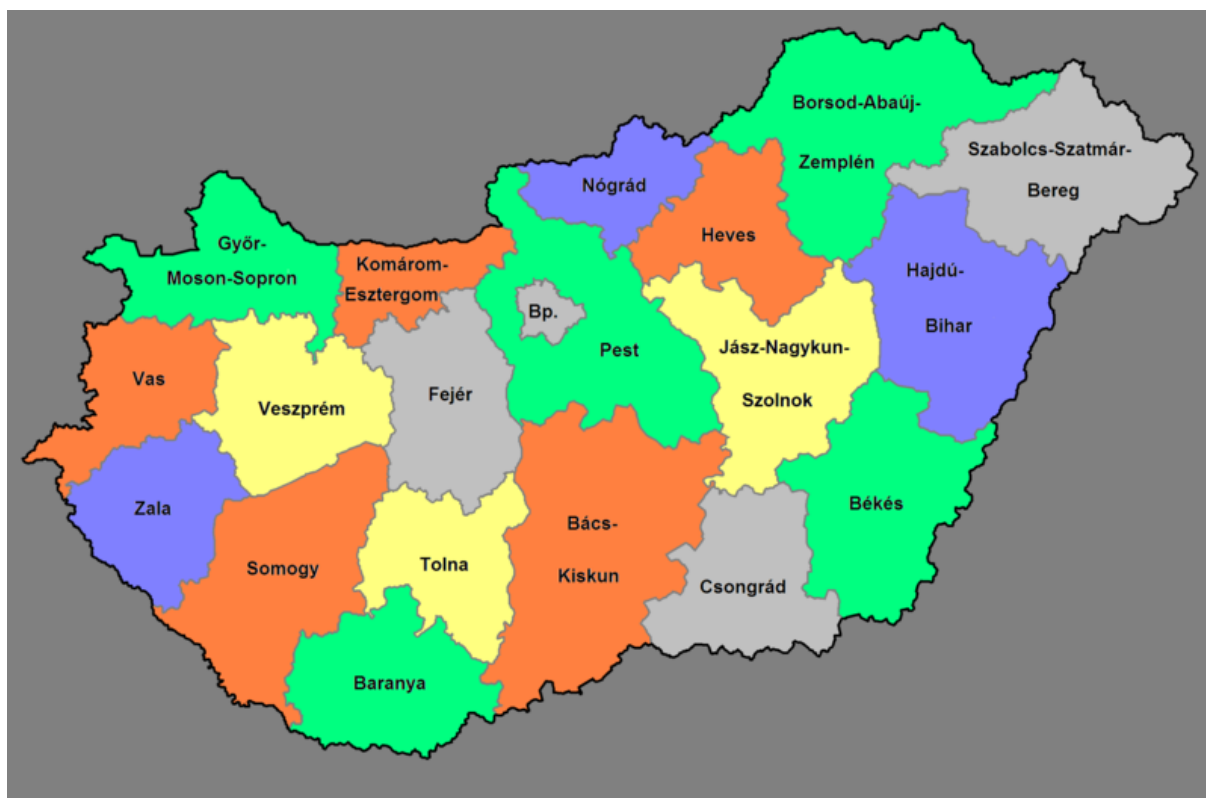




OKSER 2012

AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER) 2012. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2013. december

Tartalomjegyzék

Előszó.....	4
Bevezetés	8
Következtetések	10
Conclusion	10
1. Külső gamma-dózisteljesítmény	11
1.1. Országos adatok	12
1.1.1. A Radiológiai Távmérő hálózat adatai (BM OKF, MH, OMSZ, RHK Kft. - Bátaapáti).....	12
1.1.2. Az ERMAH mérési adatai.....	17
1.1.3. Az országos TLD mérőhálózat adatai (OSSKI)	17
1.1.4. Egyetemek mérési eredményei.....	20
1.2. Létesítményi mérési adatok.....	22
1.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai.....	22
1.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai	22
1.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai	23
1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények	24
1.2.3. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózisteljesítmények és aktivitáskoncentrációk (OSSKI)	26
1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések	27
2. Levegőszűrők (aeroszol)	28
2.1. Az országos ellenőrzési eredmények	28
2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk.....	30
2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei	30
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai	30
2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk	32
3. Kihullás (fall-out).....	33
3.1. Országos adatok	33
3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások	36
3.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei	36
3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények.....	36
3.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OSSKI)	37
3.2.4. A KFKI telephely területén mért eredmények	38
4. Talaj	39
4.1. Országos adatok	39
4.2. Létesítmények környezetében mért adatok	42
4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei	42
4.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OSSKI)	43
5. Növényzet	44
5.1. Takarmány	44
5.1.1. Országos adatok	44
5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok.....	49
5.1.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OSSKI).....	49
5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer	50
5.2.1. Országos adatok	51
5.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OSSKI).....	54
5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer.....	55
5.3.1. Országos adatok	55
6. Állati eredetű élelmiszerek.....	59
6.1. Tej, tejtermék	59
6.1.1. Országos adatok	59
6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi	63
6.2.1. Országos adatok	63
6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei	66
7. Felszíni vizek	68
7.1. Országos adatok	68
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk	71
7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai.....	71

7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai	71
7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai	72
7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei	72
7.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz- és iszapminták mérési eredményei (OSSKI)	73
8. Ivóvíz	74
8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok	74
8.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OSSKI)	78
8.3. Ásványvizek	78
9. Vegyes élelmiszer	79
9.1. Országos adatok	80
Irodalom	81

Előszó

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

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

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

Budapest, 2013. december 27.

Dr. Koblinger László
az OKSER Szakbizottság elnöke

Az OKSER tagjai (a Rendelet 1. sz. melléklete alapján):

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

Az OKSER Szakbizottság tagjai (2012. december):

Barnabás István (Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft)
Dr. Bujtás Tibor (Paksi Atomerőmű Zrt.)
Dr. Dobi Bálint (Vidékfejlesztési Minisztérium - Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat)
Fülöp Nándor (OSSKI, titkár)
Dr. Koblinger László (az Országos Atomenergia Hivatal képviselőjében, az OKSER Szakbizottság elnöke)
Dr. Lévai Zoltán (Gazdasági Minisztérium)
Dr. Pellet Sándor (Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Egészségügyi Ágazat)
Dr. Zagyvai Péter (Magyar Tudományos Akadémia - Energiatudományi Kutatóközpont)
Huszka Ádám (Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Oktatási Ágazat)
Szeitz Anita (Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - BM OKF)
Dr. Tarján Sándor (Vidékfejlesztési Minisztérium - Földművelésügyi Ágazat)
Micskey Gusztáv (Magyar Honvédség)

A Szakbizottság ülésein állandó meghívott Szarka Zsolt tű. alezredes (BM OKF).

Az OKSER adatszolgáltató ágazatok rövidítése:

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

A 2012. évi jelentésben szereplő mérési adatokat szolgáltató szervezetekben a mérésekben és adatküldésben részt vett intézmények és szakemberek (a Földművelésügyi Ágazat nem nevezte meg a résztvevő szakembereket):

NEMZETI ERŐFORRÁS MINISZTERIUM - EGÉSZSÉGÜGYI ÁGAZAT (OSSKI és ERMAH LABORATÓRIUMOK)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Glavatszkih Nándor

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

VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM - FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÁGAZAT

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

Kecskeméti Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Miskolci Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Székesfehérvári Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Debreceni Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Kaposvári Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Veszprémi Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium

Szekszárdi Élelmiszerlánc Radioanalitikai Laboratórium

Szombathelyi Élelmiszerlánc Radioanalitikai Laboratórium

Radioanalitikai Referencia Laboratórium

HONVÉDELMI MINISZTERIUM (MAGYAR HONVÉDSÉG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Farkas Ferenc

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

VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM - KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI ÁGAZAT

Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek:

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Vancsura Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Alföldi Attila, Bató Zsolt Flórián, Dr. Csenke Zoltánné, Gaál Erzsébet, Horn Adrienn, Kálmán Gyula, Lipták Magdolna, Lukács Marianna, Muránszky Mária, Révész Vass Ildikó, Sinka Gáborné, Ulrich Zsolt, Vass István

Országos Meteorológiai Szolgálat:

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Nagy József

A mérésekben és adatküldésben részt vett: Dr. Sándor Valéria

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA (KFKI ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Zagytai Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Zagytai Márton, Földi Anikó, Tótsági László

NEMZETI ERŐFORRÁS MINISZTERIUM - OKTATÁSI ÁGAZAT

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Huszka Ádám

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

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

BELÜGYMINISZTERIUM (ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

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

MVM PAKSI ATOMERŐMŰ ZRT. (PA ZRT.)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Ranga Tibor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Daróczi László, 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 2012. évi jelentése az Információs Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2012. évre vonatkozó mérési eredményeket közel 69000 rekord tartalmazza). Az eredmények feldolgozásánál, összesítésénél és bemutatásánál a következő főbb szempontokat érvényesítettük:

- a) A jelentésben az izotópok jelölését a közvetlen számítógépes lekérdezések eredményeként előálló táblázatokban és ábrákon a szabványos „^{AAA}Xy” alak helyett „XY-AAA” alakban adtuk meg.
- b) A mérési eredményeket elsősorban a mintafajták, nagyobb mintacsoportok szerint (pl. talaj, növényzet, állati eredetű élelmiszerek) csoportosítottuk. Ezeken belül azonban – indokolt esetben – alcsoportokat (pl. takarmány, növényi eredetű nyers élelmiszer, feldolgozott növényi eredetű élelmiszer) képeztünk.
- c) Az eredmények egyik nagy csoportja az országos sugárzási helyzetet jellemzi általában, míg a másik csoport valamilyen létesítmény működéséhez, annak esetleges hatásaihoz köthető. (A két csoportot eredményező ellenőrzési programok között lényeges különbségek vannak, ezekre most nem kívánunk kitérni.)
- d) Természetes csoportosítási lehetőséget jelent a mért mennyiség, radionuklid, aktivitás stb. szerinti besorolás. Lehetőség szerint törekedtünk az ún. nuklidspecifikus eredmények bemutatására, azonban nem hagyhattuk el a mérési programok jelentős részét képviselő – inkább indikátor jellegű mennyiségnek tekinthető – összes béta-aktivitási adatokat sem. Megjegyzendő, hogy a környezeti gamma-dózisteljesítmény adatokat egyes laboratóriumok Gy, más laboratóriumok Sv egységben közlik.
- e) A b) pontnak megfelelően az országos ellenőrzési eredmények alapvető megjelenítési formái az éves átlagok, valamint egyéb statisztikai jellemzőket bemutató térképek és táblázatok. Tekintettel arra, hogy a mintavételi programok általában megyei szintig lebontottak – kivétel a gamma-dózisteljesítmény és a felszíni vizek ellenőrzése – a feldolgozás térbeli felbontása is ennek megfelelő. (A táblázatokban használt megyekódok feloldását az 1. táblázatban közöljük.) A létesítményekhez kötött ellenőrzési programok eredményeinek bemutatásánál – ahol a hatások kimutatása a fő cél – az időbeli változások megjelenítésére törekedtünk.
- f) A létesítmények ellenőrzési eredményeinél a telephelyet és annak környezetét általában jellemző adatsorokat választottunk, nem volt célunk az egyes munkahelyekre, műveletekre érvényes sugárzási viszonyok bemutatása.
- g) Az alkalmazott érzékeny technikák, eszközök ellenére a mérések több mintafajtánál is nagy számban kimutatási határ alatti eredményeket szolgáltatottak. A kimutatási határ feletti és alatti eredmények megfelelő statisztikai kezelésére a táblázatos összefoglalásokban a következő módszert alkalmaztuk:
 - átlagot és szórást csak abban az esetben képeztünk, ha a kimutatási határ feletti eredmények száma legalább tíz volt (ekkor a kimutatási határ alatti eredményeket a kimutatási határ értékével vettük figyelembe); azonban az országos táblázatokban az országos összesítéseknél (a táblázatok alsó soraiban) sehol sem adtuk meg a szórást, csak a megyei eredményeknél - a fentieknek megfelelően.
 - csak a minimum és maximum értékeket adtuk meg, ha a kimutatási határ feletti eredmények száma 2 és 10 közötti volt;

- csak a maximum értéket szerepeltettük – megállapodás szerint –, ha csupán 1 kimutatási határ feletti eredmény volt;
- végül nem közöltünk eredményt, ha minden adat kimutatási határ alatti volt;
- természetesen az eredmények összesített számán kívül minden esetben feltüntettük a kimutatási határ alattiak számát is.
- A térképeknél – az egységes megjelenítés érdekében – mindenütt a maximumokat tüntettük fel.

1. táblázat. A megyék kódjai

Megye kódja	Megye
BA	Baranya
BE	Békés
BK	Bács-Kiskun
BP	Budapest
BZ	Borsod-Abaúj-Zemplén
CS	Csongrád
FE	Fejér
GY	Győr-Moson-Sopron
HA	Hajdú-Bihar
HE	Heves
JA	Jász-Nagykun-Szolnok
KO	Komárom-Esztergom
NO	Nógrád
PE	Pest
SO	Somogy
SZ	Szabolcs-Szatmár-Bereg
TO	Tolna
VA	Vas
VE	Veszprém
ZA	Zala

A közölt átlagokhoz – ahol a fentiek szerint ilyet képezhettünk – megadtuk az eredményekből számolt szórásokat is (kivéve az országosan összesített átlagoknál). Az egyedi mérési eredmények bizonytalanságáról elmondható, hogy a mérések relatív hibája általában nem haladja meg a 10 %-ot. Nagyobb és nehezen, vagy egyáltalán nem számszerűsíthető bizonytalanságot eredményez a mintavétel olyan környezeti mintáknál, ahol jelentős mértékű inhomogenitás fordulhat elő (pl. a csernobili atomerőmű balesetből származó ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációja a talajban).

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

Budapest, 2013. december 27.

Fülöp Nándor
az OKSER Információs Központ vezetője

Következtetések

Hangsúlyozni kell, hogy míg az Európai Unió rendelete szerint {Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020) (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)} az élelmiszerekben a ^{134}Cs és ^{137}Cs radionuklidok megengedhető együttes legnagyobb szintje 600 Bq/kg (tejben, tejtermékekben és csecsemőélelmiszerben 370 Bq/kg), addig a Magyarországon kapható, feldolgozott élelmiszerekben a 2012-ben mért legnagyobb értékek is 40 Bq/kg alatt maradtak.

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

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy mind az országos, mind a létesítményi környezet-ellenőrzés során kapott eredmények szerint az engedélyhez kötött tevékenységeknek a környezetre illetve lakosságra gyakorolt hatása elhanyagolható, a radioaktív izotópok koncentráció értékei több mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alatt maradnak.

Conclusion

It should be emphasized that the activity concentration of radiocaesium concentrations remained below 40 Bq/kg in foodstuffs available in Hungary in 2012. The maximum permitted levels according to the Council Regulation {Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020) (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)} on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station are 600 Bq/kg in general and 370 Bq/kg for milk, milk products and infant foods, for the sum of ^{137}Cs and ^{134}Cs .

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

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

1. Külső gamma-dózisteljesítmény

Az Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER) részeként működő Radiológiai Távmérő Hálózatát (TMH) hat üzemeltető ágazat működteti. Az OSJER TMH ágazatai és az általuk üzemeltetett mérőállomások a következők:

- Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) – 26 állomás
- Magyar Honvédség (MH); – 40 állomás
- Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ); – 29 állomás
- Paksi Atomerőmű Zrt (PA Zrt); – 20 állomás
- Nemzeti Erőforrás Minisztérium (NEFMI – oktatási ágazat); – 13 állomás
- Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft. – Bábaapáti telephely) – 4 állomás

A mérőállomásáról származó gamma-dózisteljesítmény adatok az egyes ágazati információs központokon keresztül a BM OKF Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba érkeznek, ahonnan a megfelelő feldolgozás után rendszeres időközönként átadásra kerülnek az OKSER adatbázisa számára, valamint a sugárzási adatok felhasználásával készített országos sugárzási helyzetjelentés havi rendszerességgel megküldésre kerül az ONER ágazatok vezetőinek.

Alaphelyzetben a BM OKF, a NEFMI, a PA Zrt. és az RHK Kft. 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 kerülnek át az OKSER adatbázisba. A rendszerben a riasztási szint minden mérőállomáson egységesen 500 nSv/óra. A BM OKF alkalmaz egy figyelmeztetési szintet is, aminek a túllépése esetén a változást ki kell vizsgálni. A figyelmeztetési szint értéke 250 nSv/h. A riasztási szint túllépése esetén az egyes mérőállomások a központba riasztási jelet küldenek és ezután minden mérőállomás esetében lehetőség van átállni a 10 percenként történő adattovábbításra. A riasztási állapot elérése után a rendszer az OKSER adatbázis számára az adatokat az alaphelyzethez képest nagyobb gyakorisággal tudja biztosítani.

A mérési adatok a lakosság részére a www.katasztrofavedelem.hu, www.met.hu honlapokon keresztül elérhetőek. Az Európai Unió által indított EURDEP (Európai Radiológiai Adatcsere Platform) program keretében az adatokat a szervező intézetbe (Joint Research Centre, Ispra, Olaszország) is megküldi a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság így ezek az ottani honlapon (www.eurdep.jrc.ec.europa.eu) 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 2012. évi eredményeit a megfelelő alfejezetekben ismertetjük.

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

1.1. Országos adatok

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

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

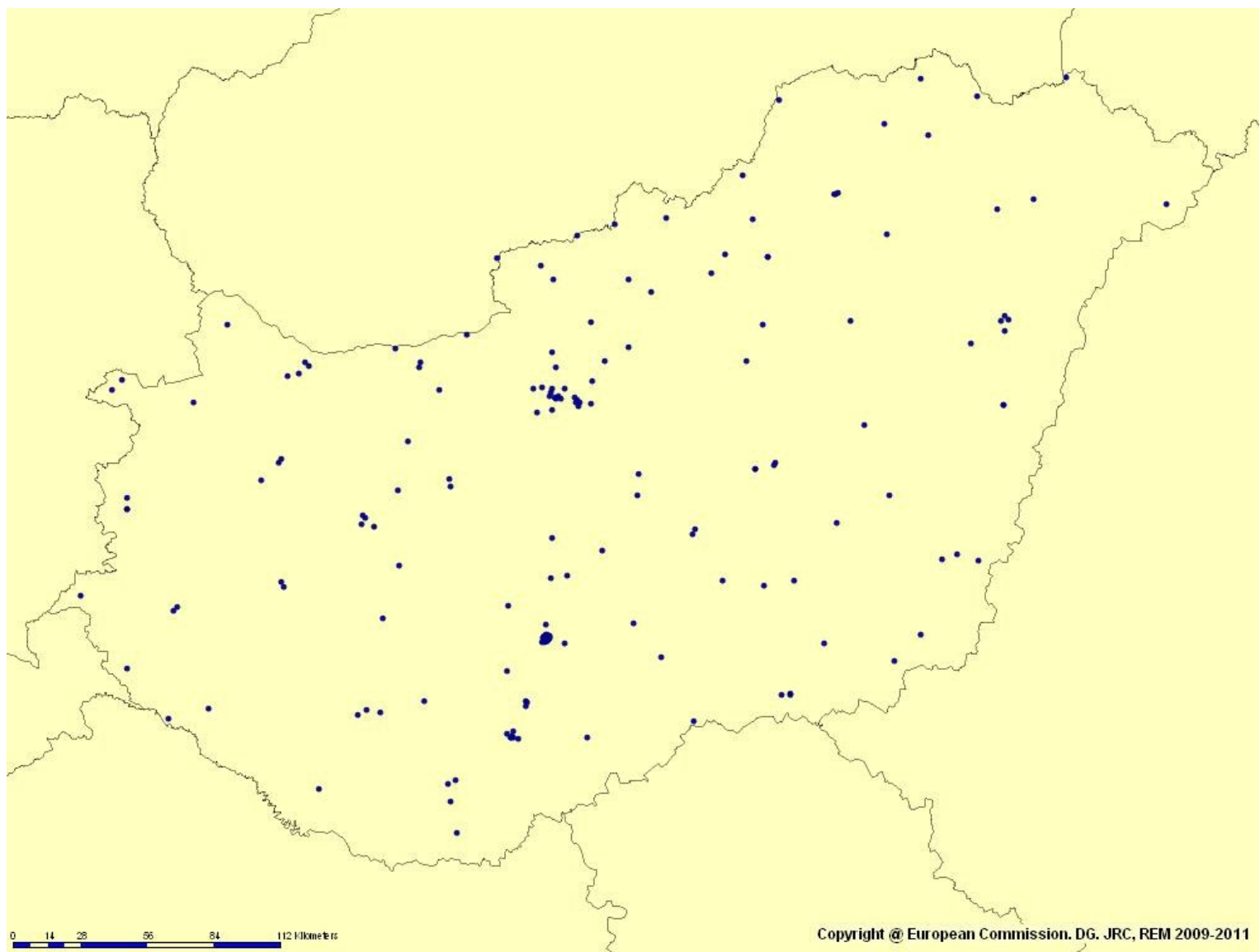
Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

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

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

Az 1.1.2. ábrán a napi dózisteljesítmények országos átlagának, illetve az adott napon mért minimum és maximum értékeknek a változása látható 2012-ben. 2012-ben nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga - 95 nSv/óra - ami hozzávetőlegesen megegyezik a 2011. évi értékkel, a napi átlagok a 40-184 nSv/óra közötti tartományban mozogtak.

