



OKSER 2009

AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER) 2009. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2010. december. 10

A jelentést az OKSER Szakbizottság 2010. 11. 30-i ülésén hagyta jóvá

Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Bevezetés.....	9
Következtetések.....	11
Conclusion.....	11
1. Külső gamma-dózisteljesítmény.....	12
1.1. Országos adatok.....	13
1.1.1. A Radiológiai Távmérő hálózat adatai (OKF, MH, OMSZ)	13
1.1.2. Az ERMAH mérési adatai	18
1.1.3. Az országos TLD mérőhálózat adatai (OSSKI)	18
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 (OSSKI)	26
1.2.4. Az OSSKI telephelyén végzett mérések	27
2. Levegőszűrők (aeroszol)	28
2.1. Az országos ellenőrzési eredmények	28
2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk	29
2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei.....	29
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai.....	30
2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk	31
3. Kihullás (fall-out)	32
3.1. Országos adatok.....	32
3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások.....	35
3.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei	35
3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények	35
3.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OSSKI)	37
4. Talaj.....	37
4.1. Országos adatok.....	38
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.....	43
5.1. Takarmány.....	43
5.1.1. Országos adatok.....	43
5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok	48
5.1.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OSSKI)	48
5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer.....	49
5.2.1. Országos adatok.....	49
5.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OSSKI)	53
5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer	54
5.3.1. Országos adatok.....	54
6. Állati eredetű élelmiszerek	58
6.1. Tej, tejtermék.....	58
6.1.1. Országos adatok.....	58
6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi.....	62
6.2.1. Országos adatok.....	62
6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei	65

7. Felszíni vizek.....	67
7.1. Országos adatok.....	67
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk	70
7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai	70
7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai	70
7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai	71
7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei	71
7.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz- és iszapminták mérési eredményei (OSSKI).....	72
8. Ivóvíz.....	73
8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok	73
8.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OSSKI)	76
8.3. Ásványvizek	77
9. Vegyes élelmiszer.....	78
9.1. Országos adatok.....	78
Irodalom	79

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

Budapest, 2010. november. 30

Dr. Koblinger László
az OKSER Szakbizottság elnöke

Az OKSER tagjai (a Rendelet alapján):

1. Belügyminisztérium,
2. Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Egészségügyi Ágazat (EüÁ),
3. Vidékfejlesztési Minisztérium - Földművelésügyi Ágazat (FmÁ),
4. Nemzetgazdasági Minisztérium,
5. Honvédelmi Minisztérium,
6. Vidékfejlesztési Minisztérium - Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat (KvVÁ),
7. Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Oktatási Ágazat (OÁ),
8. Polgári Nemzetbiztonsági Szolgálatok Irányításában Közreműködő Politikai Államtitkár,
9. Magyar Tudományos Akadémia,
10. Országos Atomenergia Hivatal,
11. Paksi Atomerőmű Zártkörű Részvénytársaság,
12. Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.

Az OKSER Szakbizottság tagjai (2010.10.15-én):

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 (Országos Atomenergia Hivatal, elnök)
Dr. Lénárt András (Nemzetbiztonsági Hivatal)
Dr. Lévai Zoltán (Gazdasági Minisztérium)
Dr. Pellet Sándor (Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Egészségügyi Ágazat)
Dr. Zagyvai Péter (Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Oktatási Ágazat)
Szeitz Anita (Belügyminisztérium)
Dr. Sági László (Magyar Tudományos Akadémia)
Dr. Tarján Sándor (Vidékfejlesztési Minisztérium - Földművelésügyi Ágazat)
Micskey Gusztáv (Magyar Honvédség)

A Szakbizottság ülésein állandó meghívott Szarka Zsolt.

A 2009. 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: Dr. Déri Zsolt, Gaál Zoltánné, Gucci Judit, Hársné Takáts Ilona, Dr. Henye Irén, Homoki Zsolt, Jobbágy Benedek, Kelemen Mária, Kocsy Gábor, Dr. Legoza József, Madarász István, Dr. Makai Aranka, Dr. Nagy Zsuzsanna, Dr. Polgár Attila, Ormosiné Laca Éva, Szabó Gyula, Dr. Szarkáné Németh Ágnes, Ugron Ágota

VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM - FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÁGAZAT

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

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

Fejér Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium

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

Somogy Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Komplex Laboratórium

Tolna Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc Radiokémiai Laboratórium

Vas Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc Radiokémiai Laboratórium

Veszprém Megyei MgSzH, Regionális Élelmiszerlánc-vizsgáló Kémiai Laboratórium

MgSzH Központ Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság, Radioanalitikai Referencia Laboratórium

„Gabona Control” Radioanalitikai Laboratórium

HONVÉDELMI MINISZTERIUM (MAGYAR HONVÉDSÉG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Zelenák János

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Micskey Gusztáv

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, Kálmán Gyula, Lipták Magdolna, Lukács Marianna, Muránszky Mária, Révész Vass Ildikó, Sinka Gáborné, Vass István

Országos Meteorológiai Szolgálat:

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Nagy József

A mérésekben és adatküldésben részt vett: Dr. Sándor Valéria

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA (KFKI ATOMENERGIA KUTATÓ INTÉZET)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Sági László

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

NEMZETI ERŐFORRÁS MINISZTERIUM - OKTATÁSI ÁGAZAT

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Dr. Zagyvai Péter

A mérésekben és adatküldésben részt vettek:

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

BELÜGYMINISZTERIUM (ORSZÁGOS KATASZTRÓFAVÉDELMI FŐIGAZGATÓSÁG)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Szeitz Anita

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

PAKSI ATOMERŐMŰ (PA ZRT.)

Az adatszolgáltatásért felelős személy: Ranga Tibor

A mérésekben és adatküldésben részt vettek: Daróczy 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 2009. évi jelentése az Információs Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2009. évre vonatkozó mérési eredményeket közel 60000 rekord tartalmazza). Az eredmények feldolgozásánál, összesítésénél és bemutatásánál a következő főbb szempontokat érvényesítettük:

- a) A mérési eredményeket elsősorban a mintafajták, nagyobb mintacsoportok szerint (pl. talaj, növényzet, állati eredetű élelmiszerek) csoportosítottuk. Ezeken belül azonban – indokolt esetben – alcsoportokat (pl. takarmány, növényi eredetű nyers élelmiszer, feldolgozott növényi eredetű élelmiszer) képeztünk.
- b) Az eredmények egyik nagy csoportja az országos sugárzási helyzetet jellemzi általában, míg a másik csoport valamilyen létesítmény működéséhez, annak esetleges hatásaihoz köthető. (A két csoportot eredményező ellenőrzési programok között lényeges különbségek vannak, ezekre most nem kívánunk kitérni.)
- c) Természetes csoportosítási lehetőséget jelent a mért mennyiség, radionuklid, aktivitás stb. szerinti besorolás. Lehetőség szerint törekedtünk az ún. nuklidspecifikus eredmények bemutatására, azonban nem hagyhattuk el a mérési programok jelentős részét képviselő – inkább indikátor jellegű mennyiségnek tekinthető – összes béta-aktivitási adatokat sem.
- d) A b) pontnak megfelelően az országos ellenőrzési eredmények alapvető megjelenítési formái az éves átlagok, valamint egyéb statisztikai jellemzőket bemutató térképek és táblázatok. Tekintettel arra, hogy a mintavételi programok általában megyei szintig lebontottak – kivétel a gamma-dózisteljesítmény és a felszíni vizek ellenőrzése – a feldolgozás térbeli felbontása is ennek megfelelő. (A táblázatokban használt megyekódok feloldását az 1. táblázatban közöljük.) A létesítményekhez kötött ellenőrzési programok eredményeinek bemutatásánál – ahol a hatások kimutatása a fő cél – az időbeli változások megjelenítésére törekedtünk.
- e) A létesítmények ellenőrzési eredményeinél a telephelyet és annak környezetét általában jellemző adatsorokat választottunk, nem volt célunk az egyes munkahelyekre, műveletekre érvényes sugárzási viszonyok bemutatása.
- f) Az alkalmazott érzékeny technikák, eszközök ellenére a mérések több mintafajtánál is nagy számban kimutatási határ alatti eredményeket szolgáltatottak. A kimutatási határ feletti és alatti eredmények megfelelő statisztikai kezelésére a táblázatos összefoglalásokban a következő módszert alkalmaztuk:
 - átlagot 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);
 - 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 ^{137}Cs aktivitáskoncentrációja a talajban).

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

Budapest, 2010. november 30.

Fülöp Nándor
az OKSER Információs Központ vezetője

Következtetések

Hangsúlyozni kell, hogy míg az Európai Unió rendelete szerint {Council Regulation (EEC) No 737/90 of 22 March 1990 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station} az élelmiszerekben a ^{134}Cs és ^{137}Cs radionuklidok megengedhető együttes legnagyobb szintje 600 Bq/kg (tejben, tejtermékekben és csecsemőélelmiszerben 370 Bq/kg), addig a hazai, feldolgozott élelmiszerekben a 2009-ban mért legnagyobb értékek 10 Bq/kg alatt maradtak.

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

Végül megemlíti, hogy a lakosság mesterséges forrásokból származó sugárterhelése – az orvosi célú alkalmazásokon kívül – hazánkban az utóbbi években 3-6 μSv közöttre 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 a környezetre illetve lakosságra gyakorolt hatása elhanyagolható, a radioaktív izotópok koncentráció értékei több mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alatt maradnak.

Conclusion

It should be emphasized that the activity concentration of radiocaesium concentrations remained below 10 Bq/kg in the Hungarian processed foodstuffs in 2009. The maximum permitted levels according to the Council Regulation (EEC) No 737/90 of 22 March 1990 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station are 600 Bq/kg in general and 370 Bq/kg for milk, milk products and infant foods, for the sum of ^{137}Cs and ^{134}Cs .

The effect on the environment of the Nuclear Power Plant at Paks and of the other special installations (Budapest Research Reactor, the University Training Reactor, the Spent Fuel Interim Storage Facility, and the Radioactive Waste Management and Disposal Facility) was detected neither by the environmental monitoring systems of the installations nor by the networks of authorities.

The annual dose of the Hungarian population due to artificial radiation sources – excluding the exposure due to the medical applications – was about 3-6 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 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 Hálózat 2009-ben négy ágazat mérőhálózatából és információs központjából áll; ezek üzemeltetői:

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

2009-ben az MH 37, az OMSZ 29, a PA Zrt. 20 és az OKF 14 mérőállomásáról származó gamma-dózisteljesítmény adatok az egyes ágazati információs központokon keresztül az OKF Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba érkeztek, ahonnan a megfelelő feldolgozás után rendszeres időközönként átadásra kerültek az OKSER adatbázisa számára. A mérőállomások száma folyamatosan változik, mivel az ágazatok bővítik és átalakítják a mérőrendszereiket, illetve újabbakra és korszerűbbekre cserélik azokat.

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

Alaphelyzetben az OKF és a PA Zrt. adatai 10 percenként, az OMSZ adatai óránként, az MH adatai 6 óránként érkeznek a Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központba. Normál időszakban az adatok ritkábban, heti, vagy havi rendszerességgel kerülnek át az OKSER adatbázisba. A rendszerben a riasztási szint minden mérőállomáson egységesen 500 nSv/óra. Az OKF alkalmaz egy figyelmeztetési szintet is, aminek a túllépése esetén a változást ki kell vizsgálni. A figyelmeztetési szint értéke 250 nSv/h volt. A riasztási szint túllépése esetén az egyes mérőállomások a központba riasztási jelet küldenek és ezután minden mérőállomás esetében lehetőség van átállni a 10 percenként történő adattovábbításra. A riasztási állapot elérése után a rendszer az OKSER adatbázis számára az adatokat az alaphelyzethez képest nagyobb gyakorisággal tudja biztosítani.

Az OKF és az OMSZ adatok a lakosság részére a www.katasztrofavedelem.hu, www.met.hu honlapokon keresztül elérhetőek. Az Európai Unió által indított EURDEP program keretében az adatokat a szervező intézetbe (Joint Research Centre, Ispra, Olaszország) is megküldi az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság EURDEP központja, 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 2009. évi eredményeit a megfelelő alfejezetekben ismertetjük.

Az Oktatási Ágazathoz tartozó egyetemeken elhelyezett, 11 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 (OKF, MH, OMSZ)

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

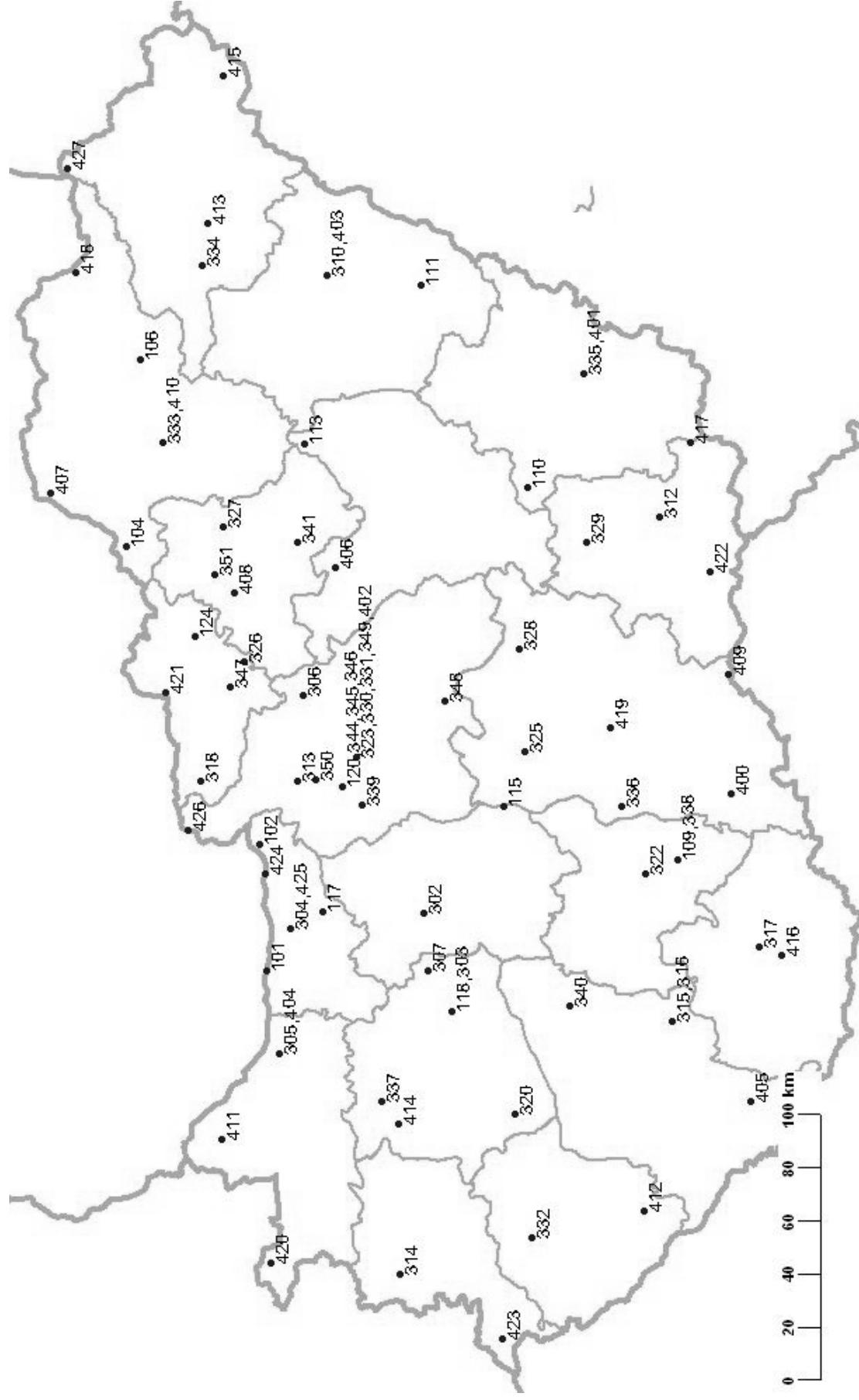
Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

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

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

Az 1.1.2. ábrán a napi dózisteljesítmények országos átlagának, illetve az adott napon mért minimum és maximum értékeknek a változása látható 2009-ben. Hangsúlyozzuk, hogy 2009-ben nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga a 2008. évihez hasonló, 97 nSv/h volt (2008-ban 94 nSv/h), a napi átlagok a 65-183 nSv/óra közötti tartományban mozogtak. A maximumértékek nagyobb ingadozása nagyrészt a meteorológiai viszonyok megváltozásának – pl. nagy esőzések hatásának – az eredménye.

A mérőállomások telepítési helye alapvetően meghatározza a dózisteljesítmény szintjét, pl. a Tatán telepített mérőállomások (304 és 425 kódok) eredményei jelentősen eltérnek egymástól (1.1.1. táblázat). Ennek oka az, hogy míg az egyik mérőállomás füves terepen, a másik salakkal borított területen van telepítve, és a salak jelentősen megnöveli a dózisteljesítményt.



