hét | Átlag<br>(nSv/h) | Terjed.<br>(nSv/h) |
|-----|------------------|--------------------|-----|------------------|--------------------|-----|------------------|--------------------|-----|------------------|--------------------|
| 1   | 93               | 88 - 97            | 14  | 94               | 92 - 97            | 27  | 101              | 97 - 106           | 40  | 101              | 95 - 109           |
| 2   | 96               | 91 - 102           | 15  | 94               | 89 - 100           | 28  | 100              | 91 - 108           | 41  | 103              | 100-108            |
| 3   | 95               | 86 - 104           | 16  | 97               | 93 - 106           | 29  | 101              | 94 - 108           | 42  | 105              | 96 - 113           |
| 4   | 94               | 89 - 98            | 17  | 98               | 93 - 104           | 30  | 102              | 97 - 106           | 43  | 102              | 92 - 112           |
| 5   | 93               | 89 - 106           | 18  | 103              | 99 - 108           | 31  | 100              | 92 - 106           | 44  | 98               | 93 - 104           |
| 6   | 97               | 88 - 119           | 19  | 95               | 90 - 103           | 32  | 102              | 98 - 112           | 45  | 98               | 94 - 106           |
| 7   | 94               | 84 - 102           | 20  | 95               | 88 - 104           | 33  | 103              | 100-105            | 46  | 97               | 94 - 99            |
| 8   | 95               | 89 - 99            | 21  | 96               | 93 - 99            | 34  | 99               | 92 - 107           | 47  | 98               | 94 - 102           |
| 9   | 98               | 89 - 116           | 22  | 100              | 96 - 104           | 35  | 99               | 90 - 105           | 48  | 96               | 90 - 99            |
| 10  | 93               | 87 - 101           | 23  | 96               | 91 - 99            | 36  | 100              | 94 - 107           | 49  | 100              | 92 - 109           |
| 11  | 95               | 92 - 99            | 24  | 96               | 92 - 102           | 37  | 97               | 94 - 99            | 50  | 99               | 91 - 110           |
| 12  | 96               | 90 - 103           | 25  | 100              | 92 - 105           | 38  | 100              | 96 - 105           | 51  | 95               | 92 - 99            |
| 13  | 94               | 91 - 98            | 26  | 99               | 95 - 106           | 39  | 103              | 99 - 107           | 52  |                  |                    |

## 2. Levegőszűrők (aeroszol)

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

Az aeroszol formájú radionuklidok a levegőből megfelelő szűrővel 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 Minisztériumhoz 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. 2007-ben közepes légforgalmú mintavevővel 4 laboratórium, kis légforgalmú mintavevővel 3 rendelkezett. (Megjegyezzük, hogy 2007 elejéig a hálózat egy további ún. középszintű és egy alapszintű laboratóriuma is megszűnt.)

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 veendők figyelembe.) A mintavevő típusa – azaz az átszívott levegőmennyiség – és az alkalmazott mérés érzékenysége együttesen határozzák meg a levegő aktivitáskoncentrációjának kimutatási határát. Jellemző értéke 1-10  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  (20-30 ezer  $\text{m}^3$  átszívott levegőből,

félvezető-detektoros gamma-spektrométerrel mérve a  $^{137}\text{Cs}$ -tartalmat); illetve 0,5-5 mBq/m<sup>3</sup> (50-300 m<sup>3</sup> átszívott levegőből, összes-béta aktivitás mérésével).

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 nagyrészt kimutatási határ (kh) alattiak voltak. A levegőbeni  $^{137}\text{Cs}$  jelenlegi forrása a csernobili atomerőmű-baleset következtében a talajra történő kihullás és a talajfelszínről történő visszaportlódás; ennek mértéke azonban mára igen kicsivé vált, jellemzően néhány  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  alatti koncentrációt eredményezve. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű  $^7\text{Be}$  radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya 1-7 mBq/m<sup>3</sup> közötti. Az aeroszolszűrők 72 órás pihentetés után mért összes-béta aktivitásai jellemzően 1-10 mBq/m<sup>3</sup> értékűek.

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

#### 2.1.1. táblázat. Országos aeroszol mérési eredmények éves jellemzői 2007-ben (EüM)

| Radionuklid | Megye    | 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   | Kh alatti |
|-------------|----------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----|-----------|
| Be-7        | BA       | -                            | 1,9                            | 5,0                            | -                             | 7   | 0         |
| Be-7        | BP       | 4,0                          | 1,7                            | 6,4                            | 1,7                           | 23  | 0         |
| Be-7        | BZ       | 5,8                          | 0,73                           | 10                             | 2,5                           | 45  | 0         |
| Be-7        | TO       | 3,1                          | 0,70                           | 9,3                            | 1,6                           | 44  | 0         |
| Cs-137      | BA       | -                            | -                              | -                              | -                             | 7   | 7         |
| Cs-137      | BP       | 0,0022                       | 0,00066                        | 0,0031                         | 0,0013                        | 24  | 14        |
| Cs-137      | BZ       | -                            | -                              | -                              | -                             | 45  | 45        |
| Cs-137      | GY       | -                            | 0,0030                         | 0,0041                         | -                             | 49  | 47        |
| Cs-137      | TO       | -                            | -                              | -                              | -                             | 44  | 44        |
| Összes-béta | BP       | 1,6                          | 0,38                           | 4,7                            | 0,94                          | 299 | 49        |
| Összes-béta | HA       | 15                           | 10                             | 34                             | 7,9                           | 53  | 16        |
| Összes-béta | TO       | 1,8                          | 0,34                           | 7,1                            | 1,6                           | 247 | 97        |
| Be-7        | Összesen | 4,3                          | 0,70                           | 10                             | -                             | 119 | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 0,0040                       | 0,00066                        | 0,0041                         | -                             | 169 | 157       |
| Összes-béta | Összesen | 2,9                          | 0,34                           | 34                             | -                             | 599 | 162       |

## 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 aeroszolmérések eredményeit összegzi a 2.2.1. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön mesterséges eredetű radionuklidot nem tudtak kimutatni (a radionuklidlól függő kimutatási határok értéke  $1\text{--}5\text{ }\mu\text{Bq/m}^3$  közötti). Az egyedüliként mért  $^7\text{Be}$  radioizotóp természetes eredetű, koncentrációja jól egyezik más laboratóriumok eredményeivel (ld. 2.1. fejezet). (Megjegyezzük, hogy számítások szerint a  $0,1\text{ GBq}$  nagyságrendű éves kibocsátásokkal jellemezhető aeroszokok várható átlagos koncentrációja az A-típusú állomások távolságában  $0,1\text{--}0,2\text{ }\mu\text{Bq/m}^3$  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 aeroszolmérések 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   | Kh alatti |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----|-----------|
| Ag-110m     | -                         | -                           | -                           | -                          | 490 | 490       |
| Be-7        | 4,2                       | 1                           | 8,2                         | 1,90                       | 490 | 0         |
| Co-58       | -                         | -                           | -                           | -                          | 490 | 490       |
| Co-60       | -                         | -                           | -                           | -                          | 490 | 490       |
| Cs-137      | -                         | 0,0017                      | 0,0030                      | -                          | 490 | 487       |
| Mn-54       | -                         | -                           | -                           | -                          | 490 | 490       |

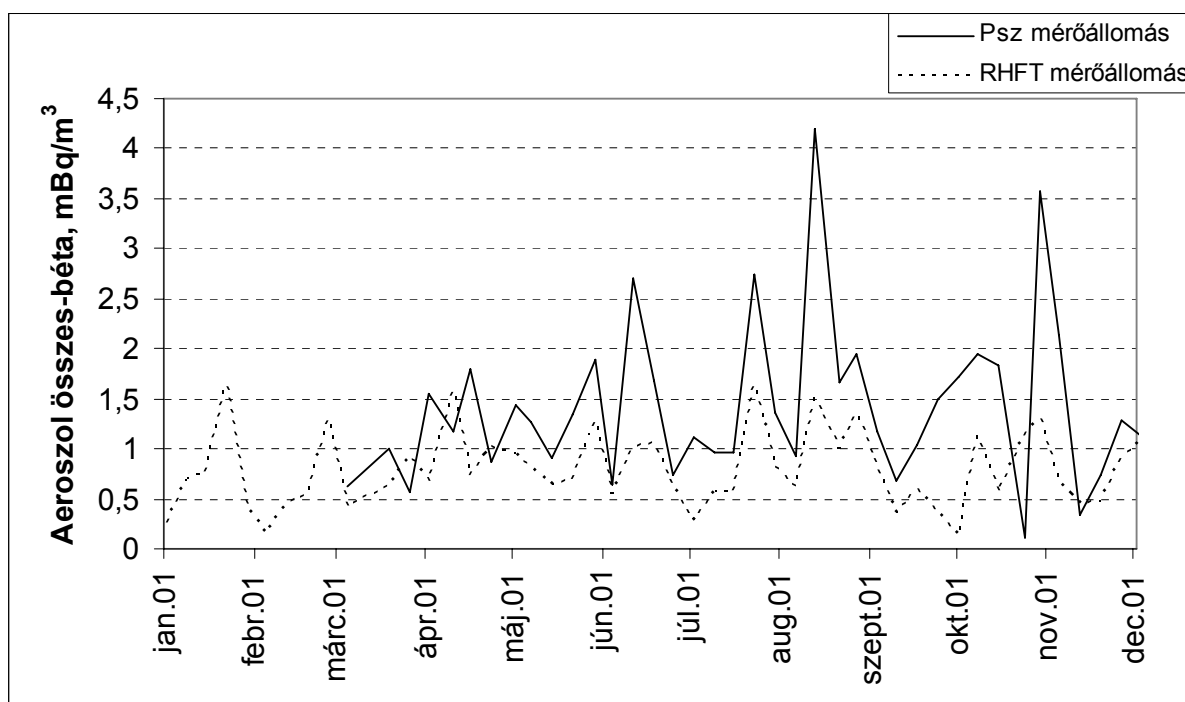
### 2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai

A püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT) környezetében mért aeroszol-koncentrációkat a 2.2.1. ábrán és a 2.2.2. 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  $5\text{ cm}$ -es átmérőjű darabjának összes-béta aktivitását mérik. Jellemző kimutatási határok:  $0,1\text{--}0,7\text{ mBq/m}^3$  (összes-béta aktivitás),  $0,03\text{ mBq/m}^3$  (gamma-spektrometria,  $^{137}\text{Cs}$  izotóp).

A főként nyári időszakban jelentkező csúcsokat az alkalmanként megnövekvő porterhelés indokolja, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység illetve a faluban történő tűzgyújtás. A csúcsoktól eltekintve az összes-béta aktivitáskonzentrációk jellemzően  $2 \text{ mBq/m}^3$  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 aeroszolmérések 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  | Kh alatti |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----|-----------|
| Be-7        | 4,1                       | 0,72                        | 11                          | 2,4                        | 94 | 2         |
| Cs-137      | -                         | -                           | -                           | -                          | 60 | 60        |
| Összes-béta | 1,1                       | 0,11                        | 4,4                         | 0,75                       | 95 | 0         |

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

A KFKI telephelyén 4 mérőállomáson történik aeroszolos mintavételezés. Az összes-béta mérésre kerülő minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. Az átszívott levegő mennyisége általában  $100 \text{ m}^3/\text{nap}$  körüli. A mintavételt és mérést jellemző kimutatási határ  $0,1 \text{ mBq/m}^3$ .

Az 1. állomáson nagy légforgalmú mintavevővel történik az aeroszol mintavételezés. Az átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke  $10000 \text{ m}^3/\text{hét}$ . A nuklidspecifikus mérés egy HPGe detektor segítségével történik. A mérés szokásos kimutatási határa  $^{137}\text{Cs}$  izotópra  $0,5 \mu\text{Bq/m}^3$ . Az éves adatok a feldolgozást követően a KFKI honlapján ([www.kfki.hu](http://www.kfki.hu)) a „Környezetvédelmi Szolgálat” menüpontban elérhetőek. A heti adatokat az OKSER adatközpontba küldik.

A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk éves jellemző adatait a 2.2.3 táblázatban foglaltuk össze. Látható, hogy a telephelyen rendszeresen mérhetőek a  $^{125}\text{I}$  és  $^{131}\text{I}$  radioizotópok, az előbbire kapott koncentrációk hasonlóak a 2006. évekhez, az utóbbi aktivitáskoncentrációi azonban lényegesen – két nagyságrenddel – kisebbek a korábbiaknál. A többi mérési eredmény illeszkedik a más laboratóriumok által kapott adatokhoz.

**2.2.3. táblázat. A KFKI telephelyén végzett aeroszolvizelések eredményeinek éves összefoglalása**

| Radionuklid | 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  | Kh alatti |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----|-----------|
| Be-7        | 3,7                         | 0,65                          | 6,8                           | 1,8                          | 46 | 0         |
| Cs-137      | 0,012                       | 0,010                         | 0,16                          | 0,040                        | 46 | 31        |
| I-125       | 0,54                        | 0,020                         | 18                            | 4,2                          | 46 | 28        |
| I-131       | 0,073                       | 0,010                         | 0,51                          | 0,15                         | 46 | 22        |
| K-40        | 0,22                        | 0,21                          | 0,51                          | 0,070                        | 46 | 35        |
| Pb-212      | 67                          | 5,4                           | 230                           | 46                           | 46 | 14        |
| Összes-béta | 0,13                        | 0,00040                       | 0,69                          | 0,22                         | 12 | 0         |

### 3. Kihullás (fall-out)

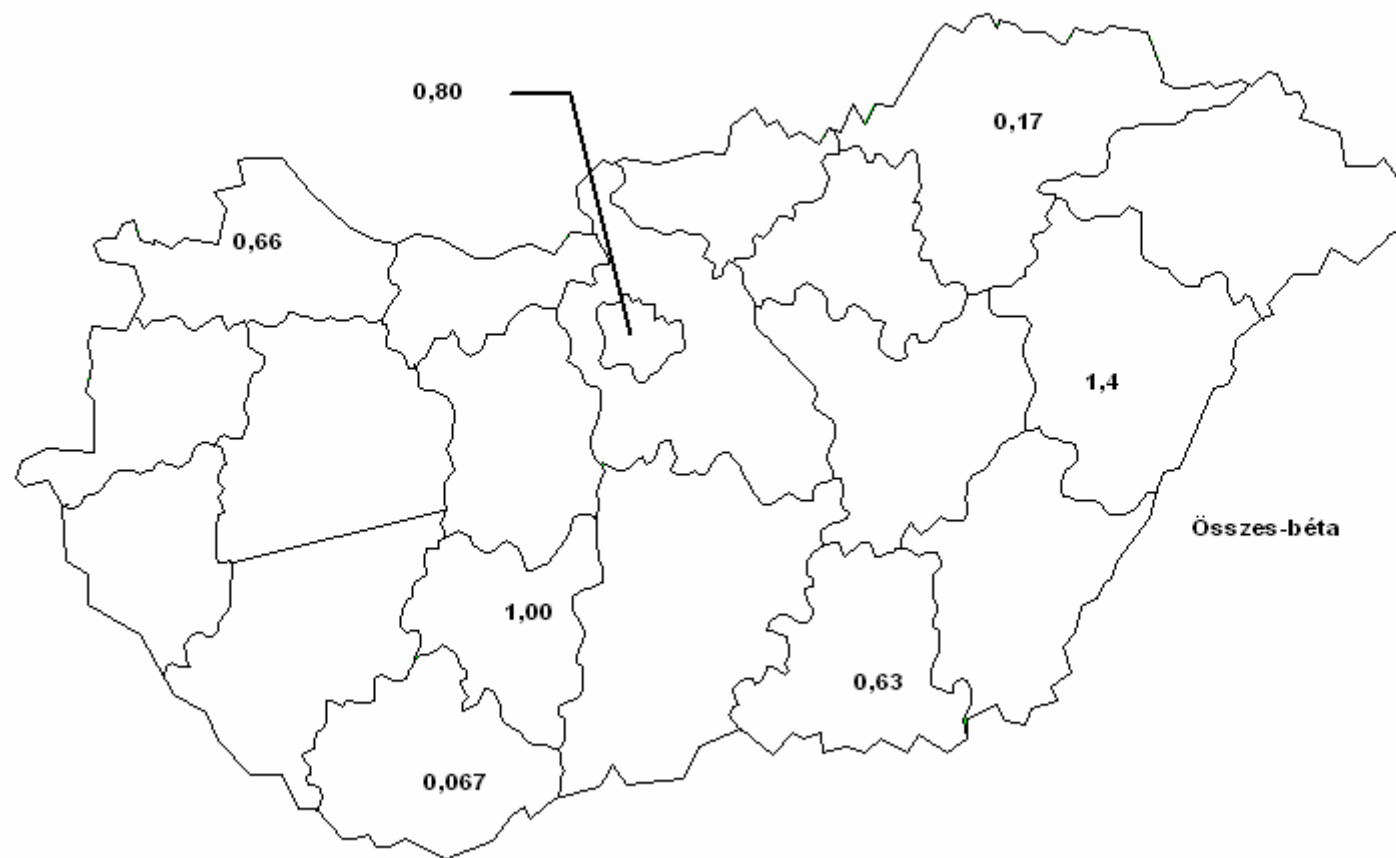
A 2. fejezet bevezető részében elmondottak alapján, a levegőbe került, aeroszol formájú radionuklidok egy része kihullik, kiülepedik, illetve a csapadékkal kimosódik a talajra és növényzetre. Ez a folyamat jelenti a táplálékláncba való bekerülésük kiindulási pontját, emiatt a kihullás meghatározása a 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 7 megyében mintázza és méri (3.1.1. ábra). (Itt is megjegyezzük, hogy 2007 elejéig a hálózat egy további ún. középszintű és egy alapszintű laboratóriuma is megszűnt.)

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. A mintavevő edény felülete 0,15-0,4 m<sup>2</sup>, 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 50-800 mBq/m<sup>2</sup>/nap (összes-béta aktivitás) és 1-30 mBq/m<sup>2</sup>/nap ( $^{137}\text{Cs}$  gamma-spektrometriai vizsgálata).



3.1.1. ábra. Kihullás összes-béta aktivitások éves maximumainak országos eloszlása (EüM, Bq/m<sup>2</sup>/nap)

A 2007-ben az egyes mintavételi pontokra kapott összes-béta aktivitások maximumait a 3.1.1. ábrán szemléltettük és az eredmények további jellemzőivel együtt a 3.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A kihullás összes-béta aktivitások átlagai az országos átlagtól jellemzően csupán 2-3 szoros eltérést jeleznek – ami nem jelentős. Az országos átlag jól egyezik a 2006. évvel. A  $^{137}\text{Cs}$  aktivitása a minták kerekén 95 %-ában kimutatási határ alatti volt. (A 2.1.1. táblázat szerinti évi átlagos  $4,0 \mu\text{Bq/m}^3$   $^{137}\text{Cs}$  levegőbeli aktivitáskoncentráció  $0,01 \text{ m/s}$  teljes kihullási sebességet feltételezve kerekén  $4 \text{ mBq/m}^2/\text{nap}$  kihullást eredményezne, ami a kimutatási határ tartományában van.)

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 (EüM)

| Radionuklid | Megye  | Átlag<br>$\text{mBq/m}^2/\text{nap}$ | Minimum<br>$\text{mBq/m}^2/\text{nap}$ | Maximum<br>$\text{mBq/m}^2/\text{nap}$ | Szórás<br>$\text{mBq/m}^2/\text{nap}$ | N   | Kh<br>alatti |
|-------------|--------|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|-----|--------------|
| Be-7        | BA     | -                                    | -                                      | 220                                    | -                                     | 2   | 1            |
| Be-7        | BP     | 2100                                 | 630                                    | 6900                                   | 1300                                  | 35  | 1            |
| Be-7        | TO     | 2100                                 | 110                                    | 9900                                   | 2000                                  | 76  | 6            |
| Cs-137      | BA     | -                                    | -                                      | -                                      | -                                     | 2   | 2            |
| Cs-137      | BP     | -                                    | 1,7                                    | 3,3                                    | -                                     | 35  | 33           |
| Cs-137      | BZ     | -                                    | -                                      | -                                      | -                                     | 12  | 12           |
| Cs-137      | CS     | -                                    | -                                      | -                                      | -                                     | 9   | 9            |
| Cs-137      | GY     | -                                    | -                                      | -                                      | -                                     | 12  | 12           |
| Cs-137      | HA     | -                                    | 5,3                                    | 8,3                                    | -                                     | 13  | 10           |
| Cs-137      | TO     | -                                    | -                                      | -                                      | -                                     | 76  | 76           |
| Összes-béta | BA     | -                                    | 18                                     | 67                                     | -                                     | 2   | 0            |
| Összes-béta | BP     | 270                                  | 97                                     | 800                                    | 190                                   | 47  | 6            |
| Összes-béta | BZ     | 77                                   | 38                                     | 170                                    | 35                                    | 12  | 0            |
| Összes-béta | CS     | 330                                  | 120                                    | 630                                    | 170                                   | 12  | 0            |
| Összes-béta | GY     | 180                                  | 17                                     | 660                                    | 160                                   | 12  | 0            |
| Összes-béta | HA     | 700                                  | 130                                    | 1400                                   | 430                                   | 12  | 0            |
| Összes-béta | TO     | 220                                  | 6,2                                    | 1000                                   | 190                                   | 76  | 0            |
| Be-7        | Összes | 2000                                 | 110                                    | 9900                                   | -                                     | 113 | 8            |
| Cs-137      | Összes | -                                    | 1,7                                    | 8,3                                    | -                                     | 159 | 154          |
| Összes-béta | Összes | 260                                  | 6,2                                    | 1400                                   | -                                     | 173 | 6            |

## 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 minták gamma-spektrometriai elemzéssel kapott mérési eredményeit a 3.2.1. táblázat foglalja össze. A méréseket jellemző kimutatási határ  $0,1 \text{ Bq/m}^2/\text{hó}$ . Látható, hogy a mesterséges izotópok aktivitása – néhány felporlódásból származó  $^{137}\text{Cs}$  aktivitás kivételével – a kimutatási határ alatt maradt.