A mérőállomások telepítési helye alapvetően meghatározza a dózisteljesítmény szintjét, pl. a Tatán telepített mérőállomások (HU0304 és HU0416 kódok) eredményei jelentősen eltérnek egymástól (1.1.1. táblázat). Ennek oka az, hogy míg az egyik mérőállomás füves terepen, a másik salakkal borított területen van telepítve, és a salak jelentősen megnöveli a dózisteljesítményt.



1.1.1. ábra. A dózisteljesítmény-mérőhelyek országos elhelyezkedése

1.1.1. táblázat. Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2012-ben (N az üzemelő napok számát jelöli)

Állomáskód*	Település neve	Átlag nSv/h	Maximum nSv/h	Minimum nSv/h	Szórás nSv/h	N
HU0101	Rétság	102	115	98	3	141
HU0104	Ózd	85	96	79	3	149
HU0109	Szekszárd	103	118	84	5	366
HU0118	Veszprém	104	113	97	4	160
HU0120	Budapest XIV. OKF	87	137	82	4	271
HU0124	Salgótarján	99	111	89	3	366
HU0130	Gyomaendrőd	101	124	83	5	337
HU0131	Vajta	90	150	77	5	366
HU0132	Budapest - Ferihegy	87	104	77	3	364
HU0133	Komárom	100	135	92	5	85
HU0134	Szombathely	107	117	102	2	101
HU0135	Solt	88	106	85	3	46
HU0136	Zalaegerszeg	100	117	96	3	95
HU0137	Kisújszállás	94	112	77	8	125
HU0138	Berettyóújfalu	77	85	68	6	47
HU0139	Hajdúszoboszló	90	101	75	6	288
HU0140	Gyula	104	120	83	8	211
HU0141	Mezőkovácsháza	96	111	82	7	324
HU0142	Kiskunfélegyháza	67	75	60	4	55
HU0143	Vámosmikola	-	102	101	-	2
HU0144	Mór	107	121	94	6	303
HU0145	Siófok	83	89	79	2	68
HU0146	Dombóvár	89	97	73	8	48
HU0147	Letenye	97	114	88	6	105
HU0148	Lenti	99	105	94	3	106
HU0149	Tiszaújváros	102	117	85	5	361
HU0201	Bátaapáti - Zsibrik halastó	124	145	109	5	347
HU0202	Bátaapáti - Mórág	153	174	126	8	335
HU0204	Bátaapáti - Vadászház	160	184	130	8	346
HU0330	Budapest X.ker. MH ARB 2.RB	95	112	88	3	309
HU0302	Székesfehérvár	83	95	78	2	363
HU0331	Budapest XIII. ker. HM II	74	84	70	2	364
HU0303	Veszprém	80	109	74	3	363
HU0304	Tata	153	176	136	7	355
HU0310	Debrecen	84	97	76	4	311
HU0312	Hódmezővásárhely	102	115	85	5	363
HU0305	Győr	84	95	77	3	123
HU0332	Zalaegerszeg	110	126	104	3	363
HU0322	Medina	87	100	70	5	229
HU0333	Miskolc	126	146	106	4	352
HU0335	Békéscsaba	99	110	89	3	211
HU0336	Kalocsa	97	111	83	4	353

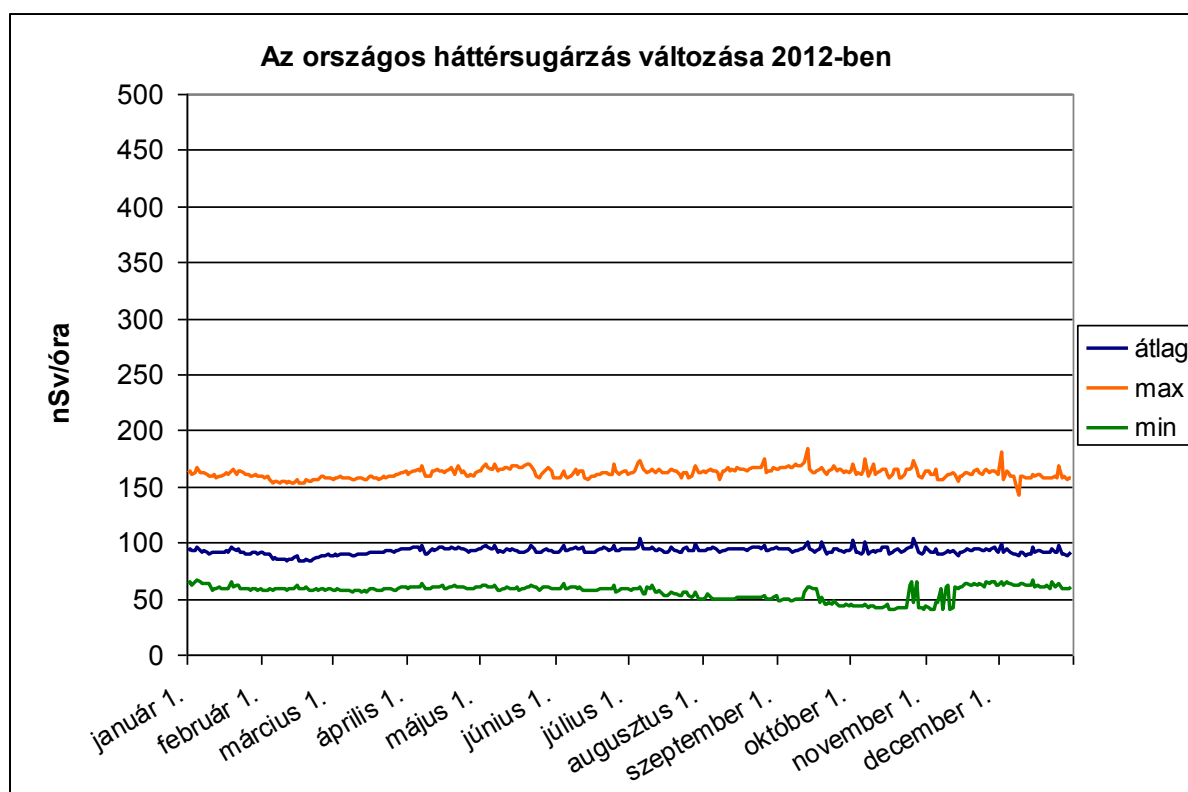
1.1.1. táblázat (folytatás)

Állomáskód*	Település neve	Átlag nSv/h	Maximum nSv/h	Minimum nSv/h	Szórás nSv/h	N
HU0337	Pápa Repülőtér 1	77	100	72	3	361
HU0307	Várpalota	96	117	83	4	361
HU0316	Kaposvár	133	148	102	10	331
HU0338	Szekszárd	140	158	113	8	362
HU0313	Szentendre	96	112	89	3	361
HU0339	Budapest XI. ker. MH BHD	100	116	92	3	362
HU0311	Táborfalva	85	113	78	3	361
HU0328	Kecskemét Repülőtér 1	82	95	73	3	362
HU0329	Szentes	109	122	96	5	199
HU0341	Kál	84	121	76	3	362
HU0326	Jobbágyi	90	119	85	3	361
HU0344	Budapest V. ker. HM I	85	118	80	3	361
HU0390	Budapest XI. Ker. HM IV	130	145	123	3	361
HU0301	Siklós	116	130	100	5	193
HU0346	Budakeszi	118	132	109	3	331
HU0391	Bánkút	96	128	80	6	338
HU0389	Buják	91	108	83	3	234
HU0387	Erdőbénye	98	128	81	5	361
HU0348	Pusztavacs	80	99	75	3	362
HU0349	Budapest XV. ker. MH ARB	88	99	83	2	281
HU0350	Budapest II. ker. MH 1. HTHE	97	110	90	3	335
HU0351	Recsk	99	129	90	4	361
HU0355	Szolnok Repülőtér 1	96	114	80	5	361
HU0356	Kecskemét Repülőtér 2	79	104	69	3	361
HU0357	Pápa Repülőtér 2	94	118	86	4	361
HU0358	Szolnok Repülőtér 2	95	114	79	5	361
HU0400	Mosonmagyaróvár	104	116	95	4	250
HU0401	Nyíregyháza Napkor	75	93	68	3	366
HU0402	Sopron	78	98	72	3	365
HU0403	Baja	81	95	70	3	302
HU0404	Békéscsaba	79	97	64	4	265
HU0405	Kékestető	88	105	73	7	300
HU0406	Budapest XVIII. ker. (Lőrinc)	80	97	74	3	321
HU0407	Győr	80	91	72	3	366
HU0408	Szentgotthárd Farkasfa	58	80	40	12	250
HU0409	Szeged	78	93	61	5	280
HU0410	Debrecen	76	89	64	3	337
HU0411	Miskolc	75	97	67	3	279
HU0412	Pécs / Pogány RK	106	140	74	13	183
HU0413	Jószaő	76	111	70	3	301
HU0414	Szécsény	84	108	72	4	281
HU0415	Tát	73	84	65	2	343
HU0416	Tata	74	87	64	3	343

1.1.1. táblázat (folytatás)

Állomáskód*	Település neve	Átlag nSv/h	Maximum nSv/h	Minimum nSv/h	Szórás nSv/h	N
HU0417	Záhony	86	103	79	3	285
HU0418	Nagykanizsa	99	116	54	8	266
HU0419	Homokszentgyörgy	97	122	83	5	295
HU0420	Jászapáti	107	129	83	9	281
HU0421	Kelebia	81	92	74	3	285
HU0422	Pápa / Nyárád	97	116	87	4	339
HU0423	Pátyod	91	105	83	3	298
HU0424	Pitvaros	88	104	79	3	303
HU0425	Sátoraljaújhely	73	82	62	4	295
HU0426	Soltvadkert	95	113	86	4	365
HU0427	Tésa	88	106	77	4	366
HU0428	Bátaapáti	121	135	94	9	200

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



1.1.2. ábra. A napi dózisteljesítmények országos átlagainak, maximális és minimális értékeinek változása 2012-ben

1.1.2. Az ERMAH mérési adatai

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

1.1.2. táblázat. Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai

	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	119	100	140	9	50
Debrecen	143	120	160	12	37
Győr	104	92	115	5	52
Miskolc	131	115	152	8	52
Szeged	103	94	119	5	39
Szekszárd	109	92	132	9	51
OSSKI	94	75	115	8	231

1.1.3. Az országos TLD mérőhálózat adatai (OSSKI)

A környezeti gamma-dózisteljesítmény mérésére egy 105 mérési helyszínből álló országos mérőhálózatot tartunk fenn. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyed, illetve félévente küldjük ki a termolumineszcens detektorokat (TLD) postán, így minden detektor negyed, illetve éves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki. A mérési pontokat (települések nevét) és a 2012-es mérési eredményeket az 1.1.3. ábra, illetve az 1.1.3. 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

1.1.3. táblázat. Az országos TLD mérőhálózat 2012. évi mérési eredményei

Település	Dózisfeljesítmény (nSv/h)			
	2011. 4. n. év + 2012. 1. n. év	2012. 2. negyedév	2012. 3. negyedév	2012. 4. n. év + 2013. 1. n. év
ALCSÚTDOBOZ	97,5	88,5	96,2	89,7
ÁRPÁDTETŐ	99,1	92,7	104,5	92,5
BÁCSALMÁS	85,5	84,8	100,1	-
BAJA	79,6	84,2	97,3	84,2
BALASSAGYARMAT	79,7	80,6	90,0	81,2
BÉKÉSCSABA	-	78,5	86,1	77,1
BERETTYÓÚJFALU	87,0	82,1	94,3	80,3
BORSODNÁDASD	74,6	74,4	84,2	73,8
BUDAPEST I.	105,4	95,1	95,1	-
BUDAPEST II.	77,3	67,7	74,0	72,6
BUDAPEST II. ker.	86,8	82,9	95,9	81,3
BUDAPEST XII. ker.	67,4	72,6	78,6	63,7
BUDAPEST XXII. ker.	86,8	99,2	97,8	80,1
CEGLÉD	70,7	71,8	80,8	74,2
DEBRECEN	79,6	76,5	85,2	75,6
DOBOGÓKŐ	81,0	78,0	90,4	74,2
ESZTERGOM	78,0	55,9	68,1	60,1
FARKASGYEPŰ	77,7	79,3	88,0	82,7
GALYATETŐ	79,7	73,4	87,9	83,7
GÖDÖLLŐ	74,5	73,6	81,2	72,9
GYÖNGYÖS	106,6	100,0	116,4	103,7
GYÖNGYÖSSOLYMOS	156,8	-	-	-

1.1.3. táblázat. (folytatás)

Település	Dózisteljesítmény (nSv/h)			
	2011. 4. n. év + 2012. 1. n. év	2012. 2. negyedév	2012. 3. negyedév	2012. 4. n. év + 2013. 1. n. év
GYŐR	92,6	85,8	99,7	91,1
HAJDÚDOROG	78,2	75,3	89,7	78,3
HAJDÚSZOBOSZLÓ	92,6	84,9	98,2	91,3
HIDVÉGARDÓ	68,2	71,6	77,6	-
HOLLÓHÁZA	104,3	99,5	113,7	76,8
HORTOBÁGY	83,8	83,6	87,1	81,5
IREGSZEMCSE	-	84,3	96,8	-
IZSÁK	79,5	79,5	84,8	74,6
JÁSZAPÁTI	85,1	85,7	94,9	84,9
JÁSZBERÉNY	69,2	78,8	80,5	86,8
KÁLD	88,1	80,6	85,8	74,9
KARCAG	-	-	119,7	-
KAZINCBARCIKA	101,9	95,9	95,0	103,5
KECSKEMÉT	75,5	76,4	74,7	72,8
KÉKESTETŐ	72,7	74,2	84,2	68,9
KESZTHELY	69,8	83,1	96,0	80,4
KIRÁLYRÉT	92,9	89,5	101,7	86,5
KISAPOSTAG	87,0	86,3	95,5	82,3
KISBÉR	-	79,6	97,9	81,7
KISKUNFÉLEGYHÁZA	89,2	86,7	100,5	86,0
KISTELEK	60,0	61,6	67,6	63,2
KISVÁRDA	98,9	78,1	87,3	73,8
KOMÁROM	59,5	77,2	-	108,0
KOMPOLT	84,4	73,8	87,6	76,1
KÖRMEND	84,0	-	-	77,3
KŐRÖSSZAKÁL	92,5	87,7	95,3	87,4
KUNSZENTMIKLÓS	80,0	83,7	85,3	78,9
LENTI	93,0	91,1	100,3	87,1
LETENYE	-	89,3	98,9	88,0
MAKÓ	81,8	79,6	87,9	83,4
MARCALI	67,0	68,6	78,0	63,1
MARTONVÁSÁR	-	87,2	100,2	88,4
MÁTÉSZALKA	85,1	79,6	93,6	93,7
MENCSELY	70,3	73,1	81,6	72,6
MEZŐHEGYES	90,8	90,6	102,3	91,2
MISKOLC	79,6	75,1	84,5	79,3
MOHÁCS	-	-	105,1	-
MONOR	70,1	66,5	76,4	67,7
MOSONMAGYARÓVÁR	-	75,6	85,3	78,5
NAGYHÖRCSÖK	97,8	90,5	100,1	93,0
NAGYKANIZSA	82,6	83,7	93,4	78,0
NAGYKÁTA	65,3	64,9	72,7	60,8
NAGYKÓNYI	56,4	96,2	103,4	92,0
NYÍREGYHÁZA	63,2	65,2	70,9	64,2
ÖRKÉNY	76,6	73,6	87,3	-

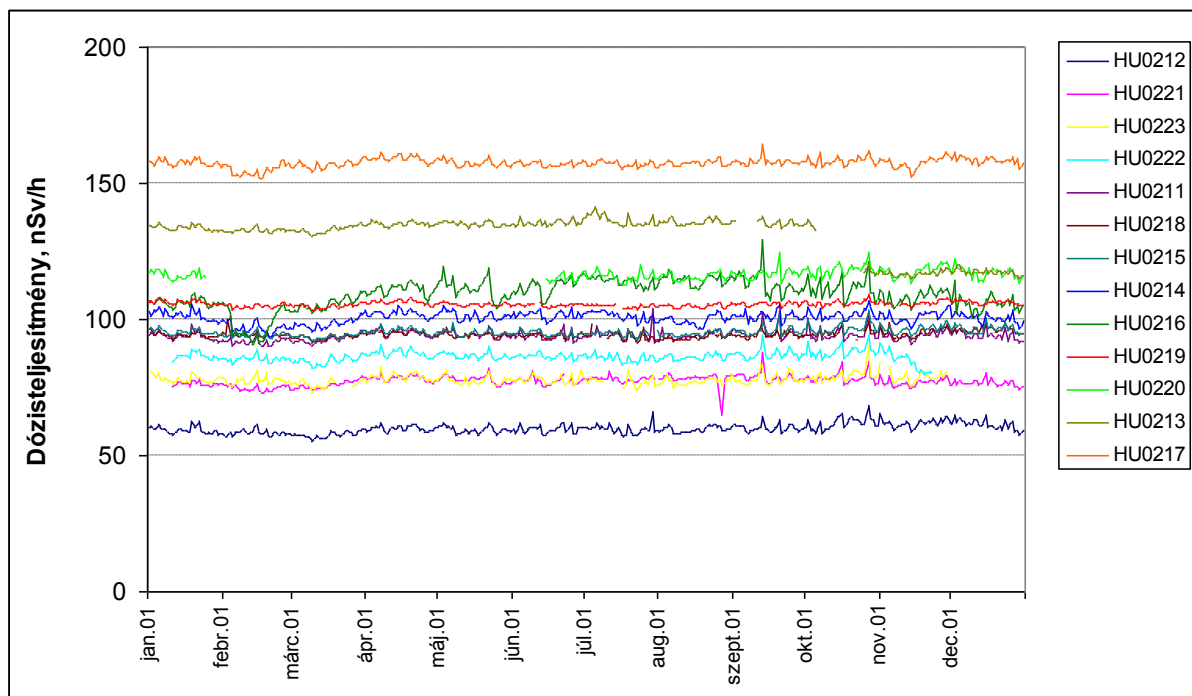
1.1.3. táblázat. (folytatás)

Település	Dózisteljesítmény (nSv/h)			
	2011. 4. n. év + 2012. 1. n. év	2012. 2. negyedév	2012. 3. negyedév	2012. 4. n. év 2013. 1. n. év +
PAKS	75,0	74,4	79,6	73,4
PÁPA	-	61,9	71,7	62,4
PÉCS	99,3	98,9	113,8	102,7
POLGÁR	77,5	77,5	83,9	74,4
POROSZLÓ	86,8	89,0	94,7	84,9
RAJKA	81,7	81,6	87,1	83,7
ROMHÁNY	-	95,9	108,9	83,7
SALGÓTARJÁN	-	77,5	97,4	82,9
SÁROSPATAK	-	70,3	101,7	86,9
SIKLÓS	78,2	59,0	66,1	59,2
SIÓFOK	95,1	95,1	102,6	104,0
SOPRON	84,4	80,9	92,7	82,8
SOPRONHORPÁCS	92,2	87,8	102,0	90,9
SZARVAS	92,8	89,7	102,8	80,1
SZEGED	82,1	83,4	92,2	78,6
SZEGHALOM	90,3	91,4	99,9	90,6
SZÉKESFEHÉRVÁR	76,4	75,7	82,8	77,2
SZEKSZÁRD	-	75,1	-	80,0
SZENTENDRE	98,4	92,3	102,5	95,6
SZENTES	93,8	91,4	100,1	85,9
SZENTGOTTHÁRD	83,6	80,8	96,1	82,7
SZIGETVÁR	96,2	91,3	116,7	94,2
SZOLNOK	91,7	-	-	-
SZOMBATHELY	96,5	93,9	105,6	92,5
TAB	82,6	77,9	89,7	83,5
TATABÁNYA	73,2	63,7	73,5	61,8
TIHANY	70,4	-	-	-
TISZABECS	75,7	95,3	82,4	73,5
TISZAKÉCSKE	86,8	78,6	94,2	86,4
TISZAROFF	-	80,9	-	71,1
TOKAJ	87,7	87,4	97,2	82,1
TÚRKEVE	91,5	91,0	99,0	90,2
VÁMOSMIKOLA	85,6	86,8	92,7	84,7
VESZPRÉM	84,8	80,0	93,4	80,5
ZÁHONY	105,5	101,0	117,7	-
ZALAEGERSZEG	84,5	87,2	98,7	-
ZIRC	90,6	87,1	93,5	80,1

1.1.4. Egyetemek mérési eredményei

Az Oktatási Ágazathoz tartozó egyetemeken elhelyezett, összesen 13 proporcionális mérőszonda napi dózisteljesítmény adatainak változását az 1.1.3. ábrán szemléltetjük. Az ábrán használt kódok jelentését az 1.1.3. táblázatban adtuk meg.