1.1.1. ábra. A dózisteljesítmény-mérőhelyek országos elhelyezkedése (a 100-as kezdetű kódok az OKF, a 300-as kezdetűek a HM, a 400-as kezdetűek az OMSZ mérőhelyeit jelölik)

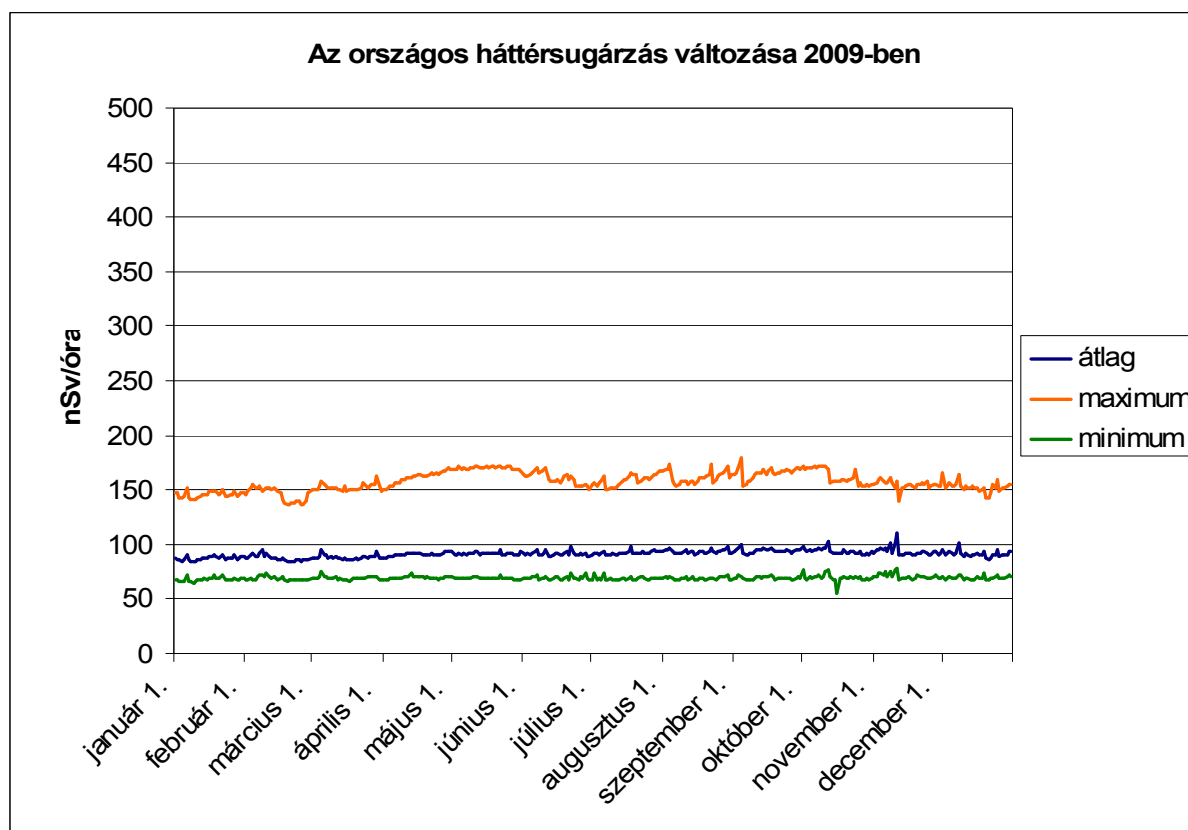
1.1.1. táblázat. Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2009-ben (N az üzemelő napok számát jelöli)

Állomáskód*	Átlag nSv/h	Minimum nSv/h	Maximum nSv/h	Szórás nSv/h	N
101	105	97	124	5.0	348
104	88	84	105	2.7	224
106	91	86	111	2.4	352
109	106	96	132	3.9	339
117	105	92	116	3.1	188
118	108	98	124	3.2	274
120	89	82	124	3.8	361
124	104	97	122	2.4	362
130	100	93	141	6.0	69
131	92	86	110	3.4	64
132	88	82	113	4.2	69
133	100	95	112	2.6	189
134	112	107	129	3.0	348
135	88	83	114	3.4	178
136	104	98	113	2.4	186
301	116	102	139	5.2	278
302	114	106	126	3.3	357
303	84	80	95	2.1	358
304	158	127	183	8.7	357
305	85	77	97	2.5	352
307	92	84	105	2.9	328
310	90	78	113	3.6	357
311	87	80	116	2.9	358
312	108	98	131	4.6	355
313	97	88	129	3.5	357
316	138	114	152	7.6	315
322	92	81	111	4.1	347
326	91	84	119	3.3	358
327	94	94	94		1
328	83	77	121	3.8	356
329	117	104	144	6.4	358
330	102	91	130	3.8	358
331	76	72	83	1.8	356
332	112	101	124	3.3	342
333	129	116	146	4.1	349
335	103	90	135	4.7	358
336	99	93	116	3.5	323
337	78	70	99	2.9	357
338	144	133	161	4.7	357
339	101	90	127	3.6	358
341	88	80	122	3.3	358
343	89	83	116	3.3	307
344	87	65	159	9.5	345
345	75	74	76	0.6	4
346	122	111	140	4.7	254

1.1.1. táblázat (folytatás).

Állomáskód*	Átlag nSv/h	Minimum nSv/h	Maximum nSv/h	Szórás nSv/h	N
348	84	77	117	3.3	357
349	93	88	130	3.4	356
350	100	90	129	3.9	357
351	98	91	110	3.3	124
387	104	89	135	5.1	356
388	118	98	157	5.4	303
389	98	91	128	4.0	260
390	132	127	153	2.9	224
391	100	92	132	3.5	277
400	103	89	114	4.4	365
401	76	68	104	2.9	282
402	78	73	90	2.7	312
403	84	78	97	2.3	365
404	77	68	102	3.3	364
405	90	78	120	4.9	365
406	82	76	107	2.8	365
407	88	80	102	2.9	312
408	81	65	96	4.0	317
409	80	72	97	3.4	365
410	79	67	95	4.4	312
411	76	67	93	2.7	365
412	114	97	133	5.8	365
413	78	74	92	2.2	365
414	98	89	116	4.2	312
415	92	80	120	3.7	365
416	90	79	119	3.4	365
417	74	67	88	2.5	365
418	94	84	109	3.9	312
419	86	77	110	3.4	365
420	86	80	121	3.0	365
421	76	72	90	2.1	309
422	80	73	92	2.6	361
423	107	90	137	5.5	365
424	103	92	125	5.0	309
425	100	90	119	4.5	365
426	73	71	85	2.0	309
427	88	77	110	3.8	317
428	121	103	138	5.5	352
Az összes állomásra	97	65	183	-	25738

* A 100-as kezdetű kódok az OKF, a 300-as kezdetűek a MH, a 400-as kezdetűek az OMSZ mérőhelyeit jelölik



1.1.2. ábra. A napi dózisteljesítmények országos átlagainak, maximális és minimális értékeinek változása 2009-ben

1.1.2. Az ERMAH mérési adatai

Az ERMAH laboratóriumok hetente egy alkalommal mérik a környezeti gamma-dózisteljesítményt a laboratórium telephelyén. 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	Kh alatti
Budapest	132	110	160	13,7	51	0
Debrecen	120	90	160	12,9	47	0
Győr	112	101	150	7,6	44	0
Miskolc	131	116	149	8,0	52	0
Szeged	102	91	121	5,4	52	0
Szekszárd	112	97	148	8,4	51	0

1.1.3. Az országos TLD mérőhálózat adatai (OSSKI)

A környezeti gamma-dózisteljesítmény mérésére egy 115 mérési helyszínből álló országos mérőhálózatot tartunk fenn. A mérőhálózat mérési helyszíneire negyedévente küldjük ki a termolumineszcensz detektorokat (TLD) postán, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki. A mérési pontokat és a 2009-es mérési eredményeket az 1.1.3. ábra, illetve az 1.1.3. táblázat mutatja. A mérési eredmények jellemző hibája 5% körüli. 2009-ben a kiértékelő műszerek meghibásodása miatt csak az első negyedévre vonatkozó méréseket tudtuk elvégezni. Továbbá 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

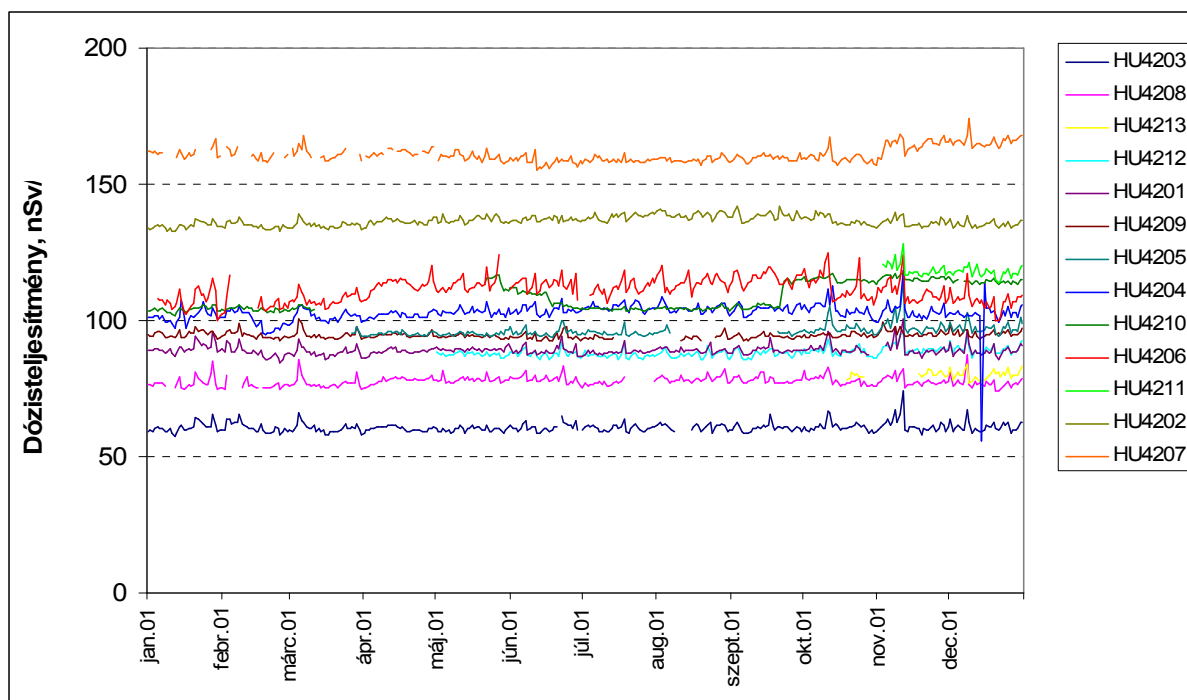
1.1.3. táblázat. Az országos TLD mérőhálózat 2009. 1. negyedéves mérési eredményei

Település	Dózistelj. (nSv/h)	Település	Dózistelj. (nSv/h)	Település	Dózistelj. (nSv/h)
Szendrőlád		Monor		Makó	79
Sárospatak	89	Örkény	72	Siklós I.	90
Vásárosnamény		Nagykátá	56	Budapest, OSSKI	76
Tiszabecs	73	Cegléd	67	Siklós II.	
Rajka	87	Karcag	83	Budapest IV.	85
Mosonmagyaróvár		Berettyóújfalu	83	Salgótarján	85
Vámosmikola	77	Szentgotthárd	82	Nyíregyháza	59
Királyrét	84	Körmend	81	Szentendre	70
Balassagyarmat	70	Sümeg	62	Zirc	84
Romhány	91	Keszthely	88	Székesfehérvár	80
Galyatető		Mencshely	74	Tatabánya	67
Borsodnádásd	73	Tihany	76	Kazincbarcika	90
Kékestető	77	Siófok	80	Tokaj	91
Eger		Nagyhörcsök	84	Veszprém	90
Miskolc	74	Kisapostag	90	Záhony	116
Polgár	80	Kunszentmiklós	80	Vác	67
Hajdúdorog	80	Izsák	81	Szolnok	87
Sopron	88	Kecskemét	72	Zalaegerszeg	86
Sopronhorpács	95	Tiszaújváros	76	Kisvárd	72
Győr	82	Szarvas	92	Túrkeve	93
Komárom	68	Szeghalom	89	Alcsútdoboz	86
Kisbér	89	Kőröszlak	92	Tiszaroff	
Esztergom	64	Lenti	91	Mezőhegyes	88
Dobogókő	80	Letenye	88	Hövej	
Budapest I.	104	Nagykanizsa	72	Mohács	90
Budapest III.	64	Tab	85	Marcali	64
Gyöngyös	102	Nagykónyi	91	Szombathely	89
Lőrinci	93	Paks	76	Mátészalka	78
Jászberény	62	Kiskunfélegyháza	86	Mór	76
Kompolt	72	Kistelek	68	Szekszárd	76
Jászapáti	94	Szentes	87	Gyöngyössolymos	125
Poroszló	81	Kaposvár	77	Hollóháza	88
Hortobágy	85	Szigetvár	98	Hídvégardó	67
Debrecen	72	Pécs	100	Iregszemcse	101
Káld	85	Árpádtető	102	Gödöllő	77
Pápa	56	Baja		Békéscsaba	71
Farkasgyepű	77	Bácsalmás	82	Hajdúszoboszló	68
Martonvásár	96	Szeged	90		

1.1.4. Egyetemek mérési eredményei

Az Oktatási Ágazathoz tartozó egyetemeken elhelyezett, összesen 13 proporcionális mérőszonda (melyek típusa azonos az 1.1 fejezetben ismertetett országos radiológiai távmérő hálózatban alkalmazott berendezésével) napi dózisteljesítmény adatainak változását az 1.1.4. ábrán szemléltetjük. Az ábrán használt kódok jelentését az 1.1.4. táblázatban adtuk meg.

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



1.1.4. ábra. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák napi dózisteljesítményeinek időbeli változása 2009-ben

1.1.4. táblázat. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák kódjai

Helykód	Intézmény neve
HU4201	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
HU4202	Semmelweis Egyetem (Budapest)
HU4203	Eötvös Loránd Tudományegyetem (Budapest)
HU4204	Debreceni Egyetem
HU4205	Szent István Egyetem (Gödöllő)
HU4206	Kaposvári Egyetem
HU4207	Pécsi Tudományegyetem
HU4208	Pannon Egyetem (Veszprém)
HU4209	Nyugat-magyarországi Egyetem (Sopron)
HU4210	Szegedi Tudományegyetem - I. mérőhely
HU4211	Szegedi Tudományegyetem - II. mérőhely
HU4212	Nyugat-magyarországi Egyetem (Székesfehérvár)
HU4213	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).

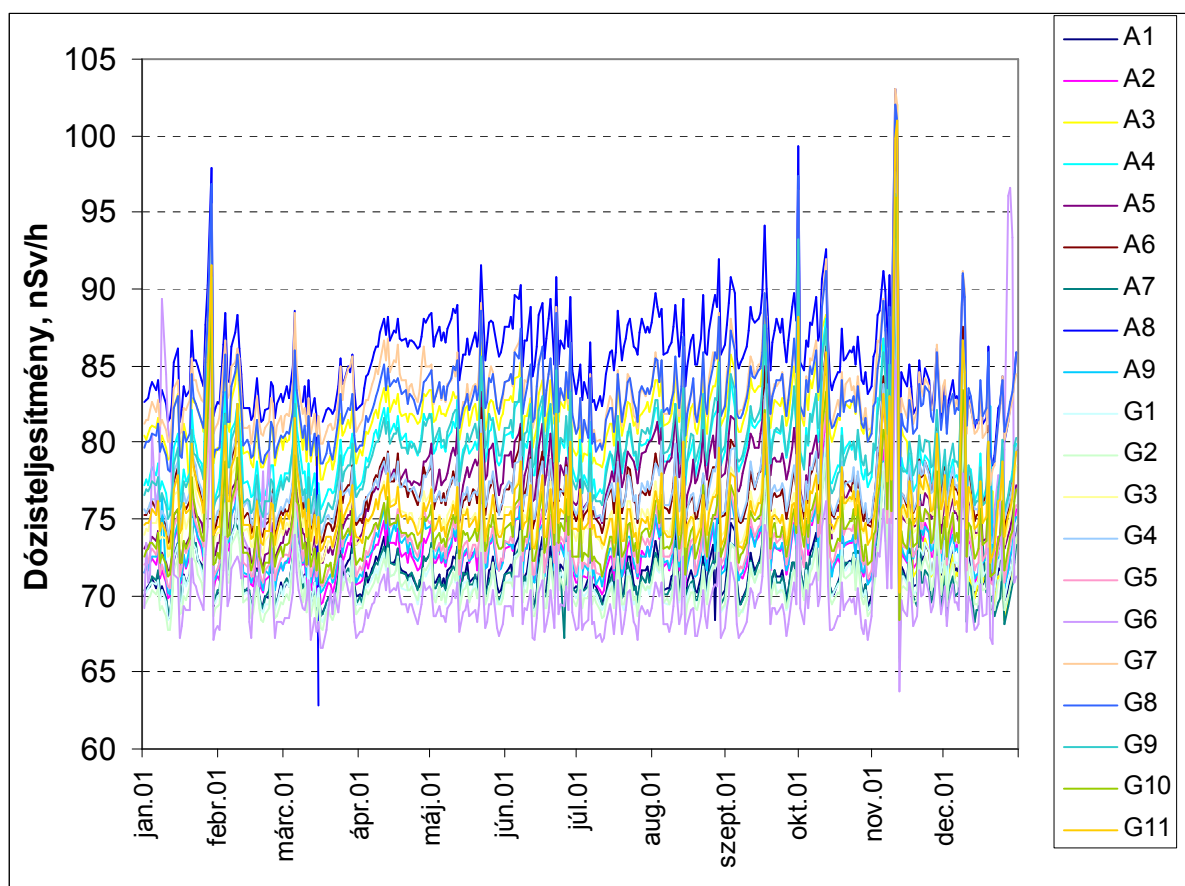
1.2. Létesítményi mérési adatok

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 2009-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 szintén negyedévente küldjük ki a TL detektorokat postán, így minden detektor negyedéves expozíciós időszak után kerül vissza hozzánk. A detektorokat a szabadban helyezik ki. A mérési pontok elhelyezkedését és a mérési eredményeket az 1.2.2. ábra, illetve az 1.2.1. táblázat mutatja. A mérési eredmények jellemző hibája 5% körüli. 2009-ben a kiértékelő műszerek meghibásodása miatt csak az első és a negyedik negyedévre vonatkozó méréseket tudtuk elvégezni. Továbbá néhány esetben a doziméterek elvesztek vagy kiértékelhetetlenek voltak, a táblázatban ezen eredmények helye üresen maradt.



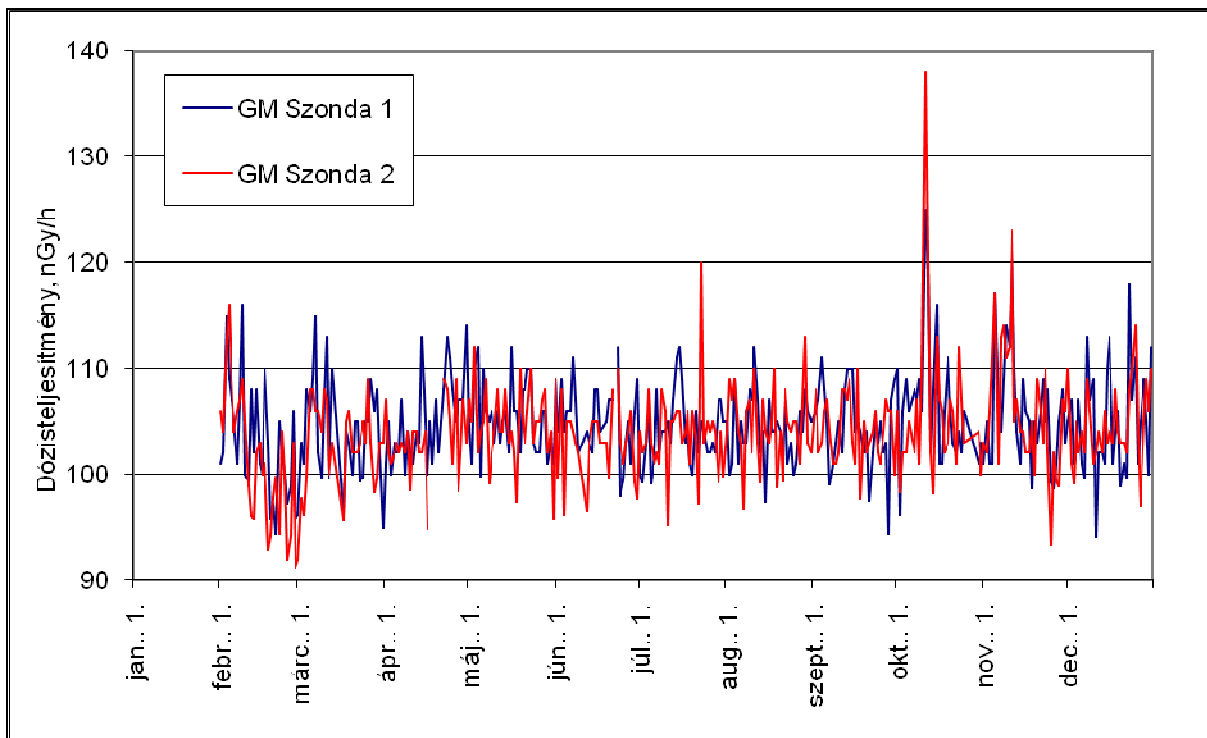
1.2.2. ábra. A Paks környéki TLD mérések helyszínei

1.2.1. táblázat. A Paks környéki TLD mérések 2009. évi eredményei (nSv/h)

Település	1. negyedév	4. negyedév	Település	1. negyedév	4. negyedév
Déli bekötőút	65	63	Fajsz	93	108
Borsócséplői út	83	62	Dusnok	89	81
Földespuszta	77	77	Miske	99	
Dunaföldvár	65	60	Hajós		76
Úzd reléállomás	71	68	Császártöltés	91	77
Tengelic - Szőlőhegy	62	63	Kecel	86	71
Dunaszentgyörgy 6-os út	112	73	Öregcsertő	68	82
Uszód I.	72	66	Szalmár	84	68
Géderlak	75	73	Dunapataj	83	86
Kalocsa	84	66	Dunakömlőd	88	
Szekszárd DÉDÁSZ	76	82	Németkér	92	87
Kiskőrös	61	59	Dunaszentgyörgy	79	82
Lőszdomb	56	52	Bogyiszló	83	80
Északi bekötőút	55	55	Tengelic	104	81
Dunaszentbenedek	77	68	Nagydorog	94	
Csámpa vízmű	58	64	Paks	88	81
Foktő I.	71	66	Zomba	107	88
Uszód II.	72	76	Kölesd	104	97
Foktő II.	81	76	Simontornya		
Bátya	88	88			

1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények

A KFKI telephelyén a dózisteljesítmény ellenőrzésére 17 GM-szonda szolgál. 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 inkább az egyes műveletek sugárzási viszonyaira és nem a telephely környezetére jellemzőek.