#### 3.2.1. táblázat. A Paksi Atomerőmű környezetében végzett kihullásmérések eredményeinek éves összefoglalása

| Radionuklid | Átlag<br>$\text{Bq/m}^2/\text{hó}$ | Minimum<br>$\text{Bq/m}^2/\text{hó}$ | Maximum<br>$\text{Bq/m}^2/\text{hó}$ | Szórás<br>$\text{Bq/m}^2/\text{hó}$ | N   | Kh alatti |
|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----------|
| Be-7        | 79                                 | 15                                   | 270                                  | 53                                  | 120 | 0         |
| Co-60       | -                                  | -                                    | -                                    | -                                   | 120 | 120       |
| Cs-137      | -                                  | 0,10                                 | 0,20                                 | -                                   | 120 | 118       |
| I-131       | -                                  | -                                    | -                                    | -                                   | 120 | 120       |

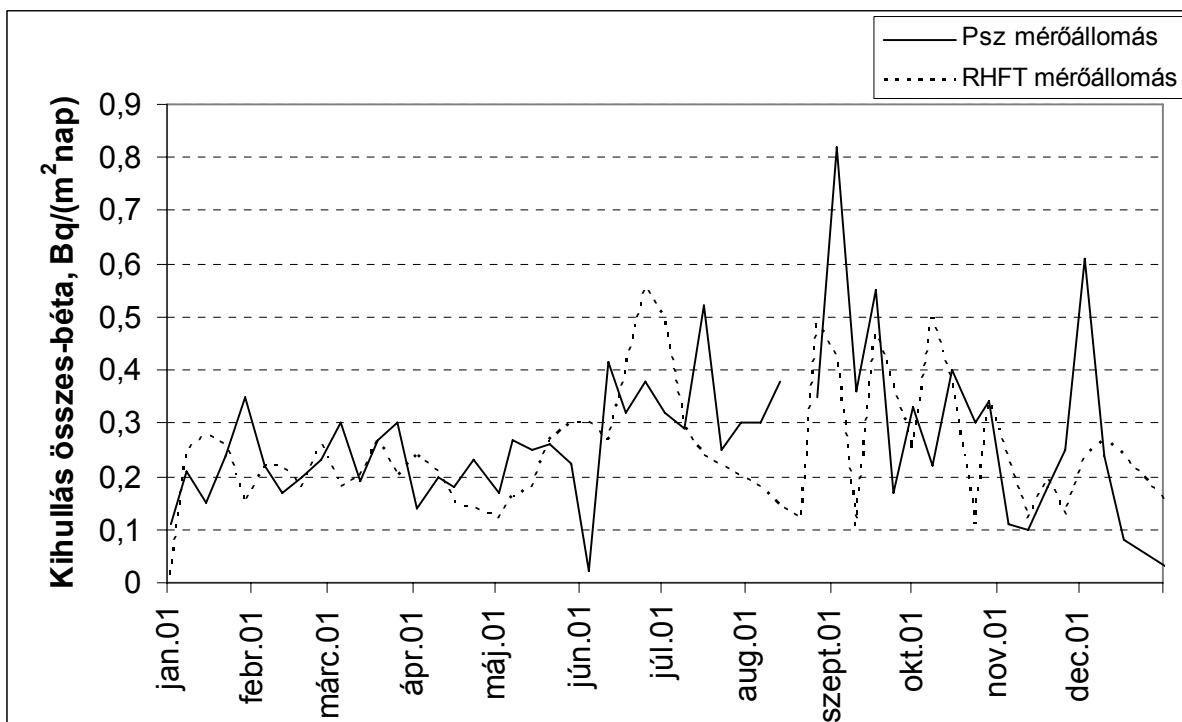
### 3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények

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. Figyelemre méltó, hogy a kihullásban látható decemberi csúcs jól megfigyelhető az aeroszolok koncentrációk változásában is (2.2.1. ábra). A mintákon végzett gamma-spektrometriai és összes-béta mérések eredményeinek éves jellemzőit a 3.2.2. táblázatban foglaltuk össze.





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

3.2.2. 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   | Kh alatti |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----|-----------|
| Be-7        | 730                               | 110                                 | 8600                                | 1000                               | 78  | 17        |
| Cs-137      | -                                 | -                                   | -                                   | -                                  | 59  | 59        |
| K-40        | 3800                              | 290                                 | 9700                                | 2200                               | 85  | 5         |
| Összes-Béta | 270                               | 14                                  | 1500                                | 180                                | 103 | 1         |

## 4. Talaj

A talajban található radionuklidok aktivitáskoncentrációit országosan az EüM ERMAH, illetve az FVM Radiológiai Ellenőrző Hálózat (REH) laboratóriumai mérik.

A talajmintákat az előkészítés során tisztítják (eltávolítják a köveket, gyökér-, növénymaradványokat), szárítják, összes-béta méréshez hamvasztják is. A mérések az összes-béta aktivitás, gamma-sugárzó radionuklidok és  $^{90}\text{Sr}$  meghatározását célozzák. A  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentráció meghatározásához a mintán radiokémiai előkészítést, elválasztást kell végezni.

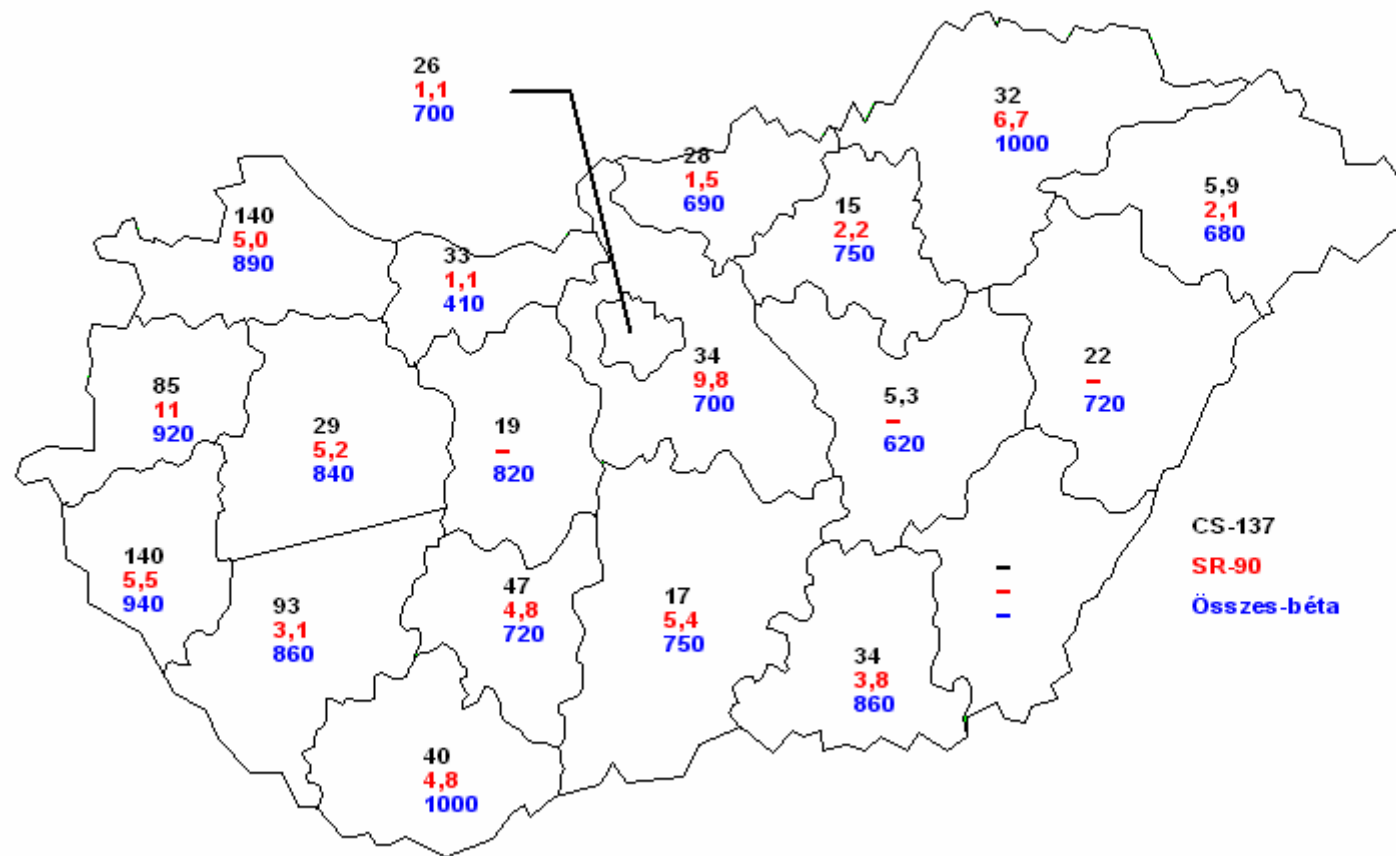
### 4.1. Országos adatok

Az ERMAH laboratóriumok az ország 14 megyéjében és a fővárosban, negyedévente vesznek talajmintát a talaj felső 10 cm vastagságú rétegéből. Az ERMAH mérési program keretében összesen 91 db talajminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes-béta és 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. Jellemző kimutatási határ: 2-8 Bq/kg ( $^{137}\text{Cs}$ , gamma-spektrometria). Az összes béta-aktivitást 1 g talajból határozzák meg.

Az FVM REH 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 történik. Az összes- $\beta$  aktivitás meghatározását 1g talajból végzik. A  $^{90}\text{Sr}$  aktivitáskoncentráció mérés a talaj felső 5 cm-es rétegéből, 50 g minta radiokémiai előkészítése után történik. Ezeket a vizsgálatokat lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. A 2007. évben a 19 megye és Budapest területéről 227 db talajminta vizsgálatát végezték el az FVM REH laboratóriumai.

Az ERMAH és REH laboratóriumok országos mérési eredményeit a 4.1.1. ábrán mutatjuk be. Az ábra a  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  és összes-béta aktivitáskoncentrációk maximális értékeit szemlélteti az egyes megyékre összegezve. Látható, hogy a két hálózat mintavételi programja együttesen biztosítja, hogy majdnem minden megyére rendelkezünk talaj mérési eredményekkel. A talaj mérési eredmények éves jellemzőit a 4.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A csernobili kihullásból származó  $^{137}\text{Cs}$  izotóp aktivitáskoncentrációja még mindig jól mérhető, átlagának értéktartománya a 2006. évihez hasonló, 1-50 Bq/kg volt, de az egyedi eredmények maximuma a 140 Bq/kg értéket is elérte. A  $^{90}\text{Sr}$  izotóp koncentrációinak átlagai ennél kisebbek, 0,24-11 Bq/kg közöttiek voltak. Az összes-béta aktivitáskoncentrációk jóval nagyobbak (150-1000 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes  $^{40}\text{K}$  izotóptól származik.



4.1.1. ábra. Talaj mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüM és FVM, Bq/kg)

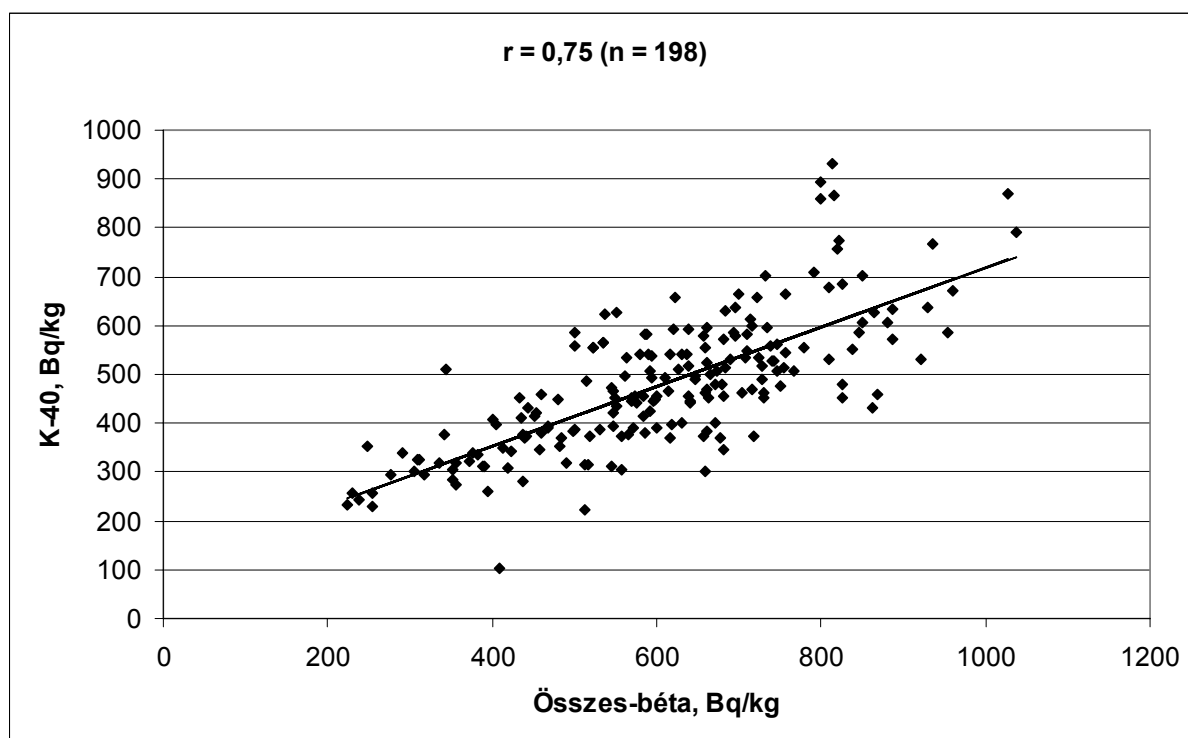
#### 4.1.1. táblázat. Talaj mérési eredmények éves jellemzői (EüM és FVM)

| Radionuklid | Megye | Átlag<br>Bq/kg | Minimum<br>Bq/kg | Maximum<br>Bq/kg | Szórás<br>Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|-------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|-----------|
| Cs-137      | BA    | -              | 5,2              | 40               | -               | 10  | 1         |
| Cs-137      | BK    | 4,8            | 1,0              | 17               | 4,3             | 24  | 3         |
| Cs-137      | BP    | 14             | 9,4              | 26               | 4,7             | 11  | 0         |
| Cs-137      | BZ    | 10             | 1,7              | 32               | 7,4             | 15  | 1         |
| Cs-137      | CS    | 8,7            | 2,4              | 34               | 9,0             | 23  | 3         |
| Cs-137      | FE    | 12             | 1,7              | 19               | 5,5             | 13  | 1         |
| Cs-137      | GY    | 50             | 9,5              | 140              | 39              | 17  | 0         |
| Cs-137      | HA    | 7,4            | 2,4              | 22               | 4,7             | 18  | 0         |
| Cs-137      | HE    | -              | 3,7              | 15               | -               | 11  | 4         |
| Cs-137      | JA    | -              | 4,6              | 5,3              | -               | 2   | 0         |
| Cs-137      | KO    | -              | 3,2              | 33               | -               | 6   | 1         |
| Cs-137      | NO    | 12             | 1,3              | 28               | 10              | 11  | 0         |
| Cs-137      | PE    | 19             | 7,5              | 34               | 8,4             | 11  | 0         |
| Cs-137      | SO    | 23             | 4,4              | 93               | 21              | 20  | 1         |
| Cs-137      | SZ    | -              | 1,3              | 5,9              | -               | 11  | 8         |
| Cs-137      | TO    | 6,1            | 0,33             | 47               | 7,9             | 150 | 20        |
| Cs-137      | VA    | 22             | 1,4              | 85               | 24              | 17  | 0         |
| Cs-137      | VE    | 14             | 8,1              | 29               | 6,2             | 18  | 1         |
| Cs-137      | ZA    | 27             | 4,7              | 140              | 33              | 20  | 2         |
| Sr-90       | BA    | -              | 2,4              | 4,8              | -               | 4   | 0         |
| Sr-90       | BK    | 1,8            | 0,27             | 5,4              | 1,6             | 18  | 0         |
| Sr-90       | BP    | -              | 0,56             | 1,1              | -               | 5   | 0         |
| Sr-90       | BZ    | 2,4            | 0,54             | 6,7              | 2,2             | 10  | 0         |
| Sr-90       | CS    | -              | 0,25             | 3,8              | -               | 8   | 0         |
| Sr-90       | GY    | 2,8            | 1,3              | 5,0              | 1,1             | 10  | 0         |
| Sr-90       | HE    | -              | 0,66             | 2,2              | -               | 7   | 0         |
| Sr-90       | KO    | -              | -                | 1,1              | -               | 1   | 0         |
| Sr-90       | NO    | -              | 1,2              | 1,5              | -               | 2   | 0         |
| Sr-90       | PE    | -              | 1,2              | 9,8              | -               | 7   | 0         |
| Sr-90       | SO    | 1,8            | 0,30             | 3,1              | 0,92            | 11  | 0         |
| Sr-90       | SZ    | 0,93           | 0,26             | 2,1              | 0,54            | 11  | 0         |
| Sr-90       | TO    | 1,7            | 0,24             | 4,8              | 1,2             | 14  | 0         |
| Sr-90       | VA    | 3,2            | 1,3              | 11               | 2,9             | 10  | 0         |
| Sr-90       | VE    | 2,9            | 1,6              | 5,2              | 1,0             | 10  | 0         |
| Sr-90       | ZA    | 2,5            | 1,2              | 5,5              | 1,4             | 11  | 0         |
| Összes-béta | BA    | -              | 690              | 1000             | -               | 6   | 0         |
| Összes-béta | BK    | 520            | 220              | 750              | 140             | 23  | 0         |
| Összes-béta | BP    | 410            | 200              | 700              | 150             | 19  | 1         |
| Összes-béta | BZ    | 760            | 590              | 1000             | 120             | 14  | 0         |
| Összes-béta | CS    | 440            | 280              | 860              | 160             | 12  | 0         |
| Összes-béta | FE    | -              | 300              | 820              | -               | 9   | 0         |
| Összes-béta | GY    | 710            | 520              | 890              | 110             | 13  | 0         |
| Összes-béta | HA    | 510            | 150              | 720              | 130             | 18  | 0         |
| Összes-béta | HE    | 630            | 440              | 750              | 94              | 10  | 0         |
| Összes-béta | JA    | -              | 250              | 620              | -               | 2   | 0         |
| Összes-béta | KO    | -              | -                | 410              | -               | 1   | 0         |

#### 4.1.1. táblázat. (folytatás)

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----------|
| Összes-béta | NO       | -           | 500           | 690           | -            | 4   | 0         |
| Összes-béta | PE       | -           | 440           | 700           | -            | 9   | 0         |
| Összes-béta | SO       | 580         | 230           | 860           | 180          | 16  | 0         |
| Összes-béta | SZ       | 530         | 250           | 680           | 120          | 11  | 0         |
| Összes-béta | TO       | 150         | 0,035         | 720           | 240          | 63  | 0         |
| Összes-béta | VA       | 780         | 630           | 920           | 92           | 13  | 0         |
| Összes-béta | VE       | 650         | 550           | 840           | 83           | 14  | 0         |
| Összes-béta | ZA       | 700         | 440           | 940           | 120          | 16  | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 12          | 0,33          | 140           | -            | 408 | 46        |
| Sr-90       | Összesen | 2,1         | 0,24          | 11            | -            | 139 | 0         |
| Összes-béta | Összesen | 490         | 0,035         | 1000          | -            | 273 | 1         |

A 4.1.2. ábrán szemléltetjük az ugyanazon minták összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskoncentrációi közötti – a 2006. évihez hasonlóan elfogadható mértékű – korrelációt. (A talaj esetében a  $^{40}\text{K}$  radionuklidon kívül számottevő béta-aktivitást képviselnek a természetes urán, tórium bomlási sorok radioaktív leányelemei is.)