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



1.1.4. ábra. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák napi dózisteljesítményeinek időbeli változása 2012-ben

1.1.4. táblázat. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák kódjai

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

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

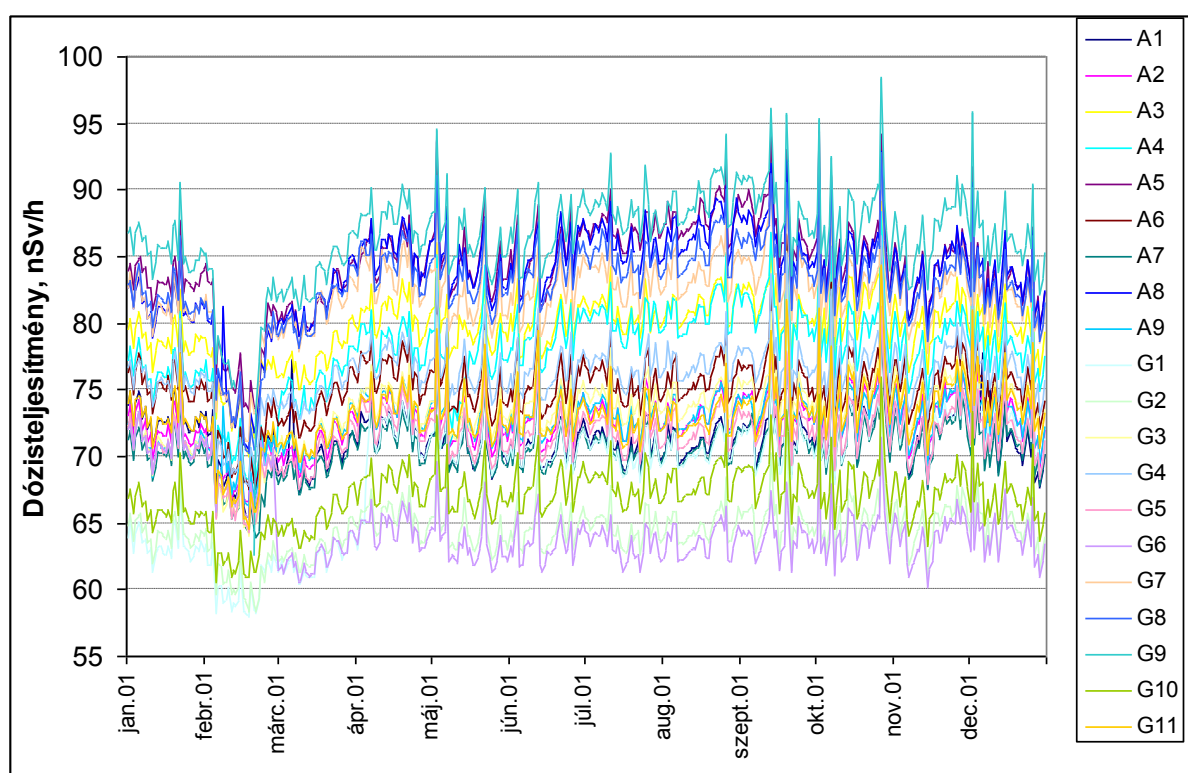
1.2. Létesítményi mérési adatok

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

1.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai

1.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai

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



1.2.1. ábra. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző állomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2012-ben

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

1.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai

Az országos TLD méréseken felül Paks környékén az OSSKI egy 39 mérési helyszínből álló mérőhálózatot is működtet a környezeti gamma-dózisteljesítmény mérésére. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldjük ki a TL detektorokat postán, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki. A mérési pontok elhelyezkedését és a mérési eredményeket az 1.2.2. ábra, illetve az 1.2.1. táblázat mutatja. A mérési eredmények jellemző hibája 5% körüli. Néhány esetben a doziméterek elvesztek vagy kiértékelhetetlenek voltak, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.



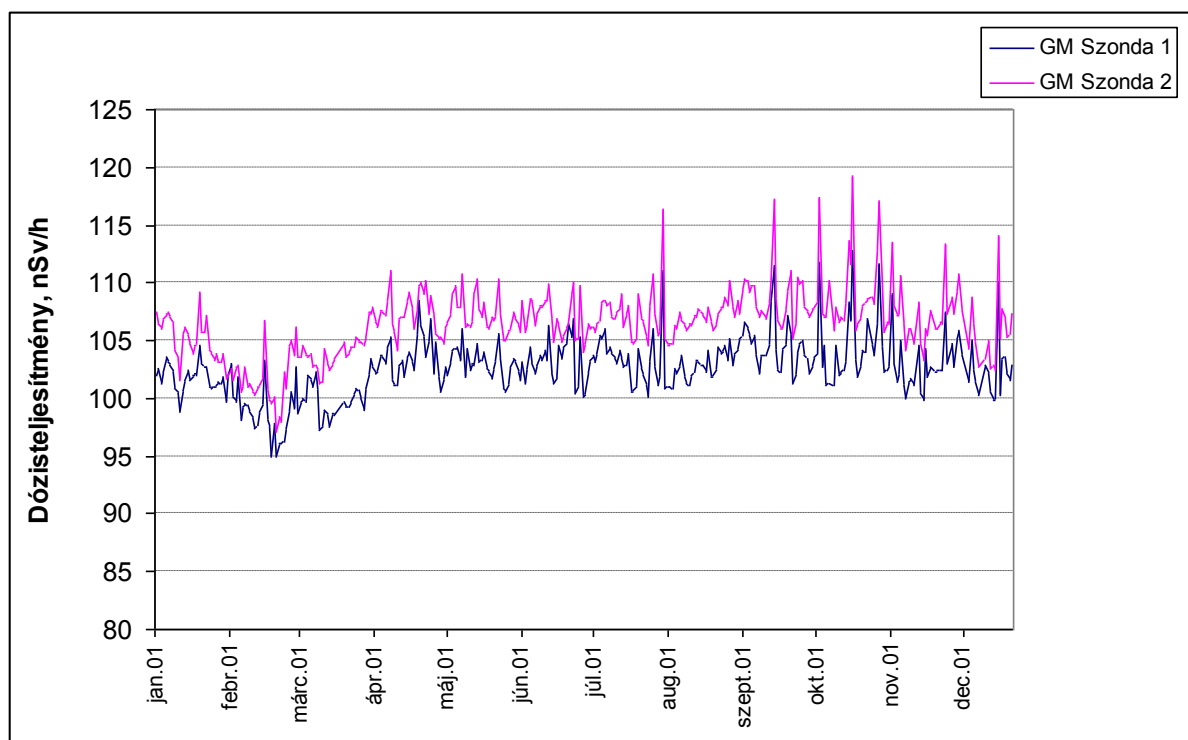
1.2.2. ábra. A Paks környéki TLD mérések helyszínei

1.2.1. táblázat. A Paks környéki TLD mérések 2012. évi eredményei

Település	Dózisteljesítmény (nSv/h)			
	1. negyedév	2. negyedév	3. negyedév	4. negyedév
Bátya	77,7	73,2	81,1	62,8
Bogyiszló	66,4	86,9	93,9	89,3
Borsócséplői út	63,7	59,5	67,7	66,4
Csámpa Vízmű	60,0	56,4	61,0	63,9
Császártöltés	86,9	79,8	-	84,7
Dunaföldvár	63,5	64,1	65,0	62,8
Dunakömlőd	104,4	92,5	100,8	92,9
Dunapataj	95,2	-	-	-
Dunaszentbenedek	74,2	70,2	74,0	74,0
Dunaszentgyörgy I.	69,6	60,2	68,6	67,2
Dunaszentgyörgy II.	75,4	71,0	78,1	75,4
Dusnok	81,8	77,8	80,0	84,9
Fajsz	102,1	90,0	-	96,2
Foktő I.	77,5	71,7	75,1	78,1
Foktő II.	92,4	84,1	91,2	79,3
Földespuszta	69,7	64,1	73,5	70,8
Géderlak	73,4	70,2	82,3	77,3
Hajós	83,9	73,2	-	79,5
Kalocsa	76,3	70,2	79,4	75,3
Kecel	82,7	79,3	-	82,4
Kiskőrös	63,1	74,7	62,4	62,5
Kölesd	106,6	95,3	109,4	96,2
Löszdomb	56,1	53,4	-	56,1
Miske	107,4	99,2	100,7	-
Nagydorog	88,0	93,9	99,7	91,3
Németkér	88,3	79,3	89,5	87,1
Öregcsertő	84,0	77,8	86,4	83,1
PAE Déli bekötőút	58,6	54,0	61,5	63,1
PAE Északi bekötőút	54,1	50,3	54,7	55,9
Paks	90,3	101,0	113,2	100,3
Simontornya	91,8	95,3	100,3	86,3
Szakmár	76,6	-	83,1	74,3
Szekszárd	75,4	72,5	77,4	77,2
Tengelic	83,6	78,7	86,4	86,8
Tengelic - Szőlőhegy	62,4	60,2	66,4	63,3
Úszód I.	71,8	-	70,2	71,4
Úszód II.	-	-	95,0	78,3
Úzd	69,3	62,5	75,4	-
Zomba	-	109,5	112,4	120,9

1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények

A KFKI telephelyén a dózisteljesítmény ellenőrzésére 20 GM-szonda szolgál. Ezen felül a Telephely A típusú környezetellenőrző állomásán egy darab a gamma-dózisteljesítmény mérésére alkalmas BITT szonda működik, 10nSv/h-10Sv/h mérési tartományban. A szondák jelei a Környezetvédelmi Szolgálatra futnak be. Ezen detektorok közül két olyat választottunk ki (1. és 2. szonda), amelyek általában jól jellemzik a telephely dózisteljesítmény-szintjét (1.2.3. ábra). A többi állomáson az izotópforgalom és izotóp szállítások miatt időnként az átlagos háttérszintet meghaladó értékek is jelentkezhetnek, ezek azonban elsősorban az egyes műveletek sugárzási viszonyaira és nem a telephely környezetére jellemzőek.



1.2.3. ábra. A KFKI mérőállomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2012-ben

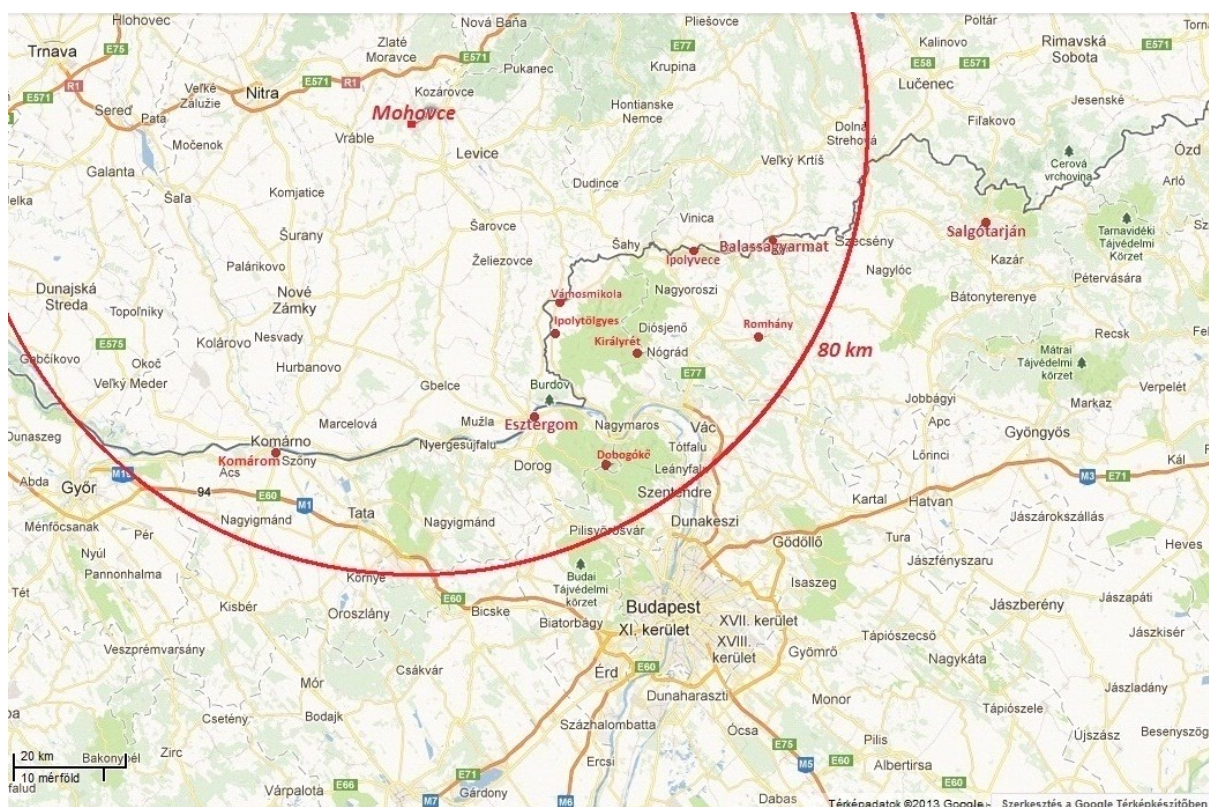
A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 GM-csövet tartalmaznak: egy nagy érzékenységgűt (10 nGy/h - 1 mGy/h) a normális, és egy kis érzékenységgűt (0,10 mGy/h - 10 Gy/h) a baleseti szintekre. Az adatokat on-line módon továbbítják az NBIÉK adatközpontba.

A MTA EK KVSZ 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 Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu/>) lehet megtekinteni a „Jelentések” menüpontban.

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

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 2012-es mérések eredményeit az 1.2.4. ábra, ill. az 1.2.2. és 1.2.3. táblázatok mutatják be. A tórium-sorra, az urán-sorra valamint a ^{40}K -re vonatkozó adatokat csak a teljesség kedvéért tüntettük fel, ezeket a Mohi Atomerőmű működése nem befolyásolja. A ^{137}Cs koncentrációjára kapott értékek nem térnek el szignifikánsan az ország más területein jellemző értékektől (lásd pl. 1.2.2. táblázat).

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



1.2.4. ábra. A mohi atomerőmű hazai környezetének mérési helyszínei

1.2.2. táblázat. In-situ mérések eredményei 2012-ben
(a ^{137}Cs eredmények kBq/m^2 , a többi adat Bq/kg egységben szerepel)

	Komárom	Esztergom	Dobogókő	Királyrét	Vámos- mikola	Romhány	Salgó- tarján	Balassa- gyarmat
1. félév								
Ac-228	21,5±1,1	20,8±1,1	29,8±1,2	38,3±1,4	27,1±1,2	31,9±1,3	35,0±1,3	29,3±1,2
Tl-208	23,9±1,4	20,2±1,3	31,9±1,7	35,3±1,8	25,7±1,5	31,3±1,7	31,5±1,7	28,7±1,6
Pb-214	32,0±1,4	25,6±1,2	26,6±1,2	32,8±1,4	25,0±1,2	30,1±1,3	28,9±1,3	24,5±1,2
Bi-214	35,5±1,2	25,0±1,0	27,0±1,1	35,1±1,2	23,5±1,0	29,3±1,1	30,9±1,2	23,2±1,0
K-40	373±15	391±16	323±13	508±19	464±18	515,20±	453±18	365±15
Cs-137	2,60±0,13	1,09±0,08	1,88±0,11	0,52±0,06	1,11±0,08	0,56±0,06	1,45±0,09	0,89±0,07
2. félév								
Ac-228	22,4±1,1	20,5±1,0	33,5±1,3	34,6±1,3	32,2±1,3	30,4±1,2	32,8±1,4	22,4±1,1
Tl-208	22,6±1,4	24,2±1,4	36,3±1,9	37,8±1,9	36,2±1,8	30,9±1,7	33,1±1,8	23,9±1,4
Pb-214	131±3,5	97,0±2,7	105±2,9	36,4±1,5	31,1±1,4	31,1±1,4	31,3±1,3	28,0±1,5
Bi-214	131±3,2	111,0±2,4	120,3,0±	36,7±1,3	31,2±1,2	31,5±1,2	33,5±1,2	29,3±1,1
K-40	392±16	358±15	358±15	518±20	476±18	504±19	479±18	351±14
Cs-137	4,5±0,19	1,04±0,08	2,05±0,11	0,38±0,05	0,54±0,06	0,95±0,07	0,88±0,07	0,58±0,06

1.2.3. táblázat. 2012. évi dózisteljesítmény mérések eredményei

	Dózisteljesítmény, 1. félév (nSv/h)	Dózisteljesítmény, 2. félév (nSv/h)
Komárom	93	127
Esztergom	89	135
Dobogókő	104	136
Királyrét	119	117
Vámosmikola	112	113
Romhány	109	122
Salgótárján	119	119
Balassagyarmat	96	107

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

1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések

2012-ben kétféle in-situ mérés történt az OSSKI telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 1.3.1. táblázat tartalmazza.

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

Nuklid	2012.04.20.	2012.10.19.
Ac-228	33,8 ± 1,3	31,8 ± 1,2
Tl-208	34,4 ± 1,8	34,8 ± 1,8
Pb-214	32,3 ± 1,4	35,4 ± 1,4
Bi-214	31,4 ± 1,2	34,5 ± 1,2
K-40	440 ± 17	456 ± 20
Cs-137	2,77 ± 0,13	2,29 ± 0,12

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

1.3.2. táblázat. Az OSSKI udvarán 2012-ben végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai

Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)
1	104	100 – 109	14	98	92 – 103	27	105	100 – 111	40	104	101 – 106
2	101	95 – 106	15	96	92 – 100	28	104	97 – 110	41	105	102 – 110
3	101	91 – 106	16	104	101 – 108	29	103	94 – 109	42	106	99 – 127
4	101	93 – 108	17	100	94 – 104	30	103	97 – 106	43	106	101 – 112
5	102	96 – 112	18	107	103 – 113	31	102	94 – 106	44	104	100 – 114
6	96	91 – 102	19	106	97 – 116	32	104	100 – 109	45	104	92 – 121
7	95	89 – 111	20	104	98 – 107	33	104	101 – 111	46	98	90 – 106
8	93	88 – 100	21	106	97 – 125	34	106	100 – 116	47	103	97 – 109
9	101	93 – 107	22	107	100 – 114	35	106	101 – 115	48	98	91 – 103
10	96	92 – 101	23	105	102 – 107	36	108	104 – 113	49	91	85 – 94
11	99	94 – 103	24	103	99 – 106	37	113	105 – 126	50	93	85 – 101
12	103	98 – 115	25	104	100 – 109	38	109	103 – 120	51	98	94 – 101
13	96	89 – 105	26	103	101 – 106	39	107	100 – 115	52	-	-

2. Levegőszűrők (aeroszol)

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

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

2.1. Az országos ellenőrzési eredmények

Országosnak mondható kiépítettséget az Egészségügyi Ágazathoz tartozó Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) laboratóriumai jelentenek. Az egyes laboratóriumok levegőminta-vevői sajnos nem azonos teljesítőképességűek, ami az elvégezhető elemzések lehetőségét is meghatározza. 2012-ben közepes légforgalmú mintavevővel 4 laboratórium, kis légforgalmú mintavevővel ugyancsak 4 laboratórium rendelkezett.

Az ERMAH laboratóriumok aeroszol mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Eszerint a közepes légforgalmú mintavevővel 7-10 naponként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú mintavevőkkel vett napi minták esetében az összes béta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetén a 72 órás pihentetés utáni eredmények veendőek

figyelembe.) Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2012-ben 1134 aeroszol mintát vettek. A mintavevő típusa – azaz az átszívott levegőmennyiség – és az alkalmazott mérés érzékenysége együttesen határozzák meg a levegő aktivitáskoncentrációjának kimutatási határát. Jellemző kimutatási határértékek: 1-10 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ (20-30 ezer m^3 átszívott levegőből, félvezető-detektoros gamma-spektrométerrel mérve a ^{137}Cs -tartalmat); illetve 0,5-2,5 mBq/m^3 (50-300 m^3 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}Cs koncentrációi a kimutatási határt (kh) felett is megjelentek, a 0,0032 mBq/m^3 -es értékig. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű ^7Be radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya 1-13 mBq/m^3 közötti. Az aeroszol-szűrők 72 óras pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően 0,2-80 mBq/m^3 értékűek.

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

2.1.1. táblázat. Országos aeroszol mérési eredmények éves jellemzői 2012-ben (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag, mBq/m^3	Minimum, mBq/m^3	Maximum, mBq/m^3	Szórás, mBq/m^3	N	Kh alatti
Be-7	BP	3,7	1,2	8,1	1,6	46	0
Be-7	BZ	-	1,2	6,2	-	9	0
Be-7	GY	5,0	1,8	12	2,1	39	2
Be-7	HA	10	3,8	13	1,6	44	20
Be-7	TO	3,6	1,2	7,8	1,5	79	0
Cs-137	BP	-	0,00050	0,0032	-	46	37
Cs-137	BZ	-	-	-	-	9	9
Cs-137	GY	-	-	-	-	40	40
Cs-137	HA	-	-	-	-	1	1
Cs-137	TO	-	0,00067	0,0024	-	87	85
Összes-béta	BK	1,6	0,98	4,6	1,2	50	32
Összes-béta	BP	1,5	0,76	5,2	0,77	191	49
Összes-béta	CS	7,3	3,0	50	9,7	24	0
Összes-béta	HA	7,7	3,9	26	3,3	52	8
Összes-béta	TO	1,8	0,22	82	4,8	329	184
Be-7	Összesen	5,2	1,2	13	-	217	22
Cs-137	Összesen	0,0015	0,00050	0,0032	-	183	172
Összes-béta	Összesen	2,4	0,22	82	-	646	273

2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk

2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei

A Paksi Atomerőmű A-típusú állomásain elvégzett aeroszol mérések eredményeit összegzi a 2.2.1. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön mesterséges eredetű radionuklidot a 2012. évben nem lehetett kimutatni (a radionuklidtól függő kimutatási határok értéke 1-5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ közötti). A mért ^7Be radioizotóp természetes eredetű, koncentrációja jól egyezik más laboratóriumok eredményeivel (ld. 2.1. fejezet). (Megjegyezzük, hogy számítások szerint a 0,1 GBq nagyságrendű éves kibocsátásokkal jellemezhető aeroszolak várható átlagos aktivitáskoncentrációja az A-típusú állomások távolságában 0,1-0,2 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ alatt marad [3], amely speciális meteorológiai körülmények között, és a nagyjavítások során megnövekedett kibocsátások idején rövid időszakokra mintegy 10-szeresére emelkedhet.)