1.2.3. ábra. A KFKI mérőállomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2009-ben

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

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

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

A Mohi Atomerőmű hazai környezetének ellenőrzéseként az OSSKI in-situ gamma-spektrometriai és dózisteljesítmény méréseket is végez a határ közelében 8 mérési helyszínen évente kétszer. A mérési helyszíneket és a 2009-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. 1.2.4. táblázat).

A gamma-dózisteljesítményt AUTOMESS 6150 AD 6/H műszerrel mértük, a hiba minden esetben 1% körüli.



1.2.4. ábra. A mohi atomerőmű hazai környezetének mérési helyszínei

1.2.2. táblázat. In-situ mérések eredményei 2009-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								
^{232}Th -sor	$21,5 \pm 1,7$	$23,2 \pm 2,1$	$24,5 \pm 2,0$	$35,7 \pm 2,5$	$30,3 \pm 2,4$	$34,2 \pm 2,4$	$37,4 \pm 2,6$	$25,4 \pm 2,0$
^{238}U -sor	$38,8 \pm 2,3$	$28,1 \pm 2,0$	$20 \pm 1,6$	$35,8 \pm 2,5$	$26,5 \pm 2,1$	$35,2 \pm 2,5$	$43,4 \pm 2,6$	$26,8 \pm 1,9$
^{40}K	347 ± 62	342 ± 62	254 ± 46	469 ± 80	425 ± 72	481 ± 82	430 ± 73	341 ± 61
^{137}Cs	$4,1 \pm 0,7$	$0,7 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,2$
2. félév								
^{232}Th -sor	$21,9 \pm 2,0$	$19,6 \pm 1,8$	$27,2 \pm 2,2$	$31,2 \pm 2,2$	$29,1 \pm 2,3$	$28,4 \pm 2,3$	$25,6 \pm 2,0$	$27,2 \pm 2,2$
^{238}U -sor	$39,8 \pm 2,4$	$24,2 \pm 1,7$	$22,2 \pm 1,8$	$31 \pm 2,2$	$25,2 \pm 2,0$	$27,7 \pm 2,2$	$21,8 \pm 1,7$	$23,1 \pm 1,8$
^{40}K	351 ± 63	310 ± 56	259 ± 47	406 ± 73	385 ± 69	440 ± 75	404 ± 73	309 ± 56
^{137}Cs	$1,5 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,4$	$0,5 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,2$

1.2.3. táblázat. 2009. évi dózisteljesítmény mérések eredményei

	Dózisteljesítmény, 1. félév (nSv/h)	Dózisteljesítmény, 2. félév (nSv/h)
Komárom	90	107
Esztergom	78	89
Dobogókő	81	105
Királyrét	96	116
Vámosmikola	93	102
Romhány	105	121
Salgótarján	106	104
Balassagyarmat	82	114

1.2.4. Az OSSKI telephelyén végzett mérések

2009-ben kettő in-situ mérés történt az OSSKI telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 1.2.4. táblázat tartalmazza.

1.2.4. 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	2009.04.30.	2009.06.19.
Ac-228	$29 \pm 2,5$	$33 \pm 2,8$
Pb-212	$36 \pm 10,4$	$37 \pm 12,4$
Bi-212	$35 \pm 7,6$	$36 \pm 8,1$
Tl-208	$11 \pm 1,5$	$13 \pm 1,7$
Th-232 sor	$31 \pm 2,3$	$35 \pm 2,6$
Pb-214	$32 \pm 3,9$	$33 \pm 4,2$
Bi-214	$25 \pm 2,2$	$33 \pm 2,7$
U-238 sor	$28 \pm 2,0$	$33 \pm 2,3$
K-40	420 ± 73	430 ± 76
Cs-137	$2,4 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,4$

A gamma-dózisteljesítményt minden munkanapon háromszor mérjük meg az OSSKI „C”-épülete melletti füves területen AUTOMESS 6150 AD 6/H típusú műszerrel. Az 1.2.5. táblázat a heti mérési eredmények átlagait és terjedelmét mutatja.

1.2.5. táblázat. Az OSSKI udvarán 2009-ben végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai

Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)
1			14	100	95 - 107	27	102	94 - 108	40	108	95 - 114
2	104	95 - 114	15	100	95 - 104	28	104	99 - 113	41	110	103 - 117
3	102	95 - 112	16	105	97 - 111	29	106	100 - 114	42	111	104 - 133
4	107	99 - 131	17	105	99 - 117	30	103	98 - 108	43	103	96 - 112
5	101	89 - 110	18	105	97 - 110	31	106	100 - 122	44	105	100 - 112
6	92	85 - 98	19	107	101 - 116	32	102	91 - 111	45	105	97 - 114
7	87	81 - 95	20	107	102 - 113	33	106	101 - 111	46	111	92 - 137
8	82	75 - 92	21	107	99 - 110	34	106	99 - 109	47	103	95 - 110
9	80	77 - 84	22	105	101 - 112	35	107	101 - 115	48	104	98 - 111
10	89	83 - 115	23	106	102 - 110	36	107	102 - 113	49	103	93 - 114
11	88	82 - 91	24	103	95 - 110	37	106	100 - 119	50	105	93 - 125
12	85	81 - 89	25	108	103 - 114	38	108	98 - 115	51	101	93 - 108
13	101	91 - 108	26	108	95 - 124	39	109	103 - 117	52		

2. Levegőszűrők (aeroszol)

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

Az aeroszol formájú radionuklidok a levegőből megfelelő szűrővel kiszűrhetők. Az aeroszolok koncentrációjának ismerete a lakosság sugárterhelésének szempontjából meghatározó, egyrészt a 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. 2009-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 veendők figyelembe.) Ennek megfelelően 2009-ben 578 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 nagyrészt kimutatási határ (kh) alattiak voltak. A levegőben mérhető ^{137}Cs jelenlegi forrása a csernobili atomerőmű-baleset következtében a talajra történő kihullás és a talajfelszínről történő visszaportlódás; ennek mértéke azonban mára igen kicsivé vált, jellemzően néhány $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ alatti koncentrációt eredményezve. Az aeroszolban mérhető természetes eredetű ^7Be radionuklid koncentrációjának szokásos értéktartománya 1-12 mBq/m^3 közötti. Az aeroszolszűrők 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően 0,2-90 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 2009-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	BZ	6,2	1,3	12	3,3	53	0
BE-7	GY	5,3	1,1	10	2,4	50	0
BE-7	TO	4,0	1,0	9,4	1,9	44	0
CS-137	BZ	-	0,0023	0,0043	-	53	50
CS-137	GY	-	-	0,0044	-	50	49
CS-137	TO	-	-	-	-	45	45
Összes-béta	BP	1,1	0,19	4,3	0,65	183	44
Összes-béta	CS	27	15	56	10	44	0
Összes-béta	HA	9,1	2,0	90	13	53	6
BE-7	Összesen	5,2	1,0	12	-	148	0
CS-137	Összesen	-	0,0023	0,0044	-	149	145
Összes-béta	Összesen	4,7	0,19	90	-	573	153

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 aeroszolvérsegek eredményeit összegzi a 2.2.1. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön mesterséges eredetű radionuklidot csak elvértve (összesen 6 alkalommal) tudtak kimutatni (a radionuklidtól függő kimutatási határok értéke 1-5 µBq/m³ 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 aeroszolvok várható átlagos koncentrációja az A-típusú állomások távolságában 0,1-0,2 µBq/m³ 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 aeroszolvérsegek eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kh alatti
Ag-110m	0,021	0,0070	0,035	-	477	475
Be-7	4,5	1,3	9,4	2,2	477	0
Co-58	0,0050	0,0050	0,0050	-	477	476
Co-60	-	-	-	-	477	477
Cs-137	0,0020	0,0020	0,0030	0,60	477	474
Mn-54	-	-	-	-	477	477

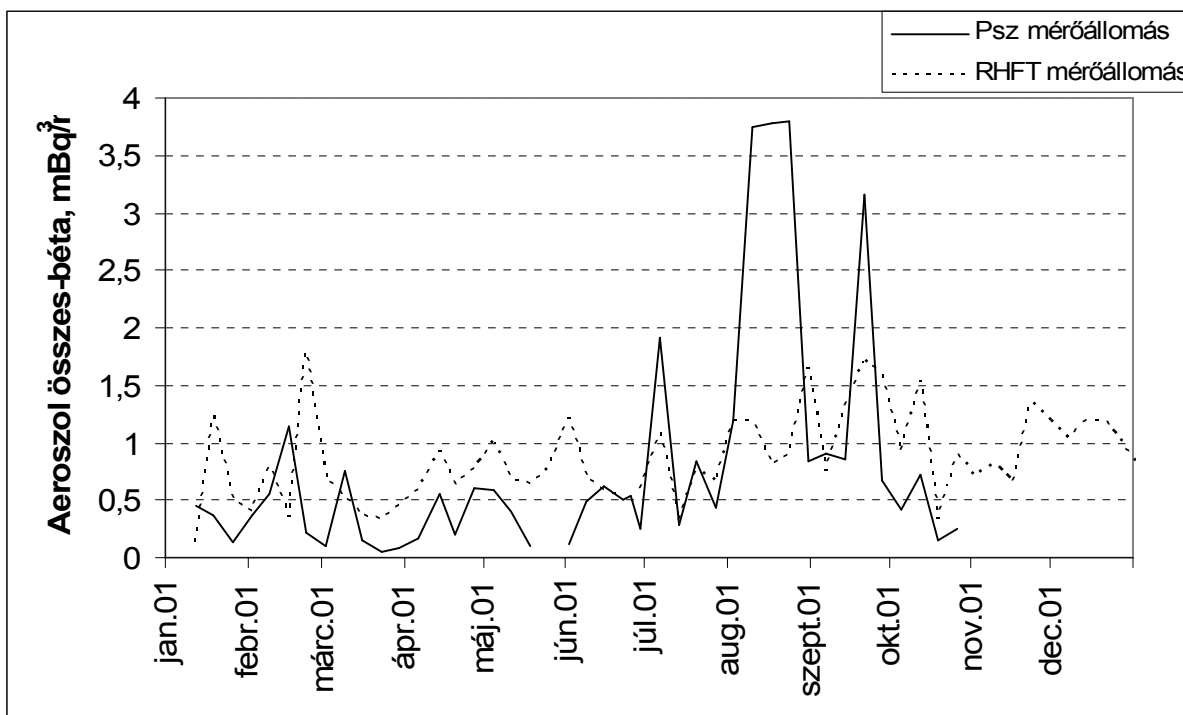
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai

A püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló (RHFT) környezetében mért aeroszol-koncentrációkat a 2.2.1. ábrán és a 2.2.2. táblázatban mutatjuk be. Az adatok két mintavevő összesített eredményeit tükrözik, az egyik mintavevő a telephelyen, a másik a néhány km-re lévő Püspökszilágy faluban található.

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

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

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat az alkalmanként megnövekvő porterhelés indokolja, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység illetve a faluban történő tűzgyújtás. A csúcsoktól eltekintve az összes béta-aktivitáskoncentrációk jellemzően 2 mBq/m^3 alatt maradnak, ami igen alacsony érték.



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

2.2.2. táblázat. Az RHFT környezetében végzett aeroszolmérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kh alatti
Be-7	4,4	0,21	25	4,0	71	3
Cs-137	-	0,021	4,6	-	92	92
Összes-béta	0,80	0,051	3,8	0,66	92	1

2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk

A KFKI telephelyén 4 mérőállomáson történik aeroszolos mintavételezés. Az összes-béta mérésre kerülő minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. Az átszívott levegő mennyisége általában 100 m³/nap. A mintavételt és mérést jellemző kimutatási határ 0,1 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 egy HPGe detektor segítségével történik. A mérés szokásos kimutatási határa ¹³⁷Cs izotópra 0,5 µBq/m³. Az éves adatok a feldolgozást követően a KFKI honlapján (<http://www.kfki.hu>) a „Környezetvédelmi Szolgálat” menüpontban elérhetőek. A heti adatokat az OKSER adatközpontba küldik.

A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk éves jellemző adatait a 2.2.3 táblázatban foglaltuk össze. Látható, hogy a telephelyen rendszeresen mérhetőek a ¹²⁵I és ¹³¹I radioizotópok, a koncentrációik hasonlóak a 2008 évekhez. A többi mérési eredmény illeszkedik a más laboratóriumok által kapott adatokhoz.

2.2.3. táblázat. A KFKI telephelyén végzett aeroszolmérések 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	7,3	0,20	19	4,4	51	6
CS-137	-	0,020	1,2	-	51	47
I-125	7,0	0,14	7,1	17	51	16
I-131	0,17	0,020	0,64	0,18	51	32
K-40	-	0,82	1,7	-	51	46
Összes-béta	1,1	0,13	2,7	0,50	265	6

3. Kihullás (fall-out)

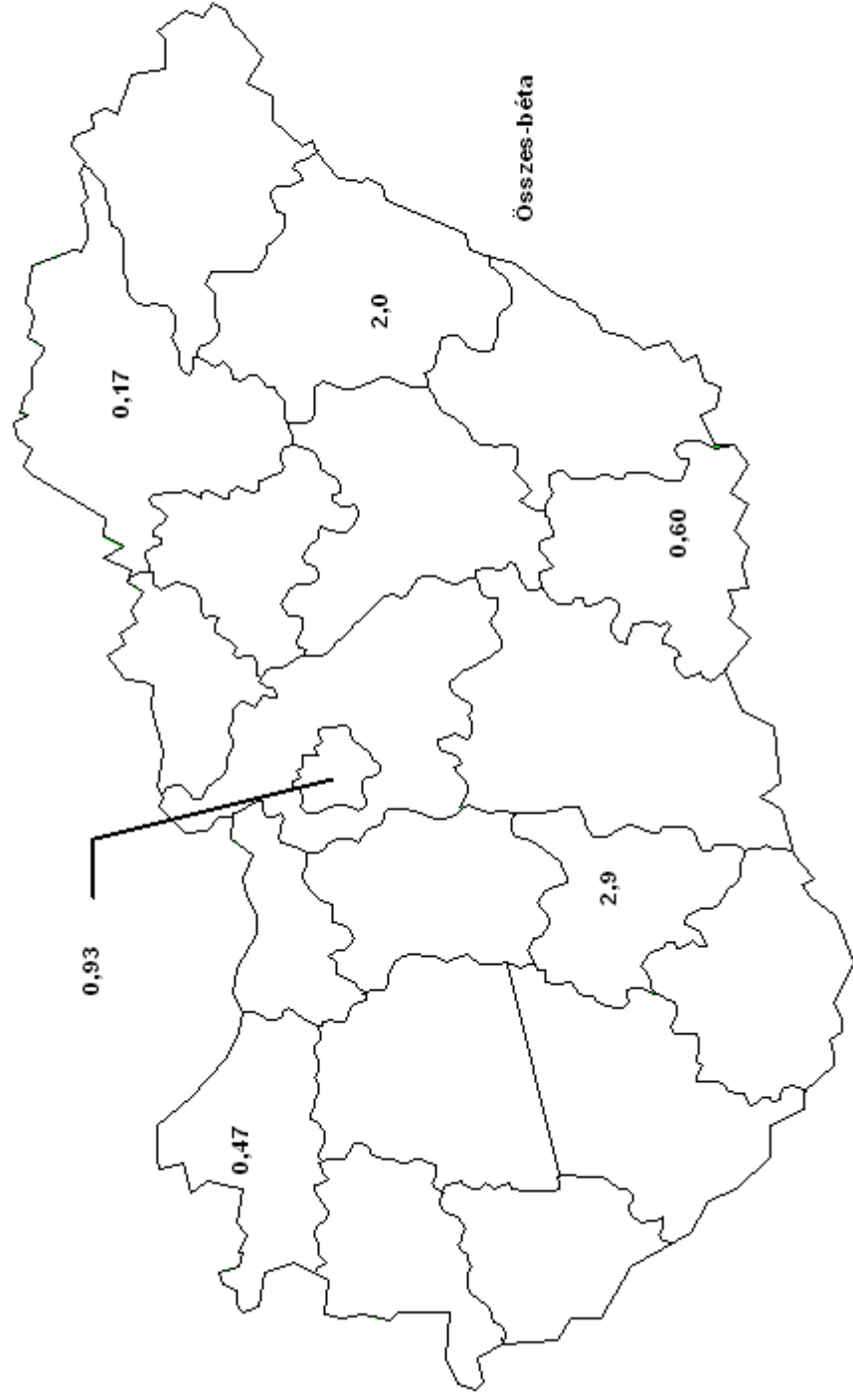
A 2. fejezet bevezető részében elmondottak alapján, a levegőbe került, aeroszol formájú radionuklidok egy része kihullik, kiülepedik, illetve a csapadékkal kimosódik a talajra és növényzetre. Ez a folyamat jelenti a táplálékláncba való bekerülésük kiindulási pontját, emiatt a kihullás meghatározása a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

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

3.1. Országos adatok

Országos kiterjedésűnek mondható mintavételi és mérési programot az ERMAH laboratóriumok végeznek. A kihullást a központi és a 6 regionális laboratórium összesen 5 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. Ennek megfelelően 2009-ben 81 fallout mintát vettek. A mintavevő edények felülete $0,15-0,4 \text{ m}^2$, a havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összes béta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa $20-500 \text{ mBq/m}^2/\text{nap}$ (összes béta-aktivitás) és $1-20 \text{ mBq/m}^2/\text{nap}$ (^{137}Cs gamma-spektrometriai vizsgálata).