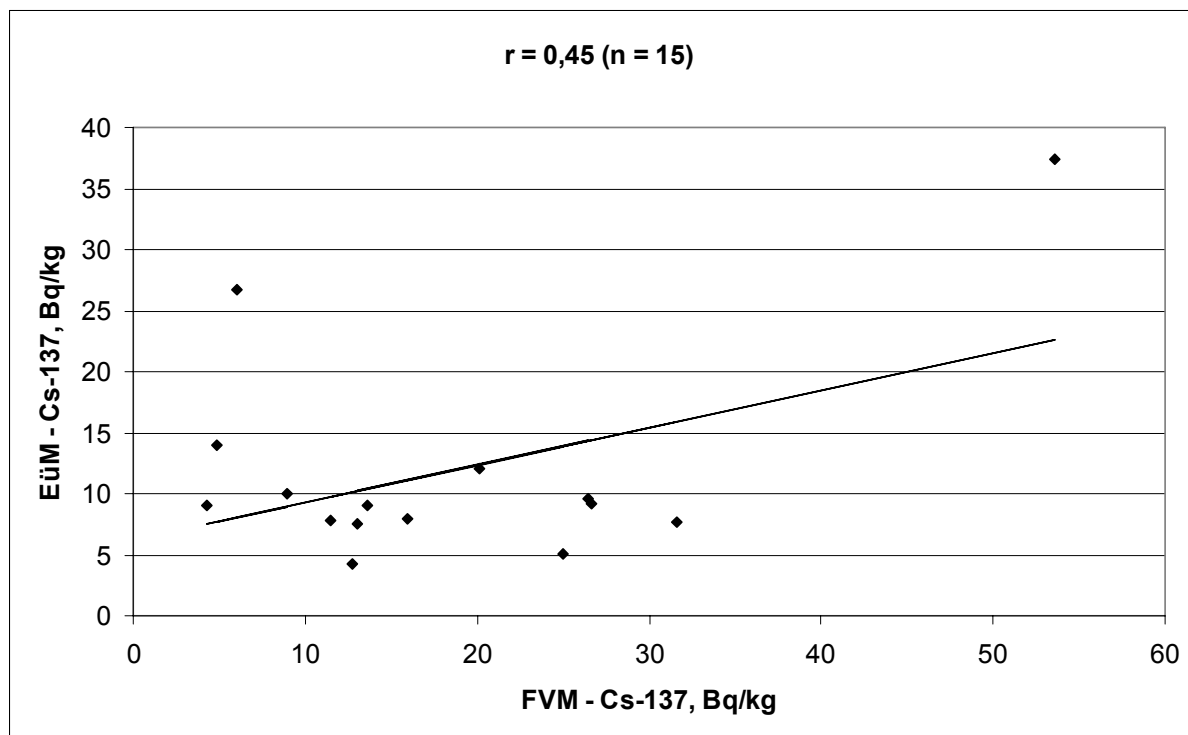


4.1.2. ábra. Országos talajmérések (EüM és FVM) összes-béta és  $^{40}\text{K}$  mérési eredményeinek korrelációja

Ha a két hálózat  $^{137}\text{Cs}$  mérési eredményeit vetjük össze – ezek azonos megyékből, de nem azonos mintavételi helyekről származó, azaz nem azonos minták átlagos koncentrációira vonatkoznak – akkor a szóródás már jelentős mértékű (4.1.3. ábra). (Az eltérés nem feltétlenül mérési hibát jelez, a  $^{137}\text{Cs}$  talajban mérhető aktivitáskoncentrációját ugyanis igen nagy területi inhomogenitás jellemzi, egy-egy megyén belül, sőt – például vízösszefolyási helyeken – akár néhány méteres távolságon belül is, jelentős különbségek fordulhatnak elő.)

A talaj  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 19 Bq/kg, a  $^{90}\text{Sr}$  radionuklidé 2,4 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes-béta aktivitásé pedig 490 Bq/kg volt 2007-ben. (Ezek az eredmények jól egyeznek a 2006. évekkel.) A két csernobili eredetű radionuklid átlagos koncentrációi ismét az 5:1 arányszámmal jellemezhetők.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], a REH laboratóriumokét pedig éves jelentéseikben [4] is megtalálhatjuk.



4.1.3. ábra. Országos talajmérések (EüM és FVM) Cs-137 mérési eredményeinek összehasonlítása a megyei átlagok alapján

## 4.2. Létesítmények környezetében mért adatok

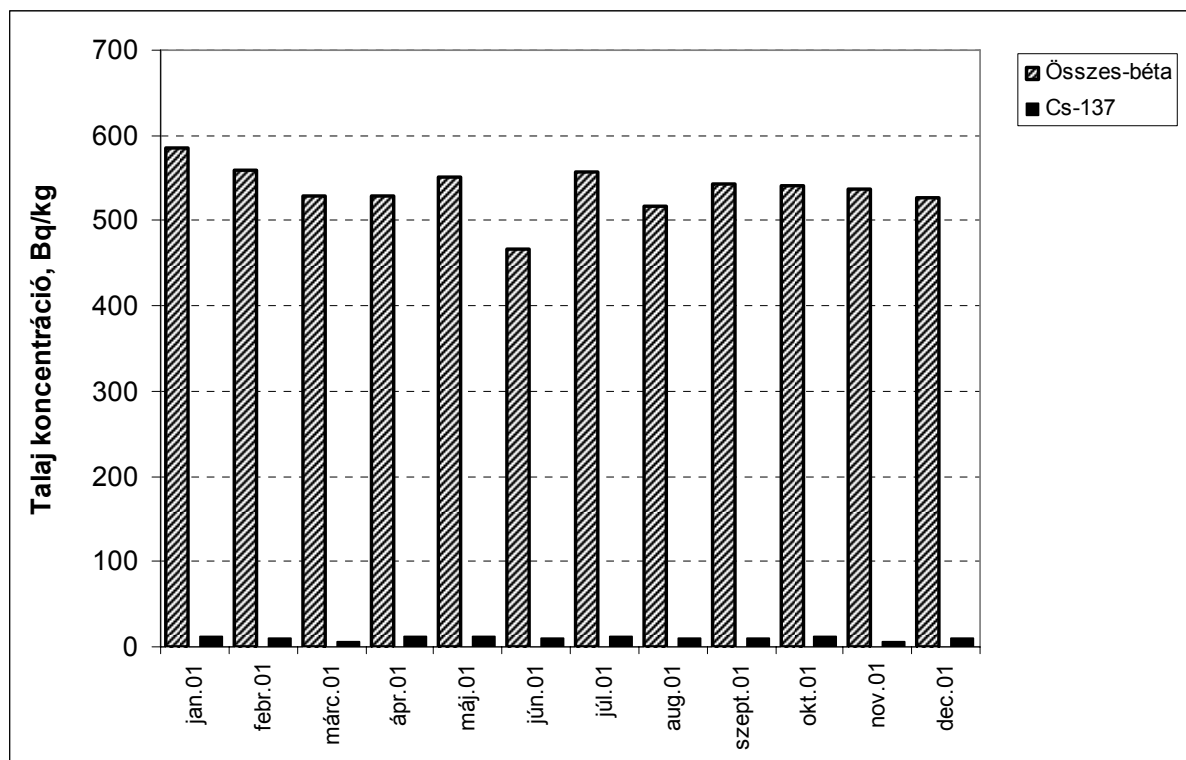
### 4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei

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 2006. évekhez hasonlóak és jól egyeznek az országos adatokkal is.



4.2.1. ábra. Az RHFT környezetében vett talajminták aktivitáskoncentrációi

## 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, továbbá a takarmányozási céllal termesztett növényeket foglalja magában. A takarmánynövények aktivitáskoncentrációit az

irodalomban leggyakrabban az ún. száraz tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

### 5.1.1. Országos adatok

Országos mérési programmal az EüM ERMAH és az FVM REH hálózatok rendelkeznek. A két hálózat mintavételi programja hasonló, a legelői fűre, lucernára, és egyéb takarmányfélékre terjed ki. Az 5.1.1. ábrából látható, hogy a talajhoz hasonlóan a két hálózat mérési programja együttesen a teljes országot lefedi. A minta-előkészítés mindkét hálózaton szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A hamu radioaktivitását mérik, illetve ebből kiindulva végeznek radiokémiai elválasztást a  $^{90}\text{Sr}$  méréséhez.

Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Összesen 100 minta vizsgálatát végezték el. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta  $450^\circ\text{C}$ -on izzított hamujának legalább  $50\text{ cm}^3$ -ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak  $1\text{ g}$ -jából végzik a laboratóriumok. A mérések jellemző kimutatási határa:  $0,2\text{--}1\text{ Bq/kg}$  ( $^{137}\text{Cs}$ ).

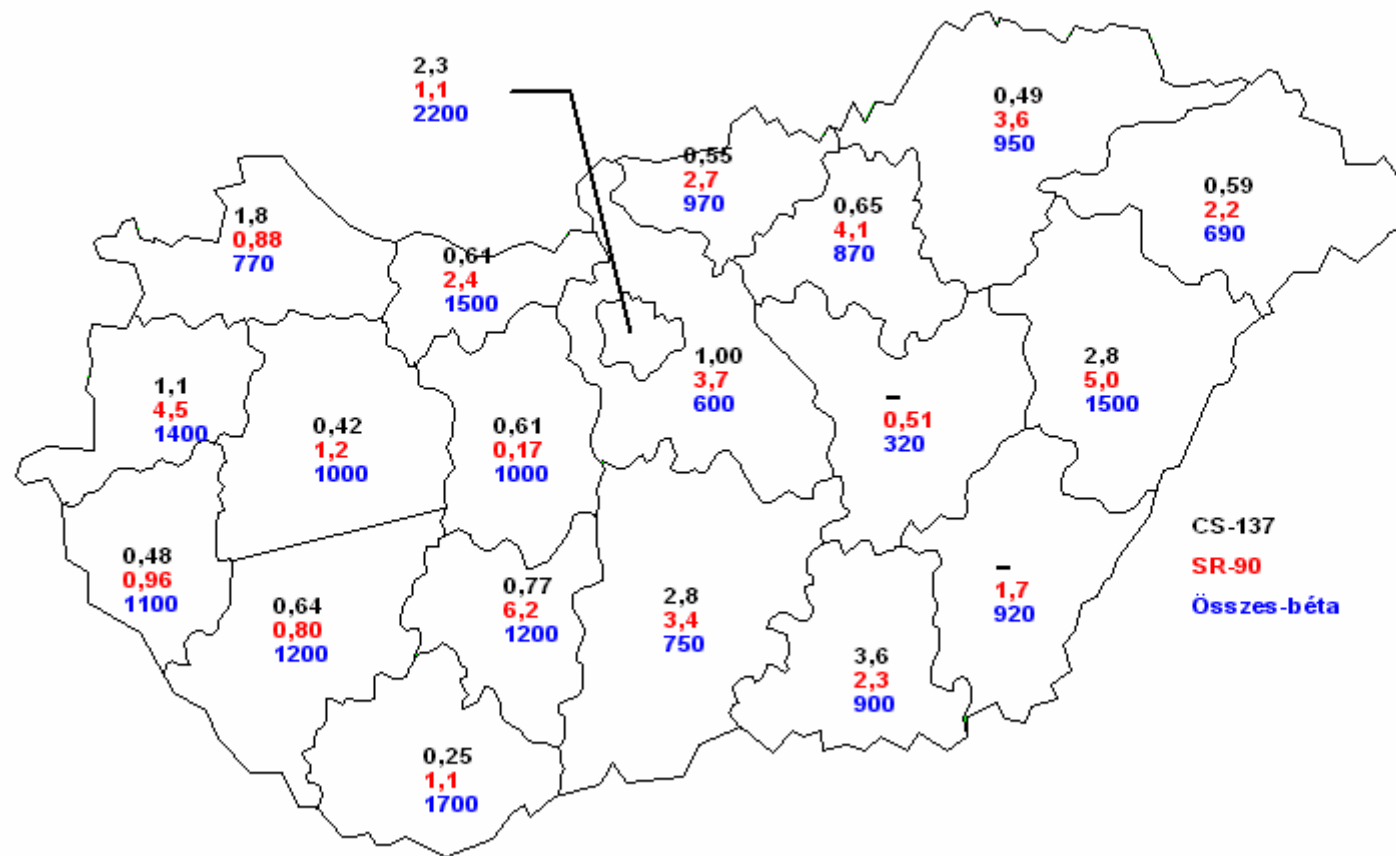
Az FVM REH laboratóriumainak mintavételi programjában takarmány illetve takarmánynövények (lucerna, legelői fű) szerepelnek. A takarmány mintavétel havonta, a tej mintavétellel együtt, közvetlenül az állatokkal etetett takarmány keverékből történik, ami rendszerint több komponensből és adalékanyagból áll össze. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta  $450^\circ\text{C}$ -on izzított hamujának  $50\text{ cm}^3$ -ből (kb.  $20\text{--}30\text{ g}$ ),  $80\,000\text{ sec}$  mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak  $1\text{ g}$ -jából végzik a laboratóriumok. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  aktivitás mérése, illetve a  $^{90}\text{Sr}$  radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. A 2007. évben a 19 megye és Budapest területéről  $240\text{ db}$  takarmány,  $104\text{ db}$  legelői fű és  $58\text{ db}$  lucerna minta vizsgálatát végezték el az FVM REH laboratóriumai.

A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a  $^{90}\text{Sr}$  eredmények mindegyike meghaladja azt. Ennek oka egyrészt a két mérési módszer eltérő érzékenysége, másrészt a  $^{90}\text{Sr}$  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 csernobili eredetű radionuklid – azaz a  $^{137}\text{Cs}$  és a  $^{90}\text{Sr}$  – koncentrációjának aránya  $3\text{--}15$  közötti (átlagosan  $5$ ), addig a takarmánymintáknál az arány éppen fordított, általában  $0,2\text{--}0,5$  közötti (átlagosan  $0,32$ ). Ennek két lehetséges oka van, egyrészt a  $^{90}\text{Sr}$  a legtöbb talajban mobilisabb, a növények számára könnyebben elérhető formában van jelen, másrészt a növények nagyobb mértékben igénylik a stronciumot. (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 2006-ban tapasztaltakkal.

A takarmánynövények  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga  $0,40\text{ Bq/kg}$ , a  $^{90}\text{Sr}$  radionuklidé  $1,0\text{ Bq/kg}$ ; a döntően természetes eredetű összes-béta aktivitásé pedig  $390\text{ Bq/kg}$  volt 2007-ben.





5.1.1. ábra. Takarmány mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüM és FVM, Bq/kg)

### 5.1.1. táblázat. Országos takarmány mérési eredmények éves jellemzői (EüM és FVM)

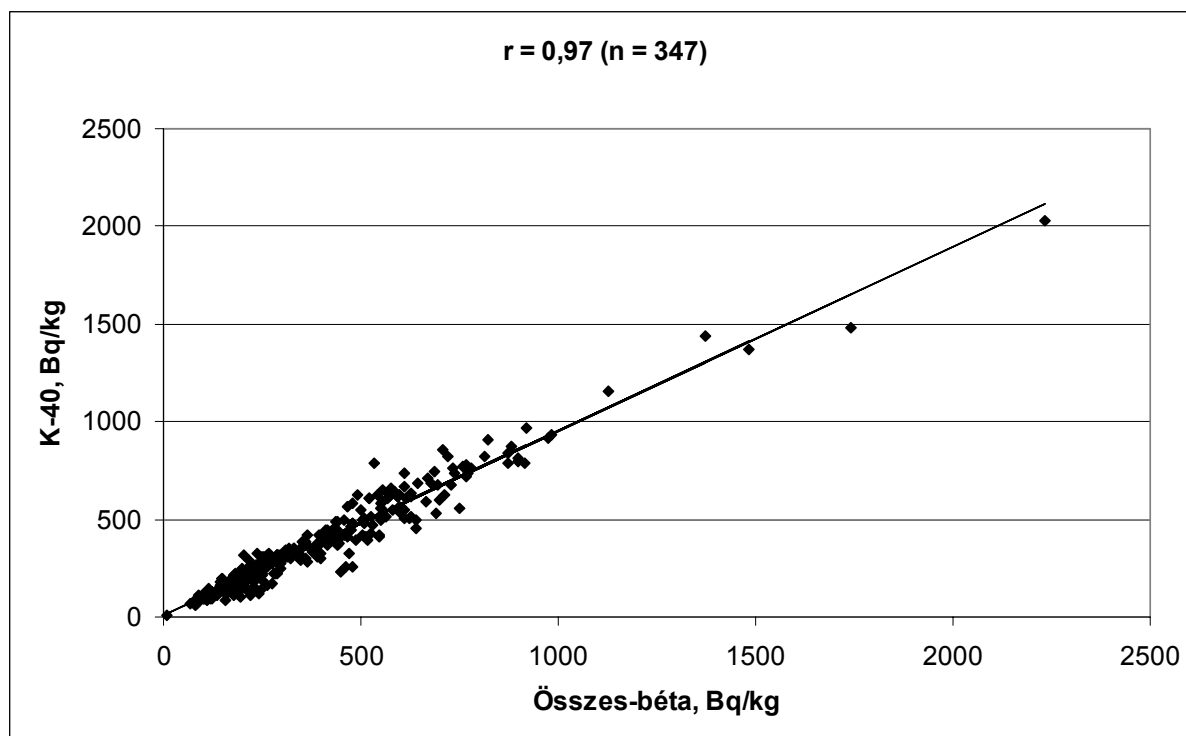
| Radionuklid | Megye | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N  | Kh alatti |
|-------------|-------|-------------|---------------|---------------|--------------|----|-----------|
| Cs-137      | BA    | -           | 0,088         | 0,25          | -            | 16 | 9         |
| Cs-137      | BE    | -           | -             | -             | -            | 6  | 6         |
| Cs-137      | BK    | 0,61        | 0,083         | 2,8           | 1,5          | 33 | 23        |
| Cs-137      | BP    | 0,46        | 0,10          | 2,3           | 0,66         | 24 | 5         |
| Cs-137      | BZ    | -           | 0,050         | 0,49          | -            | 20 | 15        |
| Cs-137      | CS    | -           | 0,35          | 3,6           | -            | 20 | 14        |
| Cs-137      | FE    | 0,13        | 0,050         | 0,61          | 0,12         | 19 | 3         |
| Cs-137      | GY    | 0,38        | 0,036         | 1,8           | 0,45         | 21 | 2         |
| Cs-137      | HA    | -           | 0,36          | 2,8           | -            | 12 | 6         |
| Cs-137      | HE    | -           | 0,12          | 0,65          | -            | 21 | 15        |
| Cs-137      | JA    | -           | -             | -             | -            | 12 | 12        |
| Cs-137      | KO    | -           | 0,14          | 0,61          | -            | 8  | 1         |
| Cs-137      | NO    | -           | 0,090         | 0,55          | -            | 17 | 8         |
| Cs-137      | PE    | 0,45        | 0,11          | 1,0           | 0,29         | 24 | 0         |
| Cs-137      | SO    | 0,15        | 0,066         | 0,64          | 0,17         | 18 | 6         |
| Cs-137      | SZ    | -           | 0,33          | 0,59          | -            | 20 | 17        |
| Cs-137      | TO    | 0,29        | 0,090         | 0,77          | 0,21         | 30 | 14        |
| Cs-137      | VA    | 0,44        | 0,12          | 1,1           | 0,33         | 17 | 3         |
| Cs-137      | VE    | 0,25        | 0,099         | 0,42          | 0,12         | 18 | 3         |
| Cs-137      | ZA    | 0,17        | 0,091         | 0,48          | 0,12         | 18 | 7         |
| Sr-90       | BA    | 0,52        | 0,16          | 1,1           | 0,24         | 13 | 0         |
| Sr-90       | BE    | -           | 1,1           | 1,7           | -            | 2  | 0         |
| Sr-90       | BK    | 1,2         | 0,12          | 3,4           | 1,1          | 32 | 0         |
| Sr-90       | BP    | 0,52        | 0,061         | 1,1           | 0,29         | 19 | 0         |
| Sr-90       | BZ    | 1,4         | 0,048         | 3,6           | 1,0          | 11 | 0         |
| Sr-90       | CS    | 1,0         | 0,065         | 2,3           | 0,83         | 17 | 0         |
| Sr-90       | FE    | -           | 0,068         | 0,17          | -            | 6  | 0         |
| Sr-90       | GY    | 0,42        | 0,053         | 0,88          | 0,23         | 17 | 0         |
| Sr-90       | HA    | -           | 3,4           | 5,0           | -            | 4  | 0         |
| Sr-90       | HE    | -           | 0,15          | 4,1           | -            | 9  | 0         |
| Sr-90       | JA    | -           | 0,11          | 0,51          | -            | 2  | 0         |
| Sr-90       | KO    | -           | 1,2           | 2,4           | -            | 8  | 0         |
| Sr-90       | NO    | 1,1         | 0,074         | 2,7           | 0,80         | 10 | 0         |
| Sr-90       | PE    | 2,1         | 0,11          | 3,7           | 1,3          | 24 | 0         |
| Sr-90       | SO    | 0,30        | 0,055         | 0,80          | 0,23         | 18 | 0         |
| Sr-90       | SZ    | 1,2         | 0,38          | 2,2           | 0,63         | 13 | 0         |
| Sr-90       | TO    | 1,9         | 0,20          | 6,2           | 1,6          | 26 | 0         |
| Sr-90       | VA    | 1,8         | 0,049         | 4,5           | 1,5          | 14 | 0         |
| Sr-90       | VE    | 0,60        | 0,12          | 1,2           | 0,41         | 14 | 0         |
| Sr-90       | ZA    | 0,42        | 0,022         | 0,96          | 0,23         | 16 | 0         |
| Összes-béta | BA    | 370         | 140           | 1700          | 410          | 19 | 0         |
| Összes-béta | BE    | -           | 550           | 920           | -            | 6  | 0         |
| Összes-béta | BK    | 360         | 110           | 750           | 180          | 32 | 0         |
| Összes-béta | BP    | 310         | 69            | 2200          | 360          | 35 | 0         |
| Összes-béta | BZ    | 440         | 82            | 950           | 220          | 20 | 0         |
| Összes-béta | CS    | 460         | 87            | 900           | 240          | 29 | 0         |
| Összes-béta | FE    | 290         | 110           | 1000          | 250          | 23 | 0         |

### 5.1.1. táblázat. (folytatás).

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----------|
| Összes-béta | GY       | 360         | 170           | 770           | 150          | 21  | 0         |
| Összes-béta | HA       | 590         | 160           | 1500          | 290          | 19  | 0         |
| Összes-béta | HE       | 320         | 99            | 870           | 200          | 21  | 0         |
| Összes-béta | JA       | -           | 86            | 320           | -            | 4   | 0         |
| Összes-béta | KO       | 620         | 290           | 1500          | 370          | 12  | 0         |
| Összes-béta | NO       | 450         | 87            | 970           | 250          | 16  | 0         |
| Összes-béta | PE       | 440         | 150           | 600           | 160          | 24  | 0         |
| Összes-béta | SO       | 250         | 7,1           | 1200          | 310          | 22  | 0         |
| Összes-béta | SZ       | 400         | 150           | 690           | 170          | 20  | 0         |
| Összes-béta | TO       | 490         | 180           | 1200          | 260          | 31  | 0         |
| Összes-béta | VA       | 410         | 100           | 1400          | 370          | 19  | 0         |
| Összes-béta | VE       | 390         | 130           | 1000          | 260          | 22  | 0         |
| Összes-béta | ZA       | 250         | 83            | 1100          | 250          | 22  | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 0,40        | 0,036         | 3,6           | -            | 374 | 169       |
| Sr-90       | Összesen | 1,1         | 0,022         | 6,2           | -            | 275 | 0         |
| Összes-béta | Összesen | 390         | 7,1           | 2200          | -            | 417 | 0         |

Az 5.1.2. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt. A talajmintákra kapott hasonló ábrával (4.1.2. ábra) összevetve egyrészt erősebb korrelációt láthatunk, másrészt a takarmánynövényeknél az összes-béta aktivitás legalább 90 %-ban a  $^{40}\text{K}$  radionuklidtól származik. (A talajnál átlagosan mintegy 15-20 %-os járulékot képviselnek a természetes urán és tórium bomlási sorok elemei.)