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

Radionuklid	Átlag mBq/m^3	Minimum mBq/m^3	Maximum mBq/m^3	Szórás mBq/m^3	N	Kh alatti
Be-7	4,4	1,5	11	1,7	468	0
Cs-134	-	-	-	-	468	468
Cs-137	-	-	-	-	468	468
I-131	-	-	-	-	468	468

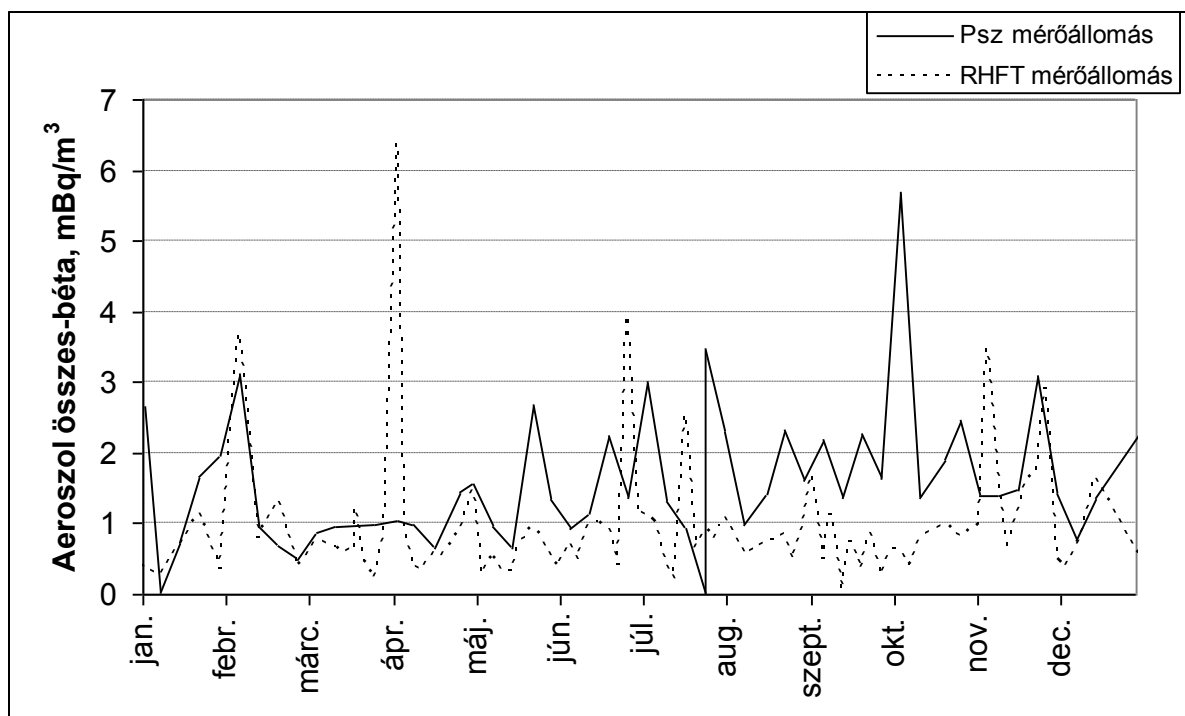
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai

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

A faluban elhelyezett mintavevő kisebb térfogatáramú (optimális beállítás szerint 2,3 m^3/h), a jellemző heti mintavételi idő alatt átszívott levegőmennyiség 380 m^3 (az ábrán "Psz mérőállomás"). Az RHFT telephelyén nagyobb térfogatáramú aeroszol mintavevő található, 32 m^3/h optimális térfogatárammal. A jellemző mintavételi idő (3,5 nap) alatt közel 2700 m^3 levegőmennyiség halad át a szűrőpapíron (az ábrán "RHFT mérőállomás").

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

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat az alkalmanként megnövekvő portterhelés indokolja, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység illetve a faluban történő tűzgyújtás. A csúcsoktól eltekintve az összes béta-aktivitáskonzentrációk jellemzően 3 mBq/m^3 alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



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

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

Radionuklid	Átlag mBq/m^3	Minimum mBq/m^3	Maximum mBq/m^3	Szórás mBq/m^3	N	Kh alatti
Be-7	4,1	0,35	20	3,2	128	0
Cs-137	-	-	-	-	135	135
I-131	-	-	0,032	-	1	0
K-40	-	0,22	5,0	-	9	6
Pb-210	1,1	0,38	4,0	0,82	60	7
Ra-226	-	-	-	-	2	2
U-235	-	-	-	-	2	2
Összes-béta	1,2	0,031	6,4	0,99	135	0

2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk

A KFKI telephelyén 5 mérőállomáson történik aeroszolos mintavételezés. Az összes-béta mérésre szánt minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. Az átszívott levegő mennyisége általában 100 m³/nap körül van. A mintavételt és mérést jellemző összes-béta aktivitás-koncentráció kimutatási határa 0,5 mBq/m³.

A KFKI Telephely területén létesített „A” típusú környezetellenőrző állomáson nagy légforgalmú mintavevővel történik az aeroszol mintavételezés. Az átszívott levegő mennyiségének jellemző értéke 5000 m³/hét. A nuklidspecifikus mérés két HPGe detektor segítségével történik. A mérés kimutatási határa ¹²⁵I izotópra 0,05 mBq/m³, ¹³¹I izotópra pedig 0,02 mBq/m³. Az éves adatok a feldolgozást követően a Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu>) elérhetőek.

A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk éves jellemző adatait a 2.2.3 táblázatban foglaltuk össze. Látható, hogy a telephelyen rendszeresen mérhetőek a ¹²⁵I és ¹³¹I radioizotópok, a jódkoncentrációik átlag- és maximumértékei a tavalyinál alacsonyabbak, de még mindig magasabbak az azt megelőző évek értékeinél. A többi mérési eredmény illeszkedik a más laboratóriumok által kapott adatokhoz.

2.2.3. táblázat. A KFKI telephelyén végzett aeroszol mérések eredményeinek éves összefoglalása (külön feltüntetve az elemi (e.) és szerves (sz.) jódkoncentrációt)

Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kh. alatt
Be-7	4,6	0,11	10	2,6	52	0
Cs-137	-	0,022	0,66	-	52	44
I-125	0,15	0,019	1,1	0,19	52	20
I-125 (e.)	0,54	0,032	2,5	0,51	52	10
I-125 (sz.)	1,3	0,46	4,4	0,99	52	24
I-131	0,042	0,015	0,078	0,022	52	35
I-131 (e.)	0,17	0,014	0,77	0,19	52	13
I-131 (sz.)	0,13	0,031	0,58	0,12	52	26
K-40	3,3	0,19	10	4,1	52	15
Összes-béta	1,2	0,087	20	1,2	905	13

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 tápláléklánchoz való bekerülésük kiindulási pontját, emiatt a kihullás meghatározása a lakosság sugárterhelésének becslése, előrejelzése szempontjából nagy fontosságú.

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

3.1. Országos adatok

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

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb programjai keretében 2012-ben 214 fallout mintát vettek. A mintavevő edények felülete 0,15-0,4 m², a havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összes béta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa 20-500 mBq/m²/nap (összes béta-aktivitás) és 1-20 mBq/m²/nap (¹³⁷Cs gamma-spektrometriai vizsgálata).

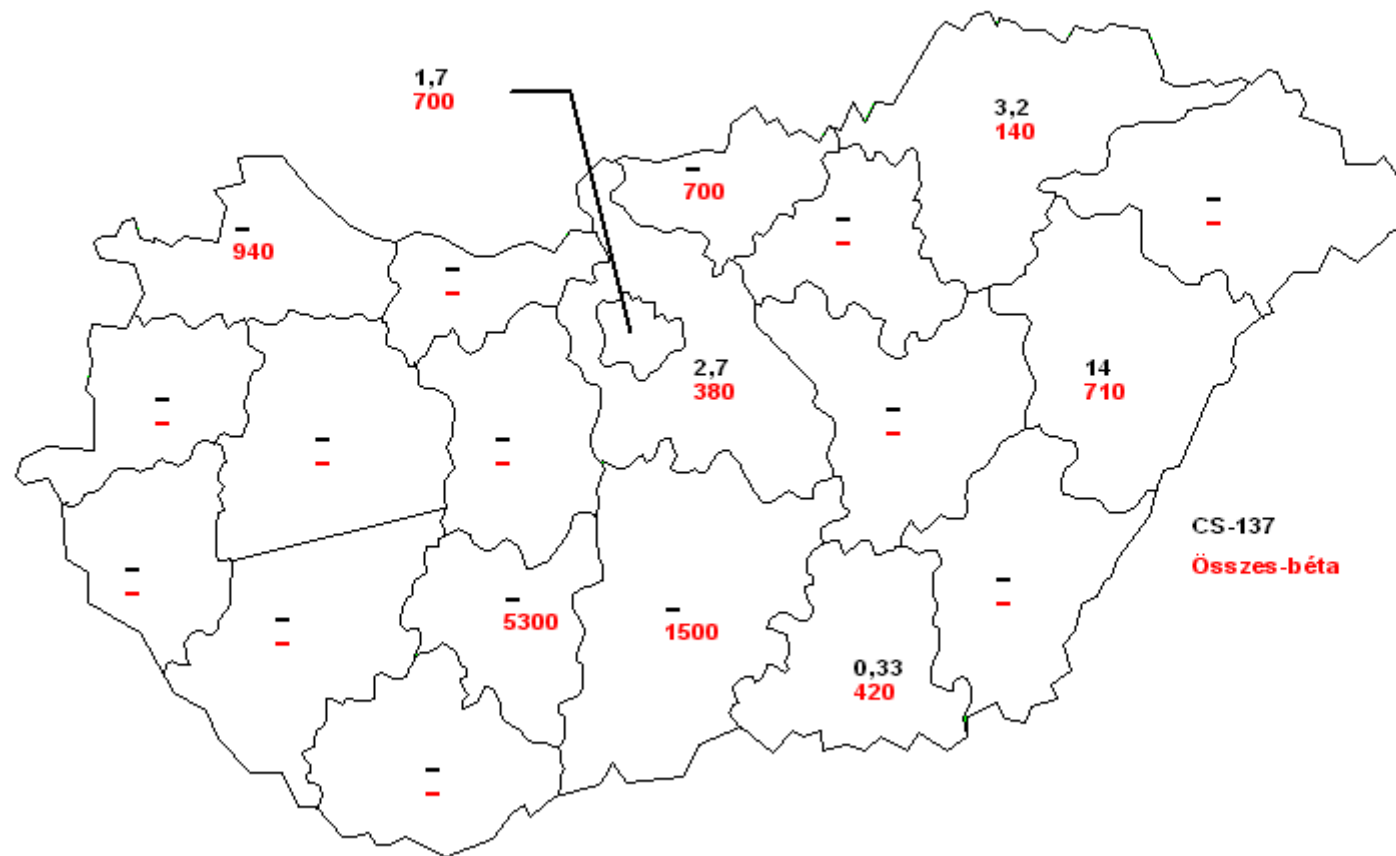
A 2012-ben az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket a 3.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagai az országos átlagtól legfeljebb 2-szeres eltérést mutatnak, ami nem jelentős. Az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2011 évvel. A ^{137}Cs aktivitása a minták kerekén 80 %-ában kimutatási határ alatti volt.

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

3.1.1. táblázat. Kihullás mérési eredmények országos, éves jellemzői 2012-ben (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag mBq/m ² /nap	Minimum mBq/m ² /nap	Maximum mBq/m ² /nap	Szórás mBq/m ² /nap	N	Kh alatti
Be-7	BK	-	82	4100	-	11	2
Be-7	BP	2700	230	10000	2600	17	0
Be-7	HA	1600	180	5400	1800	12	0
Be-7	NO	1700	190	3100	1000	16	1
Be-7	PE	-	180	2700	-	8	0
Be-7	TO	1500	79	7700	1500	45	12
Cs-137	BK	-	-	-	-	11	11
Cs-137	BP	-	0,53	1,7	-	17	13
Cs-137	BZ	-	-	3,2	-	12	11
Cs-137	CS	-	-	0,33	-	11	10
Cs-137	GY	-	-	-	-	11	11
Cs-137	HA	10	3,2	14	2,9	12	0
Cs-137	NO	-	-	-	-	16	16
Cs-137	PE	-	-	2,7	-	8	7
Cs-137	TO	-	-	-	-	45	45
Összes-béta	BK	470	75	1500	440	11	0
Összes-béta	BP	290	84	700	180	17	0
Összes-béta	BZ	63	12	140	35	12	0
Összes-béta	CS	240	78	420	120	12	0
Összes-béta	GY	290	33	940	200	41	0
Összes-béta	HA	250	57	710	190	12	0
Összes-béta	NO	370	140	700	160	16	0
Összes-béta	PE	-	110	380	-	8	0
Összes-béta	TO	600	55	5300	800	45	1
Be-7	Összesen	1700	79	10000	-	109	15
Cs-137	Összesen	5,4	0,33	14	-	143	124
Összes-béta	Összesen	360	12	5300	-	174	1



3.1.1. ábra. Kihullás éves maximumainak országos eloszlása 2012-ben (EüÁ, mBq/m²/nap, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások

3.2.1 A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei

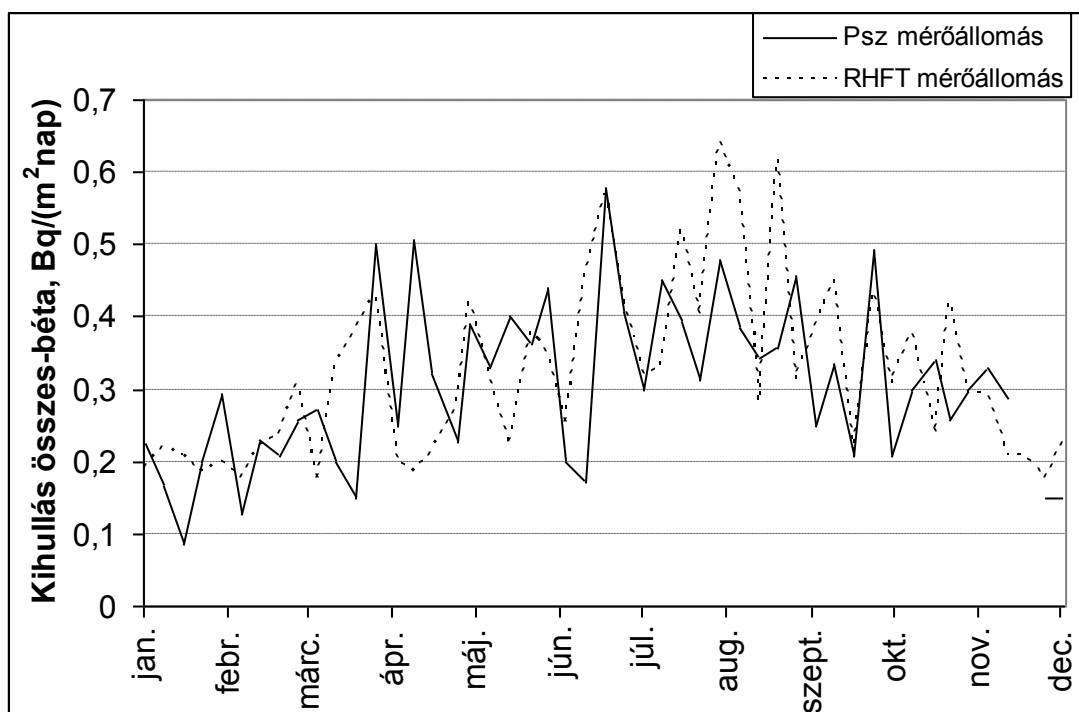
A kihullás mintázása az A típusú állomásokon történt. A méréseket jellemző kimutatási határ $0,2 \text{ Bq/m}^2/\text{hó}$. A mesterséges izotópok aktivitása a 2012. évben kimutatási határ alatt maradt.

3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények

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

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

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



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

3.2.1. táblázat. Az RHFT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m ² nap)	Minimum mBq/(m ² nap)	Maximum mBq/(m ² nap)	Szórás mBq/(m ² nap)	N	Kh alatti
Ac-228	-	66	120	-	2	0
Be-7	1100	190	5600	950	74	8
Cs-137	-	-	-	-	102	102
K-40	-	680	1800	-	14	8
Pb-210	690	300	1500	240	47	8
Ra-226	-	-	-	-	4	4
U-235	-	-	-	-	3	3
Összes-béta	310	86	640	120	100	0

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

Az OSSKI három határ menti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece, Balassagyarmat) vesz fall-out mintát havi rendszerességgel márciustól novemberig (a téli hónapokban nem). A mintavevő edények felülete 0,2 m². Ezeken a mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A gamma-spektrometriai mérésekkel csak a természetes eredetű ⁷Be, ⁴⁰K és ²¹⁰Pb izotópokat tudták kimutatni, a mesterséges eredetű ¹³⁷Cs izotóp aktivitáskoncentrációja egy minta kivételével kimutatási határ alatti volt, ami kb. 0,2 Bq/m²/hó. A detektált ¹³⁷Cs felületi aktivitás 0,1 Bq/m²/hó volt és a talaj felporzásából származott. Az összes béta-aktivitáskoncentráció mérések eredményeit a 3.2.3. táblázat tartalmazza.

3.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetében vett fall-out minták összes béta-aktivitása 2012-ben (Bq/m²/hó)

Mintavétel hónapja	Balassagyarmat	Ipolytölgyes	Ipolyvece
3	11,9 ± 2,5	3,2 ± 1,1	5,5 ± 1,4
4	12,2 ± 2,6	7,2 ± 2,5	12,7 ± 2,4
5	13,7 ± 2,8	4,6 ± 1,3	8,7 ± 2,1
6	9,5 ± 2,2	11,4 ± 2,7	11,6 ± 2,5
7	4,9 ± 1,5	5,5 ± 1,5	8,4 ± 1,9
8	20,9 ± 3,6	5,1 ± 1,4	4,1 ± 1,2
9	9,6 ± 2,0	10,8 ± 2,3	11,1 ± 2,2
10	19,8 ± 3,1	6,7 ± 1,4	13,8 ± 2,4

3.2.4. A KFKI telephely területén mért eredmények

A KFKI telephely területén az év során a Környezetvédelmi Szolgálat hetente vesz fall-out mintákat a Telephely négy pontján (1., 2., 5., és 6. állomás). A mintavevő-edények felülete $0,2 \text{ m}^2$. A mintákon gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A mérések során legtöbbször csak természetes eredetű ^7Be illetve ^{40}K izotópokat találtak. A mesterséges eredetű ^{131}I eredményeket a 3.2.4. táblázat ismerteti.