3.1.1. ábra. Kihullás összes béta-aktivitások éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ, Bq/m²/nap)

A 2009-ben az egyes mintavételi pontokra kapott összes béta-aktivitások maximumait a 3.1.1. ábrán szemléltettük és az eredmények további jellemzőivel együtt a 3.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A kihullás összes béta-aktivitásainak átlagai az országos átlagtól jellemzően csupán 2-3 szoros eltérést jeleznek, ami nem jelentős. Az országos átlag nagyságrendileg egyezik a 2008. évvel. A ^{137}Cs aktivitása a minták kerekén 95 %-ában kimutatási határ alatti volt. (A 2.1.1. táblázat szerinti évi maximálisan $4,5 \mu\text{Bq/m}^3$ ^{137}Cs levegőbeli aktivitáskoncentráció $0,01 \text{ m/s}$ teljes kihullási sebességet feltételezve $4,5 \text{ mBq/m}^2/\text{nap}$ kihullást eredményezne, ami a kimutatási határ tartományában van.)

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

3.1.1. táblázat. Kihullás mérési eredmények országos, éves jellemzői 2009-ben (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag $\text{mBq/m}^2/\text{nap}$	Minimum $\text{mBq/m}^2/\text{nap}$	Maximum $\text{mBq/m}^2/\text{nap}$	Szórás $\text{mBq/m}^2/\text{nap}$	N	Kh alatti
BE-7	BP	2700	170	11000	1900	41	0
BE-7	TO	2500	530	6800	1600	46	4
CS-137	BP	-	1,0	2,0	-	41	38
CS-137	BZ	-	-	-	-	12	12
CS-137	GY	-	3,4	5,2	-	12	10
CS-137	HA	-	-	-	-	11	11
CS-137	TO	-	-	-	-	46	46
Összes-béta	BP	390	96	930	210	45	1
Összes-béta	BZ	75	26	170	44	12	0
Összes-béta	CS	230	46	600	170	12	0
Összes-béta	GY	200	70	470	130	12	0
Összes-béta	HA	570	80	2000	540	12	0
Összes-béta	TO	620	120	2900	480	45	0
BE-7	Összesen	2600	170	11000	-	87	4
CS-137	Összesen	-	1,0	5,2	-	122	117
Összes-béta	Összesen	420	26	2900	-	138	1

3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások

3.2.1 A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei

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

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

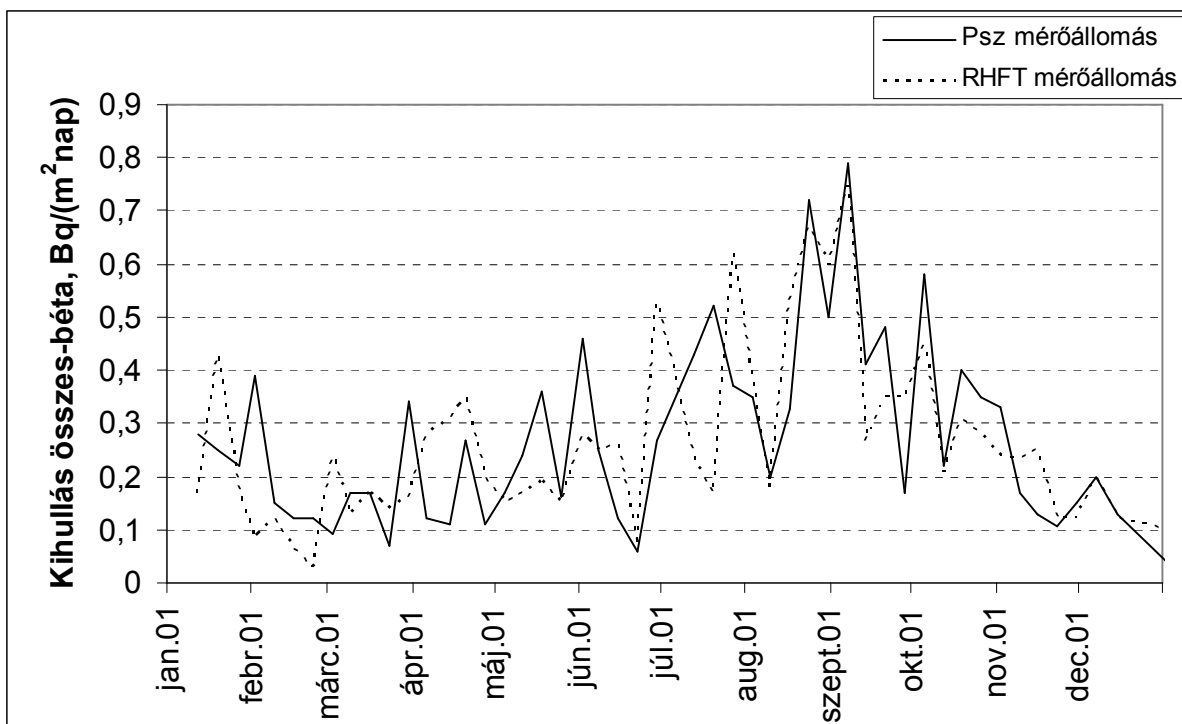
Radionuklid	Átlag $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	Minimum $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	Maximum $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	Szórás $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	N	Kh alatti
Be-7	87	21	270	51	108	-
Co-60	-	-	-	-	108	108
Cs-137	0,40	0,40	0,40	-	108	106
I-131	-	-	-	-	108	108

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 3.2.2. táblázatban foglaltuk össze.



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

3.2.2. táblázat. Az RHFT környezetében végzett kihullás mérések összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/(m ² nap)	Minimum mBq/(m ² nap)	Maximum mBq/(m ² nap)	Szórás mBq/(m ² nap)	N	Kh alatti
Be-7	1600	210	45000	5500	66	10
Cs-137	47	17	69	6,0	98	98
K-40	4900	640	7600	1900	60	5
Összes-Béta	260	30	790	170	98	0

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

Az OSSKI három határmenti településen (Ipolytölgyes, Ipolyvece, Balassagyarmat) vesz fallout mintát havi rendszerességgel a téli hónapok kivételével. A mintavevő edények felülete $0,2 \text{ m}^2$. Ezeken a mintákon összes béta-aktivitáskoncentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végeznek. A gamma-spektrometriai mérésekkel csak a természetes eredetű ^7Be és ^{40}K (esetenként ^{210}Pb) izotópokat tudták kimutatni, a mesterséges eredetű ^{131}I és ^{137}Cs izotópok aktivitáskoncentrációja a kimutatási határ (kb. $2\text{--}6 \text{ Bq/m}^2/\text{hó}$ ill. $0,2 \text{ Bq/m}^2/\text{hó}$) alatt maradt. Az összes béta-aktivitáskoncentráció mérések eredményeit a 3.2.3. táblázat tartalmazza.

3.2.3. táblázat. A mohi atomerőmű hazai környezetében vett fallout minták összes béta-aktivitása 2009-ben ($\text{Bq/m}^2/\text{hó}$)

Mintavétel hónapja	Balassagyarmat	Ipolytölgyes	Ipolyvece
4	$3,4 \pm 3,1$	$4,7 \pm 3,5$	$10,7 \pm 4,2$
5	$5,0 \pm 5,0$	$11,5 \pm 7,7$	$9,7 \pm 5,7$
6	$22,3 \pm 1,1$	$20,7 \pm 1,7$	$13,3 \pm 2,5$
7	$16,7 \pm 1,3$	$17,1 \pm 2,1$	$14,8 \pm 1,8$
8	$18,7 \pm 0,9$	$8,4 \pm 1,0$	$14,5 \pm 1,6$
9	$24,8 \pm 1,7$	$18,9 \pm 2,3$	$13,1 \pm 1,6$
10	$17,9 \pm 0,9$	$16,9 \pm 1,3$	$11,5 \pm 1,3$
11	$27,8 \pm 2,5$	$7,7 \pm 0,9$	$11,2 \pm 0,9$

4. Talaj

A talajban található radionuklidok aktivitáskoncentrációit országosan az Egészségügyi Ágazat ERMAH, illetve az Földművelésügyi Ágazat Radioanalitikai Ellenőrző Hálózat (REH) 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.

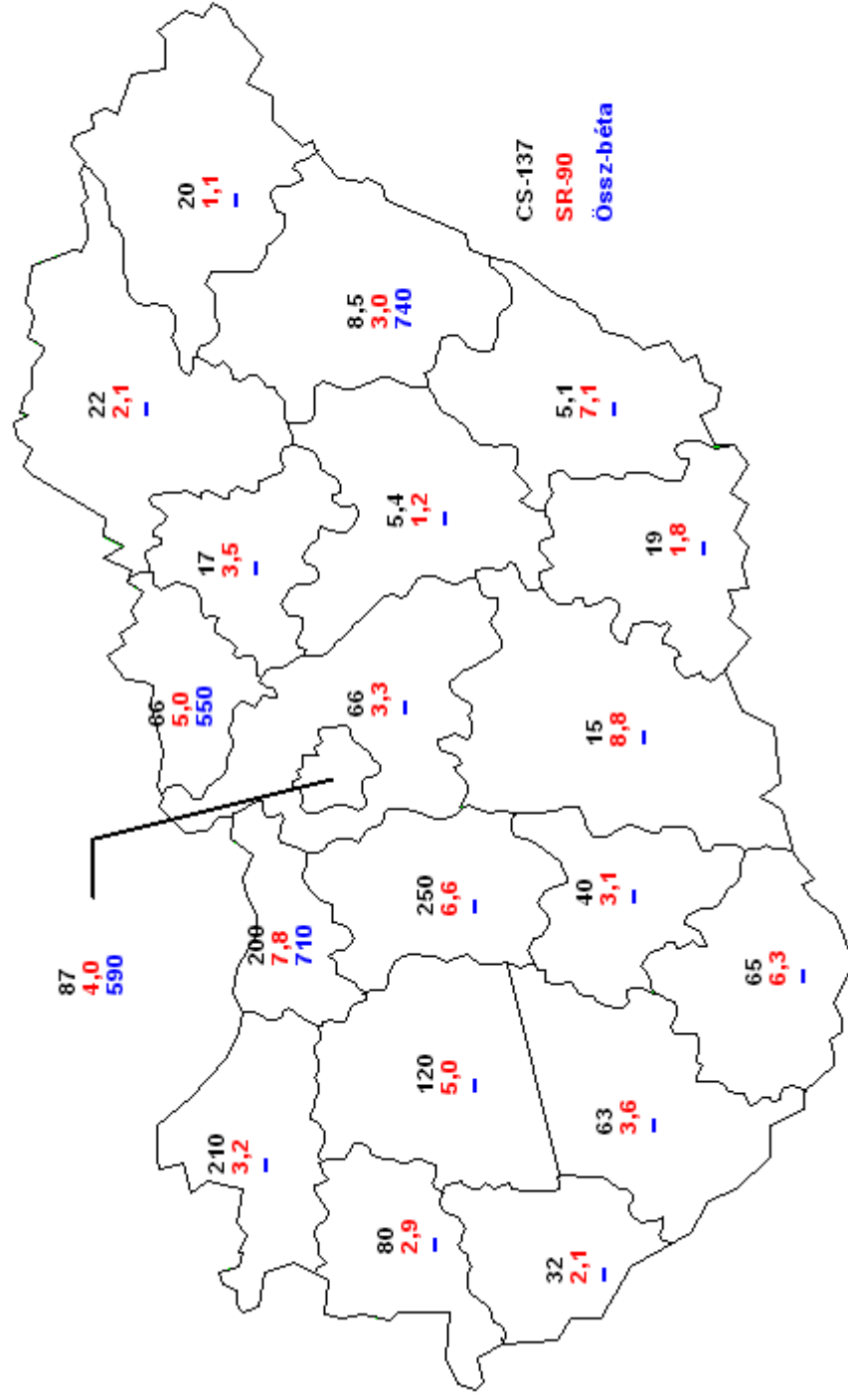
4.1. Országos adatok

Az FmÁ REH laboratóriumainak mintavételi programjában mezőgazdaságilag művelt talaj (lucerna, sóska) és bolygatatlan talaj (erdei és legelői talaj) vizsgálata szerepelt. A talajminták felső 5 cm-es szelete minden esetben elemzésre került (bolygatatlan talajnál az 5-20 cm rész is). A talajminták 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). A ⁹⁰Sr aktivitáskoncentráció mérés a talaj felső 5 cm-es rétegéből, 50 g minta radiokémiai előkészítése után történik. Ezeket a vizsgálatokat lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2009-ben a 19 megye és Budapest területéről 192 talajminta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH laboratóriumai.

Az ERMAH laboratóriumok az ország 19 megyéjében és a fővárosban, negyedévente vesznek talajmintát a talaj felső 10 cm vastagságú rétegéből. Az ERMAH mérési program keretében 2009-ben összesen 76 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 ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,3-1,5 Bq/kg.

Az ERMAH és az FmÁ REH laboratóriumok országos mérési eredményeit a 4.1.1. ábrán mutatjuk be. Az ábra a ¹³⁷Cs, a ⁹⁰Sr és az összes béta-aktivitáskoncentrációk maximális értékeit szemlélteti az egyes megyékre összegezve. Mind az FmÁ REH, mind pedig az ERMAH programja szolgáltat nuklidszelektív eredményeket minden megyére. A talaj mérési eredmények éves jellemzőit a 4.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó ¹³⁷Cs izotóp aktivitáskoncentrációja még mindig jól mérhető, megyénkénti átlagainak maximumai a 2008. évinél esetenként magasabbak voltak, értéktartománya 4-46 Bq/kg volt, de az egyedi eredmények maximuma a 250 Bq/kg értéket is elérte. A ⁹⁰Sr izotóp koncentrációinak átlagai ennél kisebbek, 0,5-2,8 Bq/kg közöttiek voltak. Az összes béta-aktivitáskoncentrációk jóval nagyobbak (120-740 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes ⁴⁰K izotóptól származik.



4.1.1. ábra. Talaj mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2009-ben (EüÁ és FmÁ, Bq/kg)

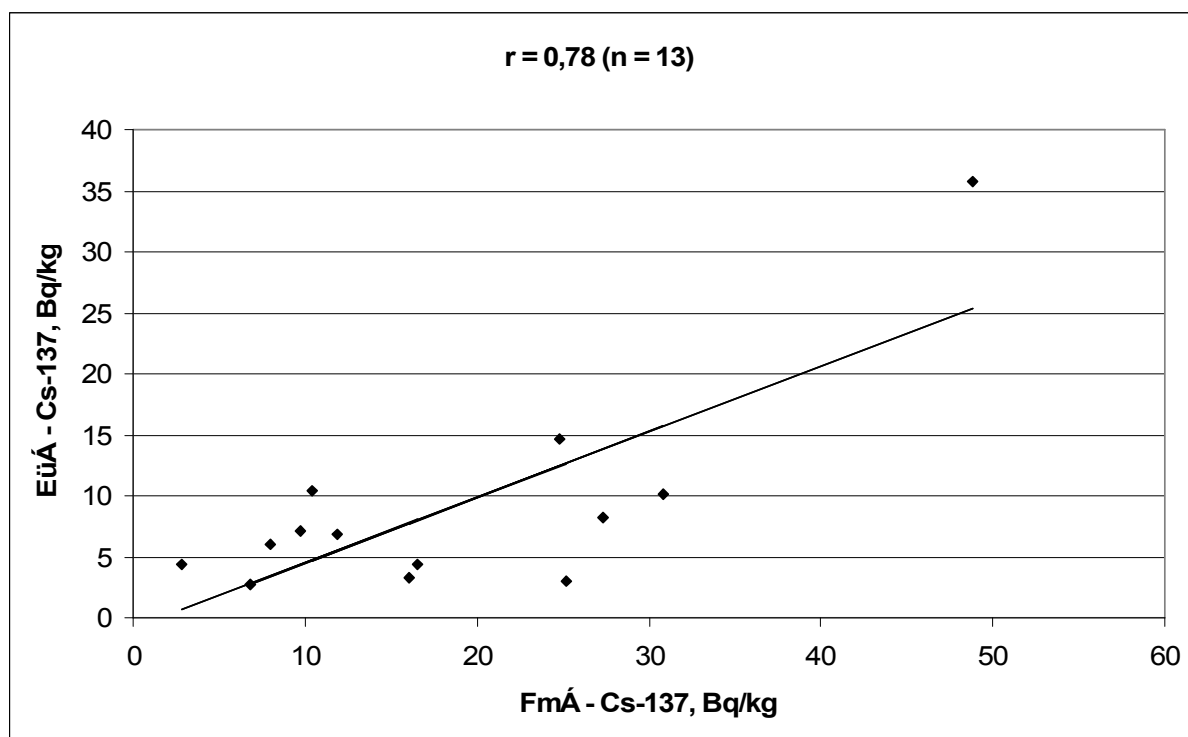
4.1.1. táblázat. Talaj mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
CS-137	BA	11	0,89	65	14	23	4
CS-137	BE	-	-	5,1	-	1	0
CS-137	BK	6,8	1,1	15	4,4	16	0
CS-137	BP	26	7,3	87	24	14	0
CS-137	BZ	10	5,0	22	6,0	11	0
CS-137	CS	7,0	1,9	19	4,8	13	0
CS-137	FE	23	0,43	250	54	20	0
CS-137	GY	46	7,9	210	43	20	0
CS-137	HA	4,4	2,4	8,5	2,6	11	1
CS-137	HE	-	1,7	17	-	8	0
CS-137	JA	-	1,0	5,4	-	6	0
CS-137	KO	22	3,2	200	45	19	0
CS-137	NO	24	2,1	66	20	27	0
CS-137	PE	14	0,33	66	14	34	1
CS-137	SO	13	1,9	64	16	13	2
CS-137	SZ	-	2,8	20	-	7	0
CS-137	TO	6,4	0,40	40	7,6	139	27
CS-137	VA	22	0,33	80	20	20	0
CS-137	VE	-	7,5	120	-	12	3
CS-137	ZA	17	4,6	32	9,4	14	0
SR-90	BA	2,2	0,34	6,3	1,8	14	1
SR-90	BE	-	-	7,1	-	1	0
SR-90	BK	2,6	0,32	8,8	2,5	11	0
SR-90	BP	-	0,46	4,0	-	7	0
SR-90	BZ	-	1,2	2,1	-	7	1
SR-90	CS	-	0,35	1,8	-	8	0
SR-90	FE	-	1,2	6,6	-	11	2
SR-90	GY	-	0,3	3,2	-	10	2
SR-90	HA	-	-	3,0	-	1	0
SR-90	HE	-	2,8	3,5	-	4	0
SR-90	JA	-	0,30	1,2	-	4	1
SR-90	KO	2,3	0,90	7,8	2,0	14	3
SR-90	NO	-	0,37	5,0	-	8	0
SR-90	PE	1,4	0,39	3,3	0,83	20	1
SR-90	SO	-	0,89	3,6	-	7	1
SR-90	SZ	-	0,28	1,1	-	6	1
SR-90	TO	0,47	0,029	3,1	0,74	59	3
SR-90	VA	-	1,7	2,9	-	10	1
SR-90	VE	2,8	1,7	5,0	1,3	11	0
SR-90	ZA	-	0,69	2,1	-	6	0
Összes-béta	BP	-	400	590	-	3	0
Összes-béta	HA	500	120	740	160	12	0
Összes-béta	KO	-	590	710	-	4	0
Összes-béta	NO	-	500	550	-	2	0
CS-137	Összesen	14	0,33	250	-	428	38
SR-90	Összesen	1,6	0,029	8,8	-	219	17
Összes-béta	Összesen	530	120	740	-	21	0

A két hálózat ^{137}Cs mérési eredményeit vetjük össze a 4.1.2. ábrán – bár kihangsúlyozandó, hogy az EüÁ és FmÁ mintavételi helyei nem azonosak, eltérőek a mintavételi módszerek, így pl. a rétegvastagság is: azaz az eredmények nem azonos minták átlagos koncentrációira vonatkoznak – 2009-ben a korreláció az előző évihez hasonló volt. (A fentiekén túl megjegyzendő, hogy az eltérés még azonos mérési módszer esetén sem feltétlenül mérési hibát jelezne, a ^{137}Cs talajban mérhető aktivitáskoncentrációját ugyanis igen nagy területi inhomogenitás jellemzi egy-egy megyén belül, sőt – például vízösszefolyási helyeken – akár néhány méteres távolságon belül is jelentős különbségek fordulhatnak elő.)