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], a REH laboratóriumokét pedig éves jelentéseikben [4] is megtalálhatjuk.



5.1.2. ábra. Takarmányminták összes-béta és K-40 aktivitáskoncentrációi közötti korreláció (EüM és FVM)

### 5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok

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

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

#### 5.1.2. táblázat. Az RHFT környezetében vett növényminták mérési eredményeinek éves jellemzői

| Vizsgálat   | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N  | Kh alatti |
|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|----|-----------|
| Be-7        | 100         | 18            | 320           | 89           | 24 | 0         |
| Cs-137      | -           | 0,31          | 4,4           | -            | 13 | 8         |
| K-40        | 770         | 130           | 1300          | 430          | 24 | 0         |
| Pb-212      | 4,8         | 0,43          | 63            | 14           | 20 | 2         |
| Ra-226      | -           | 9,3           | 16            | -            | 2  | 0         |
| Összes-béta | 690         | 170           | 1200          | 340          | 24 | 0         |

### 5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer

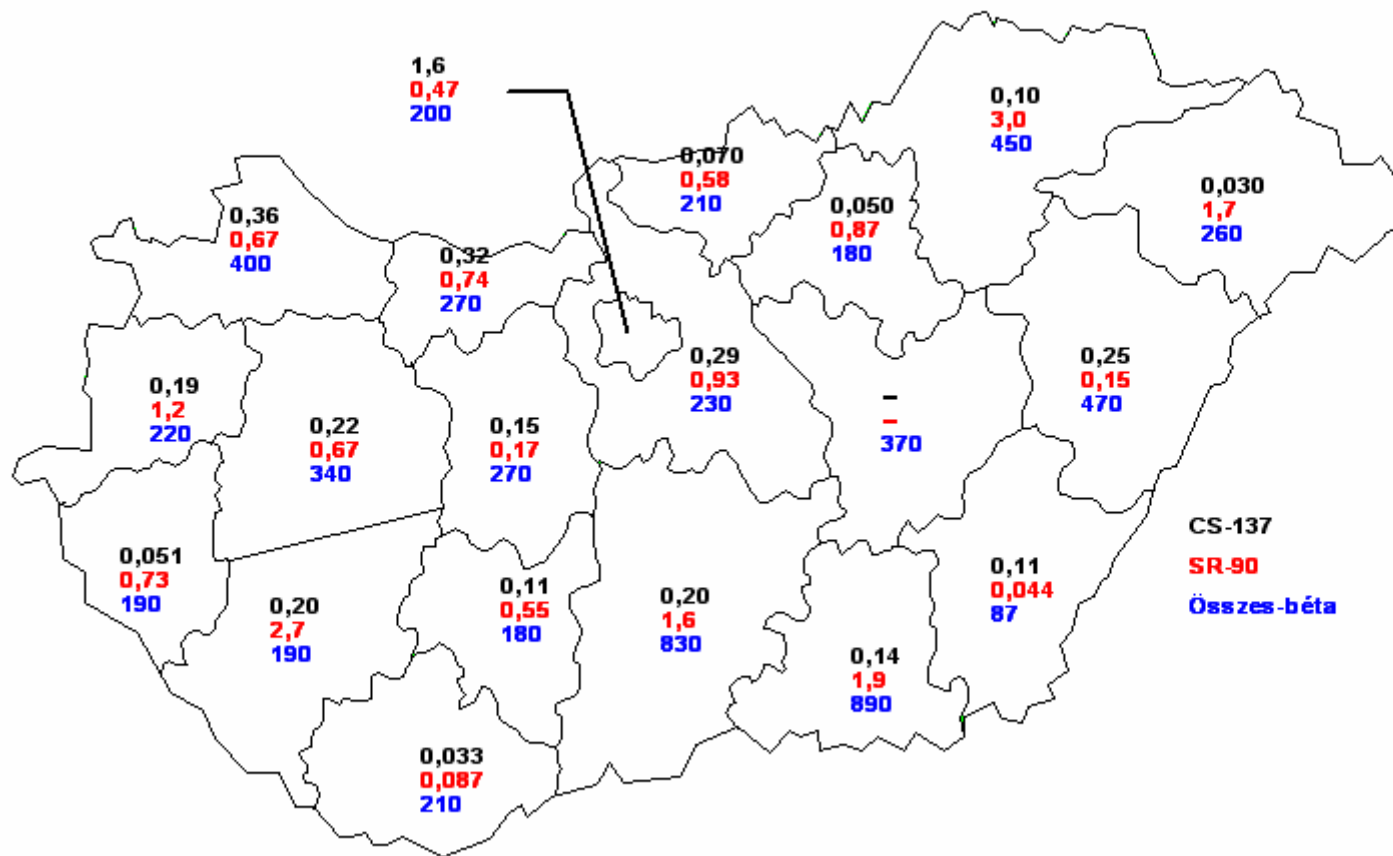
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények – elsősorban a zöldségfélék -, amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

#### 5.2.1. Országos adatok

Országos mintavételi és mérési programmal az EüM ERMAH és az FVM REH hálózatok rendelkeznek. A két hálózat mintavételi programjában az évszakoknak megfelelően leveles (primőr) zöldségfélék, bogyós zöldségek, burgonya, gyökértermésűek, illetve alma és idényjellegű gyümölcsfélék szerepelnek.

Az 5.2.1. ábrából látható, hogy a takarmánynövényekhez hasonlóan a két hálózat mérési programja együttesen a teljes országot lefedi. A minta-előkészítés mindkét hálózaton tisztítást, a tömeg mérését, szárítást, majd hamvasztást jelent. A hamu radioaktivitását mérik, illetve a <sup>90</sup>Sr méréséhez ebből kiindulva végeznek radiokémiai elválasztást.

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. Összesen 159 zöldség és gyümölcs minta vizsgálatát végezték el. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának legalább 50 cm<sup>3</sup>-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Jellemző kimutatási határ: 0,03-0,3 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs).



5.2.1. ábra. Nyers, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüM és FVM, Bq/kg)  
(a gombaminták mérési eredményeit az ábrán nem tüntettük fel)

Az FVM REH laboratóriumainak mintavételi programjában zöldségfélék, gyümölcsök illetve szabadban termő gombák is szerepelnek. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 sec mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  aktivitás mérése, illetve a <sup>90</sup>Sr radiokémiai elválasztása. A 2007. évben a 19 megye és Budapest területéről 451 db zöldség, gyümölcs illetve gomba minta vizsgálatát végezték el az FVM REH laboratóriumai.

2007. évtől a vizsgálati programban szerepel az EU más tagországaiból vagy 3. 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 sec mérési idővel történik. 2007 évben az FVM REH laboratóriumai 1180 db minta vizsgálatát végezték el (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenyséű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

A növényi eredetű, nyers élelmiszermintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.2.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak (kivéve a vadon termő gombákat), addig a <sup>90</sup>Sr eredmények mindegyike meghaladja azt.

A zöldségfélékben mért aktivitáskoncentrációkat (5.2.1. táblázat) áttekintve kiemelendő, hogy a takarmányminták aktivitáskoncentrációihoz hasonlóan (5.1.1. táblázatok) a két csernobili eredetű radionuklid – azaz a <sup>137</sup>Cs és a <sup>90</sup>Sr – koncentrációnak aránya itt is jóval 1 alatti (a gombaminták nélkül átlagosan 0,23) nagyon hasonló a takarmánymintáknál kapottakhoz.

A nyers élelmiszerek <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,074 Bq/kg, a <sup>90</sup>Sr radionuklidé 0,23 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes-béta aktivitásé pedig 96 Bq/kg volt 2007-ben. (Meggjegyezzük, hogy a gombaminták nélküli <sup>137</sup>Cs koncentrációk jóval több mint a fele kimutatási határ alatti volt.)

#### 5.2.1. táblázat. Nyers, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüM és FVM)

| Radionuklid | Megye | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg  | Szórás Bq/kg | N  | Kh alatti |
|-------------|-------|-------------|---------------|----------------|--------------|----|-----------|
| Cs-137      | BA    | -           | 0,015         | 0,033 (0,080*) | -            | 11 | 9         |
| Cs-137      | BE    | -           | -             | 0,11           | -            | 10 | 9         |
| Cs-137      | BK    | -           | 0,075         | 0,20 (0,90*)   | -            | 35 | 31        |
| Cs-137      | BP    | -           | 0,060         | 1,6            | -            | 22 | 17        |
| Cs-137      | BZ    | -           | 0,020         | 0,10 (19*)     | -            | 44 | 38        |
| Cs-137      | CS    | -           | 0,092         | 0,14 (2,3*)    | -            | 39 | 37        |
| Cs-137      | FE    | 0,055       | 0,020         | 0,15           | 0,035        | 24 | 13        |
| Cs-137      | GY    | 0,058       | 0,0070        | 0,36 (11*)     | 0,065        | 35 | 19        |
| Cs-137      | HA    | -           | 0,020         | 0,25 (0,34*)   | -            | 29 | 21        |
| Cs-137      | HE    | -           | 0,020         | 0,050 (0,26*)  | -            | 22 | 20        |
| Cs-137      | JA    | -           | -             | - (0,20*)      | -            | 12 | 12        |
| Cs-137      | KO    | 0,066       | 0,020         | 0,32 (0,87*)   | 0,057        | 26 | 16        |
| Cs-137      | NO    | -           | 0,020         | 0,070 (3,4*)   | -            | 37 | 33        |
| Cs-137      | PE    | 0,080       | 0,020         | 0,29           | 0,077        | 33 | 13        |
| Cs-137      | SO    | -           | 0,055         | 0,21 (7,5*)    | -            | 28 | 22        |
| Cs-137      | SZ    | -           | -             | 0,030          | -            | 33 | 32        |

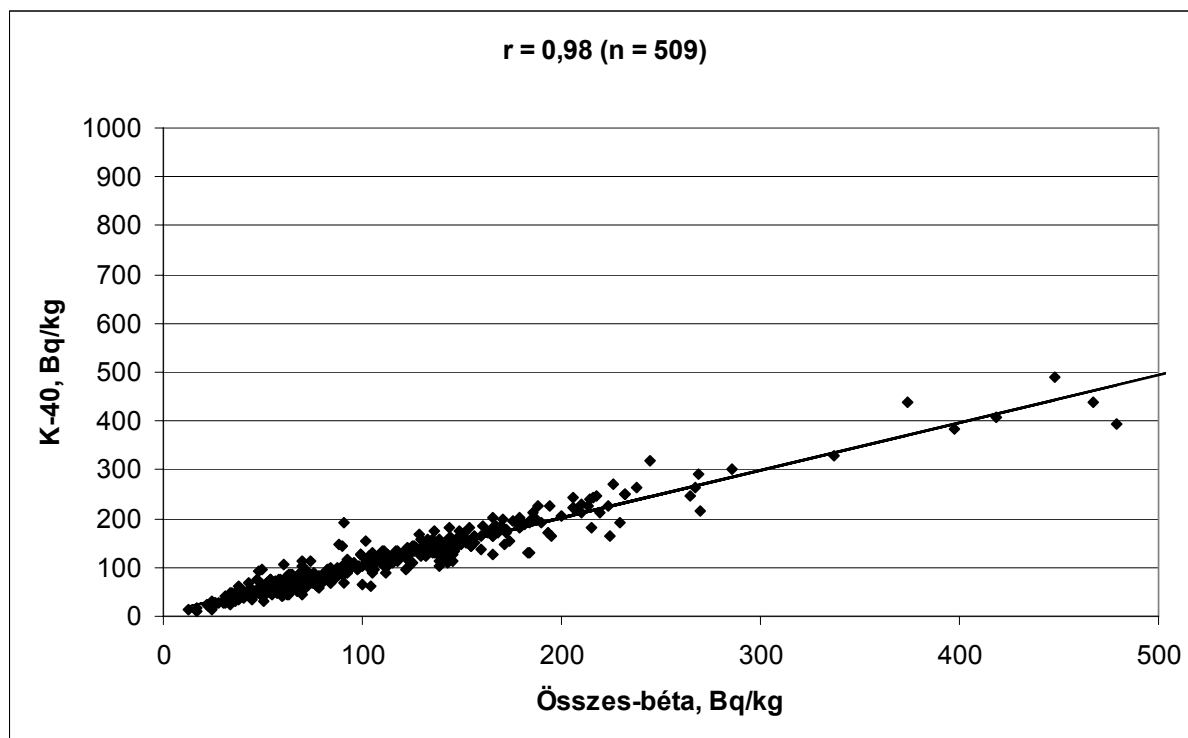
### 5.2.1. táblázat. (folytatás).

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----------|
| Cs-137      | TO       | -           | 0,020         | 0,11 (0,18*)  | -            | 38  | 32        |
| Cs-137      | VA       | 0,058       | 0,011         | 0,19 (9,7*)   | 0,063        | 20  | 8         |
| Cs-137      | VE       | 0,052       | 0,016         | 0,22 (1,9*)   | 0,043        | 32  | 15        |
| Cs-137      | ZA       | -           | 0,022         | 0,051 (5,6*)  | -            | 24  | 21        |
| Sr-90       | BA       | -           | 0,0093        | 0,087         | -            | 7   | 0         |
| Sr-90       | BE       | -           | -             | 0,044         | -            | 1   | 0         |
| Sr-90       | BK       | 0,33        | 0,010         | 1,6           | 0,35         | 30  | 0         |
| Sr-90       | BP       | -           | 0,027         | 0,47          | -            | 8   | 0         |
| Sr-90       | BZ       | 0,40        | 0,0090        | 3,0           | 0,71         | 18  | 0         |
| Sr-90       | CS       | 0,27        | 0,012         | 1,9           | 0,50         | 25  | 0         |
| Sr-90       | FE       | -           | 0,064         | 0,17          | -            | 5   | 0         |
| Sr-90       | GY       | 0,19        | 0,012         | 0,67          | 0,19         | 14  | 0         |
| Sr-90       | HA       | -           | -             | 0,15          | -            | 1   | 0         |
| Sr-90       | HE       | 0,25        | 0,026         | 0,87          | 0,27         | 15  | 0         |
| Sr-90       | KO       | 0,15        | 0,011         | 0,74          | 0,19         | 21  | 0         |
| Sr-90       | NO       | 0,14        | 0,015         | 0,58          | 0,14         | 17  | 0         |
| Sr-90       | PE       | 0,20        | 0,017         | 0,93          | 0,25         | 28  | 0         |
| Sr-90       | SO       | 0,31        | 0,0050        | 2,7           | 0,59         | 25  | 0         |
| Sr-90       | SZ       | 0,32        | 0,012         | 1,7           | 0,50         | 10  | 0         |
| Sr-90       | TO       | 0,16        | 0,0077        | 0,55          | 0,18         | 19  | 0         |
| Sr-90       | VA       | 0,25        | 0,0060        | 1,2           | 0,32         | 19  | 0         |
| Sr-90       | VE       | 0,11        | 0,014         | 0,67          | 0,18         | 20  | 0         |
| Sr-90       | ZA       | 0,18        | 0,0068        | 0,73          | 0,21         | 21  | 0         |
| Össz-béta   | BA       | 92          | 28            | 210           | 57           | 11  | 0         |
| Össz-béta   | BE       | 62          | 41            | 87            | 18           | 10  | 0         |
| Össz-béta   | BK       | 150         | 33            | 830           | 150          | 32  | 0         |
| Össz-béta   | BP       | 79          | 24            | 200           | 47           | 36  | 0         |
| Össz-béta   | BZ       | 110         | 17            | 450           | 93           | 44  | 0         |
| Össz-béta   | CS       | 89          | 31            | 890           | 110          | 73  | 0         |
| Össz-béta   | FE       | 86          | 13            | 270           | 59           | 24  | 0         |
| Össz-béta   | GY       | 110         | 23            | 400           | 78           | 35  | 0         |
| Össz-béta   | HA       | 88          | 32            | 470           | 80           | 29  | 0         |
| Össz-béta   | HE       | 89          | 47            | 180           | 45           | 22  | 0         |
| Össz-béta   | JA       | 110         | 44            | 370           | 97           | 12  | 0         |
| Össz-béta   | KO       | 110         | 34            | 270           | 52           | 26  | 0         |
| Össz-béta   | NO       | 86          | 31            | 210           | 40           | 37  | 0         |
| Össz-béta   | PE       | 89          | 18            | 230           | 56           | 44  | 0         |
| Össz-béta   | SO       | 89          | 22            | 190           | 42           | 28  | 0         |
| Össz-béta   | SZ       | 110         | 25            | 260           | 64           | 33  | 0         |
| Össz-béta   | TO       | 86          | 33            | 180 (220*)    | 41           | 38  | 0         |
| Össz-béta   | VA       | 93          | 30            | 220           | 50           | 23  | 0         |
| Össz-béta   | VE       | 100         | 42            | 340           | 67           | 32  | 0         |
| Össz-béta   | ZA       | 83          | 22            | 190           | 47           | 24  | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 0,074       | 0,0070        | 1,6 (19*)     | -            | 554 | 418       |
| Sr-90       | Összesen | 0,23        | 0,0050        | 3,0           | -            | 304 | 0         |
| Össz-béta   | Összesen | 96          | 13            | 890           | -            | 613 | 0         |

\* A megjelölt maximumok vadon termő gombák mintáitól származnak, ezen minták eredményeit az átlag és a szórás számításából, valamint a darabszámokból 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], a REH laboratóriumokét pedig éves jelentéseikben [4] is megtalálhatjuk.