3.2.4. táblázat. A légköri kihullásból (fall-out) eredő ^{131}I mennyisége, 2012. évben az 1., 2., 5. és 6. állomásokon (kimutatási határ: ^{131}I -re vonatkozóan $1 \text{ Bq/m}^2/\text{hét}$; a vízszintes vonal kimutatási határ alatti értékeket jelöl)

2012	1. állomás ($\text{Bq/m}^2/\text{hét}$)	2. állomás ($\text{Bq/m}^2/\text{hét}$)	5. állomás ($\text{Bq/m}^2/\text{hét}$)	6. állomás ($\text{Bq/m}^2/\text{hét}$)
1. hét	2,04	3,43	5,94	4,43
2. hét	-	-	4,04	3,00
3. hét	-	-	1,91	-
5. hét	-	-	-	1,85
6. hét	-	-	-	2,08
7. hét	1,34	25,50	2,39	4,95
8. hét	1,41	16,10	24,30	2,05
9. hét	-	-	4,50	-
23. hét	-	-	2,85	-
45. hét	-	-	1,21	-

4. Talaj

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

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

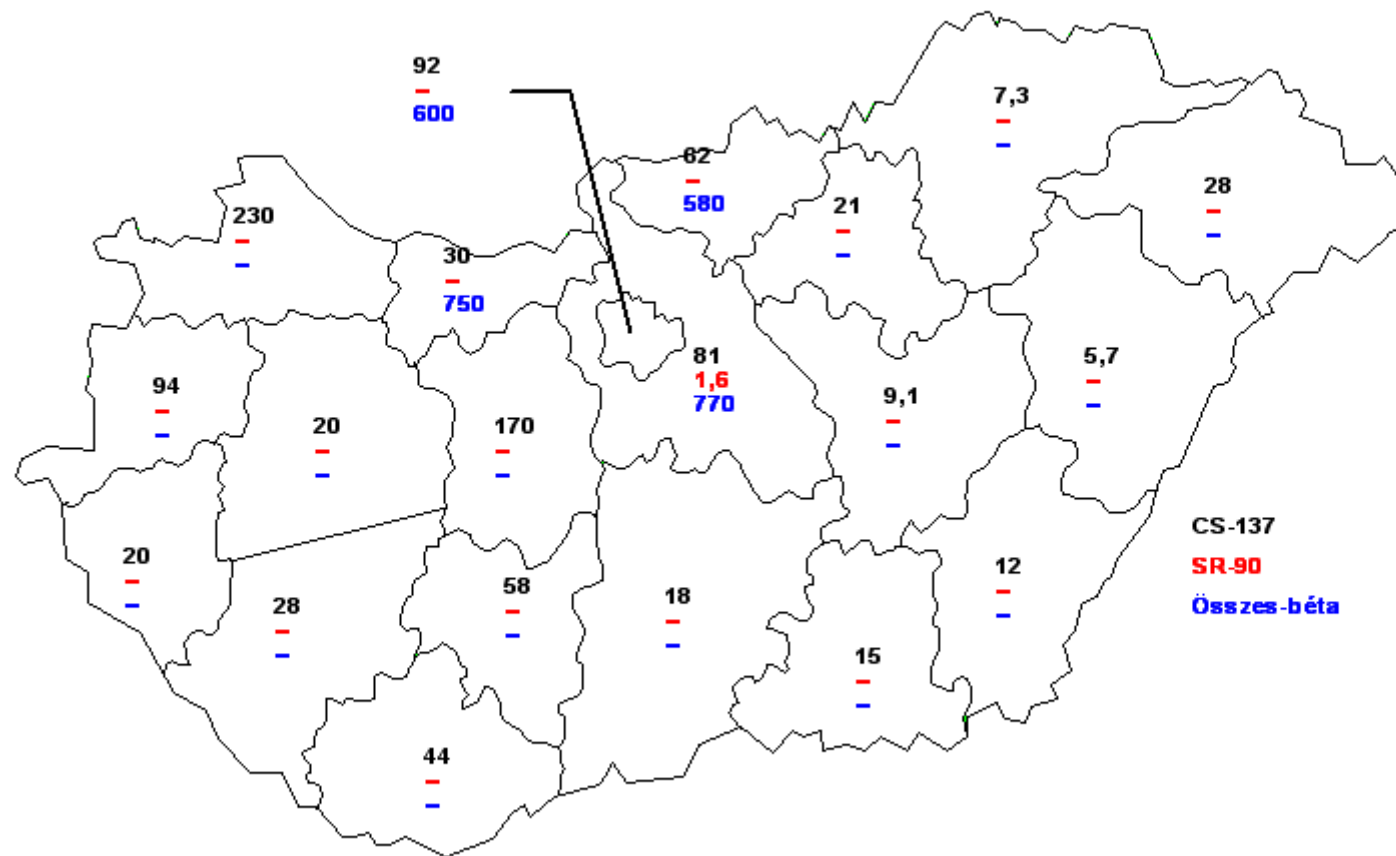
4.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában mezőgazdaságilag művelt talaj (lucerna, sóska) és bolygatatlan talaj (erdei és legelői talaj) vizsgálata szerepelt. A talajminták felső 5 cm-es szelete minden esetben elemzésre került (bolygatatlan talajnál az 5-20 cm rész is). A talajminták γ -spektrometriás vizsgálata szárítás után 450 cm³ térfogatú Marinelli edényben, 80 000 s mérési idővel, az összes- β aktivitáskoncentráció meghatározás 1 g talajból történik szűrővizsgálatként (ezek az eredmények a jelentésben nem szerepelnek). Ezeket a vizsgálatokat lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 338 talajminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

Az ERMAH laboratóriumok az ország 19 megyéjében és a fővárosban, negyedévente vesznek talajmintát a talaj felső 10 cm vastagságú rétegéből. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2012-ben összesen 252 talajminta vizsgálatát végezték el. A mintákon gamma-spektrometriai méréseket végeznek. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm³ térfogaton) végzik 20 000 s mérési idővel. A ^{137}Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,3-1,5 Bq/kg.

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

A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó ^{137}Cs izotóp aktivitáskoncentrációja még mindig jól mérhető, megyénkénti átlagainak maximumai a 2011. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 1,9-30 Bq/kg volt, az egyedi eredmények maximuma a 230 Bq/kg volt, ez magasabb a tavalyinál. A ^{90}Sr izotóp koncentrációinak értékei ennél kisebbek, 0,2-1,7 Bq/kg közöttiek voltak. Az összes béta-aktivitáskoncentrációk nagyobbak (510-770 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes ^{40}K izotóptól származik.



4.1.1. ábra. Talaj mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2012-ben (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	BA	8,7	1,0	44	11	34	12
Cs-137	BE	-	3,6	12	-	4	1
Cs-137	BK	1,9	0,53	18	3,1	53	36
Cs-137	BP	30	0,40	92	30	11	0
Cs-137	BZ	-	5,3	7,3	-	4	0
Cs-137	CS	4,2	0,13	15	2,7	51	5
Cs-137	FE	26	0,11	170	46	24	1
Cs-137	GY	31	0,074	230	44	55	0
Cs-137	HA	-	3,3	5,7	-	6	0
Cs-137	HE	-	4,6	21	-	9	0
Cs-137	JA	-	0,35	9,1	-	3	0
Cs-137	KO	8,1	0,090	30	8,0	27	4
Cs-137	NO	14	0,12	62	16	34	2
Cs-137	PE	12	0,050	81	16	72	7
Cs-137	SO	-	6,9	28	-	7	1
Cs-137	SZ	-	0,47	28	-	7	0
Cs-137	TO	4,8	0,18	58	7,7	124	72
Cs-137	VA	17	0,085	94	20	26	0
Cs-137	VE	7,7	0,18	20	6,3	25	4
Cs-137	ZA	-	4,2	20	-	5	0
Sr-90	PE	-	0,20	1,7	-	6	0
Összes-béta	BP	-	510	600	-	4	0
Összes-béta	KO	-	530	750	-	4	0
Összes-béta	NO	-	520	580	-	2	0
Összes-béta	PE	-	630	770	-	6	0
Cs-137	Összesen	11	0,050	230	-	581	145
Sr-90	Összesen	-	0,20	1,7	-	6	0
Összes-béta	Összesen	640	510	770	-	16	0

A talaj ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 11 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 640 Bq/kg volt 2012-ben. (Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen, a 2011. éveiktől, de valamivel magasabbak).

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

4.2. Létesítmények környezetében mért adatok

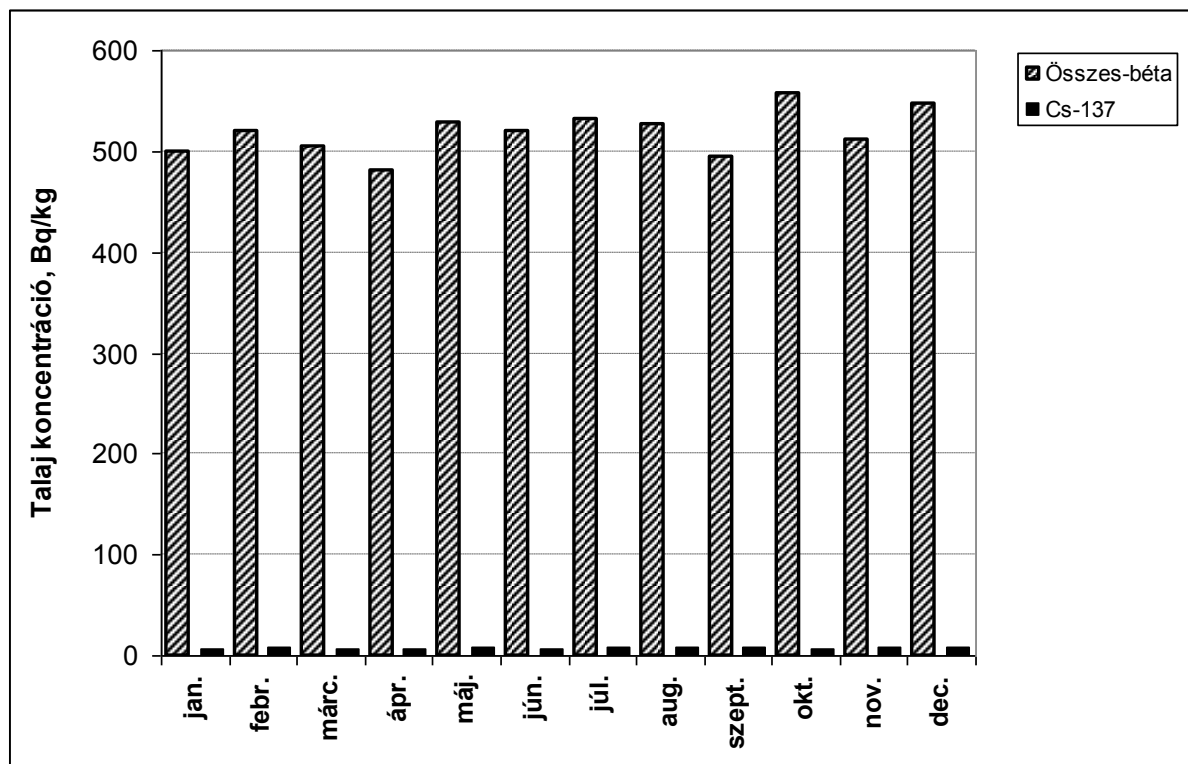
4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei

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}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}Cs aktivitáskoncentrációk az év folyamán alig változtak. Az eredmények a 2011. évekhez hasonlóak és jól egyeznek az országos adatokkal is.



4.2.1. ábra. Az RHFT környezetében vett talajminták aktivitáskoncentrációi

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

Az OSSKI három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) talaját mintázza félévente. A mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm³ térfogaton) végzik 20 000 s mérési idővel. Az összes béta-aktivitást kb. 1 g talajból határozzák meg. A mérési eredményeket a 4.2.1. táblázat tartalmazza.

4.2.1. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták ¹³⁷Cs koncentrációja és összes béta-aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)

	¹³⁷ Cs koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	7,40 ± 0,3	4,30 ± 0,1	639 ± 40	519 ± 40
Esztergom	11,7 ± 0,3	10,2 ± 0,2	696 ± 50	748 ± 40
Komárom	27,5 ± 2	3,65 ± 0,2	576 ± 50	529 ± 50

A talajmintákban mérhető összes béta-aktivitás első sorban a talaj 1-2%-át kitevő, természetes eredetű ⁴⁰K izotóptól származik. A kálium eloszlása a talajban közel (kis területen belül) egyenletesnek tekinthető, ezért nem mutat nagy eltérést a mért aktivitáskoncentrációjának értéke. Ezzel szemben a mesterséges eredetű, kihullásból származó ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációja kis területen belül is nagy inhomogenitást mutathat geofizikai, kémiai okokból. Ez látható a következő táblázatokból is, amelyek a mohi atomerőmű hazai környezetében végzett mintavételi program keretében egy adott területről, 2009. és 2011. között vett talajminták eredményeit mutatják be.

4.2.2. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó talajminták ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)

¹³⁷ Cs koncentráció	2009.		2010.		2011.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	13,0 ± 0,4	16 ± 0,5	11,5 ± 0,3	12,5 ± 0,4	9,9 ± 0,3	4,5 ± 0,1
Esztergom	9,5 ± 0,4	11,0 ± 0,3	9,1 ± 0,3	11,0 ± 0,3	11,0 ± 0,3	4,1 ± 0,2
Komárom	200 ± 6,1	16 ± 0,5	62,8 ± 1,9	37,1 ± 1,1	50 ± 2	64 ± 2

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

Összes béta-aktivitáskoncentráció	2009.		2010.		2011.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	500 ± 45	550 ± 60	607 ± 30	544 ± 44	490 ± 40	450 ± 40
Esztergom	650 ± 52	710 ± 64	643 ± 32	586 ± 47	670 ± 50	480 ± 40
Komárom	650 ± 52	590 ± 65	616 ± 31	524 ± 42	580 ± 50	620 ± 50

A komáromi mintavételi és in-situ GSP mérési helyet 2012-ben arrébb kellett helyezni a mintavételi pont hozzáférhetőségének megváltozása miatt, a ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjában jelentkező csökkenés ebből származik

5. Növényzet

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

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

5.1. Takarmány

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

5.1.1. Országos adatok

A NÉBIH takarmány mintavételi programja kiterjed a takarmány alapanyagokra, keverékekre és premixekre.. A γ -spektrum analízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- β aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (ezek az eredmények a jelentésben nem szerepelnek). Szintén ebből a hamuból történik az összes- α aktivitás mérése. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik.

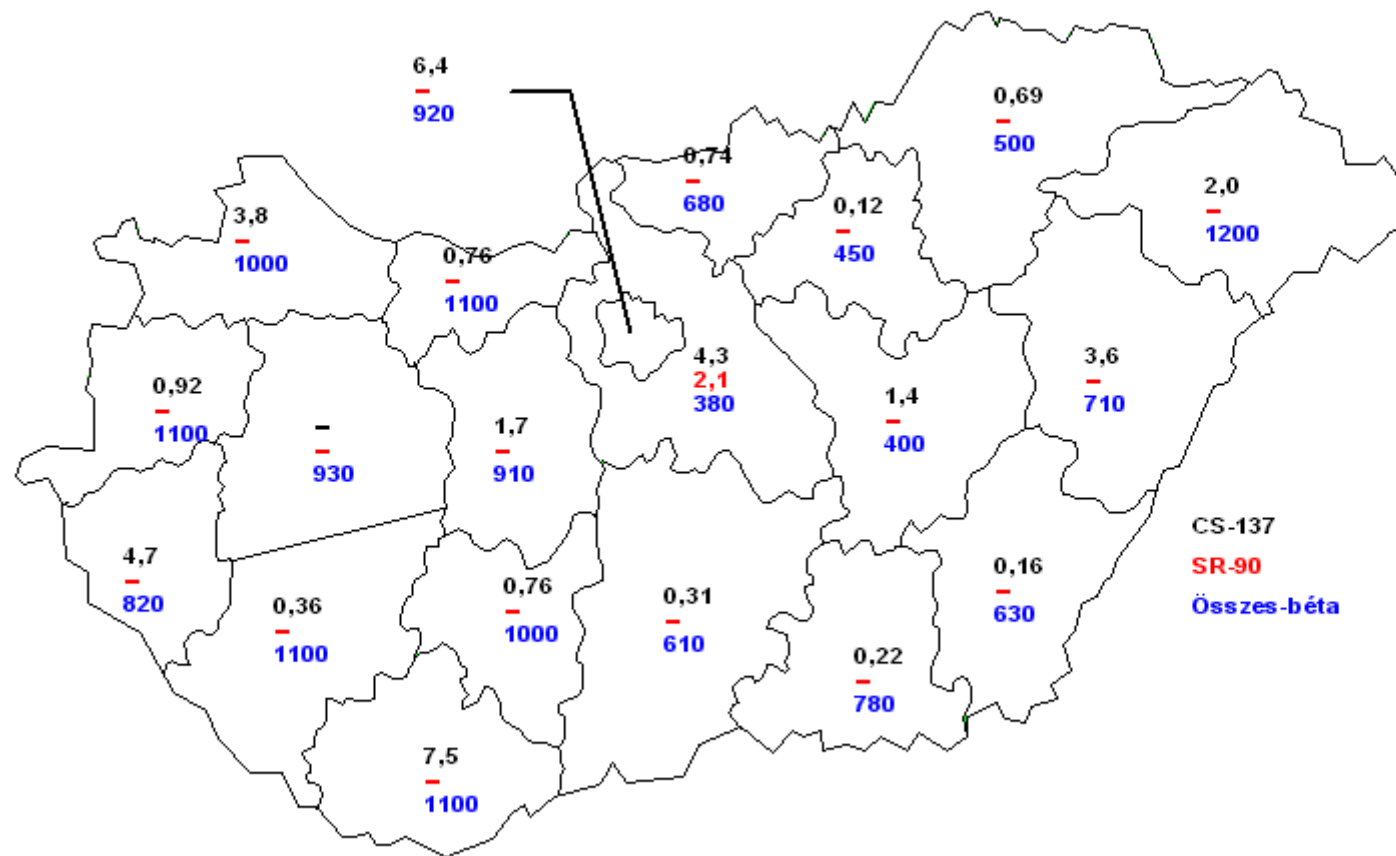
Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egy programjai keretében 2012-ben összesen 113 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskoncentrációt minden esetben száraz tömegről vonatkoztatják. A ¹³⁷Cs aktivitáskoncentráció mérések jellemző kimutatási határa: 0,3-1,5 Bq/kg, az összes béta-aktivitáskoncentrációk minden esetben kimutatási határ felett voltak. 2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 328 takarmányminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

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

A talajban és a takarmánynövényekben mért aktivitáskoncentrációkat (4.1.1. és 5.1.1. táblázatok) összehasonlítva ki kell emelni, hogy amíg a talaj esetében a két mesterséges eredetű radionuklidból a ¹³⁷Cs magasabb koncentrációjú, mint az ⁹⁰Sr, addig a takarmánymintáknál ez éppen fordított. Ennek két lehetséges oka van, egyrészt a ⁹⁰Sr a legtöbb talajban mobilisabb, a növények számára könnyebben elérhető formában van jelen, másrészt a növények nagyobb mértékben igénylik a kalciumot, amelyet a stroncium képes helyettesíteni. (A két hatás együtt az ún. talaj-növény átviteli tényezővel jellemezhető,

amelynek szokásos irodalmi értéke ^{90}Sr -ra 10, ^{137}Cs -ra pedig 1 körüli.) Megjegyezzük még, hogy ez a megfigyelés jól egybevág a 2011-ben tapasztaltakkal.

A takarmánynövények ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,63 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 590 Bq/kg volt 2012-ben.



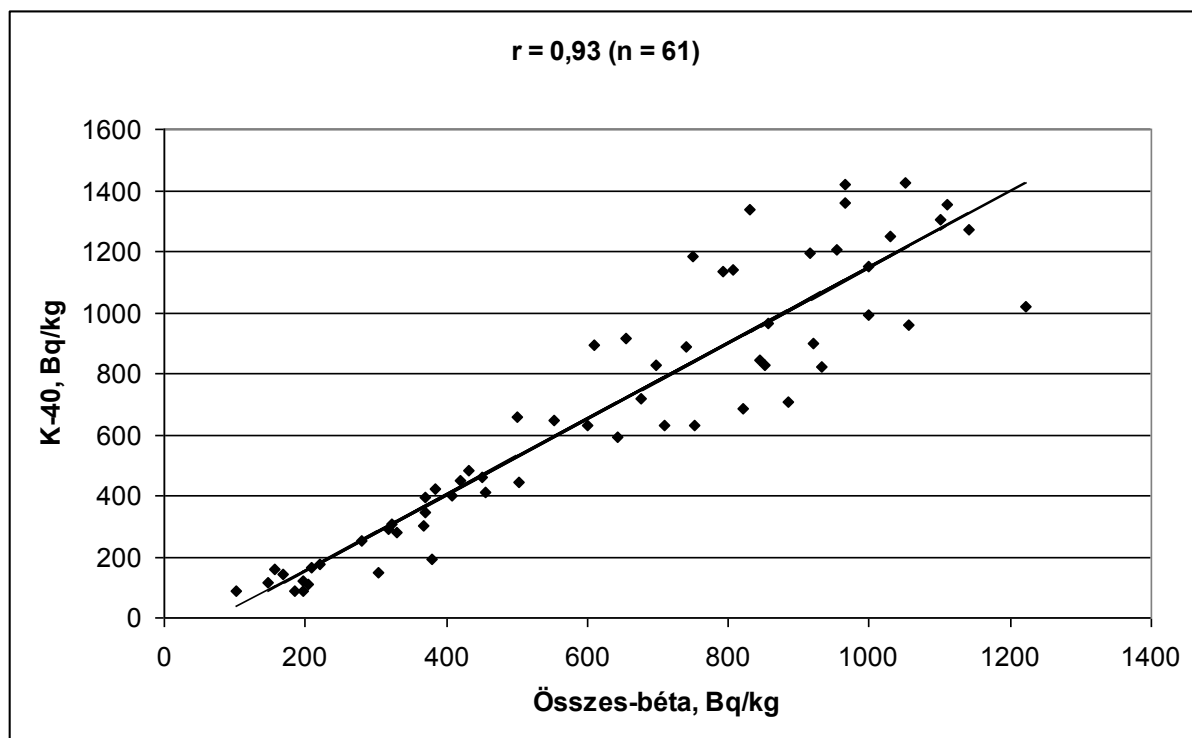
5.1.1. ábra. Takarmány mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	BA	-	0,15	7,5	-	23	15
Cs-137	BE	-	-	0,16	-	20	19
Cs-137	BK	-	0,020	0,31	-	15	11
Cs-137	BP	-	0,10	6,4	-	13	4
Cs-137	BZ	-	0,28	0,69	-	11	8
Cs-137	CS	-	0,10	0,22	-	16	11
Cs-137	FE	0,67	0,11	1,7	0,61	24	10
Cs-137	GY	0,73	0,20	3,8	0,66	53	28
Cs-137	HA	-	0,32	3,6	-	6	1
Cs-137	HE	-	-	0,12	-	9	8
Cs-137	JA	-	0,25	1,4	-	9	6
Cs-137	KO	-	0,13	0,76	-	46	40
Cs-137	NO	-	0,070	0,74	-	23	17
Cs-137	PE	0,73	0,040	4,3	0,88	34	8
Cs-137	SO	-	0,077	0,36	-	18	14
Cs-137	SZ	-	0,25	2,0	-	9	5
Cs-137	TO	-	0,14	0,76	-	33	24
Cs-137	VA	0,43	0,099	0,92	0,50	31	18
Cs-137	VE	-	-	-	-	21	21
Cs-137	ZA	0,46	0,099	4,7	0,87	27	16
Sr-90	PE	-	0,58	2,1	-	6	0
Összes-béta	BA	-	750	1100	-	4	0
Összes-béta	BE	-	320	630	-	4	0
Összes-béta	BK	-	130	610	-	4	0
Összes-béta	BP	-	700	920	-	4	0
Összes-béta	BZ	-	320	500	-	4	0
Összes-béta	CS	-	240	780	-	4	0
Összes-béta	FE	-	810	920	-	3	0
Összes-béta	GY	660	330	1000	160	25	3
Összes-béta	HA	-	280	710	-	4	0
Összes-béta	HE	-	100	450	-	4	0
Összes-béta	JA	-	170	400	-	4	0
Összes-béta	KO	-	320	1100	-	8	0
Összes-béta	NO	-	150	680	-	6	0
Összes-béta	PE	-	180	380	-	6	0
Összes-béta	SO	-	610	1100	-	4	0
Összes-béta	SZ	-	140	1200	-	5	0
Összes-béta	TO	-	370	1100	-	8	0
Összes-béta	VA	-	470	1100	-	4	0
Összes-béta	VE	-	720	930	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	400	820	-	4	1
Cs-137	Összesen	0,63	0,020	7,5	-	441	284
Sr-90	Összesen	-	0,58	2,1	-	6	0
Összes-béta	Összesen	590	100	1200	-	113	4

Az 5.1.2. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt. Az ábrából látható, hogy takarmánynövényeknél az összes béta-aktivitás több, mint 90 %-ban a ^{40}K radionuklidtól származik.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben [4] találhatjuk meg.