A talaj ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 14 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé 1,6 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 530 Bq/kg volt 2009-ben. (Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen a 2008. éviéktől) A két csernobili eredetű radionuklid átlagos koncentrációi ezúttal a 10:1 arányszámmal jellemezhetők.

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



4.1.2. ábra. Országos talajmérések (EüÁ és FmÁ) Cs-137 mérési eredményeinek összehasonlítása a megyei átlagok alapján

4.2. Létesítmények környezetében mért adatok

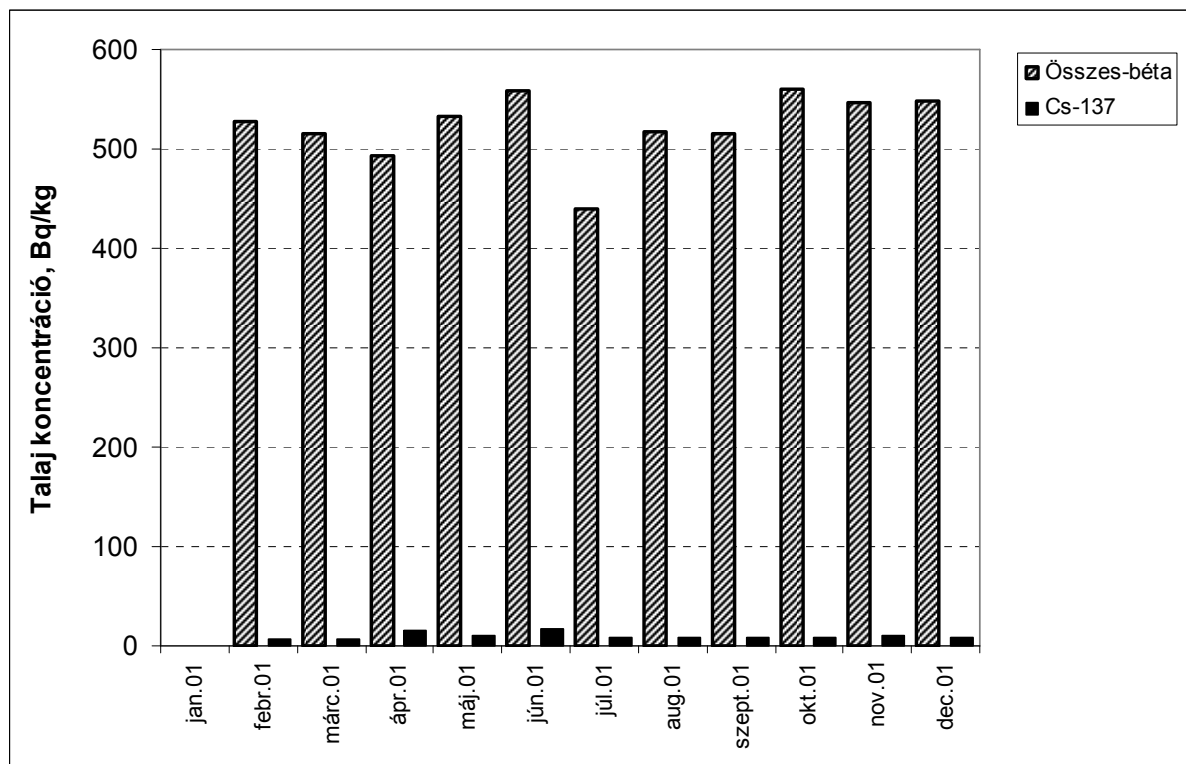
4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei

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

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

A mintákat 105 °C-on szárítják, majd őrlőmalomban homogenizálják. A kis – 3 mm alatti – szemcseméretű frakciót vizsgálják. Összes-béta méréshez 1 g feldolgozott mintát használnak fel, a mérés jellemző kimutatási határa 20 Bq/kg (száraz talajra). A gamma-spektrometriai vizsgálatot 1000 g tömegű mintán végzik. Jellemző kimutatási határ: 0,5 Bq/kg (a ^{137}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 2008. évekhez hasonlóak és jól egyeznek az országos adatokkal is.



4.2.1. ábra. Az RHFT környezetében vett talajminták aktivitáskoncentrációi (januárban a hótakaró és a fagyos talaj miatt nem volt mintavétel)

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

Az OSSKI három határmenti 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	13 ± 0,4	16 ± 0,5	500 ± 45	550 ± 60
Esztergom	9,5 ± 0,4	11 ± 0,3	650 ± 52	710 ± 64
Komárom	200 ± 6,1	39 ± 1,2	650 ± 52	590 ± 65

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 fűvet, a takarmányozási céllal termesztett növényeket, valamint az egyes adalékokat foglalja magában.

5.1.1. Országos adatok

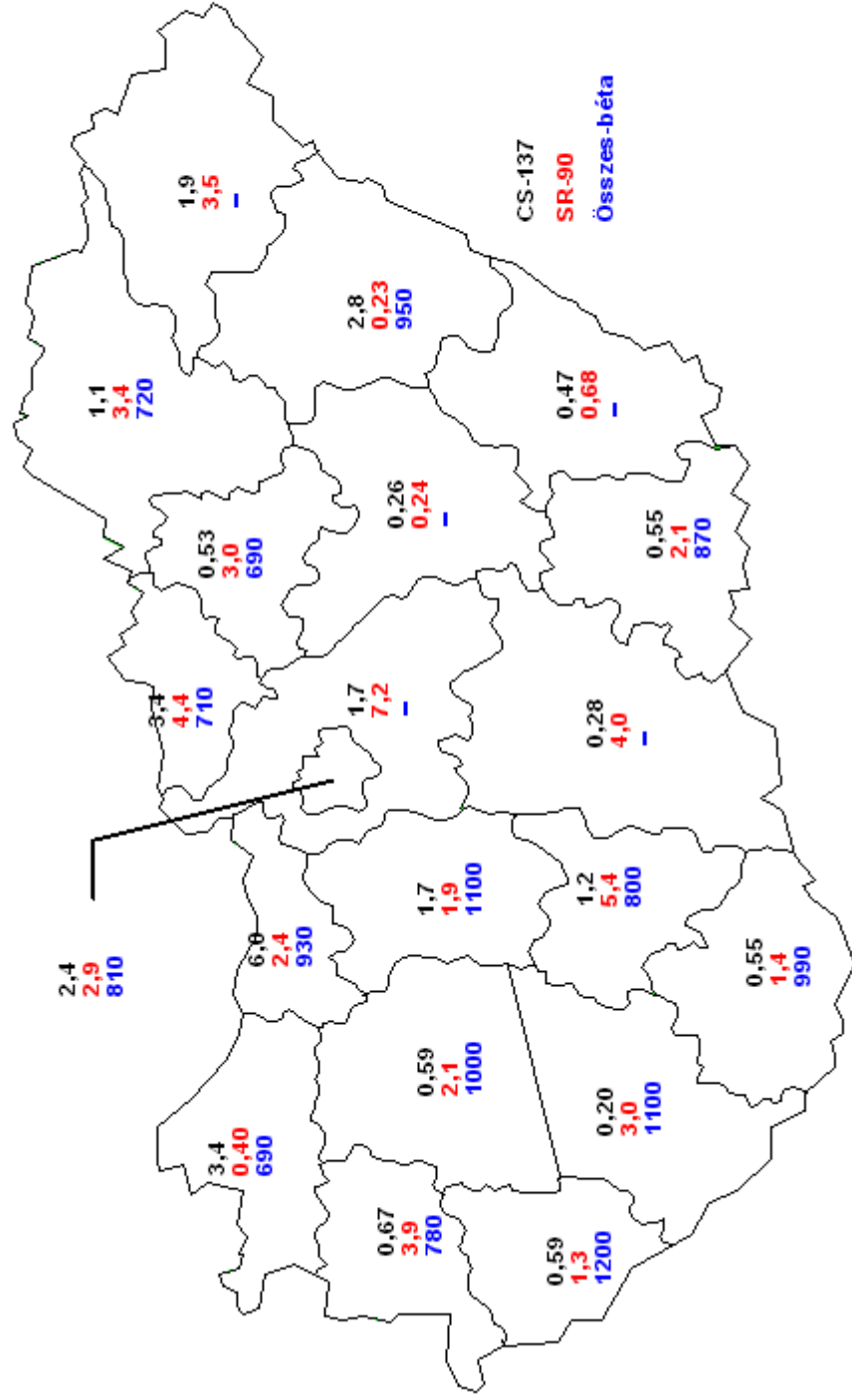
Az FmÁ REH laboratóriumainak mintavételi programjában takarmány illetve takarmánynövények (lucerna, legelői fű) szerepelnek. A takarmány mintavétel havonta, a tej mintavétellel együtt, közvetlenül az állatokkal etetett takarmány keverékből történik, ami rendszerint több komponensből és adalékanyagból áll össze. A 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 az eredmények 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. 2009-ben a 19 megye és Budapest területéről 275 takarmány, 138 legelői fű és 62 lucerna minta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH laboratóriumai.

Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Összesen 89 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 tömegre vonatkoztatják. A ¹³⁷Cs aktivitáskoncentráció mérések jellemző kimutatási határa: 0,3-1,5 Bq/kg, az összes béta-aktivitáskoncentrációk minden esetben kimutatási határ felett voltak.

A takarmánymintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a ⁹⁰Sr eredmények mindegyike 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 radionuklid – azaz a ¹³⁷Cs és a ⁹⁰Sr – koncentrációjának aránya 10 körüli, addig a takarmánymintáknál az arány éppen fordított, átlagosan 0,3. 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 ⁹⁰Sr-ra 10, ¹³⁷Cs-ra pedig 1 körüli.) Megjegyezzük még, hogy ez a megfigyelés jól egybevág a 2008-ban tapasztaltakkal.

A takarmánynövények ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,38 Bq/kg, a ⁹⁰Sr radionuklidé 1,2 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitás pedig 570 Bq/kg volt 2009-ben.



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

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

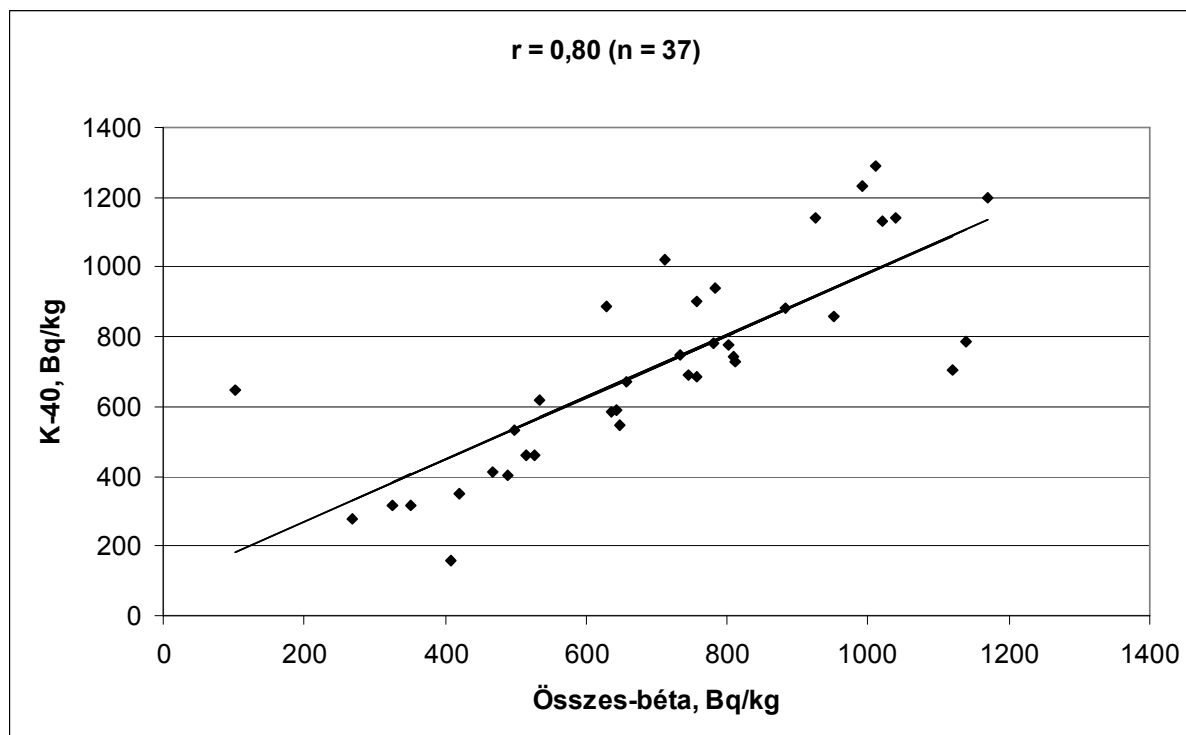
Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
CS-137	BA	0,24	0,090	0,56	0,16	34	16
CS-137	BE	-	-	0,47	-	7	6
CS-137	BK	-	-	0,28	-	45	44
CS-137	BP	0,87	0,070	2,4	0,67	18	7
CS-137	BZ	-	0,10	1,1	-	25	16
CS-137	CS	-	0,32	0,56	-	29	26
CS-137	FE	0,50	0,070	1,7	0,36	24	8
CS-137	GY	0,43	0,062	3,4	0,55	38	11
CS-137	HA	-	1,7	2,8	-	7	4
CS-137	HE	-	0,14	0,53	-	21	13
CS-137	JA	-	-	0,26	-	7	6
CS-137	KO	0,44	0,14	6,0	0,89	43	32
CS-137	NO	0,39	0,090	3,4	0,64	26	10
CS-137	PE	0,57	0,030	1,7	0,47	28	8
CS-137	SO	-	0,069	0,20	-	22	15
CS-137	SZ	-	0,070	1,9	-	17	13
CS-137	TO	0,30	0,060	1,2	0,21	39	22
CS-137	VA	0,26	0,057	0,68	0,16	27	7
CS-137	VE	-	-	0,59	-	14	13
CS-137	ZA	-	0,046	0,59	-	22	14
SR-90	BA	0,49	0,10	1,4	0,29	23	4
SR-90	BE	-	0,099	0,68	-	3	1
SR-90	BK	1,1	0,11	4,0	1,1	42	0
SR-90	BP	-	0,37	2,9	-	9	0
SR-90	BZ	1,3	0,069	3,4	0,87	16	0
SR-90	CS	0,73	0,16	2,1	0,59	19	0
SR-90	FE	1,1	0,51	1,9	0,43	12	0
SR-90	GY	-	0,080	0,40	-	6	1
SR-90	HA	-	-	0,23	-	1	0
SR-90	HE	1,6	0,23	3,0	0,77	14	0
SR-90	JA	-	-	0,24	-	1	0
SR-90	KO	-	0,20	2,4	-	3	0
SR-90	NO	1,5	0,23	4,4	1,0	18	0
SR-90	PE	2,2	0,28	7,2	2,2	28	0
SR-90	SO	0,74	0,16	3,0	0,73	19	0
SR-90	SZ	1,8	0,50	3,5	0,90	17	1
SR-90	TO	1,8	0,072	5,4	1,3	33	1
SR-90	VA	2,3	0,6	3,9	0,9	12	0
SR-90	VE	1	0,3	2,1	0,5	10	0
SR-90	ZA	0,41	0,12	1,3	0,29	17	1
Összes-béta	BA	-	100	990	-	4	0
Összes-béta	BP	310	120	810	210	10	0
Összes-béta	BZ	-	310	720	-	4	0
Összes-béta	CS	610	150	870	250	11	0
Összes-béta	FE	-	380	1100	-	4	0
Összes-béta	GY	-	330	690	-	4	0
Összes-béta	HA	590	330	950	200	12	0
Összes-béta	HE	-	200	690	-	4	0

5.1.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Összes-béta	KO	-	120	930	-	8	0
Összes-béta	NO	-	210	710	-	6	0
Összes-béta	SO	-	630	1100	-	4	0
Összes-béta	TO	-	650	800	-	4	0
Összes-béta	VA	-	110	780	-	4	0
Összes-béta	VE	-	480	1000	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	780	1200	-	4	0
CS-137	Összesen	0,38	0,030	6,0	-	493	291
SR-90	Összesen	1,2	0,069	7,2	-	303	9
Összes-béta	Összesen	570	100	1200	-	87	0

Az 5.1.2. ábrán szemléltetjük a takarmánymintákban mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt. Az ábrából látható, hogy takarmánynövényeknél az összes béta-aktivitás legalább 80 %-ban a ^{40}K radionuklittól származik.