**5.2.2. ábra. Nyers, növényi eredetű élelmiszerminták összes-béta és K-40 aktivitáskoncentrációi közötti korreláció (EüM és FVM) (a gombaminták eredményei nélkül)**

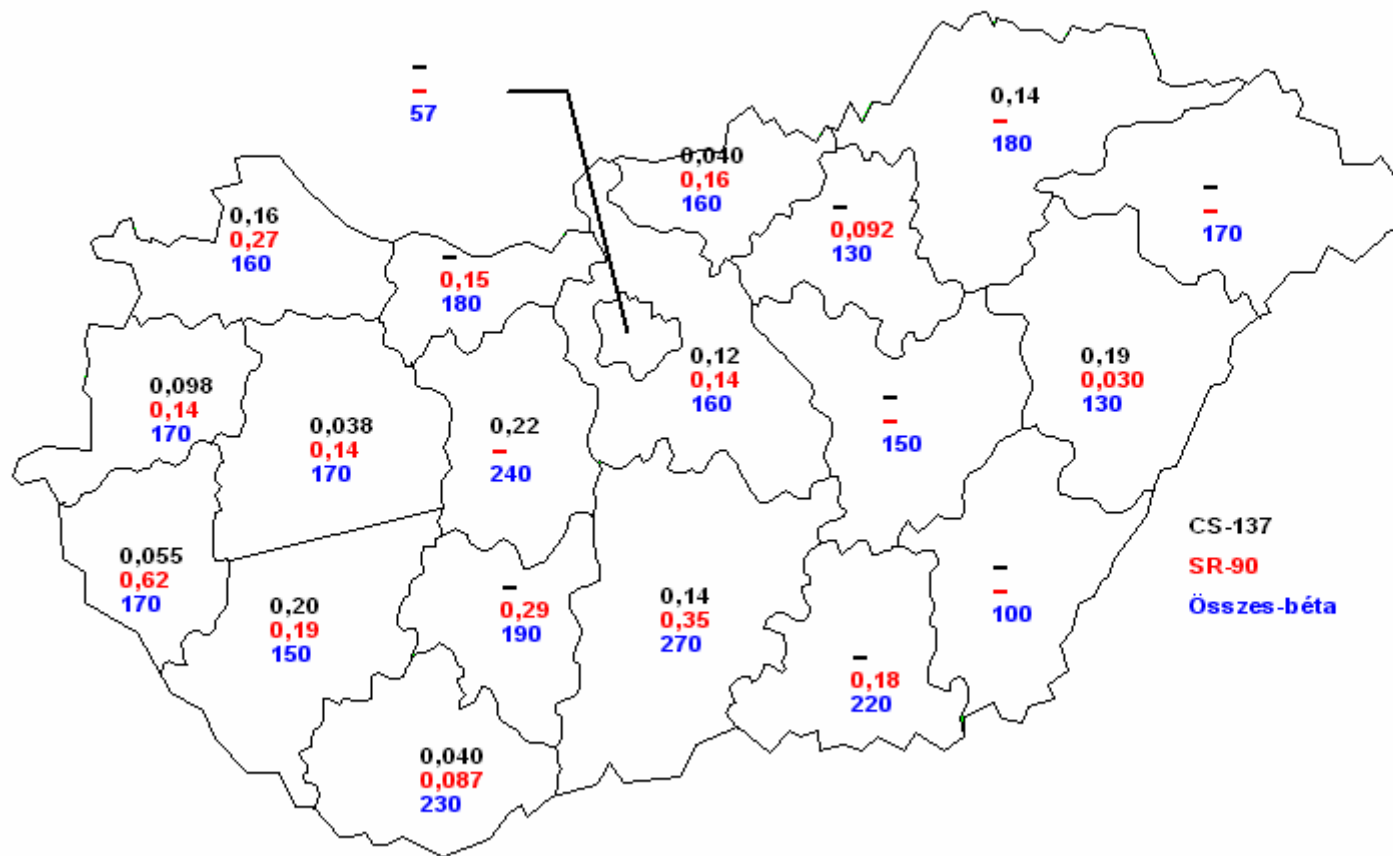
### **5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer**

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

#### **5.3.1. Országos adatok**

Országos mintavételi és mérési programmal az EüM ERMAH és az FVM REH hálózatok rendelkeznek (5.3.1. ábra). A két hálózat mintavételi programjában közősek a gabonafélék (szemes termények), az ERMAH laboratóriumok ezeken kívül kenyeret és pékárut is mérnek.





5.3.1. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüM és FVM, Bq/kg)

Az 5.3.1. ábrából láthatóan a két hálózat mérési programja együtt itt is lefedi a teljes országot. A minta-előkészítés mindkét hálózaton szarítást, majd hamvasztást jelent, és a hamu radioaktivitását mérik.

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja 5 megyére és a fővárosra terjed ki, negyedévente 1-1 gabonafajta és havonta 1 kenyérféle mintázását tartalmazza. Összesen 128 minta vizsgálatát végezték el. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°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. Jellemző kimutatási határ: 0,03-0,2 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs).

Az FVM REH laboratóriumainak mintavételi programjában búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 sec mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  aktivitás mérése, illetve a <sup>90</sup>Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. A 2007. évben a 19 megye területéről 95 db gabona minta vizsgálatát végezték el az FVM REH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FVM REH 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 sec mérési idővel történik. 2007 évben az FVM REH laboratóriumai 590 db kenyér és péksütemény vizsgálatát végezték el (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységu mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

A gabonafélékben és termékekben mért aktivitáskoncentrációk éves, országos átlagai a következők voltak (5.3.1. táblázat): 0,1 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs); 0,13 Bq/kg (<sup>90</sup>Sr) és 87 Bq/kg (összes-béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű <sup>137</sup>Cs az igen kis kimutatási határok ellenére általában – a minták több mint 80 %-ában – már nem volt kimutatható.

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

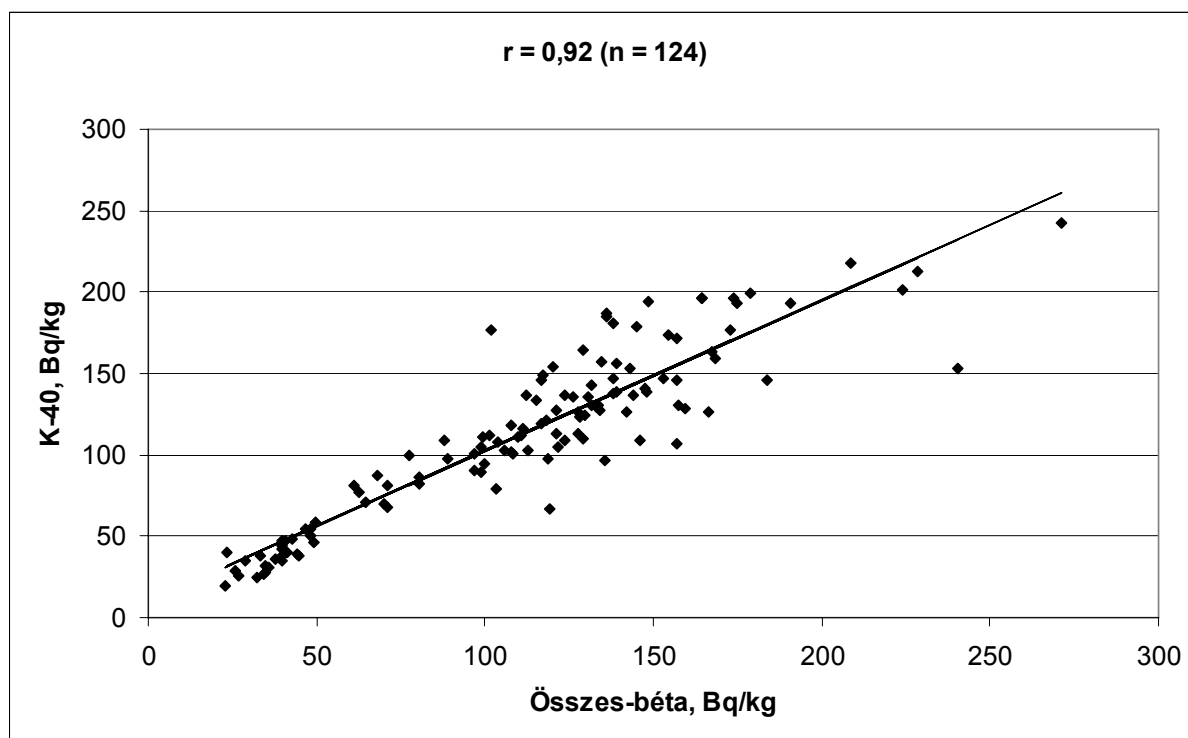
| Radionuklid | Megye | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N  | Kh alatti |
|-------------|-------|-------------|---------------|---------------|--------------|----|-----------|
| Cs-137      | BA    | -           | -             | 0,040         | -            | 5  | 4         |
| Cs-137      | BE    | -           | -             | -             | -            | 1  | 1         |
| Cs-137      | BK    | -           | -             | 0,14          | -            | 9  | 8         |
| Cs-137      | BP    | -           | -             | -             | -            | 12 | 12        |
| Cs-137      | BZ    | -           | -             | 0,14          | -            | 11 | 10        |
| Cs-137      | CS    | -           | -             | -             | -            | 12 | 12        |
| Cs-137      | FE    | -           | 0,070         | 0,22          | -            | 6  | 2         |
| Cs-137      | GY    | -           | 0,026         | 0,16          | -            | 15 | 13        |
| Cs-137      | HA    | -           | -             | 0,19          | -            | 10 | 9         |
| Cs-137      | HE    | -           | -             | -             | -            | 4  | 4         |
| Cs-137      | JA    | -           | -             | -             | -            | 5  | 5         |
| Cs-137      | KO    | -           | -             | -             | -            | 4  | 4         |
| Cs-137      | NO    | -           | -             | 0,040         | -            | 7  | 6         |
| Cs-137      | PE    | -           | -             | 0,12          | -            | 3  | 2         |
| Cs-137      | SO    | -           | 0,069         | 0,20          | -            | 7  | 4         |
| Cs-137      | SZ    | -           | -             | -             | -            | 1  | 1         |
| Cs-137      | TO    | -           | -             | -             | -            | 14 | 14        |

### 5.3.1. táblázat. (folytatás).

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----------|
| Cs-137      | VA       | -           | 0,040         | 0,098         | -            | 6   | 3         |
| Cs-137      | VE       | -           | 0,018         | 0,038         | -            | 6   | 3         |
| Cs-137      | ZA       | -           | -             | 0,055         | -            | 5   | 4         |
| Össz-béta   | BA       | -           | 110           | 230           | -            | 5   | 0         |
| Össz-béta   | BE       | -           | -             | 100           | -            | 1   | 0         |
| Össz-béta   | BK       | -           | 68            | 270           | -            | 9   | 0         |
| Össz-béta   | BP       | 42          | 9,4           | 57            | 12           | 22  | 0         |
| Össz-béta   | BZ       | 73          | 29            | 180           | 52           | 19  | 0         |
| Össz-béta   | CS       | 75          | 24            | 220           | 52           | 22  | 0         |
| Össz-béta   | FE       | -           | 120           | 240           | -            | 6   | 0         |
| Össz-béta   | GY       | 72          | 21            | 160           | 47           | 22  | 0         |
| Össz-béta   | HA       | 56          | 23            | 130           | 34           | 18  | 0         |
| Össz-béta   | HE       | -           | 70            | 130           | -            | 4   | 0         |
| Össz-béta   | JA       | -           | 120           | 150           | -            | 5   | 0         |
| Össz-béta   | KO       | -           | 77            | 180           | -            | 4   | 0         |
| Össz-béta   | NO       | -           | 61            | 160           | -            | 7   | 0         |
| Össz-béta   | PE       | 79          | 22            | 160           | 57           | 10  | 0         |
| Össz-béta   | SO       | -           | 65            | 150           | -            | 7   | 0         |
| Össz-béta   | SZ       | -           | -             | 170           | -            | 1   | 0         |
| Össz-béta   | TO       | 68          | 23            | 190           | 52           | 22  | 0         |
| Össz-béta   | VA       | -           | 71            | 170           | -            | 6   | 0         |
| Össz-béta   | VE       | -           | 81            | 170           | -            | 6   | 0         |
| Össz-béta   | ZA       | -           | 89            | 170           | -            | 5   | 0         |
| Sr-90       | BA       | -           | -             | 0,087         | -            | 1   | 0         |
| Sr-90       | BK       | -           | 0,041         | 0,35          | -            | 6   | 0         |
| Sr-90       | CS       | -           | 0,049         | 0,18          | -            | 4   | 0         |
| Sr-90       | GY       | -           | 0,050         | 0,27          | -            | 4   | 0         |
| Sr-90       | HA       | -           | -             | 0,030         | -            | 1   | 0         |
| Sr-90       | HE       | -           | -             | 0,092         | -            | 1   | 0         |
| Sr-90       | KO       | -           | 0,092         | 0,15          | -            | 3   | 0         |
| Sr-90       | NO       | -           | 0,091         | 0,16          | -            | 6   | 0         |
| Sr-90       | PE       | -           | 0,090         | 0,14          | -            | 3   | 0         |
| Sr-90       | SO       | -           | 0,042         | 0,19          | -            | 6   | 0         |
| Sr-90       | TO       | -           | 0,026         | 0,29          | -            | 4   | 0         |
| Sr-90       | VA       | -           | 0,051         | 0,14          | -            | 5   | 0         |
| Sr-90       | VE       | -           | 0,048         | 0,14          | -            | 5   | 0         |
| Sr-90       | ZA       | -           | 0,034         | 0,62          | -            | 5   | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 0,10        | 0,018         | 0,22          | -            | 143 | 121       |
| Sr-90       | Összesen | 0,13        | 0,026         | 0,62          | -            | 54  | 0         |
| Össz-béta   | Összesen | 87          | 9,4           | 270           | -            | 201 | 0         |

Az 5.3.2. 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], a REH laboratóriumokét pedig éves jelentéseikben [4] is megtalálhatjuk.



**5.3.2. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszerek összes-béta és K-40 aktivitáskoncentrációi közötti korreláció (EüM és FVM)**

## 6. Állati eredetű élelmiszerek

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

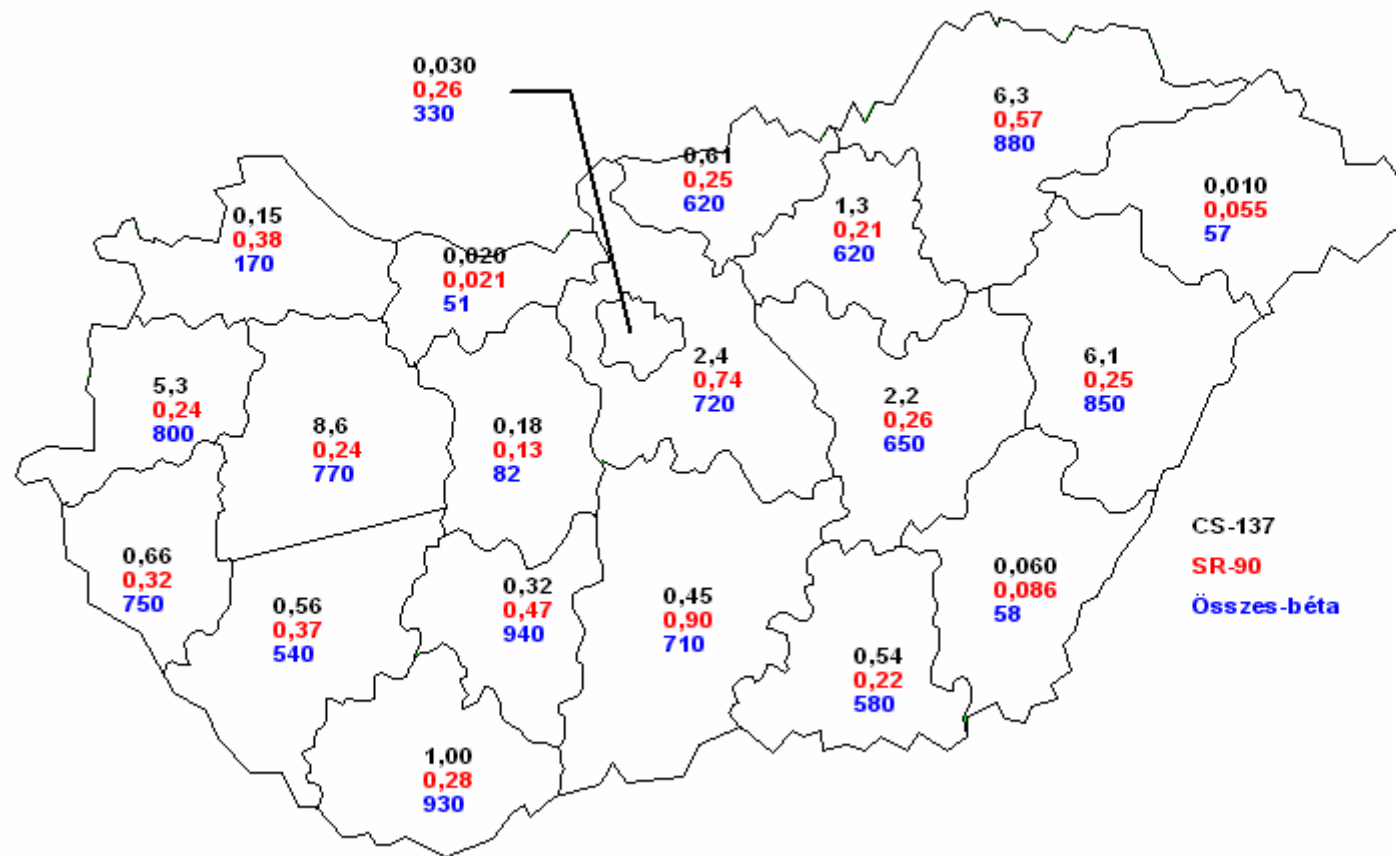
### 6.1. Tej, tejtermék

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

Országos mintavételi és mérési programmal az EüM ERMAH és az FVM REH hálózatok rendelkeznek (6.1.1. ábra). A két hálózat mintavételi programjában a nyerstej, tejpör, sajt és a túró szerepel. A minta-előkészítés mindkét hálózathál hálózathál hamvasztást jelent. A hamu radioaktivitását mérik, illetve a  $^{90}\text{Sr}$  méréséhez ebből kiindulva végeznek radiokémiai elválasztást.

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében havonta 1-1 tejminta, továbbá negyedévente 1-1 sajt, túró és tejporminta vételére terjed ki. Összesen 278 minta vizsgálatát végezték el. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta  $450^\circ\text{C}$ -on izzított hamujának legalább  $50\text{ cm}^3$ -ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Jellemző kimutatási határ:  $0,02\text{-}0,5\text{ Bq/kg}$  ( $^{137}\text{Cs}$ ).



6.1.1. ábra. Tej és tejtermék mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüM és FVM, Bq/kg)

Az FVM REH laboratóriumainak mintavételi programjában tej, sajt illetve tejpor minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta, tejgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 sec mérési idővel, az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Szintén ebből a hamuból történik az összes- $\alpha$  aktivitás mérése, illetve a <sup>90</sup>Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. A 2007. évben a 19 megye és Budapest területéről 236 db tej, 59 db tejpor és 94 db sajt minta vizsgálatát végezték el az FVM REH laboratóriumai.

A 6.1.1. ábrából látható, hogy a két hálózat mérési programja együttesen itt is lefedi a teljes országot. (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, vagy még inkább a mérés 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 aktivitáskoncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak, addig a <sup>90</sup>Sr eredmények döntő része meghaladja azt. (Megjegyezzük, hogy a magasabb <sup>137</sup>Cs-koncentrációk tejporból származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

A tejben és tejtermékekben mért aktivitáskoncentrációkat (6.1.1. táblázat) áttekintve kiemelendő, hogy a két csernobili eredetű radionuklid – azaz a <sup>137</sup>Cs és a <sup>90</sup>Sr – koncentrációnak aránya itt általában 2-nél nagyobb (a két szélsőérték: 0,6 és 8,8).

A tej- és tejtermékek <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,24 Bq/kg, a <sup>90</sup>Sr radionuklidé kisebb, 0,092 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes-béta aktivitásé pedig 110 Bq/kg volt 2007-ben. A két csernobili eredetű radionuklid átlagos koncentrációi közelítően a 2:1 arányszámmal jellemezhetők. (Megjegyezzük, hogy a <sup>137</sup>Cs mérési eredmények több mint kétharmada kimutatási határ alatti volt.)