5.1.2. ábra. Takarmányminták összes-béta és ^{40}K aktivitáskoncentrációi közötti korreláció (EüÁ)

5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok

A növényzetet a telephely környezetében 15 ponton félévente, illetve évente mintázzák. (A növényzet fogalma általános esetben fűféléket jelent, némely esetben gombát.) A mintát szárítószekrényben 105 °C-on, 24 órán át szárítják, majd aprítógéppel 3 mm-es darabokra darálják és homogenizálják, ezt követően 300 °C-on elhamvasztják. Jellemző kimutatási határok: 40 Bq/kg (összes béta-aktivitás); 0,5 Bq/kg (^{137}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
Ac-228	-	2,4	4,3	-	3	0
Be-7	150	11	510	160	21	1
Bi-212	-	-	-	-	1	1
Bi-214	-	1,5	12	-	6	1
Cs-137	-	-	5,3	-	24	23
K-40	780	230	1900	410	24	0
Pb-210	55	2,9	280	70	17	0
Pb-212	7,1	0,50	85	20	18	5
Pb-214	-	1,6	200	-	8	1
Ra-226	-	-	9,1	-	3	2
Tl-208	-	0,31	7,5	-	12	3
U-235	-	-	0,55	-	3	2
Összes-béta	560	140	1000	230	24	0

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

Az OSSKI három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) vesz fűmintákat félévente, a talajmintákkal egyidejűleg. Ezeken a mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A minta-előkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 °C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. A mérési eredményeket az 5.1.3. táblázat tartalmazza.

5.1.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó fűminták ^{137}Cs koncentrációja és összes béta-aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)

	^{137}Cs koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	$0,36 \pm 0,03$	$< 1,10$	850 ± 40	330 ± 20
Esztergom	$0,76 \pm 0,07$	$< 0,57$	1141 ± 30	319 ± 20
Komárom	$0,63 \pm 0,06$	$< 1,35$	367 ± 40	642 ± 20

Megjegyzés a táblázathoz: A 2012. év második félévében a gamma-spektrometriai mérés kimutatási határa meghaladta a korábban még detektálható aktivitások szintjét. Ez a gamma-spektrometriai mérés azon sajátosságából adódik, hogy felvett spektrum alakját, vagyis a detektálhatóságot, a mintában levő összes gamma-sugárzó izotóp aktivitása együttesen határozza meg a detektor tulajdonságai mellett.

A talajmintákhoz hasonlóan a növényminták összes béta-aktivitása is a bennük lévő ^{40}K -tól származik. A növények kálium-koncentrációjában gyakran figyelhető meg évszakos különbség a tavaszi és az őszi vegetációs időszakban, azonos helyen gyűjtött minták eredményeit összehasonlítva. Az alábbi táblázat az OSSKI telephelyén vett fűminták összes béta, ^{137}Cs és ^{40}K aktivitáskoncentrációit mutatja a 2009-2011. közötti időszakban.

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

	2009.		2010.		2011.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Összesbéta	499 ± 5	811 ± 4	752 ± 3	838 ± 2	1161 ± 4	283 ± 3
Cs-137	$2,4 \pm 5$	$2,4 \pm 4$	$1,4 \pm 6$	$2,2 \pm 8$	$1,4 \pm 7$	$< 0,25$
K-40	531 ± 3	730 ± 3	794 ± 3	954 ± 3	803 ± 3	223 ± 3

Az összes béta-aktivitás évszakos változását figyelhetjük meg a következő táblázatban, amely a MOHI mintavételi és mérési program keretében 2009-2011. között vett fűminták összes béta-aktivitáskoncentrációit mutatja be.

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

Összes béta-aktivitáskoncentráció	2009.		2010.		2011.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	712 ± 21	269 ± 19	890 ± 27	629 ± 25	850 ± 40	330 ± 20
Esztergom	758 ± 23	407 ± 20	1050 ± 32	440 ± 22	510 ± 30	300 ± 20
Komárom	926 ± 28	526 ± 21	1097 ± 33	1171 ± 47	1100 ± 40	550 ± 20

5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer

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

5.2.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH mérési programja a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. A részletes terményenkénti és izotóponkénti értékelés a monitoring programmal együtt a NÉBIH éves jelentésében megtalálható. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában zöldségfélék, gyümölcsök illetve szabadban termő gombák is szerepelnek. A γ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- β aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (ezek a jelentésben nem szerepelnek). Szintén ebből a hamuból történik az összes- α aktivitás mérése. 2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 821 nyers növényi élelmiszer minta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől a vizsgálati programban szerepel az EU más tagországaiból vagy 3. országból származó zöldségek, gyümölcsök, fűszerek, szárított gombák, aszalt gyümölcsök ¹³⁷Cs szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm³ térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik (ezen utóbbi adatok – az eltérő érzékenységu mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja decentrum régióként és negyedévenként 2-2 zöldségfajtát, valamint az első és negyedik negyedévben 1-1, a második és harmadik negyedévben 2-2 gyümölcsfajtát tartalmaz. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2012-ben összesen 132 zöldség és gyümölcs minta vizsgálatát végezték el. A minta-előkészítés tisztítást, a tömeg mérését, szárítást, majd hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-éből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskoncentrációt nyers tömegre vonatkoztatják. A ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,3 Bq/kg.

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

A nyers növényi élelmiszerek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 3,0 Bq/kg, a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 67 Bq/kg volt 2012-ben.

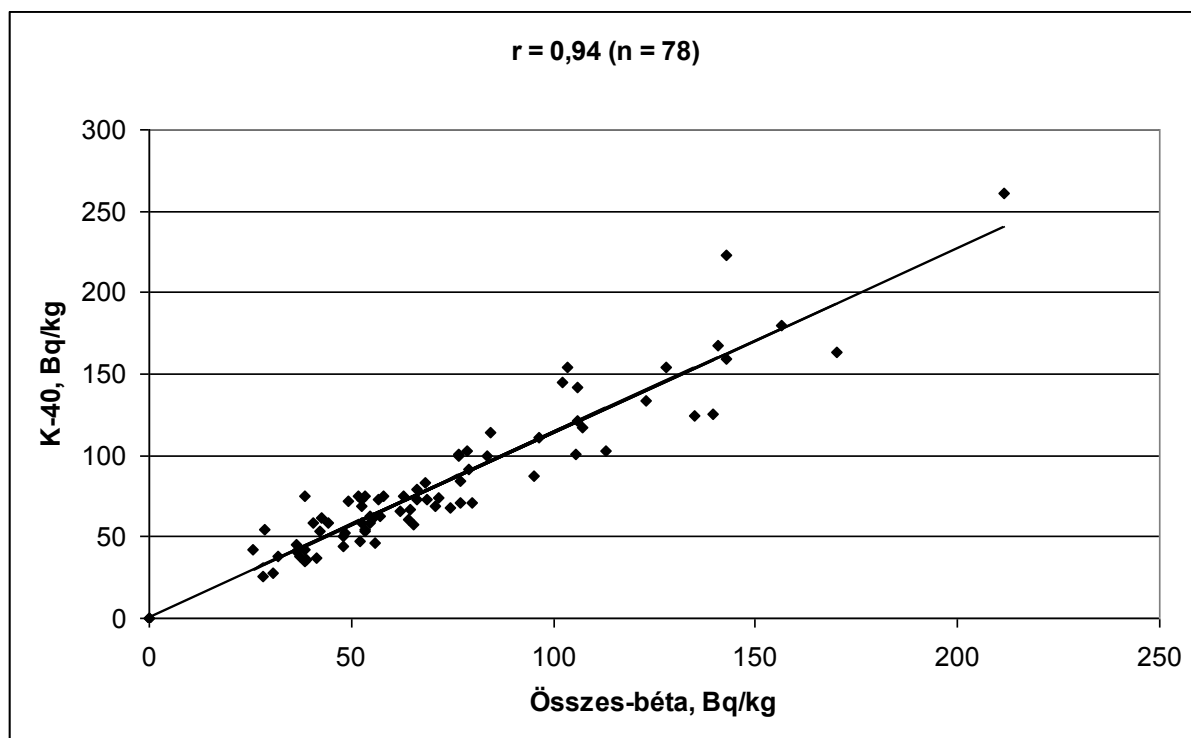
5.2.1. táblázat. Nyers, növényi eredetű élelmiszerek országos mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	BA	-	0,050	0,13 (* 73)	-	21	19
Cs-137	BE	-	-	- (* 5,0)	-	39	39
Cs-137	BK	-	-	- (* 23)	-	17	17
Cs-137	BP	-	0,020	0,16 (* 11)	-	55	51
Cs-137	BZ	-	-	- (* 52)	-	58	58
Cs-137	CS	-	-	0,020 (* 98)	-	24	23
Cs-137	FE	-	0,050	0,17 (* 45)	-	10	4
Cs-137	GY	2,8	0,020	0,43 (* 49)	5,7	71	59
Cs-137	HA	0,38	0,050	0,15 (* 28)	0,43	53	37
Cs-137	HE	-	-	- (* 45)	-	46	46
Cs-137	JA	-	-	- (* 1,0)	-	7	7
Cs-137	KO	-	-	- (* 42)	-	41	41
Cs-137	NO	-	0,050	0,23 (* 9,4)	-	61	54
Cs-137	PE	1,3	0,020	7,0 (* 8,1)	1,9	94	82
Cs-137	SO	-	-	- (* 12)	-	43	43
Cs-137	SZ	-	-	0,13 (* 14)	-	17	16
Cs-137	TO	-	0,090	0,13 (* 63)	-	65	63
Cs-137	VA	5,4	0,020	0,31 (* 56)	7,4	61	50
Cs-137	VE	-	0,030	0,20 (* 5,9)	-	40	37
Cs-137	ZA	-	0,020	0,053 (* 18)	-	37	32
Össz-béta	BP	61	0,0099	160	39	28	0
Össz-béta	BZ	68	37	120	28	15	0
Össz-béta	CS	74	31	130	27	18	0
Össz-béta	GY	69	29	120	28	18	0
Össz-béta	HA	73	28	170	39	18	0
Össz-béta	KO	-	55	210	-	4	0
Össz-béta	NO	-	49	140	-	2	0
Össz-béta	PE	43	14	91	25	10	0
Össz-béta	TO	62	26	130	27	18	0
Cs-137	Összesen	3,0	0,020	7,0 (* 98)	-	860	778
Összes-béta	Összesen	67	0,0099	210	-	131	0

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

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

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



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

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

Az OSSKI három határ menti település (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) piacán vesz zöldség- és gyümölcsmintákat évente egyszer (összel). Ezeken a mintákon összes béta-aktivitáskonzentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A minta-előkészítés szárítást, a száraz tömeg mérését, majd hamvasztást jelent. A gamma-spektrometriai analízist a minta 420 °C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-éből, az összes béta-aktivitáskonzentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik. A ^{137}Cs koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb. 0,3 Bq/kg) alatt maradt, az összes béta-aktivitáskonzentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű ^{40}K izotóptól származtak. A mérési eredményeket az 5.2.2. táblázat tartalmazza.

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

	^{40}K koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	gyümölcs	zöldség	gyümölcs	zöldség
Balassagyarmat	52 ± 2	223 ± 10	49 ± 1	143 ± 10
Esztergom	62 ± 1	261 ± 10	55 ± 1	212 ± 10
Komárom	67 ± 1	160 ± 10	65 ± 1	143 ± 4

5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer

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

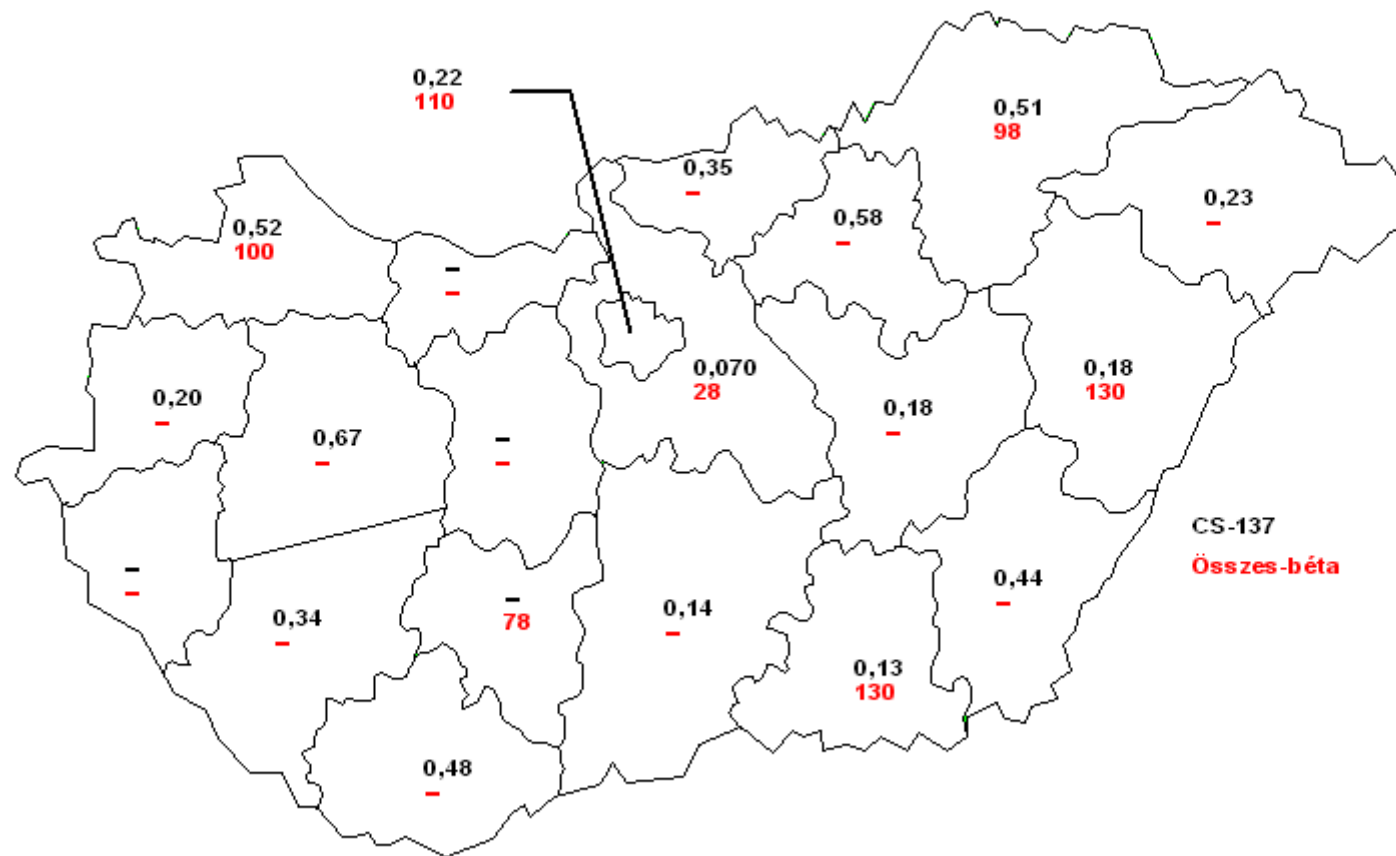
5.3.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszercsoportban is lefedi az országot; búza, árpa, kukorica, rozs minták szerepelnek. A γ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- β aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (a jelentésben nem szerepelnek). Szintén ebből a hamuból történik az összes- α aktivitás mérése. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 669 feldolgozott növényi élelmiszerminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények ^{137}Cs szűrő vizsgálata is. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm³ térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységu mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja 5 megyére és a fővárosra terjed ki, negyedévente 1 gabonafajta és havonta 1 kenyérféle mintázását tartalmazza. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mintavételi programjai keretében 2012-ben összesen 127 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés szárítást, majd hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskoncentrációt száraz tömegre vonatkoztatják. A ^{137}Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg.

A gabonafélékben és termékekben mért aktivitáskoncentrációk éves, országos értékei az alábbi határok közt mozogtak (5.3.1. táblázat): 0,030 - 0,67 Bq/kg (^{137}Cs) és 17 - 130 Bq/kg (összes-béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű ^{137}Cs az igen kis kimutatási határok ellenére általában – a minták több mint 90 %-ában – már nem volt kimutatható.