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



5.1.2. ábra. Takarmányminták összes-béta és K-40 aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüÁ)

5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok

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

A növéyminták 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 növéyminták mérési eredményeinek éves jellemzői

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
BE-7	89	12	230	64	25	0
CS-137	0,80	0,30	5,5	0,99	25	18
K-40	670	140	2300	470	25	0
PB-212	7,4	0,61	120	26	21	2
RA-226	7,8	4,5	13	2,8	7	1
Összes-béta	600	240	1100	290	25	0

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

Az OSSKI három határmenti településen (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) vesz fűmintákat félévente. 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	0,9 ± 0,1	3,4 ± 0,1	712 ± 21	269 ± 19
Esztergom	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,02	758 ± 23	407 ± 20
Komárom	0,9 ± 0,1	6,0 ± 0,2	926 ± 28	526 ± 21

5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer

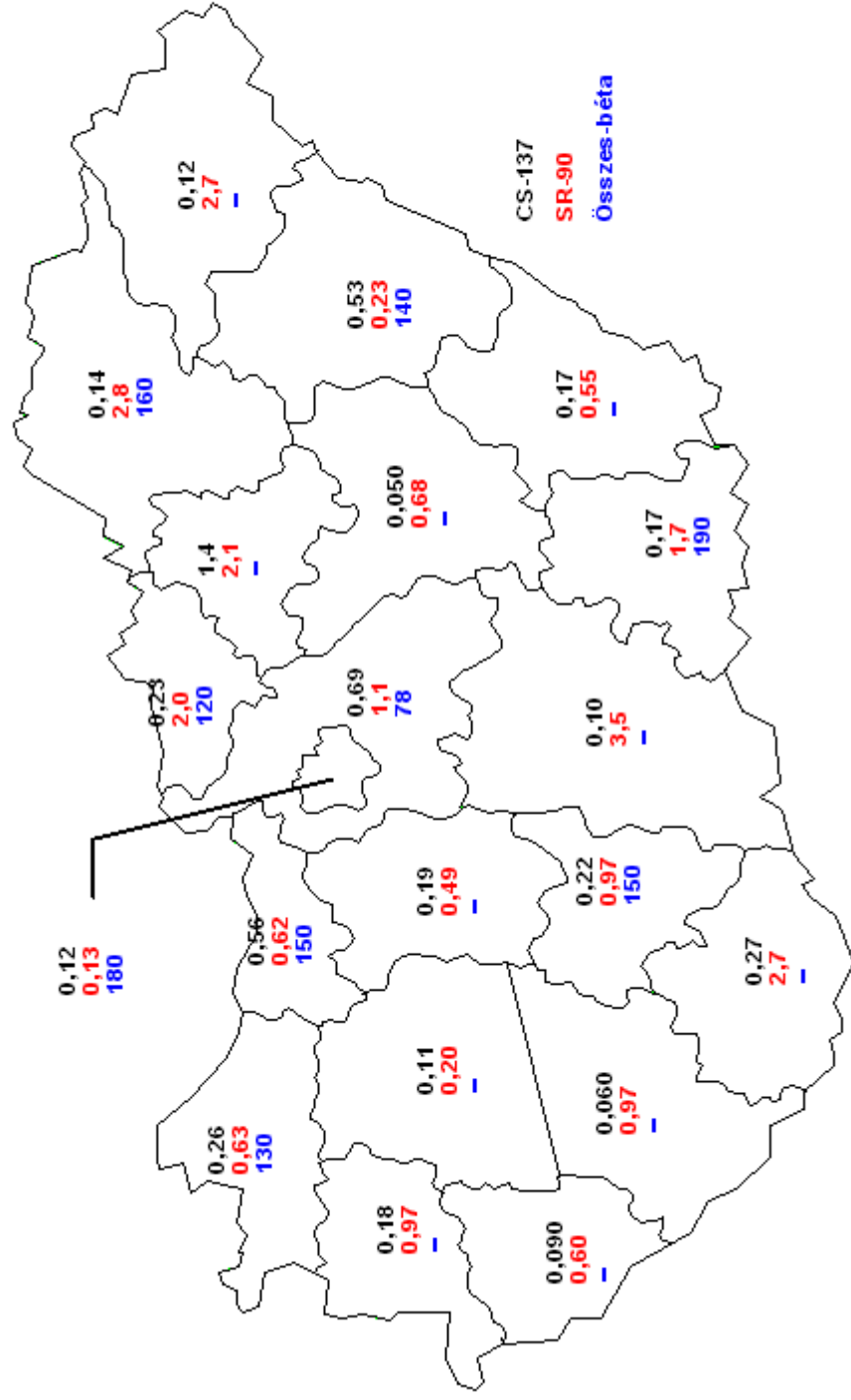
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények – elsősorban a zöldségfélék –, amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják.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

5.2.1. Országos adatok

Az FmÁ REH mérési programja a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. A részletes terményenkénti és izotóponkénti értékelés a monitoring programmal együtt a REH éves jelentésében megtalálható. Az FmÁ REH 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, illetve a ⁹⁰Sr radiokémiai elválasztása. 2009-ben a 19 megye és Budapest területéről 327 zöldség, gyümölcs illetve gomba minta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH 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. 2009-ben az FmÁ REH laboratóriumai 1360 minta vizsgálatát végezték el (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. Összesen 161 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.



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

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

A zöldségfélékben mért aktivitáskoncentrációkat (5.2.1. táblázat) áttekintve kiemelendő, hogy a takarmányminták aktivitáskoncentrációihoz hasonlóan (5.1.1. táblázatok) a két csernobili eredetű radionuklid – azaz a ^{137}Cs és a ^{90}Sr – koncentrációnak aránya itt is jóval 1 alatti (a gombaminták nélkül átlagosan 0,3) nagyon hasonló a takarmánymintáknál kapottakhoz.

A nyers élelmiszerek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,13 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé 0,47 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 58 Bq/kg volt 2009-ben. (Megjegyezzük, hogy a gombaminták nélküli ^{137}Cs koncentrációk jóval több mint a fele kimutatási határ alatti volt.)

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	-	0,090	0,27 (0,77*)	-	11	7
CS-137	BE	-	-	0,17 (12*)	-	35	34
CS-137	BK	-	0,08	0,1 (0,29*)	-	73	69
CS-137	BP	-	0,020	0,12 (55*)	-	20	17
CS-137	BZ	-	0,030	0,14 (0,31*)	-	33	29
CS-137	CS	-	0,010	0,18 (0,22*)	-	18	16
CS-137	FE	-	0,018	0,19 (110*)	-	14	9
CS-137	GY	0,064	0,027	0,26 (7,1*)	0,061	44	29
CS-137	HA	-	-	0,53 (1,0*)	-	28	27
CS-137	HE	-	0,010	1,4 (160*)	-	23	19
CS-137	JA	-	0,020	0,050 (1,0*)	-	16	14
CS-137	KO	-	0,050	0,56 (0,86*)	-	19	16
CS-137	NO	0,069	0,010	0,23 (140*)	0,094	29	19
CS-137	PE	-	0,020	0,69 (150*)	-	32	26
CS-137	SO	-	0,037	0,062 (0,87*)	-	17	14
CS-137	SZ	-	-	0,12 (0,16*)	-	25	24
CS-137	TO	-	0,040	0,23 (27*)	-	40	36
CS-137	VA	0,066	0,0080	0,18 (7,7*)	0,075	30	14
CS-137	VE	-	0,060	0,11 (170*)	-	27	25
CS-137	ZA	-	0,032	0,096 (1,7*)	-	20	15

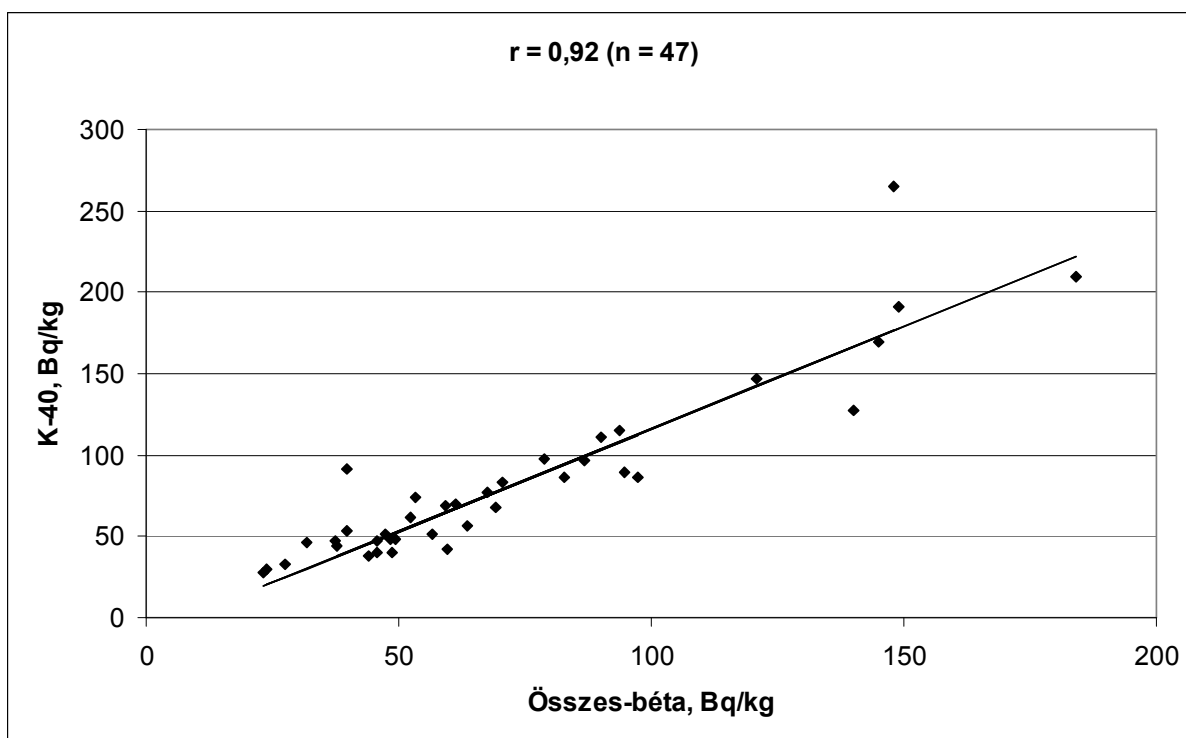
5.2.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
SR-90	BA	0,84	0,23	2,7	0,82	11	1
SR-90	BE	-	0,040	0,55	-	4	1
SR-90	BK	0,86	0,074	3,5	1,2	10	0
SR-90	BP	-	0,060	0,13	-	2	0
SR-90	BZ	-	0,12	2,8	-	8	0
SR-90	CS	-	0,15	1,7	-	8	0
SR-90	FE	-	-	0,49	-	1	0
SR-90	GY	-	-	0,63	-	1	0
SR-90	HA	-	-	0,23	-	1	0
SR-90	HE	-	0,91	2,1	-	4	0
SR-90	JA	-	-	0,68	-	1	0
SR-90	KO	-	0,030	0,62	-	18	9
SR-90	NO	-	0,088	2,0	-	10	1
SR-90	PE	0,50	0,14	1,1	0,28	10	0
SR-90	SO	-	0,031	0,97	-	4	0
SR-90	SZ	-	0,084	2,7	-	6	1
SR-90	TO	0,35	0,18	0,97	0,23	12	1
SR-90	VA	0,21	0,010	0,97	0,25	24	9
SR-90	VE	-	0,030	0,20	-	18	10
SR-90	ZA	-	0,032	0,60	-	5	0
Össz-béta	BP	45	10	180	32	43	0
Össz-béta	BZ	63	24	160	37	13	0
Össz-béta	CS	71	34	190	33	46	0
Össz-béta	GY	65	29	130	30	14	0
Össz-béta	HA	60	25	140	30	14	0
Össz-béta	KO	-	24	150	-	4	0
Össz-béta	NO	-	32	120	-	2	0
Össz-béta	PE	30	11	78	17	14	0
Össz-béta	TO	64	38	150	30	14	0
CS-137	Összesen	0,13	0,0080	1,4 (160*)	-	554	459
SR-90	Összesen	0,47	0,010	3,5	-	158	33
Össz-béta	Összesen	58	10	190	-	164	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 REH mérési eredményeinek részletes értékelését az éves jelentésekben [4] találhatjuk meg.



5.2.2. ábra. Nyers, növényi eredetű élelmiszerminták összes-béta és K-40 aktivitáskonzentrációi közötti korreláció (EüÁ) (a gombaminták eredményei nélkül)

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

Az OSSKI három határmenti település (Balassagyarmat, Esztergom, Komárom) piacán vesz zöldség- és gyümölcsmintákat évente egyszer (ősszel). Ezeken a mintákon összes béta-aktivitáskonzentráció és gamma-spektrometriai vizsgálatot végez. A mintaelőkészítés 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 ¹³⁷Cs koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb. 0,1 Bq/kg) alatt maradt, az összes béta-aktivitáskonzentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű ⁴⁰K izotóptól származtak. A mérési eredményeket az 5.2.2. táblázat tartalmazza.

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

	⁴⁰ K koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	gyümölcs	zöldség	gyümölcs	zöldség
Balassagyarmat	46,2 ± 1,4	147,0 ± 4,4	31,9 ± 1,0	121,4 ± 3,6
Esztergom	29,4 ± 1,2	190,9 ± 5,7	23,8 ± 0,7	148,5 ± 4,5
Komárom	33,3 ± 1,0	169,9 ± 5,1	27,6 ± 0,8	145,1 ± 4,4

5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer

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

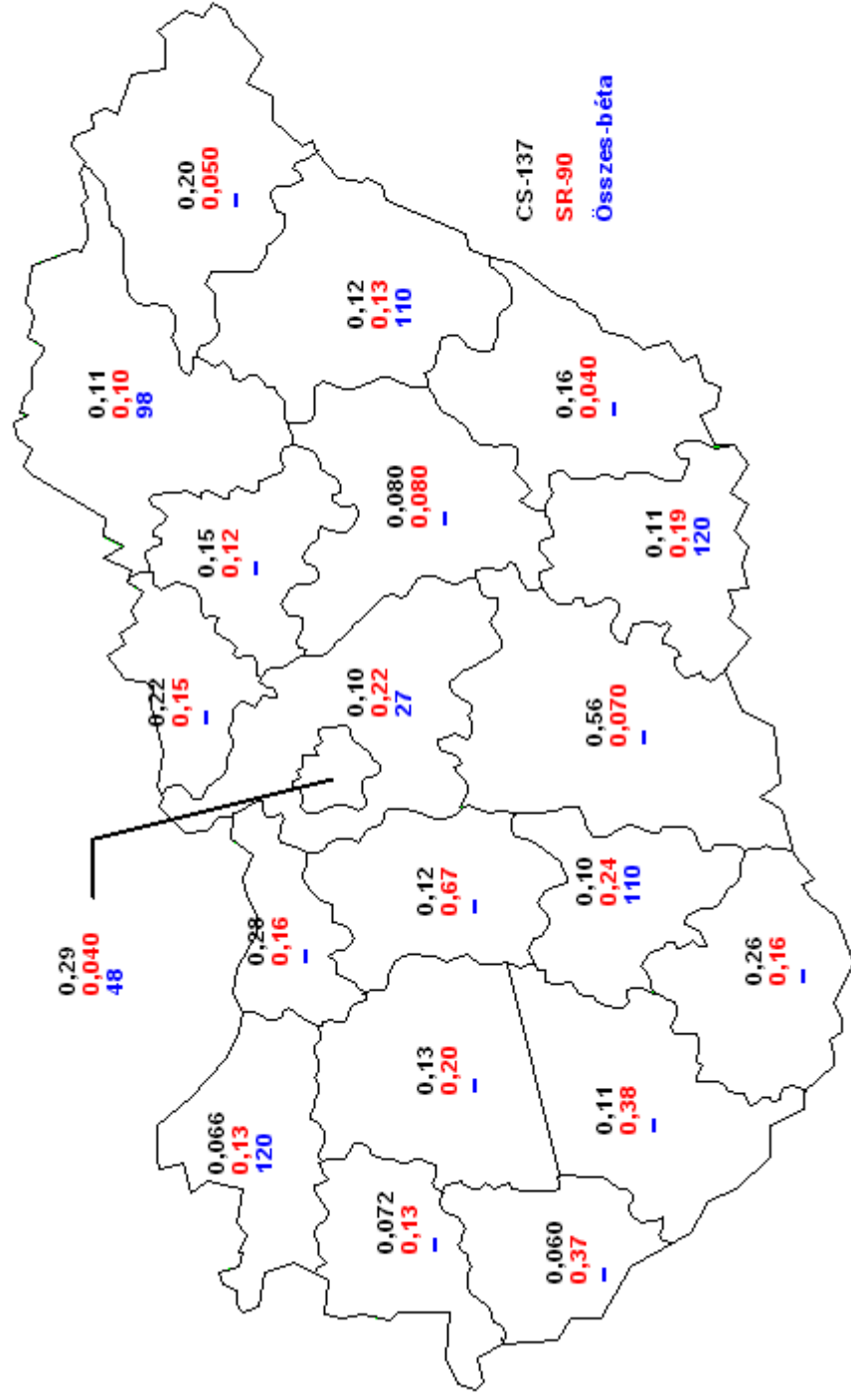
5.3.1. Országos adatok

Az FmÁ REH laboratóriumainak monitoring programja ebben az élelmiszer-csoportban 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, illetve a ⁹⁰Sr radiokémiai elválasztása. Ezeket a vizsgálatokat, lehetőség szerint, minden mintából elvégzik. 2009-ben a 19 megye területéről 121 gabona minta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ REH vizsgálati programjában a kenyérfélék, péksütemények ¹³⁷Cs szűrő vizsgálata is. A minták mérése eredeti anyagból, 450 cm³ térfogatú Marinelli geometriában, 3600 s mérési idővel történik. 2009-ben az FmÁ REH laboratóriumai 519 kenyér és péksütemény vizsgálatát végezték el (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységű mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mintavételi programja 5 megyére és a fővárosra terjed ki, negyedévente 1 gabonafajta és havonta 1 kenyérféle mintázását tartalmazza. 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 ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 0,01-0,2 Bq/kg.

A gabonafélékben és termékekben mért aktivitáskoncentrációk éves, országos átlagai a következők voltak (5.3.1. táblázat): 0,23 Bq/kg (¹³⁷Cs); 0,13 Bq/kg (⁹⁰Sr) és 49 Bq/kg (összes-béta). Kiemelendő, hogy ezen mintafajtákban a csernobili eredetű ¹³⁷Cs az igen kis kimutatási határok ellenére általában – a minták közel 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)

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

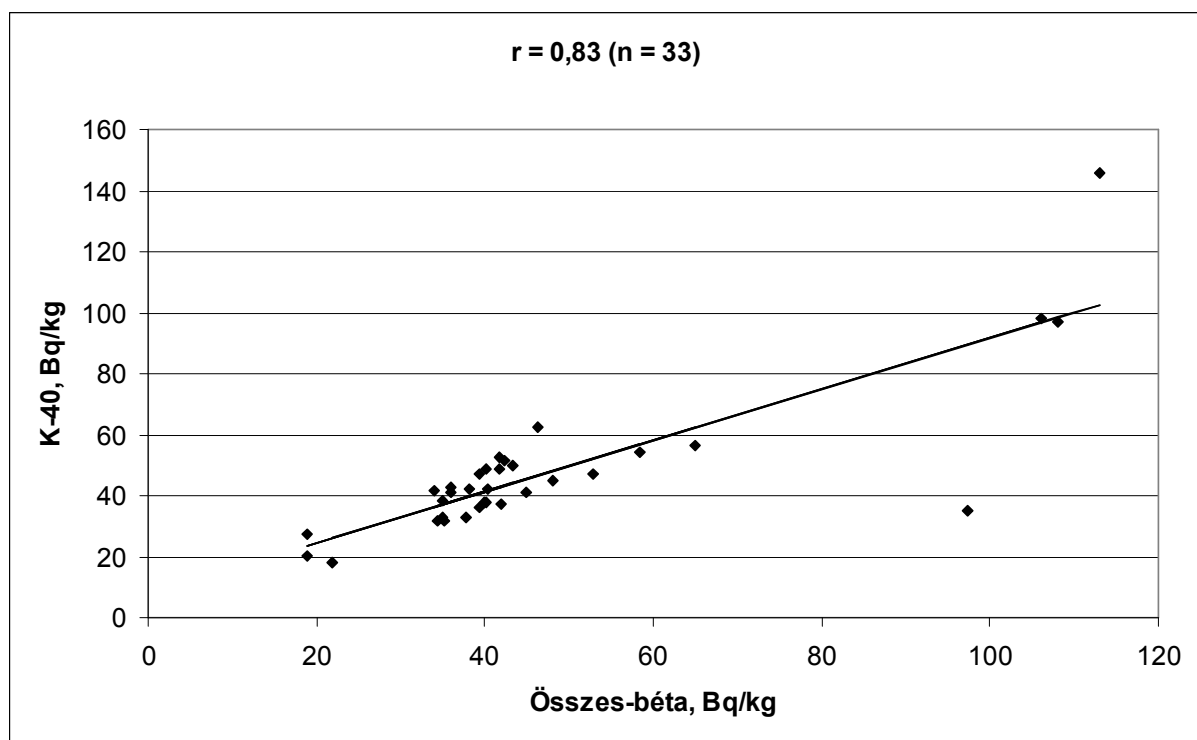
Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
CS-137	BA	-	0,050	0,26	-	21	17
CS-137	BE	-	-	0,16	-	28	27
CS-137	BK	-	-	0,56	-	14	13
CS-137	BP	-	-	0,29	-	23	22
CS-137	BZ	-	0,065	0,11	-	10	8
CS-137	CS	-	-	0,11	-	10	9
CS-137	FE	-	-	0,12	-	6	5
CS-137	GY	-	0,030	0,066	-	20	15
CS-137	HA	-	-	0,12	-	10	9
CS-137	HE	-	0,030	0,15	-	19	15
CS-137	JA	-	-	0,08	-	25	24
CS-137	KO	-	-	0,28	-	29	28
CS-137	NO	-	0,020	0,22	-	14	10
CS-137	PE	-	0,070	0,10	-	13	11
CS-137	SO	-	0,066	0,11	-	7	5
CS-137	SZ	-	0,080	0,20	-	21	19
CS-137	TO	-	0,040	0,10	-	16	14
CS-137	VA	-	0,036	0,072	-	12	7
CS-137	VE	-	0,040	0,13	-	36	32
CS-137	ZA	-	0,040	0,060	-	39	34
SR-90	BA	-	-	0,17	-	2	1
SR-90	BE	-	0,039	0,045	-	2	0
SR-90	BK	-	-	0,071	-	2	1
SR-90	BP	-	-	0,049	-	1	0
SR-90	BZ	-	0,10	0,11	-	2	0
SR-90	CS	-	0,052	0,20	-	6	0
SR-90	FE	-	0,095	0,68	-	3	0
SR-90	GY	-	-	0,14	-	1	0
SR-90	HA	-	-	0,13	-	1	0
SR-90	HE	-	0,066	0,13	-	4	1
SR-90	JA	-	0,050	0,088	-	3	0
SR-90	KO	-	0,092	0,17	-	2	0
SR-90	NO	-	-	0,15	-	4	3
SR-90	PE	-	0,060	0,23	-	11	3
SR-90	SO	-	0,11	0,38	-	8	2
SR-90	SZ	-	-	0,050	-	1	0
SR-90	TO	-	0,094	0,25	-	9	1
SR-90	VA	-	-	0,13	-	1	0
SR-90	VE	-	0,11	0,20	-	3	0
SR-90	ZA	-	0,15	0,37	-	5	1