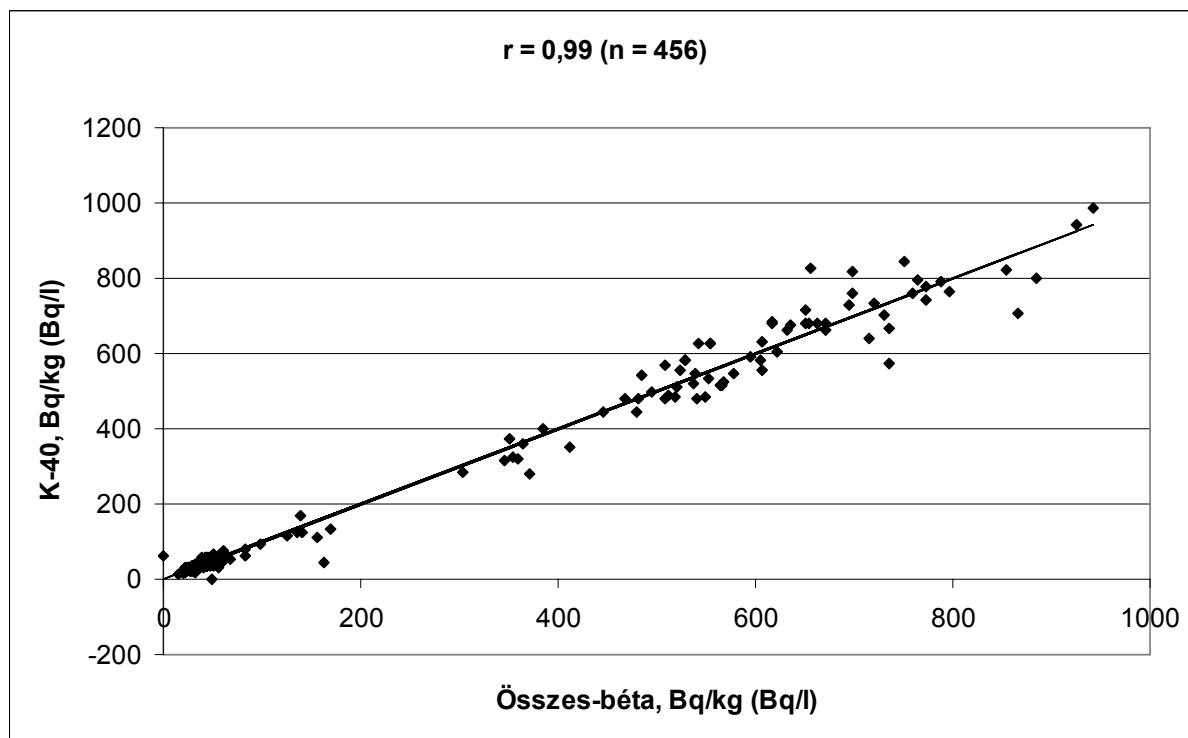
**6.1.1. táblázat. Tej és tejtermék mérési eredmények éves jellemzői (EüM és FVM)**

| Radionuklid | Megye | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N  | Kh alatti |
|-------------|-------|-------------|---------------|---------------|--------------|----|-----------|
| Cs-137      | BA    | -           | 0,020         | 1,0           | -            | 16 | 8         |
| Cs-137      | BE    | -           | -             | 0,060         | -            | 14 | 13        |
| Cs-137      | BK    | -           | 0,033         | 0,45          | -            | 32 | 26        |
| Cs-137      | BP    | -           | 0,020         | 0,030         | -            | 19 | 10        |
| Cs-137      | BZ    | -           | 0,014         | 6,3           | -            | 37 | 32        |
| Cs-137      | CS    | -           | 0,024         | 0,54          | -            | 25 | 22        |
| Cs-137      | FE    | 0,049       | 0,010         | 0,18          | 0,046        | 19 | 8         |
| Cs-137      | GY    | 0,061       | 0,0080        | 0,15          | 0,055        | 29 | 18        |
| Cs-137      | HA    | -           | 0,070         | 6,1           | -            | 31 | 27        |
| Cs-137      | HE    | -           | 0,26          | 1,3           | -            | 19 | 17        |
| Cs-137      | JA    | -           | 0,29          | 2,2           | -            | 21 | 15        |
| Cs-137      | KO    | -           | 0,010         | 0,020         | -            | 8  | 5         |
| Cs-137      | NO    | -           | 0,020         | 0,61          | -            | 15 | 9         |
| Cs-137      | PE    | 0,28        | 0,020         | 2,4           | 0,62         | 29 | 6         |
| Cs-137      | SO    | -           | 0,030         | 0,56          | -            | 19 | 15        |

**6.1.1. táblázat (folytatás).**

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----------|
| Cs-137      | SZ       | -           | -             | 0,010         | -            | 13  | 12        |
| Cs-137      | TO       | 0,21        | 0,014         | 0,32          | 0,19         | 93  | 80        |
| Cs-137      | VA       | 0,46        | 0,014         | 5,3           | 1,2          | 23  | 3         |
| Cs-137      | VE       | 0,75        | 0,014         | 8,6           | 2,2          | 21  | 9         |
| Cs-137      | ZA       | -           | 0,053         | 0,66          | -            | 28  | 20        |
| Sr-90       | BA       | 0,090       | 0,020         | 0,28          | 0,099        | 14  | 0         |
| Sr-90       | BE       | -           | 0,023         | 0,086         | -            | 3   | 0         |
| Sr-90       | BK       | 0,10        | 0,0           | 0,90          | 0,17         | 31  | 0         |
| Sr-90       | BP       | 0,039       | 0,0097        | 0,26          | 0,065        | 18  | 3         |
| Sr-90       | BZ       | 0,12        | 0,019         | 0,57          | 0,14         | 18  | 3         |
| Sr-90       | CS       | 0,068       | 0,019         | 0,22          | 0,066        | 17  | 0         |
| Sr-90       | FE       | -           | 0,018         | 0,13          | -            | 8   | 0         |
| Sr-90       | GY       | 0,10        | 0,018         | 0,38          | 0,10         | 24  | 4         |
| Sr-90       | HA       | 0,094       | 0,023         | 0,25          | 0,080        | 14  | 3         |
| Sr-90       | HE       | -           | 0,019         | 0,21          | -            | 8   | 0         |
| Sr-90       | JA       | -           | 0,025         | 0,26          | -            | 7   | 0         |
| Sr-90       | KO       | -           | 0,017         | 0,021         | -            | 8   | 0         |
| Sr-90       | NO       | 0,076       | 0,015         | 0,25          | 0,079        | 11  | 0         |
| Sr-90       | PE       | 0,13        | 0,015         | 0,74          | 0,18         | 28  | 0         |
| Sr-90       | SO       | 0,089       | 0,020         | 0,37          | 0,093        | 19  | 0         |
| Sr-90       | SZ       | -           | 0,022         | 0,055         | -            | 8   | 0         |
| Sr-90       | TO       | 0,076       | 0,0040        | 0,47          | 0,10         | 46  | 0         |
| Sr-90       | VA       | 0,11        | 0,019         | 0,24          | 0,089        | 20  | 0         |
| Sr-90       | VE       | 0,085       | 0,016         | 0,24          | 0,080        | 15  | 0         |
| Sr-90       | ZA       | 0,14        | 0,021         | 0,32          | 0,10         | 20  | 0         |
| Összes-béta | BA       | 210         | 39            | 930           | 290          | 16  | 0         |
| Összes-béta | BE       | 39          | 20            | 58            | 11           | 13  | 0         |
| Összes-béta | BK       | 120         | 21            | 710           | 200          | 32  | 0         |
| Összes-béta | BP       | 47          | 11            | 330           | 39           | 60  | 1         |
| Összes-béta | BZ       | 120         | 17            | 880           | 190          | 51  | 0         |
| Összes-béta | CS       | 88          | 21            | 580           | 140          | 65  | 0         |
| Összes-béta | FE       | 52          | 41            | 82            | 9,1          | 19  | 0         |
| Összes-béta | GY       | 49          | 15            | 170           | 29           | 65  | 0         |
| Összes-béta | HA       | 140         | 21            | 850           | 210          | 42  | 0         |
| Összes-béta | HE       | 99          | 21            | 620           | 170          | 19  | 0         |
| Összes-béta | JA       | 300         | 27            | 660           | 280          | 15  | 0         |
| Összes-béta | KO       | -           | 35            | 51            | -            | 8   | 0         |
| Összes-béta | NO       | 110         | 25            | 620           | 180          | 13  | 0         |
| Összes-béta | PE       | 110         | 15            | 720           | 190          | 39  | 1         |
| Összes-béta | SO       | 89          | 20            | 540           | 150          | 19  | 0         |
| Összes-béta | SZ       | 47          | 42            | 57            | 4,3          | 12  | 0         |
| Összes-béta | TO       | 110         | 22            | 940           | 200          | 99  | 1         |
| Összes-béta | VA       | 280         | 47            | 800           | 310          | 22  | 0         |
| Összes-béta | VE       | 150         | 22            | 770           | 240          | 21  | 0         |
| Összes-béta | ZA       | 180         | 20            | 750           | 270          | 25  | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 0,24        | 0,0080        | 8,6           | -            | 511 | 355       |
| Sr-90       | Összesen | 0,092       | 0,0           | 0,90          | -            | 337 | 13        |
| Összes-béta | Összesen | 110         | 11            | 940           | -            | 655 | 3         |

A 6.1.2. ábrán szemléltetjük a tejben és tejtermékekben mért összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt. A korreláció mértéke itt is igen erős, és az összes-béta aktivitás közel 100 %-ban itt is a  $^{40}\text{K}$  radionuklidtól származik. Kiemelendő még, hogy az ábrán két, eléggé elkülönülő csoportot alkotnak a tej, illetve a tejtermékek, ugyanis a feldolgozás okozta koncentrálódás miatt az utóbbiak összes-béta és  $^{40}\text{K}$  aktivitáskonzentrációi is jóval nagyobbak.



**6.1.2. ábra. Tej és tejtermékek összes-béta és K-40 aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüM és FVM)**

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], a REH laboratóriumokét pedig éves jelentéseikben [4] is megtalálhatjuk.

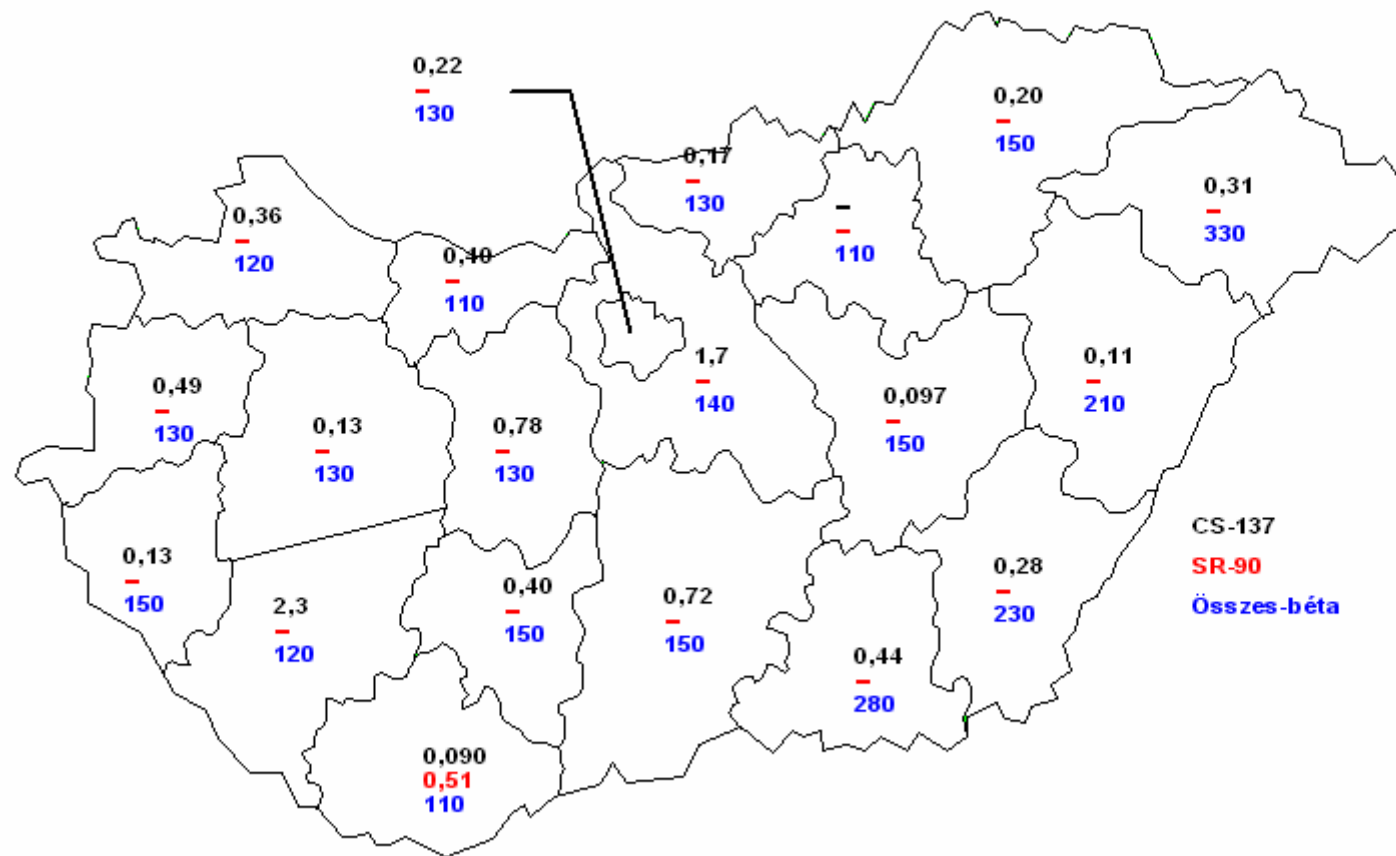
## **6.2. Hús és hústermékek aktivitáskonzentrációi**

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

### **6.2.1. Országos adatok**

A tej és tejtermékekhez hasonlóan, országos mintavételi és mérési programmal az EüM ERMAH és az FVM REH hálózatok rendelkeznek (6.2.1. ábra). A két hálózat mintavételi programjában a korábban felsorolt húsfélék és –termékek, az FVM-nél a vadhús is szerepel.





6.2.1. ábra. Hús és hústermék mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüM és FVM, Bq/kg)

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 8 megyében negyedévente 1-1 marha-, sertés- és baromfihúsminta vételére terjed ki. Összesen 145 minta vizsgálatát végezték el. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°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. Jellemző kimutatási határ: 0,03-0,3 Bq/kg (<sup>137</sup>Cs).

Az FVM REH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha baromfi, házinyúl, hal és vadhús szerepel. A  $\gamma$ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm<sup>3</sup>-ből (kb. 20-30 g), 80 000 sec mérési idővel az összes- $\beta$  aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégezik. A 2007. évben a 19 megye területéről 109 db sertés, 93 db marha és 91 db baromfihús minta vizsgálatát végezték el az FVM REH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FVM REH 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 sec mérési idővel történik. 2007 évben az FVM REH laboratóriumai 201 db húskészítmény és 195 db tengeri hal és puhatestű vizsgálatát végezték el (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységgű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

A 6.2.1. ábrából látható, hogy a két hálózat mérési programja együttesen itt is lefedi a teljes országot. Az összes-béta méréshez történő minta-előkészítés mindkét hálózaton hamvasztást jelent, majd a hamu radioaktivitását mérik. (Az ERMAH laboratóriumok a hús gamma-spektrometriai mérését nyers, homogenizált formában végzik.)

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

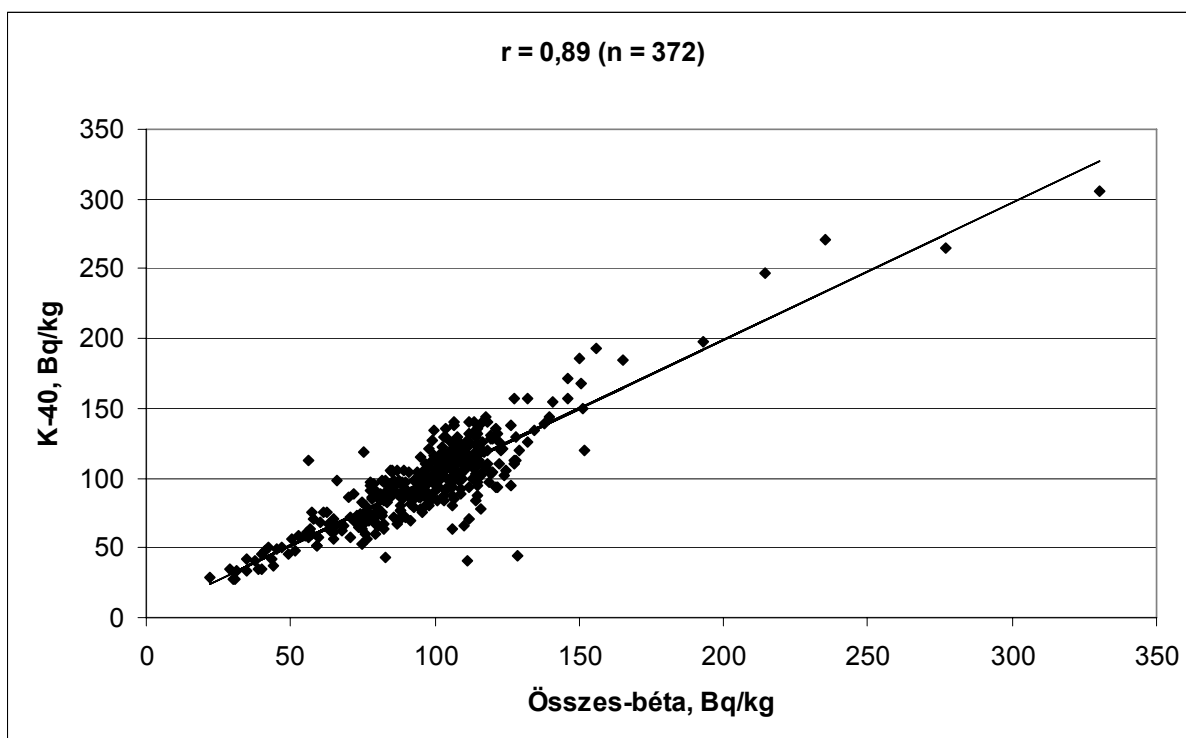
A hús és hústermékek <sup>137</sup>Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,11 Bq/kg, a döntően természetes eredetű (<sup>40</sup>K) összes-béta aktivitásé pedig a tejhez igen hasonló, 94 Bq/kg volt 2007-ben. Ezek az értékek a 2006. évekhez hasonlóak.

A húsban és hústermékekben mért összes-béta és <sup>40</sup>K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.2. ábrán szemléltetjük. A 2006. év eredményeihez hasonlóan a korreláció itt is erősnek mondható.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], a REH laboratóriumokét pedig éves jelentéseikben [4] is megtalálhatjuk.

### 6.2.1. táblázat. Hús és hústermék mérési eredmények éves jellemzői (EüM és FVM)

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----|-----------|
| Cs-137      | BA       | -           | 0,030         | 0,090         | -            | 19  | 11        |
| Cs-137      | BE       | -           | 0,039         | 0,28          | -            | 14  | 8         |
| Cs-137      | BK       | 0,092       | 0,039         | 0,72          | 0,13         | 25  | 13        |
| Cs-137      | BP       | -           | 0,11          | 0,22          | -            | 15  | 12        |
| Cs-137      | BZ       | -           | 0,030         | 0,20          | -            | 31  | 26        |
| Cs-137      | CS       | 0,077       | 0,049         | 0,44          | 0,080        | 29  | 18        |
| Cs-137      | FE       | 0,10        | 0,030         | 0,78          | 0,13         | 30  | 5         |
| Cs-137      | GY       | 0,078       | 0,025         | 0,36          | 0,077        | 30  | 5         |
| Cs-137      | HA       | -           | 0,043         | 0,11          | -            | 21  | 12        |
| Cs-137      | HE       | -           | -             | -             | -            | 14  | 14        |
| Cs-137      | JA       | -           | 0,074         | 0,097         | -            | 6   | 4         |
| Cs-137      | KO       | -           | 0,023         | 0,40          | -            | 9   | 1         |
| Cs-137      | NO       | 0,10        | 0,040         | 0,17          | 0,031        | 17  | 7         |
| Cs-137      | PE       | 0,22        | 0,030         | 1,7           | 0,37         | 20  | 7         |
| Cs-137      | SO       | 0,26        | 0,066         | 2,3           | 0,54         | 18  | 7         |
| Cs-137      | SZ       | -           | 0,022         | 0,31          | -            | 26  | 21        |
| Cs-137      | TO       | 0,089       | 0,025         | 0,40          | 0,066        | 30  | 20        |
| Cs-137      | VA       | 0,11        | 0,025         | 0,49          | 0,12         | 15  | 2         |
| Cs-137      | VE       | 0,063       | 0,021         | 0,13          | 0,028        | 16  | 1         |
| Cs-137      | ZA       | 0,067       | 0,033         | 0,13          | 0,025        | 15  | 5         |
| Sr-90       | BA       | -           | 0,0           | 0,51          | -            | 8   | 0         |
| Össz-béta   | BA       | 85          | 49            | 110           | 16           | 19  | 0         |
| Össz-béta   | BE       | 130         | 73            | 240           | 46           | 14  | 0         |
| Össz-béta   | BK       | 100         | 56            | 150           | 20           | 25  | 0         |
| Össz-béta   | BP       | 84          | 9,5           | 130           | 37           | 27  | 0         |
| Össz-béta   | BZ       | 86          | 29            | 150           | 33           | 38  | 0         |
| Össz-béta   | CS       | 95          | 36            | 280           | 35           | 72  | 0         |
| Össz-béta   | FE       | 88          | 22            | 130           | 29           | 30  | 0         |
| Össz-béta   | GY       | 85          | 28            | 120           | 24           | 37  | 0         |
| Össz-béta   | HA       | 97          | 31            | 210           | 37           | 28  | 0         |
| Össz-béta   | HE       | 85          | 55            | 110           | 19           | 14  | 0         |
| Össz-béta   | JA       | -           | 78            | 150           | -            | 6   | 0         |
| Össz-béta   | KO       | -           | 72            | 110           | -            | 9   | 0         |
| Össz-béta   | NO       | 97          | 56            | 130           | 22           | 15  | 0         |
| Össz-béta   | PE       | 87          | 23            | 140           | 24           | 33  | 0         |
| Össz-béta   | SO       | 110         | 95            | 120           | 5,7          | 18  | 0         |
| Össz-béta   | SZ       | 91          | 38            | 330           | 52           | 26  | 0         |
| Össz-béta   | TO       | 96          | 34            | 150           | 26           | 38  | 0         |
| Össz-béta   | VA       | 100         | 51            | 130           | 19           | 14  | 0         |
| Össz-béta   | VE       | 100         | 76            | 130           | 14           | 16  | 0         |
| Össz-béta   | ZA       | 100         | 50            | 150           | 24           | 15  | 0         |
| Cs-137      | Összesen | 0,11        | 0,021         | 2,3           | -            | 400 | 199       |
| Sr-90       | Összesen | -           | 0,0           | 0,51          | -            | 8   | 0         |
| Össz-béta   | Összesen | 94          | 9,5           | 330           | -            | 494 | 0         |



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

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

A Paksi Atomerőmű környezetében a KvVM alá tartozó Dd-KTVF bajai laboratóriuma végzi a halak mintázását és mérését az erőmű előtti és utáni Duna-szakaszon.