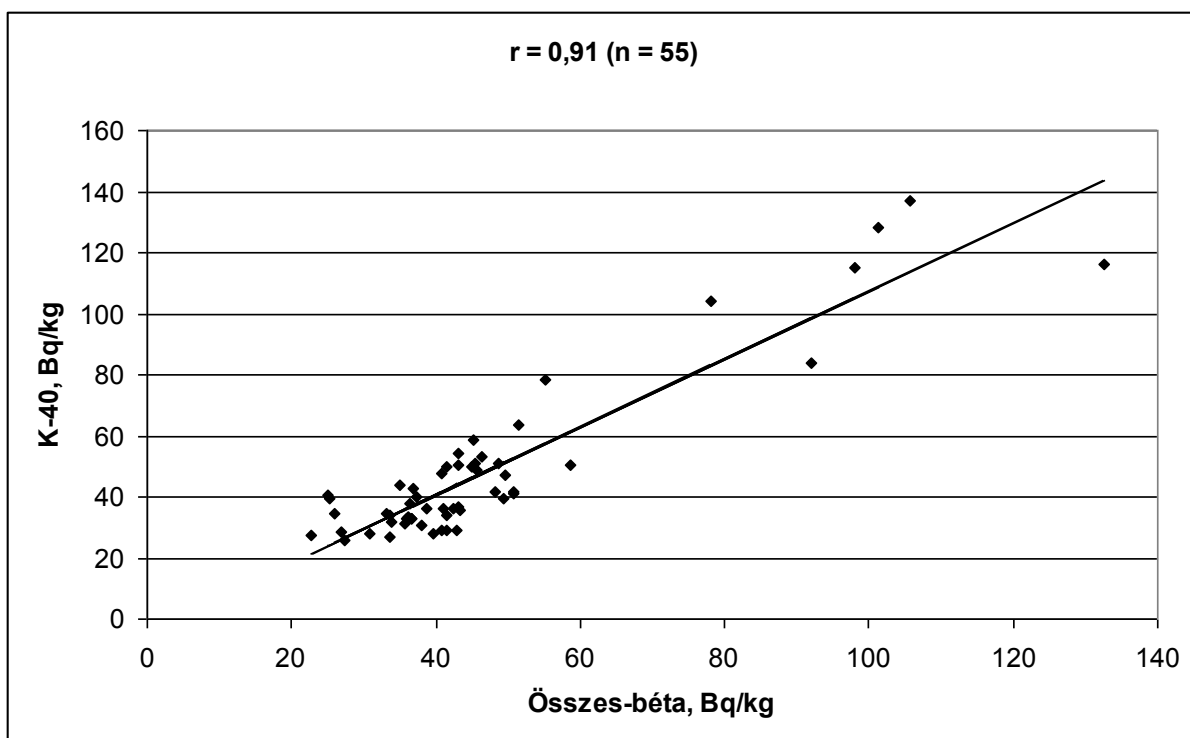
5.3.1. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésekből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	BA	-	0,22	0,48	-	29	27
Cs-137	BE	-	0,15	0,44	-	32	29
Cs-137	BK	-	-	0,14	-	57	56
Cs-137	BP	-	-	0,22	-	54	53
Cs-137	BZ	-	-	0,51	-	37	36
Cs-137	CS	-	-	0,13	-	32	31
Cs-137	FE	-	-	-	-	25	25
Cs-137	GY	-	0,030	0,52	-	45	42
Cs-137	HA	-	0,11	0,18	-	36	28
Cs-137	HE	-	-	0,58	-	26	25
Cs-137	JA	-	-	0,18	-	30	29
Cs-137	KO	-	-	-	-	48	48
Cs-137	NO	-	0,030	0,35	-	35	31
Cs-137	PE	-	0,060	0,070	-	40	38
Cs-137	SO	-	-	0,34	-	37	36
Cs-137	SZ	-	-	0,23	-	26	25
Cs-137	TO	-	-	-	-	42	42
Cs-137	VA	-	0,061	0,20	-	38	34
Cs-137	VE	-	0,070	0,67	-	14	12
Cs-137	ZA	-	-	-	-	28	28
Össz-béta	BP	43	20	110	22	21	0
Össz-béta	BZ	42	27	98	17	16	0
Össz-béta	CS	56	23	130	32	16	0
Össz-béta	GY	42	23	100	17	16	0
Össz-béta	HA	49	27	130	26	16	0
Össz-béta	PE	-	17	28	-	5	0
Össz-béta	TO	37	25	78	13	16	0
Cs-137	Összesen	3,3	0,030	0,67	-	711	675
Össz-béta	Összesen	44	17	130	-	106	0

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

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



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

6. Állati eredetű élelmiszerek

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

6.1. Tej, tejtermék

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

6.1.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH mérési programja a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. A részletes terményenkénti és izotóponkénti értékelés a monitoring programmal együtt a NÉBIH éves jelentésében megtalálható. Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában tej, sajt illetve tejpör minták szerepelnek. A tej mintavétel havonta, tejgazdaságból vagy kistermelőtől, a takarmány mintavétellel együtt történik. A γ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel, az összes- β aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (a jelentésben nem szerepelnek). Szintén ebből a hamuból történik az összes- α aktivitás mérése, illetve a ⁹⁰Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégzik. 2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 340 tej- és tejtermékminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban havonta 1-1 tejminta, továbbá negyedévente 1-1 sajt, túró és tejporminta vételére terjed ki. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mintavételi programjainak keretében 2012-ben összesen 269 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok, illetve a ⁹⁰Sr méréséhez ebből kiindulva végeznek radiokémiai elválasztást. A ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,25 Bq/kg (¹³⁷Cs).

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

A tej- és tejtermékmintákra vonatkozó mérési eredmények jellemzőit a 6.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ¹³⁷Cs és ⁹⁰Sr aktivitáskoncentrációk nagyobb részt kimutatási határ alattiak. (Megjegyezzük, hogy a magasabb koncentrációk tejpörből származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

A tej- és tejtermékek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,25 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé is hasonló, 0,052 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 36 Bq/kg volt 2012-ben.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
CS-137	BA	-	0,020	0,11	-	23	19
CS-137	BE	-	0,22	4,5	-	21	17
CS-137	BK	-	-	0,020	-	24	23
CS-137	BP	0,39	0,013	4,1	0,93	20	8
CS-137	BZ	-	0,0090	0,22	-	17	8
CS-137	CS	-	0,010	2,6	-	16	11
CS-137	FE	-	0,020	0,60	-	21	16
CS-137	GY	-	0,038	34	-	35	28
CS-137	HA	0,22	0,052	0,95	0,21	38	21
CS-137	HE	-	0,20	6,5	-	13	8
CS-137	JA	-	0,29	1,2	-	6	3
CS-137	KO	-	-	0,97	-	22	21
CS-137	NO	0,27	0,010	3,6	0,71	24	12
CS-137	PE	0,16	0,020	1,9	0,38	24	4
CS-137	SO	-	0,027	1,6	-	20	17
CS-137	SZ	-	-	-	-	2	2
CS-137	TO	-	0,014	0,020	-	69	64
CS-137	VA	-	0,030	0,60	-	24	15
CS-137	VE	-	-	-	-	14	14
CS-137	ZA	-	0,017	0,029	-	17	14
SR-90	BA	-	-	-	-	10	10
SR-90	BK	-	0,0074	0,052	-	4	1
SR-90	BP	-	0,013	0,44	-	9	1
SR-90	BZ	-	-	-	-	1	1
SR-90	FE	-	-	-	-	9	9
SR-90	GY	-	0,018	0,047	-	4	2
SR-90	SO	-	-	-	-	8	8
SR-90	TO	-	0,0074	0,048	-	33	24
SR-90	ZA	-	-	-	-	9	9
Összes-béta	BK	43	38	45	1,8	12	0
Összes-béta	BP	32	8,3	65	14	39	0
Összes-béta	BZ	43	20	76	13	24	0
Összes-béta	CS	39	23	49	10	25	1
Összes-béta	GY	37	18	48	9,1	22	0
Összes-béta	HA	35	0,027	48	14	28	0
Összes-béta	PE	-	16	23	-	10	1
Összes-béta	TO	38	22	45	7,3	48	2
Cs-137	Összesen	0,25	0,0090	34	-	450	325
Sr-90	Összesen	0,052	0,0074	0,44	-	87	65
Összes-béta	Összesen	36	0,027	76	-	208	4

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

6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi

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

6.2.1. Országos adatok

Az FmÁ NÉBIH laboratóriumainak mintavételi programjában sertés, marha baromfi, házinyúl, hal és vadhús szerepel. A γ -spektrumanalízist a minta 450°C-on izzított hamujának 50 cm³-ből (kb. 20-30 g), 80 000 s mérési idővel az összes- β aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok szűrővizsgálatként (ez utóbbiak - mivel nem kerülnek számszerű kiértékelésre - a jelentésben nem szerepelnek). Ezeket a vizsgálatokat minden mintából elvégezzük. 2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 578 húsminta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ NÉBIH monitoring programjában a húskészítmények, tengeri hal és tengeri puhatestűek ¹³⁷Cs szűrő vizsgálata. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm³ térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységgű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban negyedévente 1-1 marha-, sertés- és baromfihúsminta vételére terjed ki. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mintavételi programjai keretében 2012-ben összesen 123 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-ből, az összes béta-aktivitáskoncentráció meghatározást pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg (¹³⁷Cs).

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

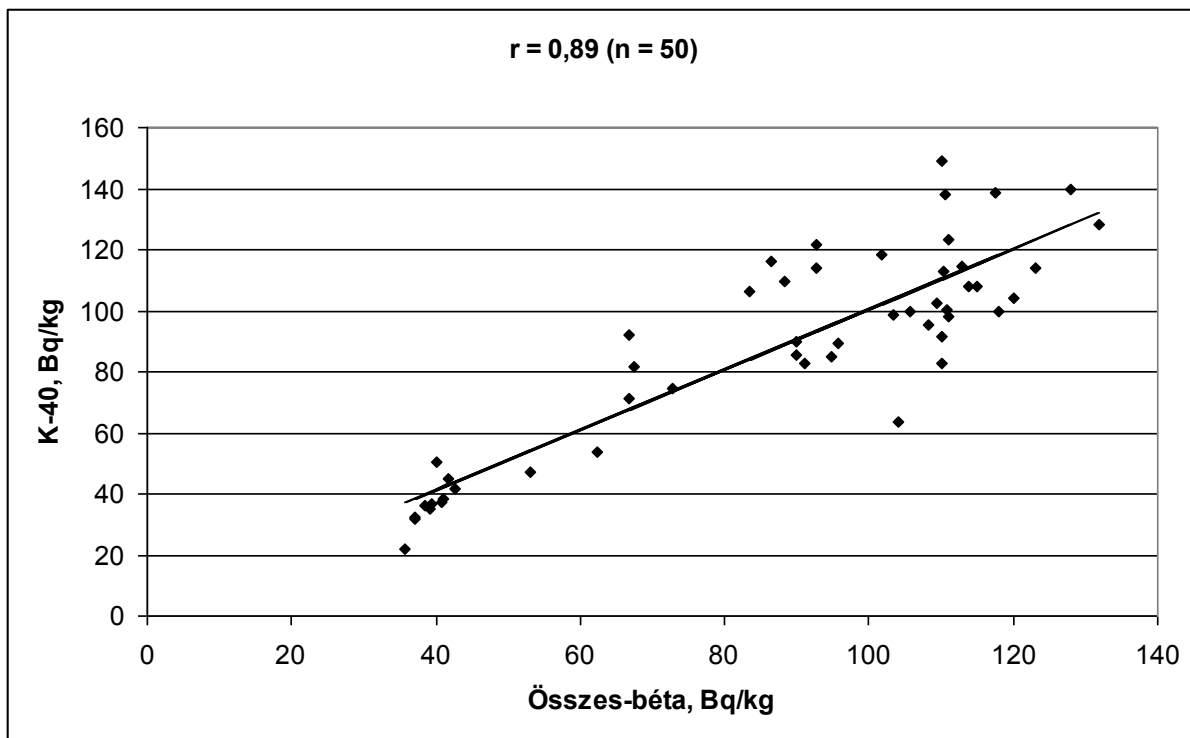
A hús és hústermékek ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 1,6 Bq/kg, a döntően természetes eredetű (⁴⁰K) összes béta-aktivitása pedig 80 Bq/kg volt 2012-ben. Ezek az értékek a 2011. évekhez hasonlóak, a ¹³⁷Cs valamivel magasabb.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	BA	-	0,12	0,20	-	22	18
Cs-137	BE	-	0,060	0,94	-	38	33
Cs-137	BK	-	0,093	0,18	-	78	76
Cs-137	BP	-	0,051	0,35	-	22	17
Cs-137	BZ	-	0,037	0,33	-	16	9
Cs-137	CS	-	0,040	0,18	-	48	42
Cs-137	FE	3,1	0,060	23	4,5	34	21
Cs-137	GY	-	0,033	0,22	-	29	23
Cs-137	HA	0,59	0,062	0,33	1,2	51	34
Cs-137	HE	-	0,040	0,18	-	22	18
Cs-137	JA	-	0,057	0,071	-	27	25
Cs-137	KO	-	0,11	0,35	-	30	24
Cs-137	NO	-	-	-	-	12	12
Cs-137	PE	0,45	0,030	1,4	0,39	41	31
Cs-137	SO	0,96	0,075	2,2	1,3	38	27
Cs-137	SZ	-	0,039	0,22	-	35	32
Cs-137	TO	-	-	-	-	24	24
Cs-137	VA	-	0,076	0,11	-	32	29
Cs-137	VE	-	-	-	-	12	12
Cs-137	ZA	-	0,074	0,19	-	32	23
Össz-béta	BP	73	23	120	34	20	0
Össz-béta	BZ	96	41	130	35	13	0
Össz-béta	CS	82	36	120	29	14	0
Össz-béta	GY	70	24	100	27	14	0
Össz-béta	HA	84	37	110	31	14	0
Össz-béta	PE	90	19	460	110	15	0
Össz-béta	TO	71	33	96	24	14	0
Cs-137	Összesen	1,6	0,030	23	-	643	530
Összes-béta	Összesen	80	19	460	-	104	0

A húspan és hústermékekben mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.2. ábrán szemléltetjük. A 2011. év eredményeihez hasonlóan a korreláció itt is erősnek mondható.

Az ERMAH laboratóriumok mérési eredményeit a korábban már említett Egészségtudomány c. folyóiratban [2], az FmÁ NÉBIH mérési eredményeinek részletes értékelését pedig annak éves jelentéseiben [4] találhatjuk meg.



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

6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei

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

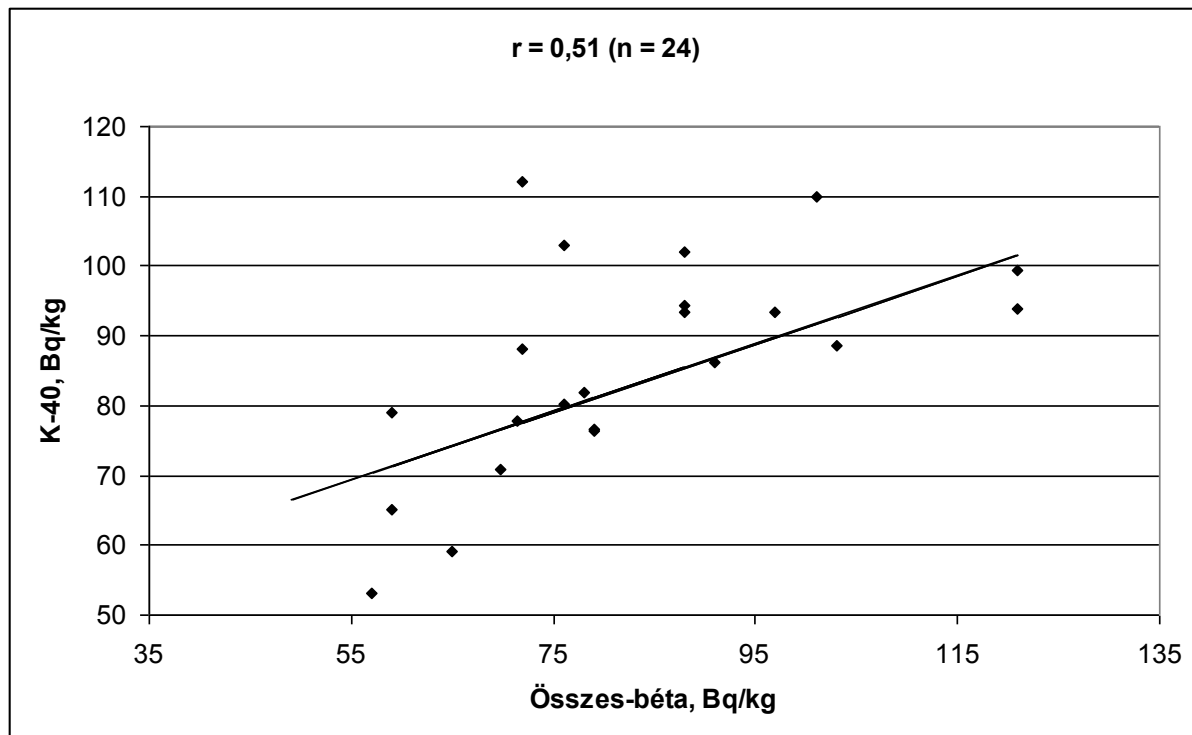
A dunai halakra, az erőmű alatti szakaszon kapott mérési eredményeket a 6.2.2. táblázatban foglaltuk össze.

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

A halakban mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt a 6.2.3. ábrán szemléltetjük, a korreláció a korábbi évekhez hasonlóan gyenge. A halak a szárazföldi állatoktól eltérően koncentrálják a fémeket, a ^{40}K izotópon kívül más béta-sugárzó, többnyire természetes eredetű radioaktív izotóp is hozzájárul az összes-béta eredményekhez.

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

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	0,20	0,040	1,5	0,29	24	13
Sr-90	-	-	0,70	-	24	23
Összes-béta	82	49	120	19	24	0



6.2.3. ábra. Halak összes-béta és ^{40}K aktivitáskoncentrációi közötti összefüggés (KvVÁ)

7. Felszíni vizek

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

7.1. Országos adatok

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

2012-ben mérési programjaik keretében 206 vízminta vizsgálatát végezték el a KvvÁ laboratóriumai.

Az ERMAH mérési program keretében a laboratóriumok megynként 1-1 mintavételi pontban havonta egy folyóvizet és negyedévente egy állóvizet mintáznak. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2012-ben összesen 565 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes-béta, féléves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. A ^{137}Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.

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

A 2012. évben kapott mérési eredményeket a 7.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, általában 10-30 mBq/l nagyságrendű. Az összes-béta aktivitáskoncentrációk egy-két kivételtől eltekintve általában nem érik el az 1 Bq/l értéket. Az eredmények szóródása jelentős, a maximum és minimum értékek aránya néhányszor tíz is lehet.

7.1.1. táblázat. Egyes felszíni vizek mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és KvVÁ)

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kh alatti
Cs-137	Által ér	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Balaton	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Cseke tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Deseda tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Duna	4,7	0,080	23	6,3	55	39
Cs-137	Eger patak	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Fehér Körös	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Fehér tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Fertő tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Hátori tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Holt Duna-ág	-	-	-	-	6	6
Cs-137	Holt tiszta	-	19	31	-	4	1
Cs-137	Horgász-tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kapos	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Kondor tó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Laskóvölgyi víztározó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Maros	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Orfűi tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Palotási víztározó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Rába	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Sárvár tó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Séd patak	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Sóstó	-	-	-	-	1	1
Cs-137	Szelidi tó	-	-	-	-	4	4
Cs-137	Szinva folyó	-	-	-	-	2	2
Cs-137	Tisza	-	-	-	-	5	5
Cs-137	Vártó	-	-	-	-	3	3
Cs-137	Vekeri tó	-	20	60	-	4	2
Cs-137	Zagyva	-	-	-	-	2	2
H-3	Duna	1800	680	7800	870	112	29
H-3	Kőér patak	1200	870	1800	310	12	0
H-3	Szelidi tó	1000	650	1500	250	11	0
Sr-90	Duna	3,2	0,79	6,7	2,0	38	19
Sr-90	Holt Duna-ág	-	-	6,8	-	3	2
Sr-90	Kondor tó	-	-	-	-	3	3
Sr-90	Szelidi tó	-	1,2	7,2	-	6	2

7.1.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Víz neve	Átlag mBq/l	Minimum mBq/l	Maximum mBq/l	Szórás mBq/l	N	Kh alatti
Össz-béta	Által ér	280	170	330	51	11	0
Össz-béta	Balaton	310	220	350	26	26	0
Össz-béta	Bódva	170	110	250	40	12	0
Össz-béta	Börzsöny patak	-	140	370	-	2	0
Össz-béta	Cseke tó	-	460	610	-	4	0
Össz-béta	Deseda tó	-	120	180	-	4	0
Össz-béta	Dráva	110	20	170	36	13	1
Össz-béta	Duna	130	38	1100	130	211	5
Össz-béta	Eger patak	410	250	560	92	12	0
Össz-béta	Fehér Körös	160	100	350	74	12	0
Össz-béta	Fehér tó	-	330	520	-	4	0
Össz-béta	Fertő tó	-	760	940	-	4	0
Össz-béta	Hámori tó	-	26	260	-	4	0
Össz-béta	Hármas Körös	-	140	210	-	3	0
Össz-béta	Hármas-Körös	150	80	370	79	11	1
Össz-béta	Hernád	160	100	280	57	12	0
Össz-béta	Holt Duna-ág	180	160	200	16	10	0
Össz-béta	Holt tiszta	-	110	300	-	4	0
Össz-béta	Horgász-tó	-	170	550	-	4	0
Össz-béta	Kapos	250	97	800	160	22	0
Össz-béta	Keleti Főcsatorna	130	84	280	55	11	0
Össz-béta	Kemence patak	-	190	190	-	2	0
Össz-béta	Kondor tó	130	110	150	10	10	0
Össz-béta	Kőér patak	500	200	1000	220	15	0
Össz-béta	Lajta	-	120	160	-	4	0
Össz-béta	Laskóvölgyi víztározó	-	380	490	-	4	0
Össz-béta	Letkés patak	-	-	370	-	1	0
Össz-béta	Maros	-	140	170	-	4	0
Össz-béta	Nádor-csatorna	490	440	540	31	12	0
Össz-béta	Omszki tó	-	400	600	-	4	0
Össz-béta	Orfűi tó	-	67	110	-	4	0
Össz-béta	Palotási víztározó	-	440	590	-	4	0
Össz-béta	Pinka	-	70	100	-	2	0
Össz-béta	Rába	140	80	170	22	26	0
Össz-béta	Sajó	210	130	340	61	12	0
Össz-béta	Sárvár tó	-	100	140	-	4	0
Össz-béta	Séd patak	78	60	100	10	12	0
Össz-béta	Sió	390	350	460	30	12	0
Össz-béta	Sóstó	-	150	200	-	2	0
Össz-béta	Szelidi tó	200	93	350	63	21	0
Össz-béta	Szilágyi patak	280	66	660	160	14	0
Össz-béta	Szinva folyó	230	190	310	43	12	0
Össz-béta	Tisza	140	69	520	66	44	2
Össz-béta	Vártó	-	190	230	-	4	0
Össz-béta	Vekeri tó	-	140	180	-	4	0
Össz-béta	Velencei-tó	1800	1600	2100	160	12	0
Össz-béta	Zagyva	620	430	850	120	12	0

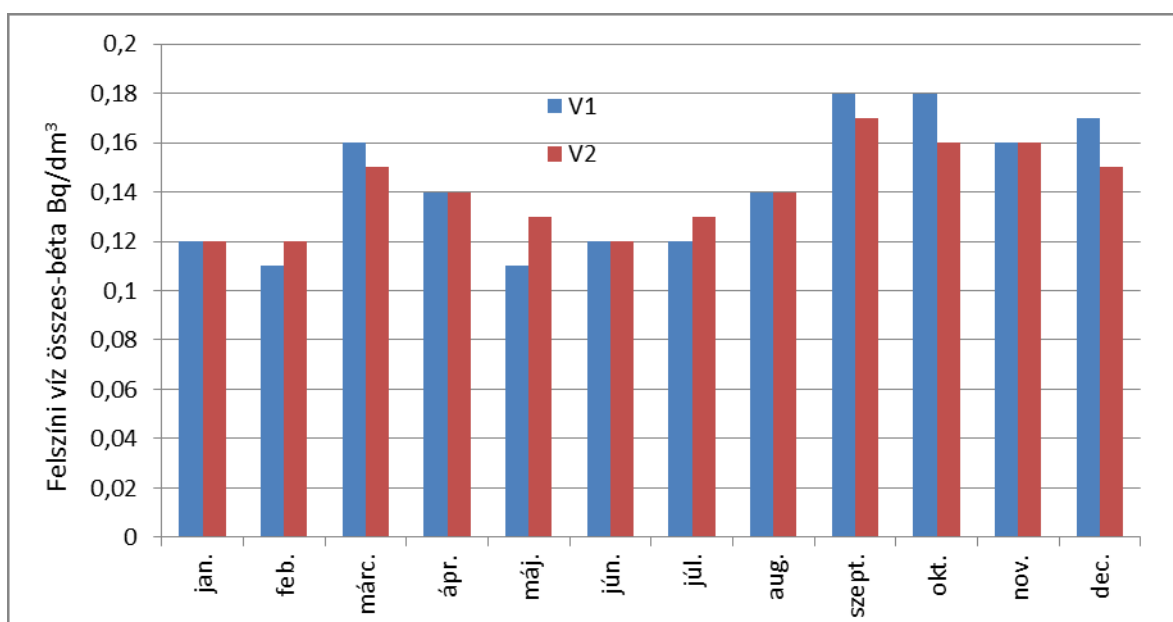
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk

7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai

7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai

Az erőmű környezet-ellenőrzési programja keretében rendszeresen méri a hidegvíz (V1) és 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. A melegvízcsatornánál – a természetes radionuklidok járulékát is tartalmazó – összes béta-aktivitáskoncentráció emelkedése várható. A 7.2.1. ábrán a melegvízcsatorna vizének havi átlagai számottevő mértékben nem haladják meg a hidegvízcsatorna hasonló értékeit.