5.3.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Össz-béta	BP	32	15	48	10	25	0
Össz-béta	BZ	46	36	98	16	14	0
Össz-béta	CS	58	34	120	30	16	0
Össz-béta	GY	48	23	120	29	16	0
Össz-béta	HA	49	22	110	24	16	0
Össz-béta	PE	-	21	27	-	6	0
Össz-béta	TO	45	19	110	25	16	0
CS-137	Összesen	0,23	0,020	0,56	-	373	315
SR-90	Összesen	0,13	0,039	0,68	-	71	13
Össz-béta	Összesen	44	15	120	-	109	0

Az 5.3.2. ábrán szemléltetjük a minták összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskonzentrációi 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 REH mérési eredményeinek részletes értékelését az éves jelentésekben [4] találhatjuk meg.



5.3.2. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszerek összes-béta és K-40 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

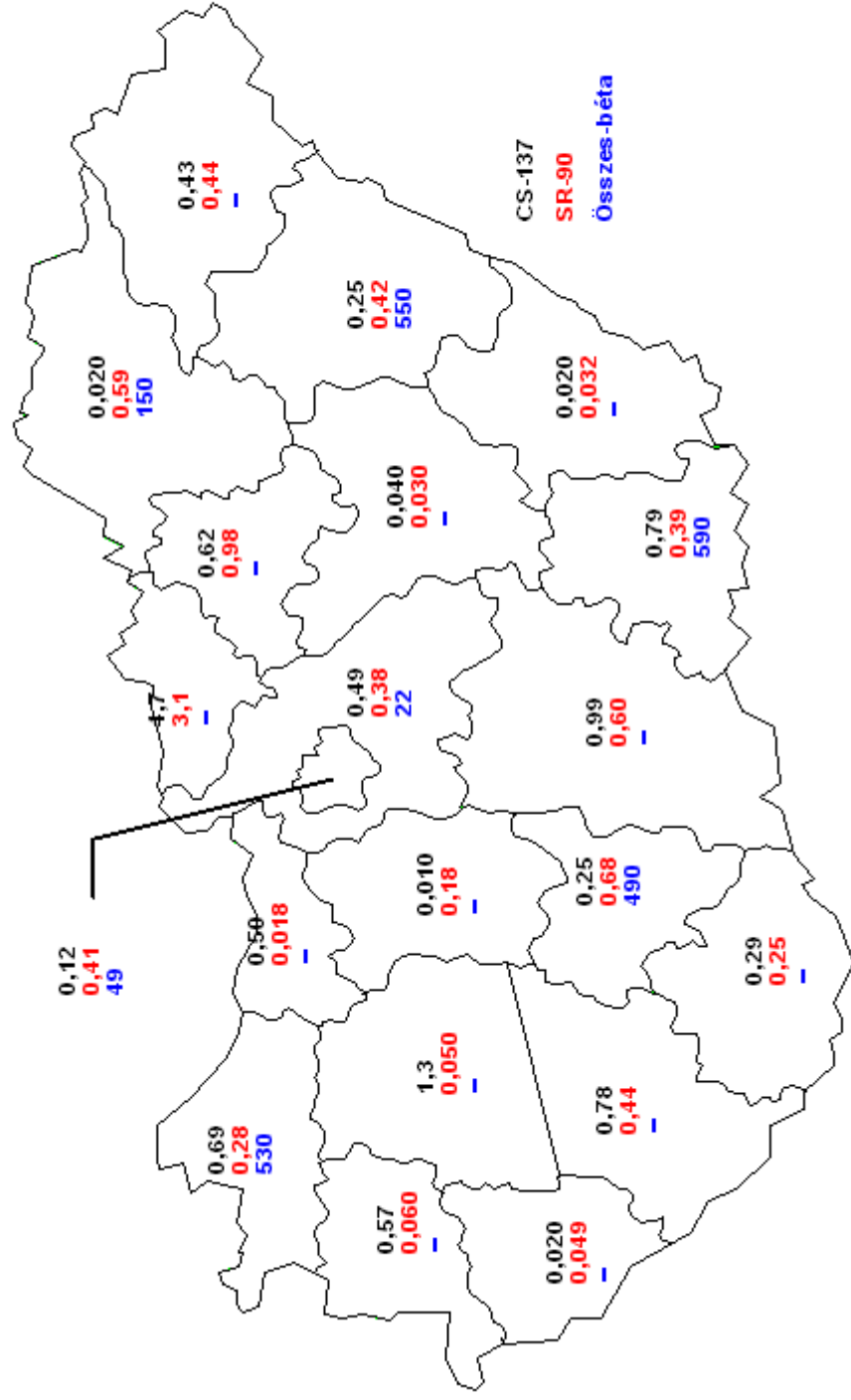
Ezen mintacsoportba a tej és az abból készített élelmiszertermékek (vaj, sajt, túró) tartoznak. A tej- és tejtermékminták aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

6.1.1. Országos adatok

Az FmÁ REH mérési programja a teljes országot lefedi nuklidszelektív mérési eredményeket szolgáltatva. A részletes terményenkénti és izotóponkénti értékelés a monitoring programmal együtt a REH éves jelentésében megtalálható. Az FmÁ REH 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. 2009-ben a 19 megye és Budapest területéről 212 tej, 54 tejpör és 92 sajt minta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH 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. Összesen 266 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.



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

A tej- és tejtermékmintákra vonatkozó mérési eredmények jellemzőit a 6.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ^{137}Cs aktivitáskoncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak, addig a ^{90}Sr eredmények döntő része meghaladja azt. (Megjegyezzük, hogy a magasabb ^{137}Cs -koncentrációk tejporból származnak, amely mintegy tizedrészére hígul a felhasználás során.)

A tej- és tejtermékek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,15 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé valamivel kisebb, 0,081 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 66 Bq/kg volt 2009-ben (Megjegyezzük, hogy a ^{137}Cs mérési eredmények több mint háromnegyede kimutatási határ alatti volt.)

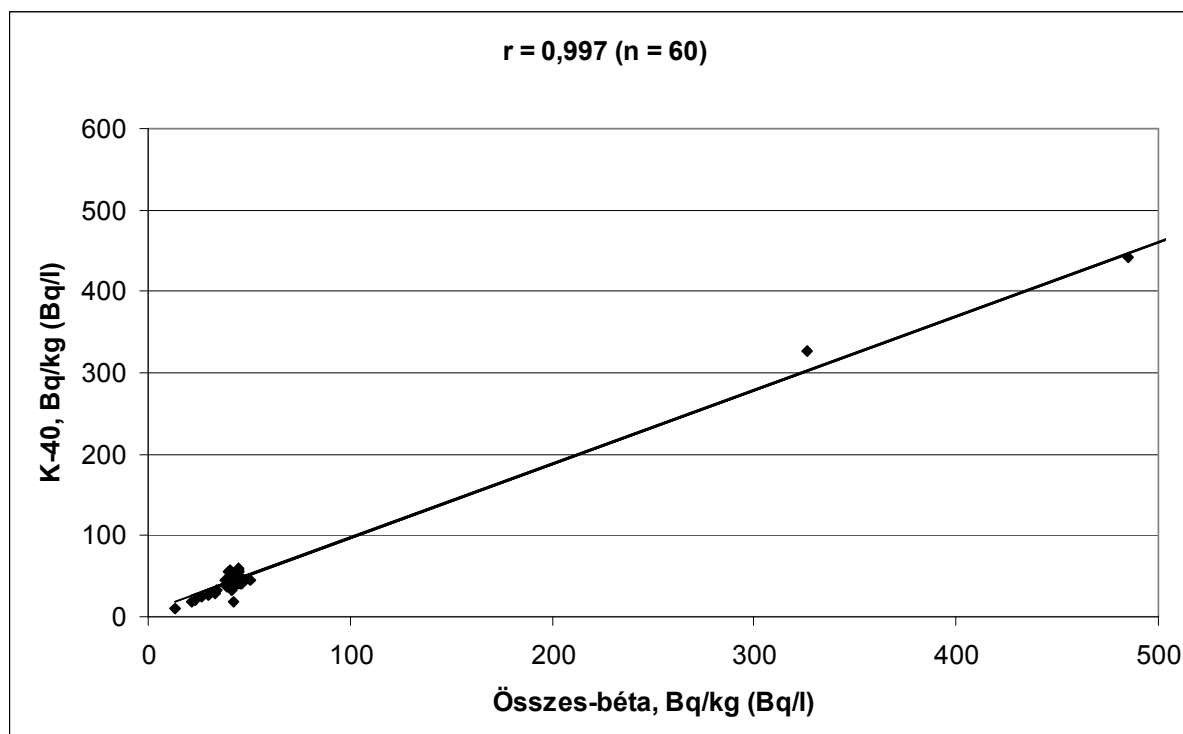
6.1.1. táblázat. Tej és tejtermék mérési eredmények éves jellemzői (EüÁ és FmÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
CS-137	BA	-	0,020	0,29	-	20	13
CS-137	BE	-	-	0,020	-	11	10
CS-137	BK	-	0,46	0,99	-	21	19
CS-137	BP	-	0,030	0,12	-	17	9
CS-137	BZ	-	0,020	0,029	-	27	23
CS-137	CS	-	0,52	0,80	-	23	21
CS-137	FE	-	-	0,010	-	19	18
CS-137	GY	0,10	0,0090	0,69	0,16	36	23
CS-137	HA	-	-	0,25	-	31	30
CS-137	HE	-	0,020	0,62	-	20	13
CS-137	JA	-	-	0,040	-	2	1
CS-137	KO	-	-	0,50	-	15	14
CS-137	NO	-	0,010	4,7	-	19	10
CS-137	PE	0,095	0,020	0,49	0,15	29	6
CS-137	SO	-	0,024	0,79	-	21	17
CS-137	SZ	-	0,37	0,43	-	19	17
CS-137	TO	-	0,018	0,25	-	92	87
CS-137	VA	0,14	0,010	0,57	0,18	24	6
CS-137	VE	-	-	1,3	-	19	18
CS-137	ZA	-	-	0,027	-	16	15
SR-90	BA	-	0,030	0,25	-	20	11
SR-90	BE	-	0,030	0,032	-	7	4
SR-90	BK	0,14	0,021	0,60	0,14	21	4
SR-90	BP	-	0,0077	0,41	-	16	8
SR-90	BZ	0,16	0,029	0,59	0,18	19	4
SR-90	CS	0,12	0,023	0,39	0,11	23	9
SR-90	FE	-	0,030	0,18	-	19	11
SR-90	GY	-	-	0,28	-	16	15
SR-90	HA	-	-	0,42	-	4	3
SR-90	HE	0,16	0,023	0,98	0,23	18	4
SR-90	JA	-	-	0,030	-	1	0
SR-90	KO	-	-	0,018	-	1	0
SR-90	NO	0,27	0,024	3,1	0,69	19	7
SR-90	PE	0,075	0,033	0,38	0,083	28	11
SR-90	SO	-	0,020	0,44	-	21	12

6.1.1. táblázat (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
SR-90	SZ	0,13	0,027	0,44	0,13	17	2
SR-90	TO	0,062	0,0091	0,68	0,11	50	27
SR-90	VA	-	0,04	0,060	-	14	11
SR-90	VE	-	0,04	0,050	-	30	27
SR-90	ZA	-	0,030	0,049	-	16	12
Összes-béta	BP	31	7,9	49	14	59	0
Összes-béta	BZ	58	28	150	35	24	0
Összes-béta	CS	84	21	590	140	47	0
Összes-béta	GY	110	13	530	160	24	0
Összes-béta	HA	110	13	550	170	25	1
Összes-béta	PE	16	5,7	22	5,5	11	0
Összes-béta	TO	65	11	490	94	60	0
CS-137	Összesen	0,15	0,0090	4,7	-	481	370
SR-90	Összesen	0,081	0,0077	3,1	-	360	182
Összes-béta	Összesen	66	5,7	590	-	250	1

A 6.1.2. ábrán szemléltetjük a tejben és tejtermékekben mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskonzentrációk közötti korrelációt. A korreláció mértéke itt is igen erős, és az összes béta-aktivitás közel 100 %-ban itt is a ^{40}K radionuklidtól származik. Megjegyezzük, hogy a magasabb aktivitáskonzentráció értékek a tejportól származnak, ugyanis a feldolgozás okozta koncentrálódás miatt az összes-béta és ^{40}K aktivitáskonzentrációi is jóval nagyobbak.



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

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

6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi

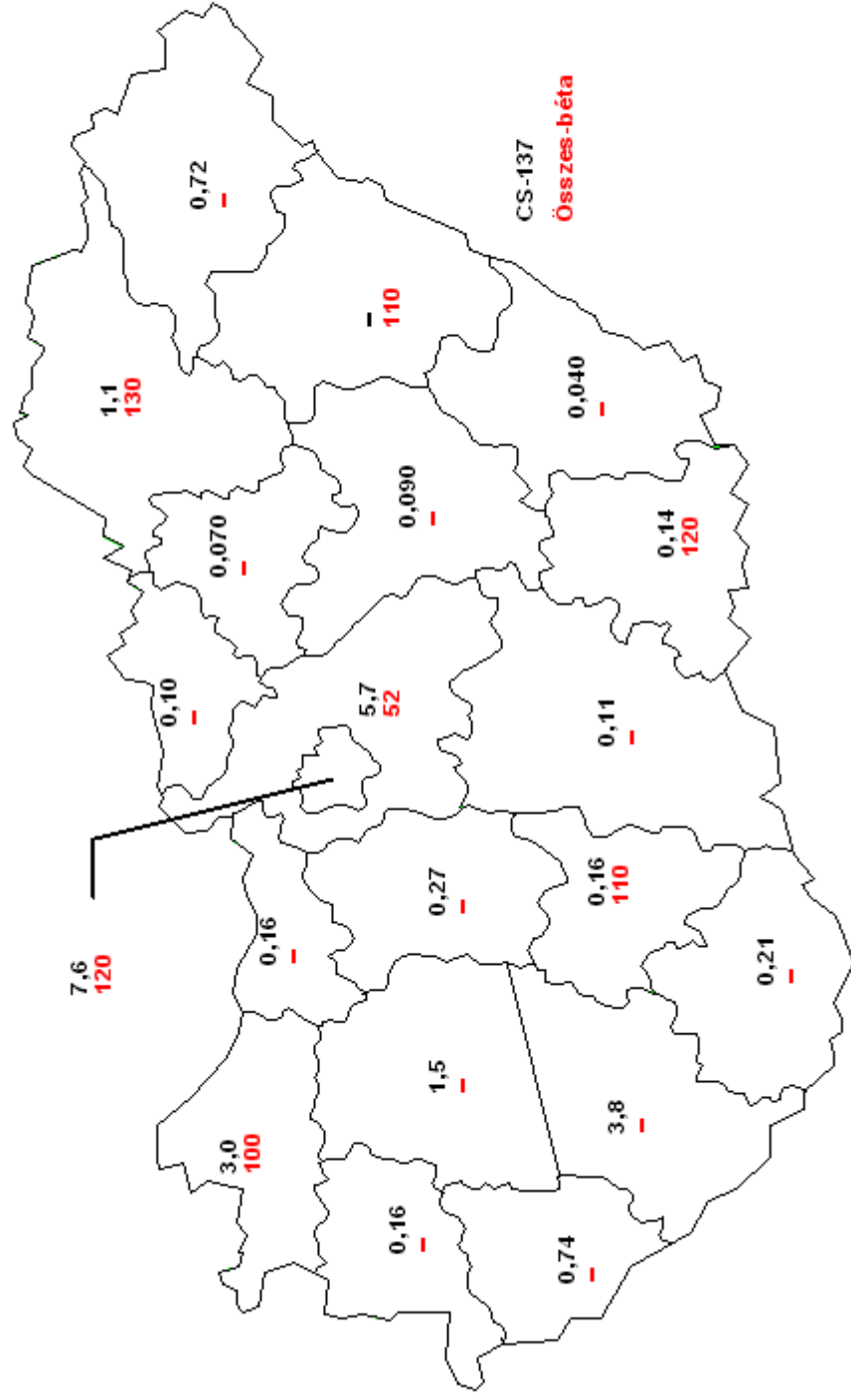
Ezen mintacsoportba a húsfélék (baromfi, marha, sertés, hal) és az azokból készített élelmiszertermékek (kolbász, felvágottak) tartoznak. A hús- és hústermék-minták aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben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

6.2.1. Országos adatok

Az FmÁ REH 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. 2009-ben a 19 megye területéről 62 sertés, 105 marha és 44 baromfihús minta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH laboratóriumai.

2007. évtől szerepel az FmÁ REH 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. 2009-ben az FmÁ REH laboratóriumai 197 húskészítmény és 99 tengeri hal és puhatestű vizsgálatát végezték el (ezen utóbbi adatok – az alacsonyabb érzékenységu mérési módszer miatt – az ábrán és a táblázatban nem szerepelnek).

Az ERMAH laboratóriumok mérési programja 6 megyében és a fővárosban negyedévente 1-1 marha-, sertés- és baromfihús minta vételére terjed ki. Összesen 152 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).