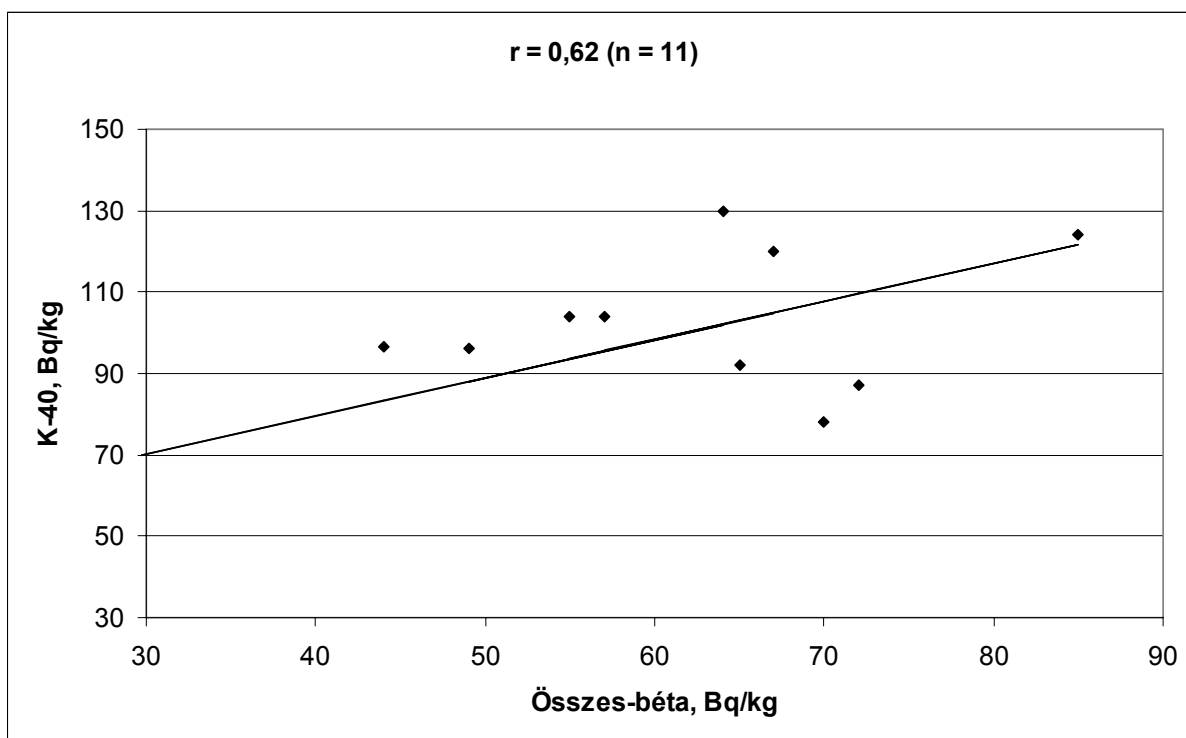
A dunai halakra, az erőmű utáni szakaszon kapott mérési eredményeket a 6.2.2. táblázatban foglaltuk össze.

Látható, hogy a mesterséges radionuklidok halakban mért koncentrációi – a szárazföldi tápláléklánc elemeihez hasonlóan – igen kicsik, a  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{90}\text{Sr}$ -nál is a minták többségében kimutatási határ alattiak.

A halakban mért összes-béta és  $^{40}\text{K}$  izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt a 6.2.3. ábrán szemléltetjük. (Az eredmények kis száma nem teszi lehetővé következtetések levonását.)

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

| Radionuklid | Átlag Bq/kg | Minimum Bq/kg | Maximum Bq/kg | Szórás Bq/kg | N  | Kh alatti |
|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|----|-----------|
| Cs-137      | 0,27        | 0,12          | 0,40          | 0,088        | 11 | 1         |
| Sr-90       | -           | 0,40          | 0,99          | -            | 11 | 9         |
| Össz-béta   | 60          | 27            | 85            | 16           | 11 | 0         |



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

## 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 KvVM 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 bajai laboratórium a Duna erőmű utáni szakaszán a víz  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációit is ellenőrzi.

Az ERMAH mérési program keretében a laboratóriumok meggyéenként 1-1 mintavételi pontban havonta egy folyóvizet és negyedévente egy állóvizet mintáznak. A mintákon összes-béta, féléves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. Jellemző kimutatási határ: 2,3-20 mBq/l ( $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$ ).

A 2007. évben kapott mérési eredményeket a 7.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja igen alacsony, néhány mBq/l nagyságrendű. A folyóvizek összes-béta aktivitáskoncentrációi nem érik el az 1 Bq/l értéket, állóvizeknél – sekély vizű tavaknál – azonban 1-2 Bq/l érték is előfordul. Az eredmények szóródása jelentős, a maximum és minimum értékek aránya néhány tízszeres is lehet.

**7.1.1. táblázat. Egyes felszíni vizek mérési eredményeinek éves jellemzői (EüM és KvVM)**

| Radionuklid | Víz neve                 | Átlag<br>mBq/l | Minimum<br>mBq/l | Maximum<br>mBq/l | Szórás<br>mBq/l | N   | Kh<br>alatti |
|-------------|--------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----|--------------|
| Cs-137      | Balaton                  | -              | 15               | 43               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Duna                     | 4,1            | 0,28             | 10               | 3,4             | 45  | 28           |
| Cs-137      | Fehér tó                 | -              | 10               | 10               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Fertő tó                 | -              | 14               | 22               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Halastó (Orfű)           | -              | 15               | 67               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Hátori tó                | -              | 13               | 14               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Hármas-Körös             | -              | 10               | 10               | -               | 3   | 3            |
| Cs-137      | Hévíz                    | -              | 13               | 14               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Horgásztó<br>(Kecskemét) | -              | -                | 10               | -               | 1   | 1            |
| Cs-137      | Kapos                    | -              | -                | 4,2              | -               | 1   | 1            |
| Cs-137      | Kondor tó                | -              | 5,3              | 9,2              | -               | 4   | 4            |
| Cs-137      | Maros                    | -              | 10               | 10               | -               | 5   | 5            |
| Cs-137      | Rába                     | -              | 3,5              | 5,5              | -               | 3   | 3            |
| Cs-137      | Sárvári tó               | -              | 6,0              | 10               | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Séd                      | -              | 4,9              | 5,1              | -               | 2   | 2            |
| Cs-137      | Szelidi tó               | -              | 1,2              | 9,7              | -               | 6   | 5            |
| Cs-137      | Szinva                   | -              | 3,9              | 5,2              | -               | 2   | 1            |
| Cs-137      | Tisza                    | -              | 10               | 10               | -               | 10  | 10           |
| Cs-137      | Velencei tó              | -              | 13               | 16               | -               | 2   | 2            |
| Sr-90       | Duna                     | -              | 0,70             | 2,2              | -               | 16  | 10           |
| Össz-béta   | Balaton                  | 250            | 210              | 310              | 24              | 24  | 0            |
| Össz-béta   | Berettyó                 | -              | 220              | 610              | -               | 9   | 0            |
| Össz-béta   | Bódva                    | 130            | 100              | 210              | 30              | 12  | 0            |
| Össz-béta   | Deseda                   | -              | -                | 110              | -               | 1   | 0            |
| Össz-béta   | Dombori tó               | -              | -                | 210              | -               | 1   | 0            |
| Össz-béta   | Dráva                    | -              | 90               | 210              | -               | 9   | 0            |
| Össz-béta   | Duna                     | 130            | 10               | 600              | 49              | 167 | 0            |
| Össz-béta   | DVCS                     | 140            | 110              | 210              | 27              | 11  | 0            |
| Össz-béta   | Eger patak               | -              | 350              | 630              | -               | 8   | 0            |
| Össz-béta   | Fehér tó                 | -              | 390              | 550              | -               | 4   | 0            |
| Össz-béta   | Fehér-Körös              | -              | 100              | 130              | -               | 12  | 8            |
| Össz-béta   | Fekete-Körös             | -              | 100              | 700              | -               | 12  | 7            |
| Össz-béta   | Fertő tó                 | -              | 930              | 1200             | -               | 4   | 0            |
| Össz-béta   | Gyöngyös<br>patak        | -              | 220              | 250              | -               | 3   | 0            |
| Össz-béta   | Halastó (Orfű)           | -              | 91               | 110              | -               | 3   | 0            |
| Össz-béta   | Hátori tó                | -              | 19               | 64               | -               | 4   | 0            |
| Össz-béta   | Hármas-Körös             | -              | 100              | 210              | -               | 15  | 9            |
| Össz-béta   | Hernád                   | 180            | 140              | 240              | 28              | 12  | 0            |
| Össz-béta   | Hévíz                    | -              | -                | 140              | -               | 1   | 0            |
| Össz-béta   | Horgásztó<br>(Kecskemét) | -              | 150              | 210              | -               | 3   | 0            |
| Össz-béta   | Kapos                    | -              | 130              | 430              | -               | 8   | 0            |
| Össz-béta   | Kondor tó                | 130            | 110              | 150              | 10              | 12  | 0            |
| Össz-béta   | Kőérberki<br>patak       | 530            | 100              | 700              | 160             | 14  | 0            |
| Össz-béta   | Kraszna                  | 460            | 280              | 680              | 150             | 10  | 0            |

### 7.1.1. táblázat. (folytatás).

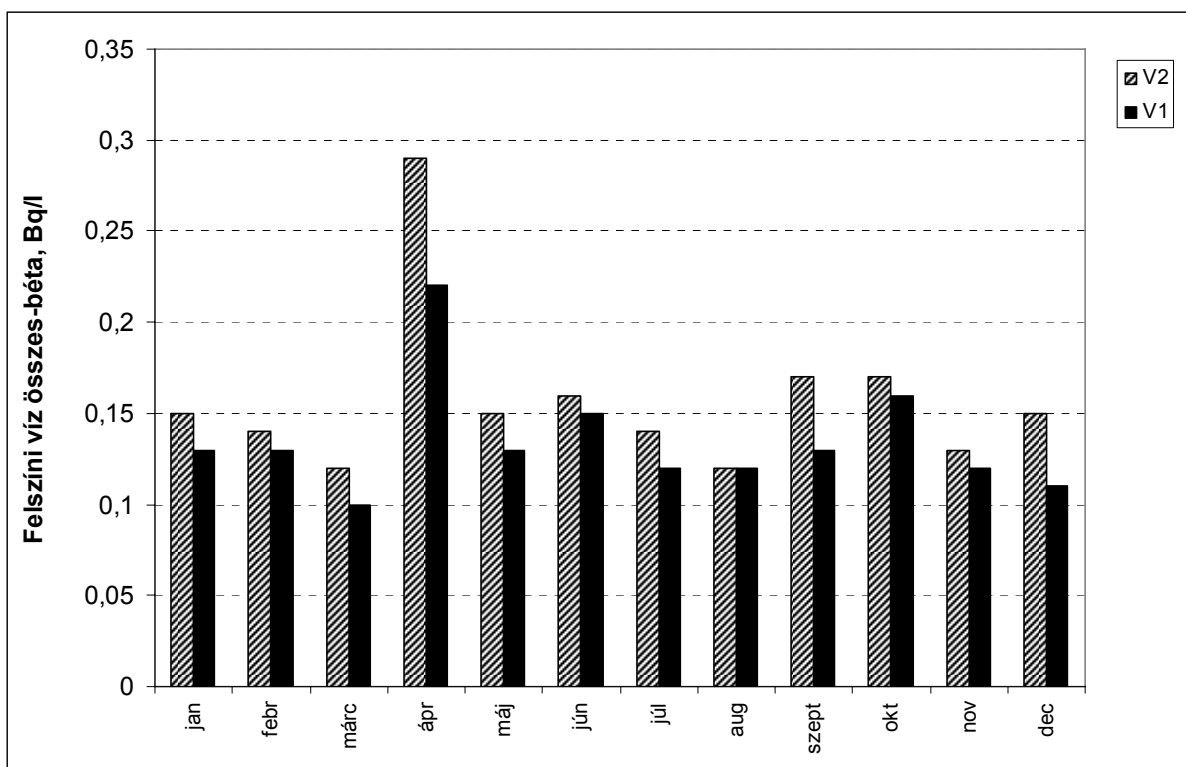
| Radionuklid | Víz neve               | Átlag<br>mBq/l | Minimum<br>mBq/l | Maximum<br>mBq/l | Szórás<br>mBq/l | N  | Kh<br>alatti |
|-------------|------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|----|--------------|
| Össz-béta   | Lajta                  | 120            | 100              | 130              | 13              | 10 | 0            |
| Össz-béta   | Maros                  | 160            | 100              | 280              | 59              | 16 | 6            |
| Össz-béta   | Nádor-<br>csatorna     | -              | 370              | 480              | -               | 9  | 0            |
| Össz-béta   | Omszki tó              | -              | 100              | 400              | -               | 2  | 0            |
| Össz-béta   | Pinka                  | -              | 90               | 130              | -               | 9  | 0            |
| Össz-béta   | Rába                   | 150            | 80               | 260              | 42              | 31 | 0            |
| Össz-béta   | Rakamaz                | 260            | 88               | 1200             | 330             | 10 | 0            |
| Össz-béta   | Sajó                   | 180            | 150              | 220              | 26              | 12 | 0            |
| Össz-béta   | Sárvári tó             | -              | 110              | 140              | -               | 3  | 0            |
| Össz-béta   | Sebes-Körös            | -              | 100              | 230              | -               | 13 | 8            |
| Össz-béta   | Séd                    | 150            | 72               | 300              | 65              | 11 | 0            |
| Össz-béta   | Sió                    | 300            | 230              | 410              | 66              | 10 | 0            |
| Össz-béta   | Sóstó<br>(Kiskunhalas) | -              | -                | 460              | -               | 1  | 0            |
| Össz-béta   | Szamos                 | -              | 130              | 410              | -               | 9  | 0            |
| Össz-béta   | Szelidi tó             | 200            | 110              | 500              | 69              | 24 | 0            |
| Össz-béta   | Szinva                 | 160            | 88               | 220              | 46              | 12 | 0            |
| Össz-béta   | Tarján patak           | -              | 170              | 230              | -               | 3  | 0            |
| Össz-béta   | Tisza                  | 160            | 60               | 370              | 76              | 55 | 10           |
| Össz-béta   | Túr                    | -              | 100              | 570              | -               | 9  | 0            |
| Össz-béta   | Velencei tó            | 1700           | 1500             | 2100             | 180             | 12 | 0            |
| Össz-béta   | Zala                   | -              | 69               | 650              | -               | 6  | 0            |

## 7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk

### 7.2.1. A Paksi Atomerőmű ellenőrzési adatai

Az erőmű környezet-ellenőrzési programja keretében rendszeresen méri a hidegvíz (V1) és melegvíz csatorna (V2) vizének aktivitáskoncentrációit. Az összes-béta aktivitások havi átlagait a 7.2.1. ábrán mutatjuk be.

A hidegvízcsatorna vizének aktivitáskoncentrációja meg kell hogy egyezzen a Dunáéval. Az erőmű hulladék vizeivel terhelt melegvízcsatornánál – a természetes radionuklidok járulékát is tartalmazó – összes-béta aktivitáskoncentráció emelkedése várható. A 7.2.1. ábrán a melegvízcsatorna vizének havi átlagai az esetek többségében meghaladják a hidegvízcsatorna hasonló értékeit.



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

## 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  | Kh alatti |
|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|----|-----------|
| C-14        | -          | 0,025        | 0,028        | -           | 4  | 0         |
| Cs-137      | -          | -            | -            | -           | 17 | 17        |
| H-3         | 0,83       | 0,67         | 1,1          | 0,15        | 12 | 0         |
| K-40        | 0,68       | 0,19         | 1,7          | 0,39        | 22 | 0         |
| Pb-212      | 0,011      | 0,0051       | 0,016        | 0,0030      | 12 | 1         |
| Ra-226      | -          | 0,0095       | 0,071        | -           | 8  | 6         |
| Összes-béta | 0,45       | 0,10         | 1,3          | 0,26        | 18 | 0         |



## 8. Ivóvíz

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.

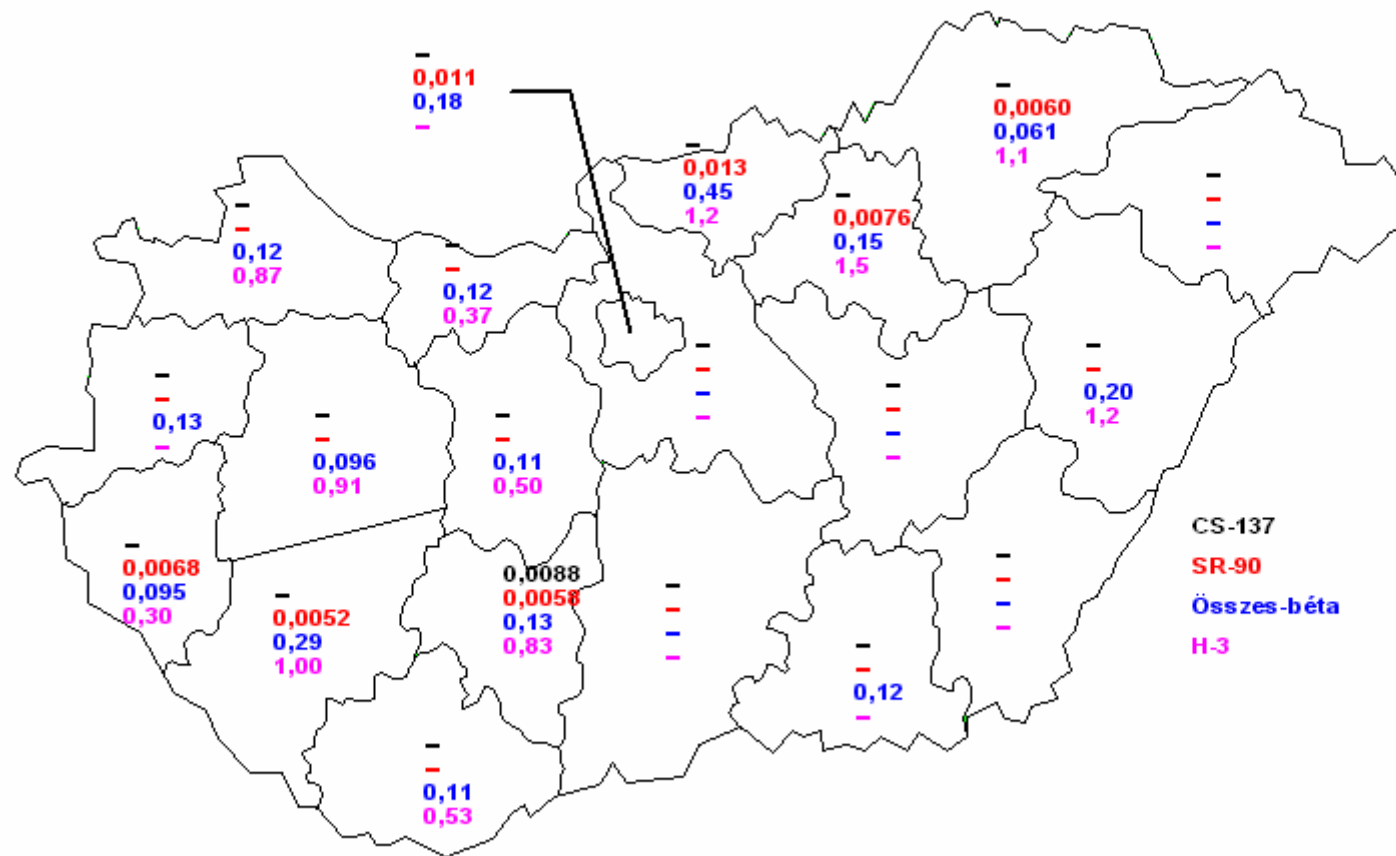
### 8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok

Országos ivóvíz-ellenőrzési programot az EüM 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. Jellemző kimutatási határok: 0,1-0,2 Bq/l ( $^3\text{H}$ ), 2-20 mBq/l ( $^{90}\text{Sr}$ ) és 8 mBq/l (összes-béta).