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

7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai

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

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

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kh alatti	Egység
Sr-90	Paks	-	2,6	3,4	-	4	0	mBq/l
Sr-90	V2	-	1,6	4,5	-	4	0	mBq/l
H-3	M5	55,7	36,2	78,9	11	12	0	Bq/l
H-3	T24	73,8	45,9	99,8	17	12	0	Bq/l
H-3	V2	1,76	1,35	2,91	0,48	12	0	Bq/l
K-40	Paks	-	67,1	82,6	-	4	0	mBq/l

7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei

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

Az összes-béta mérésekhez legalább 2 liter vízmennyiséget párolnak be, és a bepárlási maradékból 1 g aktivitását mérik. A mérés kimutatási határa 10 mBq/l. A gamma-spektrometriai méréshez általában 10 liter vizet párolnak be, és a teljes bepárolt mennyiséget elemzik. A mérés jellemző kimutatási határa 1-2 mBq/l (a ^{137}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
Am-241	-	-	-	-	4	4
Ba-133	-	-	-	-	4	4
Be-7	-	-	-	-	5	5
Bi-212	-	-	-	-	2	2
Bi-214	-	-	0,014	-	1	0
C-14	-	0,024	0,029	-	4	0
Co-60	-	-	-	-	4	4
Cs-137	-	-	-	-	22	22
Eu-152	-	-	-	-	4	4
H-3	0,83	0,74	0,96	0,067	12	0
K-40	0,42	0,17	0,76	0,17	18	0
Pb-212	-	0,0049	0,010	-	6	3
Pb-214	-	0,0091	0,021	-	3	1
Ra-226	-	0,024	0,069	-	14	8
Sr-90	-	0,0020	0,0044	-	4	1
Tl-208	-	-	-	-	2	2
U-235	-	0,0019	0,0042	-	15	9
U-238	-	0,041	0,075	-	4	0
Összes-béta	0,32	0,14	0,73	0,14	18	0
Összes-gamma	-	-	-	-	4	4

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

Az OSSKI három határ menti településen (Bernecebaráti, Letkés, Nagybörzsöny) vesz folyóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta-aktivitáskoncentrációját, valamint a trícium és ^{40}K koncentrációját. A minta-előkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A ^{40}K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A mérési eredményeket a 7.2.3. táblázat tartalmazza.

7.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó folyóvízminták összes béta-aktivitáskoncentrációja, trícium és ^{40}K koncentrációja (Bq/l)

	Összes béta-aktivitáskonc.		Trícium koncentráció		^{40}K koncentráció	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,87 ± 0,21	0,47 ± 0,18	0,23 ± 0,001	0,13 ± 0,001
Letkés	0,37 ± 0,01	na	0,68 ± 0,22	na	0,17 ± 0,001	na
Nagybörzsöny	0,37 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,64 ± 0,2	0,71 ± 0,18	0,09 ± 0,001	0,10 ± 0,001

Az OSSKI ugyanezek a helyszíneken ugyancsak féléves gyakorisággal iszapmintákat is vizsgál gamma-spektrometriai módszerrel. A gamma-spektrometriai vizsgálatot a 110 °C-on szárított mintákon, Marinelli-geometriában (600 cm³ térfogaton) végzik 40000 s mérési idővel. A ^{137}Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 7.2.4. táblázat tartalmazza.

7.2.4. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetéből származó iszapminták

¹³⁷Cs koncentrációja (Bq/kg)

	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	2,55 ± 0,1	4,39 ± 0,1
Letkés	5,75 ± 0,1	na
Nagybörzsöny	12,1 ± 0,1	14,3 ± 0,1

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.

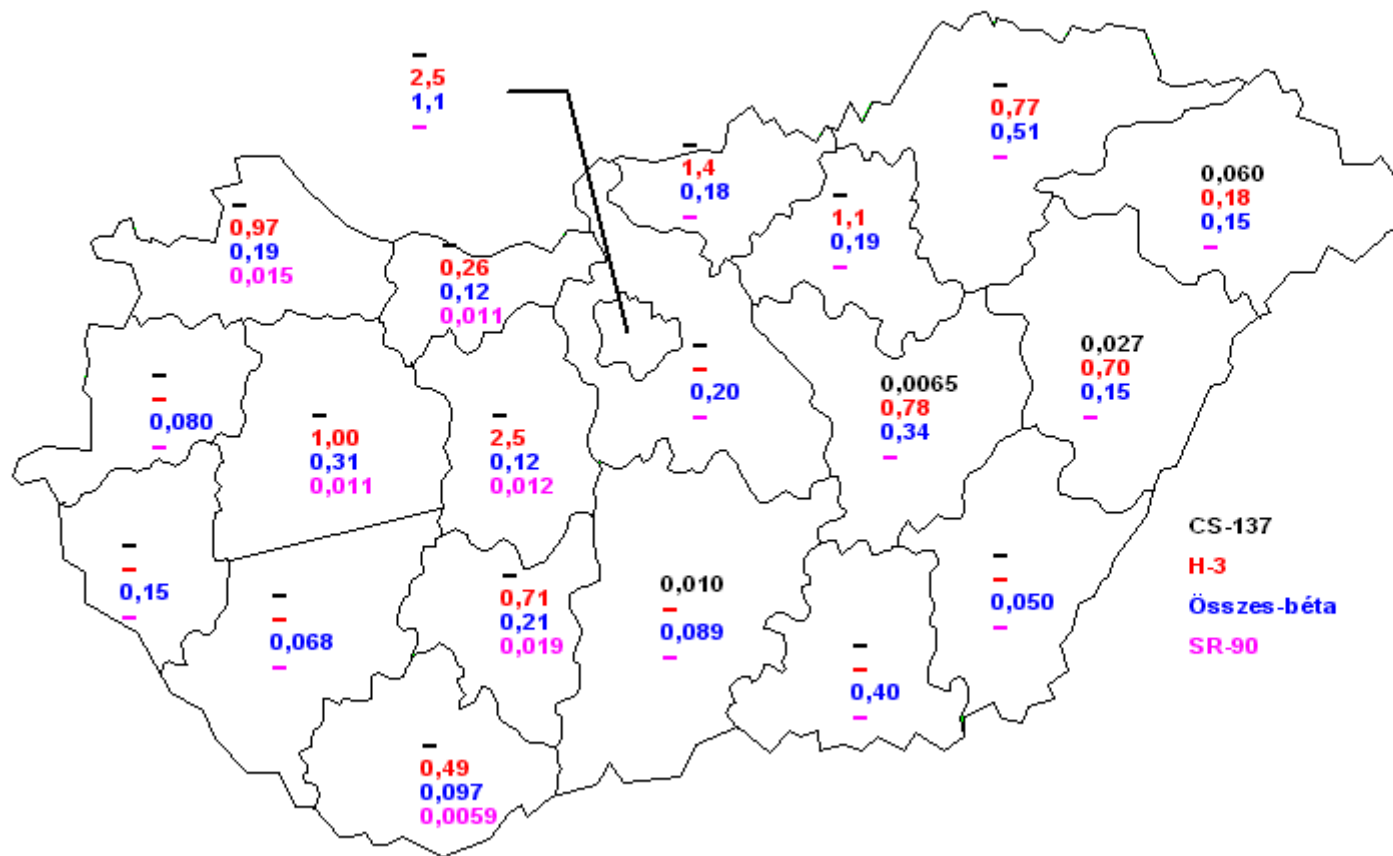
8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok

Országos ivóvíz-ellenőrzési programot az EüÁ ERMAH laboratóriumok végeznek. A mintavételi program megyénkénti negyedéves mintázást ír elő az összes-béta mérésekhez. Ezenkívül a ³H és ⁹⁰Sr vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Az EüÁ ERMAH, HAKSER és egyéb mérési programjai keretében 2012-ben összesen 367 vízminta vizsgálatát végezték el. Jellemző kimutatási határok: 0,16-0,20 Bq/l (³H), 5-30 mBq/l (⁹⁰Sr).

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 ⁹⁰Sr 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 ³H aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,72 Bq/l, a legnagyobb érték (2,5 Bq/l) is jóval kisebb mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A ⁹⁰Sr koncentrációi 0,0029-0,19 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,12 Bq/l, a ¹³⁷Cs koncentrációi javarészt kimutatási határ alattiak, az átlaguk 0,011 Bq/l.



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

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kh alatti
Cs-137	BA	-	-	-	-	4	4
Cs-137	BE	-	-	-	-	1	1
Cs-137	BK	-	-	0,010	-	5	4
Cs-137	BP	-	-	-	-	11	11
Cs-137	BZ	-	-	-	-	4	4
Cs-137	CS	-	-	-	-	2	2
Cs-137	FE	-	-	-	-	4	4
Cs-137	GY	-	-	-	-	7	7
Cs-137	HA	-	0,0088	0,027	-	8	3
Cs-137	HE	-	-	-	-	2	2
Cs-137	JA	-	0,0039	0,0065	-	4	2
Cs-137	KO	-	-	-	-	4	4
Cs-137	NO	-	-	-	-	2	2
Cs-137	NS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	PE	-	-	-	-	3	3
Cs-137	SO	-	-	-	-	3	3
Cs-137	SZ	-	0,0037	0,060	-	5	2
Cs-137	TO	-	-	-	-	18	18
Cs-137	VA	-	-	-	-	5	5
Cs-137	VE	-	-	-	-	4	4
Cs-137	ZA	-	-	-	-	2	2
H-3	BA	-	-	0,49	-	2	1
H-3	BK	-	-	-	-	2	2
H-3	BP	1,7	1,3	2,5	0,58	13	1
H-3	BZ	-	0,69	0,77	-	2	0
H-3	FE	-	1,0	2,5	-	2	0
H-3	GY	-	0,68	0,97	-	2	0
H-3	HA	-	0,57	0,70	-	2	0
H-3	HE	-	0,76	1,1	-	2	0
H-3	JA	-	0,62	0,78	-	2	0
H-3	KO	-	-	0,26	-	2	1
H-3	NO	-	0,70	1,4	-	2	0
H-3	NS	-	-	-	-	1	1
H-3	PE	-	-	-	-	1	1
H-3	SO	-	-	-	-	2	2
H-3	SZ	-	0,18	0,18	-	2	0
H-3	TO	0,37	0,25	0,71	0,19	26	11
H-3	VA	-	-	-	-	2	2
H-3	VE	-	-	1,0	-	3	2
H-3	ZA	-	-	-	-	2	2

8.1.1. táblázat. (folytatás)

Sr-90	BA	-	-	0,0059	-	2	1
Sr-90	BK	-	-	-	-	3	3
Sr-90	BZ	-	-	-	-	1	1
Sr-90	FE	-	0,0095	0,012	-	2	0
Sr-90	GY	-	-	0,015	-	3	2
Sr-90	HE	-	-	-	-	1	1
Sr-90	KO	-	-	0,011	-	2	1
Sr-90	NO	-	-	-	-	1	1
Sr-90	SO	-	-	-	-	2	2
Sr-90	TO	-	0,0029	0,019	-	14	11
Sr-90	VA	-	-	-	-	2	2
Sr-90	VE	-	-	0,011	-	2	1
Sr-90	ZA	-	-	-	-	2	2
Összes-béta	BA	-	0,081	0,097	-	4	0
Összes-béta	BE	-	0,036	0,050	-	4	0
Összes-béta	BK	0,064	0,037	0,089	0,015	16	0
Összes-béta	BP	0,27	0,020	1,1	0,34	39	6
Összes-béta	BZ	-	0,027	0,51	-	8	0
Összes-béta	CS	-	0,050	0,40	-	8	0
Összes-béta	FE	-	0,097	0,12	-	4	0
Összes-béta	GY	0,087	0,040	0,19	0,033	44	0
Összes-béta	HA	0,098	0,0077	0,15	0,047	18	0
Összes-béta	HE	-	0,12	0,19	-	4	0
Összes-béta	JA	0,14	0,026	0,34	0,082	14	0
Összes-béta	KO	-	0,050	0,12	-	4	0
Összes-béta	NO	-	0,079	0,18	-	4	0
Összes-béta	PE	-	0,10	0,20	-	7	3
Összes-béta	SO	-	0,051	0,068	-	4	0
Összes-béta	SZ	0,085	0,017	0,15	0,040	13	0
Összes-béta	TO	0,090	0,015	0,21	0,040	61	3
Összes-béta	VA	-	0,070	0,080	-	4	0
Összes-béta	VE	-	0,10	0,31	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	0,090	0,15	-	4	0
Cs-137	Összesen	0,083	0,0037	0,060	-	99	88
H-3	Összesen	0,69	0,18	2,5	-	72	26
Sr-90	Összesen	-	0,0029	0,019	-	37	28
Összes-béta	Összesen	0,12	0,0077	1,1	-	268	12

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

Az OSSKI három határ menti településen (Balassagyarmat, Esztergom, Vác) vesz ivóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta-aktivitáskoncentrációját, valamint a trícium és ^{40}K koncentrációját. A minta-előkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A ^{40}K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A mérési eredményeket a 8.2.1. táblázat tartalmazza.

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

	Összes béta-aktivitáskonc.		Trícium koncentráció		^{40}K koncentráció	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	0,08 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,60 ± 0,2	0,95 ± 0,2	0,094 ± 0,001	0,10 ± 0,001
Esztergom	0,09 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,38 ± 0,2	0,68 ± 0,2	0,072 ± 0,001	0,07 ± 0,001
Vác	0,13 ± 0,01	0,10 ± 0,01	2,35 ± 0,3	3,11 ± 0,2	0,093 ± 0,001	0,10 ± 0,001

8.3. Ásványvizek

Bár az ásványvizek a hatósági szabályozás szempontjából nem tartoznak az ivóvíz kategóriába – azaz kivételek pl. az utóbbi minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendelet előírásai alól is – hazánkban is erősen emelkedő mértékű fogyasztásuk indokolja radiológiai szempontból történő vizsgálatukat. A 2012-ben kapott eredményeket a 8.2.1. táblázatban foglaltuk össze.

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben szerepel negyedévenkénti mintavétel. Az EüÁ ERMAH és egyéb mintavételi programjai keretében 2012-ben összesen 42 mintán végeztek méréseket.

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

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kh alatti
Cs-137	BP	-	-	-	-	10	10
Cs-137	BZ	-	-	-	-	2	2
Cs-137	CS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	GY	-	-	-	-	2	2
Cs-137	HA	-	0,0088	0,027	-	4	0
Cs-137	KO	-	-	-	-	1	1
Cs-137	NS	-	-	-	-	1	1
Cs-137	PE	-	-	-	-	3	3
Cs-137	SO	-	-	-	-	1	1
Cs-137	VE	-	-	-	-	2	2
H-3	BK	-	-	-	-	2	2
H-3	BP	-	-	-	-	1	1
H-3	NS	-	-	-	-	1	1
H-3	PE	-	-	-	-	1	1
H-3	VE	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	BP	0,52	0,039	1,1	0,39	17	1
Összes-béta	BZ	-	0,053	0,51	-	4	0
Összes-béta	CS	-	0,067	0,40	-	4	0
Összes-béta	GY	-	0,040	0,070	-	4	0
Összes-béta	HA	-	0,12	0,15	-	4	0
Összes-béta	PE	-	0,10	0,20	-	6	3
Összes-béta	TO	-	0,19	0,21	-	4	0
Cs-137	Összesen	-	0,0088	0,027	-	27	23
H-3	Összesen	-	-	-	-	6	6
Összes-béta	Összesen	0,30	0,039	1,1	-	43	4

9. Vegyes élelmiszer

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

9.1. Országos adatok

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben szerepel félévenkénti mintavétel. Az EüÁ ERMAH és egyéb mintavételi programjai keretében 2012-ben összesen 22 mintán ^{90}Sr meghatározást és gamma-spektrometriai elemzést végeztek el. A ^{90}Sr és ^{137}Cs radionuklidok aktivitáskoncentrációit az ERMAH laboratóriumok az ételminták hamvasztása után határozzák meg. A 2012. évi eredményeket a 9.1.1. táblázatban foglaltuk össze. Az eredményeket Bq/kg egységben adtuk meg. Jellemző kimutatási határok: 0,01-0,05 Bq/kg (^{90}Sr és ^{137}Cs radionuklidra egyaránt).

2012-ben a 19 megye és Budapest területéről 30 különböző vegyes-élelmiszer-minta vizsgálatát végezték el az FmÁ NÉBIH laboratóriumai.

A táblázatban közölt eredményekből látható, hogy a ^{137}Cs a ^{90}Sr koncentrációk többsége a kimutatási határ alatt volt. A lakosság által fogyasztott ételekben tehát a csernobili eredetű ^{137}Cs és ^{90}Sr aktivitáskoncentrációja mára gyakorlatilag nem haladja meg a 0,1 Bq/kg szintet.

9.1.1. táblázat. Vegyesélelmiszer-minták mérési eredményeinek éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Cs-137	BK	-	-	-	-	1	1
Cs-137	BP	-	-	-	-	8	8
Cs-137	BZ	-	-	-	-	2	2
Cs-137	CS	-	-	-	-	6	6
Cs-137	FE	-	-	-	-	1	1
Cs-137	GY	-	-	0,011	-	5	4
Cs-137	HA	-	0,050	0,057	-	3	1
Cs-137	KO	-	-	-	-	3	3
Cs-137	NO	-	-	-	-	1	1
Cs-137	PE	-	-	0,11	-	2	1
Cs-137	SZ	-	-	-	-	1	1
Cs-137	TO	-	-	0,80	-	6	5
Cs-137	VA	-	-	-	-	3	3
Cs-137	VE	-	-	-	-	1	1
Cs-137	ZA	-	-	-	-	3	3
Sr-90	BP	-	0,033	0,034	-	2	0
Sr-90	BZ	-	-	-	-	1	1
Sr-90	GY	-	-	0,043	-	2	1
Sr-90	TO	-	0,0095	0,041	-	4	0
Összes-béta	BP	-	38	48	-	2	0
Összes-béta	BZ	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	HA	-	0,022	0,055	-	2	0
Cs-137	Összesen	-	0,011	0,80	-	46	41
Sr-90	Összesen	-	0,0095	0,043	-	9	2
Összes-béta	Összesen	-	0,022	48	-	5	1

Irodalom

[1] A Paksi Atomerőmű Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály 2012. évi jelentése (Szerk.: Dr. Bujtás Tibor, PA Zrt., Paks, 2013. március)

[2] Kövendiné Kónyi Júlia és munkatársai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2012-ben (Egészségtudomány, 2013)

[3] HAKSER 2012 – A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2012. évi jelentése (Szerk.: Fülöp Nándor, OSSKI, Budapest, 2013)