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 0,59 Bq/l, a legnagyobb érték is jóval kisebb mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) kormányrendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációi 0,0018-0,013 Bq/l között vannak, az összes-béta aktivitások átlaga 0,1 Bq/l.



8.1.1. ábra. Ivóvíz mérési eredmények éves maximum értékei (EüM, Bq/l) (a megyék jelentős részénél kimutatási határ alatti volt minden eredmény)

### 8.1.1. táblázat. Ivóvíz mérési eredmények éves jellemzői (EüM)

| Radionuklid | Megye | Átlag Bq/l | Minimum Bq/l | Maximum Bq/l | Szórás Bq/l | N  | Kh alatti |
|-------------|-------|------------|--------------|--------------|-------------|----|-----------|
| Cs-137      | BA    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | BZ    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | CS    | -          | -            | -            | -           | 3  | 3         |
| Cs-137      | FE    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | GY    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | HA    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | HE    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | KO    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | NO    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | SO    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | TO    | -          | 0,0045       | 0,0088       | -           | 20 | 18        |
| Cs-137      | VA    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | VE    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Cs-137      | ZA    | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| H-3         | BA    | -          | 0,48         | 0,53         | -           | 2  | 0         |
| H-3         | BZ    | -          | 0,87         | 1,2          | -           | 2  | 0         |
| H-3         | FE    | -          | -            | 0,50         | -           | 2  | 1         |
| H-3         | GY    | -          | 0,36         | 0,87         | -           | 2  | 0         |
| H-3         | HA    | -          | 0,33         | 1,2          | -           | 6  | 1         |
| H-3         | HE    | -          | 1,0          | 1,5          | -           | 2  | 0         |
| H-3         | KO    | -          | 0,37         | 0,37         | -           | 2  | 0         |
| H-3         | NO    | -          | 0,88         | 1,2          | -           | 2  | 0         |
| H-3         | SO    | -          | 0,89         | 1,1          | -           | 2  | 0         |
| H-3         | TO    | 0,47       | 0,15         | 0,83         | 0,25        | 24 | 4         |
| H-3         | VA    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| H-3         | VE    | -          | 0,67         | 0,91         | -           | 2  | 0         |
| H-3         | ZA    | -          | 0,25         | 0,30         | -           | 2  | 0         |
| Sr-90       | BA    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| Sr-90       | BP    | -          | 0,0018       | 0,012        | -           | 2  | 0         |
| Sr-90       | BZ    | -          | -            | 0,0060       | -           | 2  | 1         |
| Sr-90       | FE    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| Sr-90       | GY    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| Sr-90       | HA    | -          | -            | -            | -           | 6  | 6         |
| Sr-90       | HE    | -          | -            | 0,0076       | -           | 2  | 1         |
| Sr-90       | KO    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| Sr-90       | NO    | -          | -            | 0,013        | -           | 2  | 1         |
| Sr-90       | SO    | -          | -            | 0,0052       | -           | 2  | 1         |
| Sr-90       | TO    | -          | 0,0032       | 0,0058       | -           | 22 | 20        |
| Sr-90       | VA    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| Sr-90       | VE    | -          | -            | -            | -           | 2  | 2         |
| Sr-90       | ZA    | -          | -            | 0,0068       | -           | 2  | 1         |
| Összes-béta | BA    | -          | 0,098        | 0,11         | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | BP    | 0,12       | 0,094        | 0,18         | 0,031       | 35 | 1         |
| Összes-béta | BZ    | -          | 0,012        | 0,061        | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | CS    | 0,060      | 0,026        | 0,12         | 0,029       | 11 | 0         |
| Összes-béta | FE    | -          | 0,073        | 0,11         | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | GY    | -          | 0,059        | 0,12         | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | HA    | 0,12       | 0,080        | 0,20         | 0,030       | 35 | 0         |

### 8.1.1. táblázat. (folytatás).

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/l | Minimum Bq/l | Maximum Bq/l | Szórás Bq/l | N   | Kh alatti |
|-------------|----------|------------|--------------|--------------|-------------|-----|-----------|
| Összes-béta | HE       | -          | 0,078        | 0,15         | -           | 4   | 0         |
| Összes-béta | KO       | -          | 0,098        | 0,12         | -           | 4   | 0         |
| Összes-béta | NO       | -          | 0,090        | 0,45         | -           | 4   | 0         |
| Összes-béta | PE       | -          | -            | -            | -           | 1   | 1         |
| Összes-béta | SO       | -          | 0,067        | 0,29         | -           | 4   | 0         |
| Összes-béta | TO       | 0,081      | 0,056        | 0,13         | 0,021       | 60  | 0         |
| Összes-béta | VA       | -          | 0,069        | 0,13         | -           | 4   | 0         |
| Összes-béta | VE       | -          | 0,055        | 0,096        | -           | 4   | 0         |
| Összes-béta | ZA       | -          | 0,080        | 0,095        | -           | 4   | 0         |
| Cs-137      | Összesen | -          | 0,0045       | 0,0088       | -           | 35  | 33        |
| H-3         | Összesen | 0,59       | 0,15         | 1,5          | -           | 52  | 8         |
| Sr-90       | Összesen | -          | 0,0018       | 0,013        | -           | 52  | 43        |
| Összes-béta | Összesen | 0,10       | 0,012        | 0,45         | -           | 186 | 2         |

## 8.2. 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.) kormányrendelet előírásai alól is – hazánkban is erősen emelkedő mértékű fogyasztásuk indokolja radiológiai szempontból történő vizsgálatukat.

Az EüM ERMAH mérési programjában a decentrumok és az alapszintű laboratórium megyéiben szerepel negyedévenkénti mintavétel. A 2007-ben kapott eredményeket a 8.2.1. táblázatban foglaltuk össze. A mérések jellemző kimutatási határai: 0,1-0,2 Bq/l (összes-béta) és 0,05-0,1 Bq/l ( $^{137}\text{Cs}$ ).

Az ásványvizekre kapott eredményeket a 8.1.1. táblázatban szereplő aktivitáskoncentrációkkal összevetve megállapítható, hogy a vizsgált ásványvizek összes-béta aktivitása nem haladja meg jelentősen 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.

### 8.2.1. táblázat. Ásványvíz mérési eredmények jellemzői (EüM)

| Radionuklid | Megye    | Átlag Bq/l | Minimum Bq/l | Maximum Bq/l | Szórás Bq/l | N  | Kh alatti |
|-------------|----------|------------|--------------|--------------|-------------|----|-----------|
| Cs-137      | HA       | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Összes-béta | BP       | -          | 0,10         | 0,12         | -           | 9  | 2         |
| Összes-béta | BZ       | -          | 0,032        | 0,32         | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | CS       | -          | 0,070        | 0,090        | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | GY       | -          | 0,32         | 0,38         | -           | 4  | 1         |
| Összes-béta | HA       | -          | 0,060        | 0,27         | -           | 4  | 0         |
| Összes-béta | TO       | -          | 0,046        | 0,067        | -           | 4  | 0         |
| Cs-137      | Összesen | -          | -            | -            | -           | 1  | 1         |
| Összes-béta | Összesen | 0,14       | 0,032        | 0,38         | -           | 29 | 3         |

## 9. Vegyes élelmiszer

A „vegyes élelmiszer” megnevezés a lakosság által közvetlenül fogyasztott (feldolgozott, főtt) ételeket takarja. Az országos ellenőrzési programot az EüM ERMAH laboratóriumok végzik. A mintavétel gyakorisága féléves és az ún. decentrum régiókra terjed ki. A program összeállításánál cél volt, hogy a vizsgált készétel közétkeztetésből származzon, minél nagyobb lakossági csoport fogyasztását reprezentálja. Az ételmintákat 5 munkanapon (ha megoldható, egy teljes héten keresztül gyűjtik).

### 9.1. Országos adatok

A  $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidok aktivitáskoncentrációit az ERMAH laboratóriumok az ételminták hamvasztása után határozzák meg. A 2007. évi eredményeket a 9.1.1. táblázatban foglaltuk össze. Az eredményeket Bq/nap egységben adtuk meg. Jellemző kimutatási határok: 0,01-0,08 Bq/kg ( $^{90}\text{Sr}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidra egyaránt).

A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációk mindegyik vizsgált mintában a kimutatási határ alatt volt. A lakosság által fogyasztott ételekben tehát a csernobili eredetű  $^{137}\text{Cs}$  aktivitáskoncentrációja mára nem haladja meg a 0,07 Bq/nap szintet. A minták  $^{90}\text{Sr}$  koncentrációja hasonlóan alakult, azonban a mérési módszer által nyújtott nagyobb érzékenység miatt a minták közel felénél kimutatási határ feletti eredményeket kaptunk.

9.1.1. táblázat. Vegyesélelmiszer-minták mérési eredményeinek éves jellemzői (EüM)

| Radionuklid | Megye    | Átlag<br>Bq/nap | Minimum<br>Bq/nap | Maximum<br>Bq/nap | Szórás<br>Bq/nap | N  | Kh alatti |
|-------------|----------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|----|-----------|
| Cs-137      | BP       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Cs-137      | BZ       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Cs-137      | GY       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Cs-137      | HA       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Cs-137      | TO       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Sr-90       | BP       | -               | -                 | 0,026             | -                | 2  | 1         |
| Sr-90       | BZ       | -               | -                 | 0,064             | -                | 2  | 1         |
| Sr-90       | GY       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Sr-90       | HA       | -               | -                 | -                 | -                | 2  | 2         |
| Sr-90       | TO       | -               | 0,0047            | 0,013             | -                | 2  | 0         |
| Összes-béta | BP       | -               | 32                | 40                | -                | 2  | 0         |
| Összes-béta | CS       | -               | 23                | 31                | -                | 2  | 0         |
| Összes-béta | HA       | 31              | 18                | 52                | 11               | 10 | 0         |
| Cs-137      | Összesen | -               | -                 | -                 | -                | 10 | 10        |
| Sr-90       | Összesen | -               | 0,0047            | 0,064             | -                | 10 | 6         |
| Összes-béta | Összesen | 31              | 18                | 52                | -                | 14 | 0         |

## 10. A természetes eredetű sugárterhelés fontosabb forrásai

Természetes sugárterhelés alatt az élővilágra annak kialakulása óta ható, a Föld egyes részein különböző nagyságú sugárterhelést értjük. A természetes sugárterhelés jellemző világátlagos 2,0 mSv, azonban Földünk egyes területein ennél öt-tízszer nagyobb átlagértékek is előfordulnak (pl. India, Brazília, Kenya, Irán és Svédország egyes részein). Hazánkban elsősorban a radontól és bomlástermékeiktől származó nagyobb sugárterhelés miatt az átlagos sugárterhelés 3,1 mSv.

Az ez évi jelentésünkben a RAD Labor országos radonszint felmérésének a 2006. évi jelentésünkben közölt eredményeinek egy rövidített kivonatát ismertetjük, a 2007. évi eredményeket a 2008. évi eredményekkel együtt a következő évi jelentésünkben fogjuk ismertetni.

### 10.1. A RAD Labor országos felmérése

A radonszint a radon aktivitáskoncentráció ( $\text{Bq/m}^3$ ) éves átlaga. Ennek mérése a lakóterekbe kihelyezett CR39 passzív nyomdetektorokkal történt. Az adott lakótérben három évszakban besugárzott detektorok eredményeiből becsült negyedik, (nyári) évszak adatával kiegészítve, a négy évszak radon aktivitáskoncentrációját a besugárzási napok számával súlyozva kapták meg az éves átlagot, azaz a radonszintet. A radonszintek mérési bizonytalansága (hibája)  $50 \text{ Bq/m}^3$  alatt  $\approx 20\%$ ,  $100 \text{ Bq/m}^3$  fölött  $10\%$  alatt van, s a hiba annál kisebb, minél nagyobb a mért radonszint.

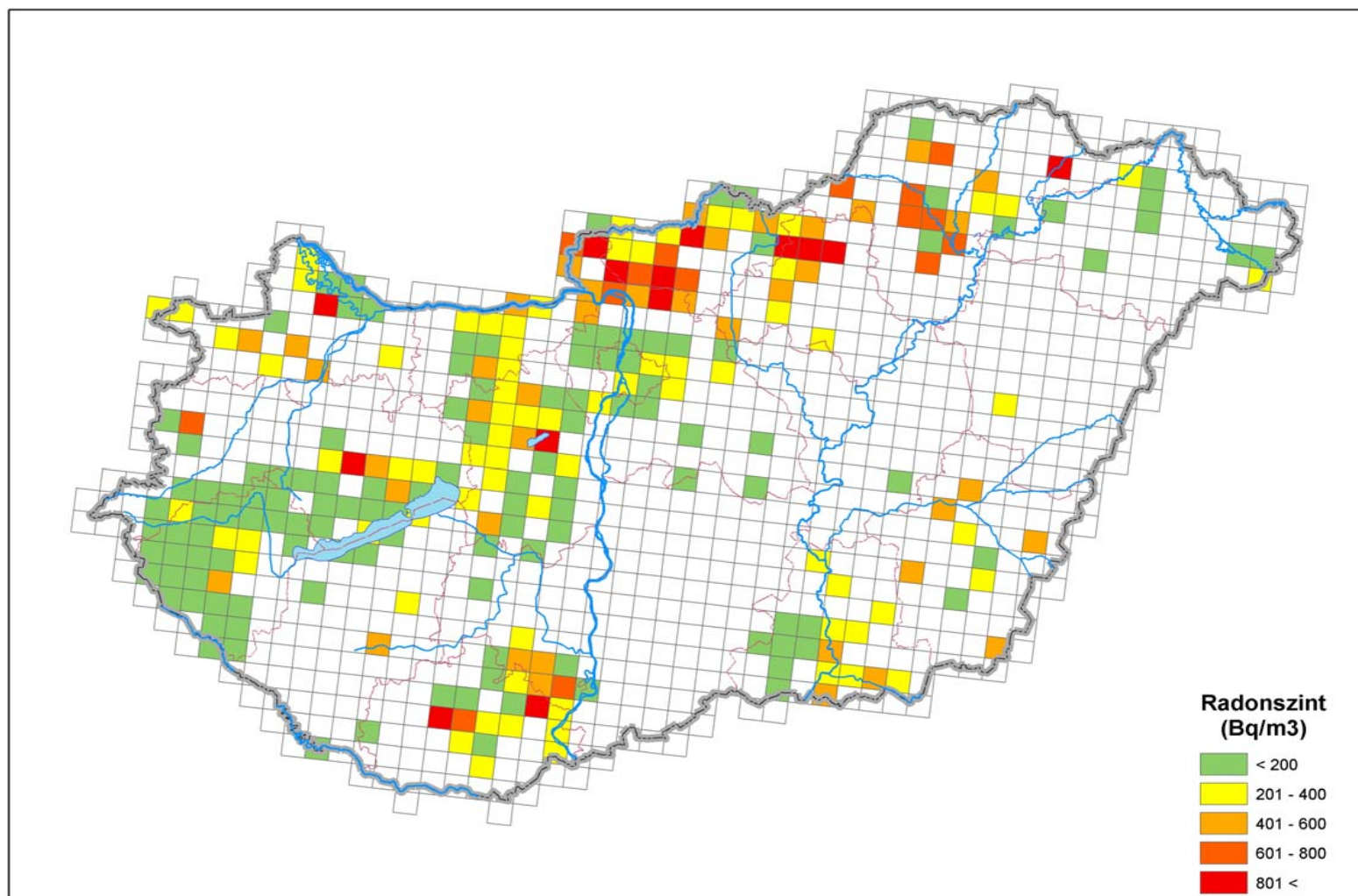
Az 1994-2006 közötti időszakban 17224 lakótérben történt mérés, közülük 11474 esetben 2006. végére a ház szerkezetét felmérő lapokat már feldolgozták.

A 10.1.1. ábra az 1994 és 2006 között mért 17224 lakótér radonszintjeit mutatja be  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$  négyzethálóban, minden négyzeten a maximum értéket választva a színezés alapjául.

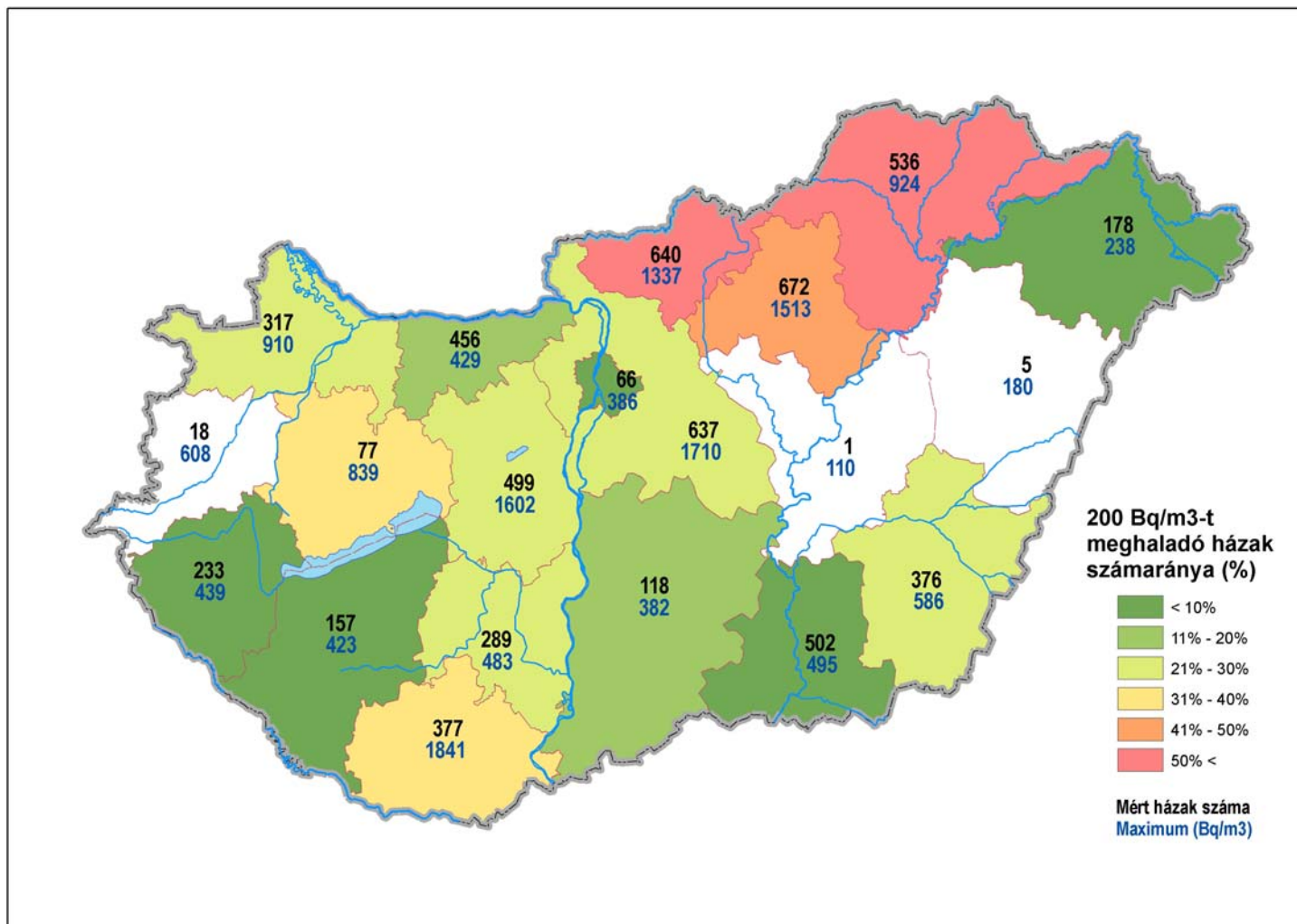
Az alápincézetlen, földszintes házakban (összes mintaszám 6154) történt mérések eredményeinek megyei összesítését mutatja a 10.1.2. ábra. A  $200 \text{ Bq/m}^3$  radonszintet meghaladó lakások számarányát 3 megyében (VA, JA és HA) nem lehetett meghatározni, mert nem volt hozzá elegendő adat.

---

A RAD Labor kutatásai részben a GVOP-3.1.1. -2004-5-0384/3.0 projekt keretében az Európai Unió és a Magyar Köztársaság támogatásával valósulnak meg, irányító hatóság a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség.



10.1.1. ábra. Magyarországi lakóterek radonszintje – a mért értékek maximuma



**10.1.2. ábra. Radonszint földszintes házak alapincézetlen szobáiban.** (Borsod-Abaúj-Zemplén, Csongrád és Pest megyék jelentős geológiai változatossága miatt a radonszintek e megyék területén jelentősen különbözőek)



## Irodalom

[1] A Paksi Atomerőmű Sugárvédelmi Osztálya 2007. évi jelentése (Szerk.: Dr. Bujtás Tibor, PA Zrt., Paks, 2008. március)

[2] Kocsy Gábor, Fülöp Nándor, Guzzi Judit és mtársai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2007-ban (Egészségtudomány, megjelenés alatt)

[3] HAKSER 2007 – A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2007. évi jelentése (Szerk.: Fülöp Nándor, OSSKI, Budapest, megjelenés alatt)

[4] FVM REH – éves jelentések