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

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

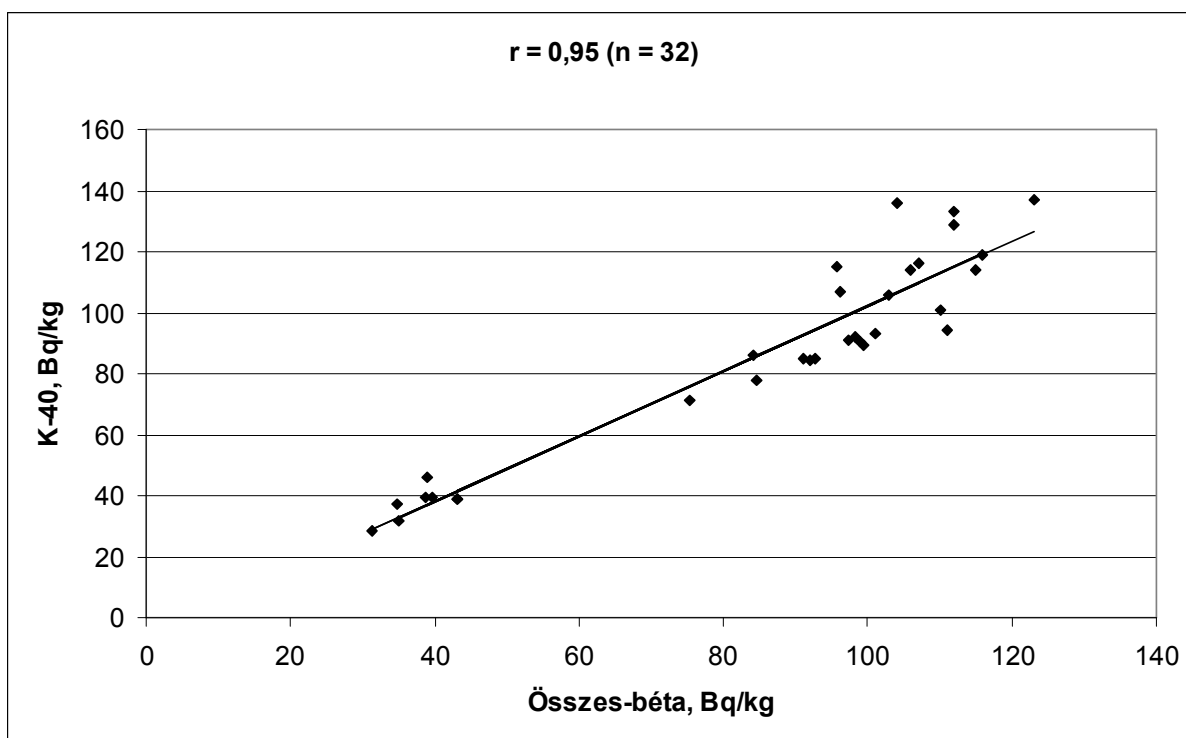
A hús és hústermékek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,19 Bq/kg, a döntően természetes eredetű (^{40}K) összes béta-aktivitása pedig 75 Bq/kg volt 2009-ben. Ezek az értékek a 2008. évekhez hasonlóak.

A húsban és hústermékekben mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.2. ábrán szemléltetjük. A 2008. év eredményeihez hasonlóan a korreláció itt is erősnek mondható.

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

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	-	0,15	0,22	-	9	7
CS-137	BE	-	-	0,040	-	24	23
CS-137	BK	-	0,05	0,11	-	51	48
CS-137	BP	-	0,058	7,6	-	19	16
CS-137	BZ	0,20	0,031	1,1	0,23	22	12
CS-137	CS	-	0,063	0,14	-	26	22
CS-137	FE	-	0,061	0,27	-	14	7
CS-137	GY	0,28	0,055	3,0	0,61	28	14
CS-137	HA	-	-	-	-	31	31
CS-137	HE	-	-	0,070	-	13	12
CS-137	JA	-	0,070	0,090	-	13	11
CS-137	KO	-	0,07	0,16	-	8	6
CS-137	NO	-	-	0,10	-	3	2
CS-137	PE	-	0,040	5,7	-	14	6
CS-137	SO	0,23	0,046	3,8	0,63	34	13
CS-137	SZ	-	0,070	0,72	-	17	10
CS-137	TO	-	-	0,17	-	15	14
CS-137	VA	0,083	0,043	0,17	0,023	29	18
CS-137	VE	-	0,12	1,5	-	14	9
CS-137	ZA	0,22	0,074	0,74	0,21	15	4
Össz-béta	BP	65	24	120	32	35	0
Össz-béta	BZ	96	37	130	34	16	0
Össz-béta	CS	83	37	120	26	48	0
Össz-béta	GY	70	31	100	24	16	0
Össz-béta	HA	82	31	110	27	16	0
Össz-béta	PE	-	16	52	-	9	0
Össz-béta	TO	73	35	110	25	16	0
CS-137	Összesen	0,19	0,031	7,6	-	399	285
Össz-béta	Összesen	75	16	130	-	156	0



6.2.2. ábra. Hús és hústermékek összes-béta és ^{40}K aktivitáskoncentrációi 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.

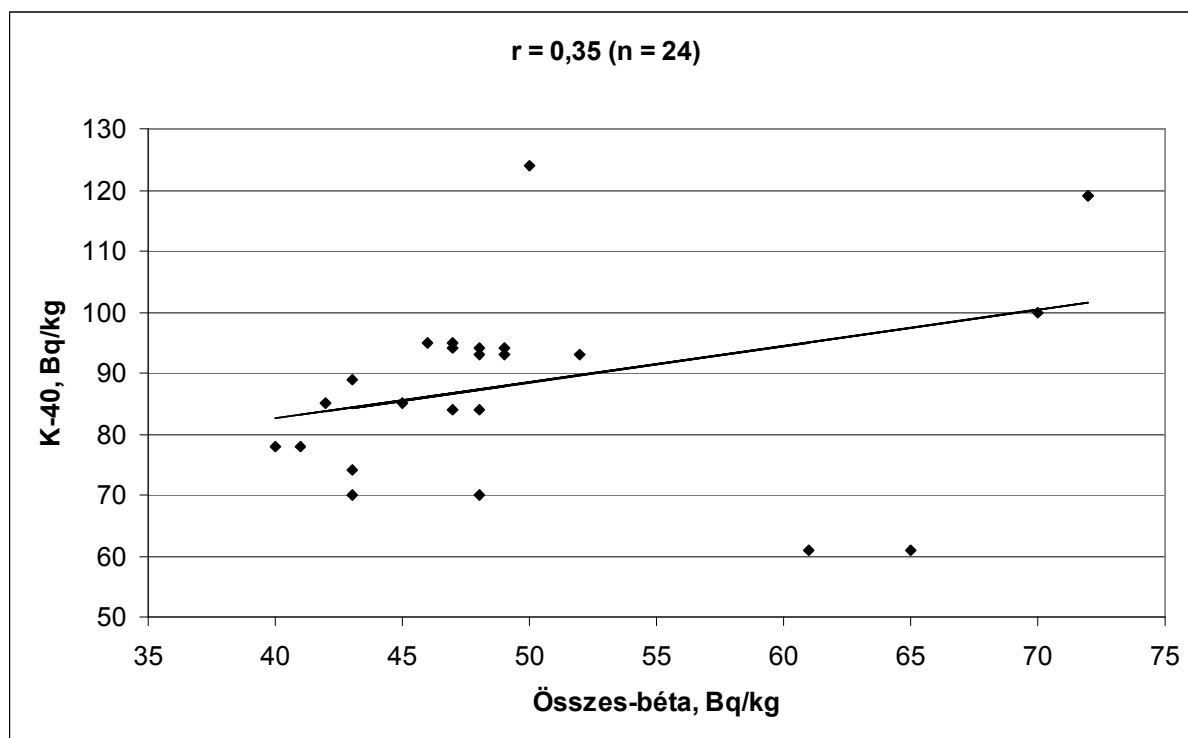
A dunai halakra, az erőmű alatti szakaszon kapott mérési eredményeket a 6.2.2. táblázatban foglaltuk össze.

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

A halakban mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.3. ábrán szemléltetjük, (a korreláció a korábbi éveknél is gyengébb, de talán még észrevehető).

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	-	0,10	0,60	-	24	16
SR-90	-	0,30	0,90	-	24	22
Össz-béta	51	40	72	9,7	24	0



6.2.3. ábra. Halak összes-béta és ⁴⁰K aktivitáskonzentrációi közötti összefüggés (KvVÁ)

7. Felszíni vizek

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

7.1. Országos adatok

A Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat területi felügyelőségeihez tartozó laboratóriumok az országos felszíni vízminőségi törzshálózat program keretében mérik a vizek összes béta-aktivitáskoncentrációit. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző programjához csatlakozóan a pécsi laboratórium a Duna erőmű feletti és alatti szakaszán a víz ^{137}Cs és ^{90}Sr koncentrációit is ellenőrzi.

Az ERMAH mérési program keretében a laboratóriumok megyénként 1-1 mintavételi pontban havonta egy folyóvizet és negyedévente egy állóvizet mintáznak. Összesen 407 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 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 2009. évben kapott mérési eredményeket a 7.1.1. táblázatban foglaltuk össze. A Dunában található mesterséges – csernobili eredetű – radionuklidok koncentrációja alacsony, legfeljebb 10-20 mBq/l nagyságrendű. A folyóvizek összes béta-aktivitáskoncentrációi nem érik el az 1 Bq/l értéket, állóvizeknél – sekély vizű tavaknál – azonban 1-2 Bq/l érték is előfordul. Az eredmények szóródása jelentős, a maximum és minimum értékek aránya 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	Balaton	-	7,5	16	-	2	2
CS-137	Deseda	-	5,5	20	-	2	2
CS-137	Duna	4,0	0,20	23	4,7	65	49
CS-137	DVCS	-	-	0,60	-	1	1
CS-137	Eger patak	-	6,4	8,1	-	2	2
CS-137	Fehér-Körös	-	0,40	0,40	-	2	2
CS-137	Fertő tó	-	22	23	-	2	2
CS-137	Halastó (Orfű)	-	15	21	-	2	2
CS-137	Hátori tó	-	15	25	-	2	2
CS-137	Horgásztó	-	0,50	0,90	-	4	4
CS-137	Kapos	-	2,3	8,1	-	2	2
CS-137	Kondor tó	-	8,8	16	-	3	3
CS-137	Rába	-	4,0	4,7	-	4	4
CS-137	Sárvári tó	-	11	11	-	2	2
CS-137	Séd	-	5,0	7,7	-	2	2
CS-137	Szelidi tó	-	1,2	15	-	8	8
CS-137	Szinva	-	7,0	7,2	-	2	2
CS-137	Velencei tó	-	11	22	-	2	2
H-3	Börzsöny patak	-	650	880	-	2	0
H-3	Duna	2400	710	8600	1400	106	34
H-3	Fehér-Körös	-	-	9000	-	1	0
H-3	Horgásztó	-	2000	4000	-	3	2
H-3	Kemence patak	-	540	660	-	2	0
H-3	Letkés patak	-	420	710	-	2	0
Sr-90	Duna	4,5	0,52	16	3,4	49	19
Sr-90	Fehér-Körös	-	-	1,3	-	1	0
Sr-90	Kondor tó	-	7,8	9,0	-	4	4
Sr-90	Szelidi tó	-	2,0	20	-	8	3
Össz-béta	Balaton	240	210	340	36	28	0
Össz-béta	Bódva	140	80	270	56	11	0
Össz-béta	Börzsöny patak	-	130	150	-	2	0
Össz-béta	Deseda	-	120	150	-	4	0
Össz-béta	Dráva	140	90	230	42	11	0
Össz-béta	Duna	130	35	390	42	233	0
Össz-béta	DVCS	-	-	100	-	1	0
Össz-béta	Eger patak	300	120	400	76	12	0
Össz-béta	Fehér tó	-	280	440	-	3	0
Össz-béta	Fehér-Körös	200	49	390	90	13	1
Össz-béta	Fekete-Körös	180	100	450	100	12	0
Össz-béta	Fertő tó	-	630	960	-	4	0
Össz-béta	Halastó (Orfű)	-	82	110	-	4	0
Össz-béta	Hátori tó	-	29	45	-	4	0

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	Hármas-Körös	150	100	390	69	16	1
Össz-béta	Hernád	150	60	310	69	11	0
Össz-béta	Holt tisz	130	80	200	40	11	0
Össz-béta	Horgásztó	-	10	220	-	4	1
Össz-béta	Horgásztó (Kecskemét)	-	150	210	-	4	0
Össz-béta	Kapos	200	110	330	71	23	0
Össz-béta	Keleti Főcsatorna	110	60	170	32	12	0
Össz-béta	Kemence patak	-	160	180	-	2	0
Össz-béta	Kondor tó	120	110	150	14	10	0
Össz-béta	Kőérberki patak	490	310	650	110	14	0
Össz-béta	Körös/Fehér- körös	-	-	150	-	1	0
Össz-béta	Kraszna	660	300	1000	210	12	0
Össz-béta	Lajta	120	110	140	9,7	10	0
Össz-béta	Letskés patak	-	290	340	-	2	0
Össz-béta	Maros	-	190	480	-	3	0
Össz-béta	Nádor- csatorna	390	330	430	27	12	0
Össz-béta	Omszki tó	-	600	600	-	2	0
Össz-béta	Pinka	-	70	120	-	9	0
Össz-béta	Rába	120	80	210	30	34	0
Össz-béta	Rakamaz	-	100	190	-	4	0
Össz-béta	Sajó	140	80	230	47	11	0
Össz-béta	Sárvári tó	-	89	130	-	4	0
Össz-béta	Sebes-Körös	200	70	390	98	11	0
Össz-béta	Séd	150	120	180	15	11	0
Össz-béta	Sió	350	270	410	34	12	0
Össz-béta	Sóstó	-	110	190	-	4	0
Össz-béta	Szamos	360	100	830	220	12	0
Össz-béta	Szelidi tó	150	74	390	58	79	0
Össz-béta	Szinva	140	68	230	63	12	0
Össz-béta	Tisza	190	50	430	84	51	4
Össz-béta	Túr	220	110	380	79	12	0
Össz-béta	Vártó	-	170	250	-	4	0
Össz-béta	Vekeri tó	-	110	160	-	4	0
Össz-béta	Velencei tó	1500	1100	2300	290	16	0

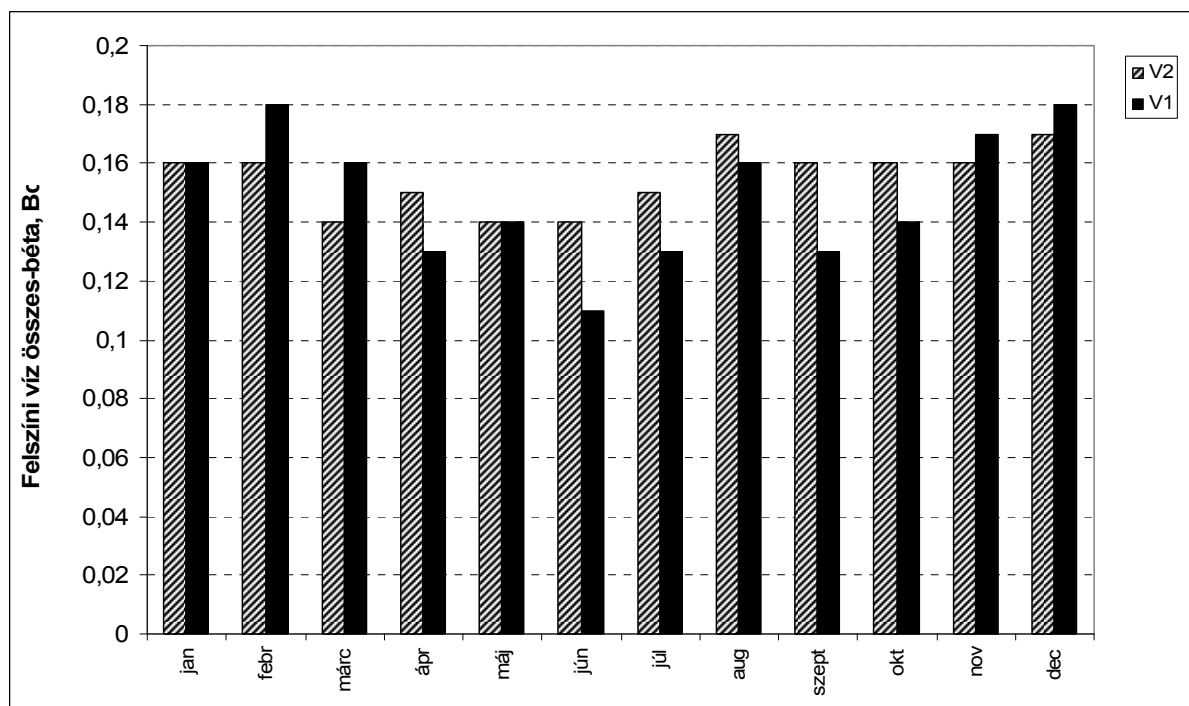
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk

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 az esetek felében 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 mintaelőkészítés a gamma-spektrometriai elemzés esetén bepárlást (45 literről 150 ml-re), az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és 380 °C-on történő hamvasztást, a ^{90}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. A Paksnál vett Dunavíz-minták aktivitása (OSSKI)

Radionuklid	Mintavétel helye	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás	N	Kh alatti	Egység
Sr-90	Paks	–	3,3	4,2	–	4	0	mBq/l
Sr-90	V2	–	2,2	4,1	–	4	0	mBq/l
H-3	M5	10,6	3,9	18	4,4	11	0	Bq/l
H-3	Paks	1,7	0,9	4,4	0,99	11	0	Bq/l
H-3	T24	6,1	4,0	12,6	2,4	11	0	Bq/l
H-3	V2	1,8	0,73	4,3	0,97	10	0	Bq/l
K-40	Paks	0,13	0,09	0,22	0,038	11	0	Bq/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
C-14	-	0,025	0,029	-	3	0
CS-137	-	0,0015	0,0038	-	20	20
H-3	1,0	0,80	2,5	0,49	11	0
K-40	0,86	0,11	1,5	0,44	19	0
RA-226	-	0,0021	0,072	-	13	10
SR-90	-	0,0027	0,0039	-	4	0
Összes-béta	0,45	0,15	0,81	0,19	18	0

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

Az OSSKI három határmenti településen (Bernecebaráti, Letkés, Nagybörzsöny) vesz folyóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta-aktivitáskoncentrációját, valamint a trícium és ^{40}K koncentrációját. A mintaelőkészítés 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	$0,2 \pm 0,01$	$0,2 \pm 0,02$	$0,7 \pm 0,23$	$0,5 \pm 0,23$	$0,1 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$
Letkés	$0,3 \pm 0,02$	$0,3 \pm 0,02$	$0,7 \pm 0,28$	$0,4 \pm 0,22$	$0,2 \pm 0,001$	$0,3 \pm 0,003$
Nagybörzsöny	$0,1 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,01$	$0,7 \pm 0,23$	$0,9 \pm 0,24$	$0,1 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$

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 20 000 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 ^{137}Cs koncentrációja (Bq/kg)

	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	$1,2 \pm 0,09$	$0,8 \pm 0,09$
Letkés	$2,6 \pm 0,13$	$3,5 \pm 0,14$
Nagybörzsöny	–	$10,6 \pm 0,32$

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.

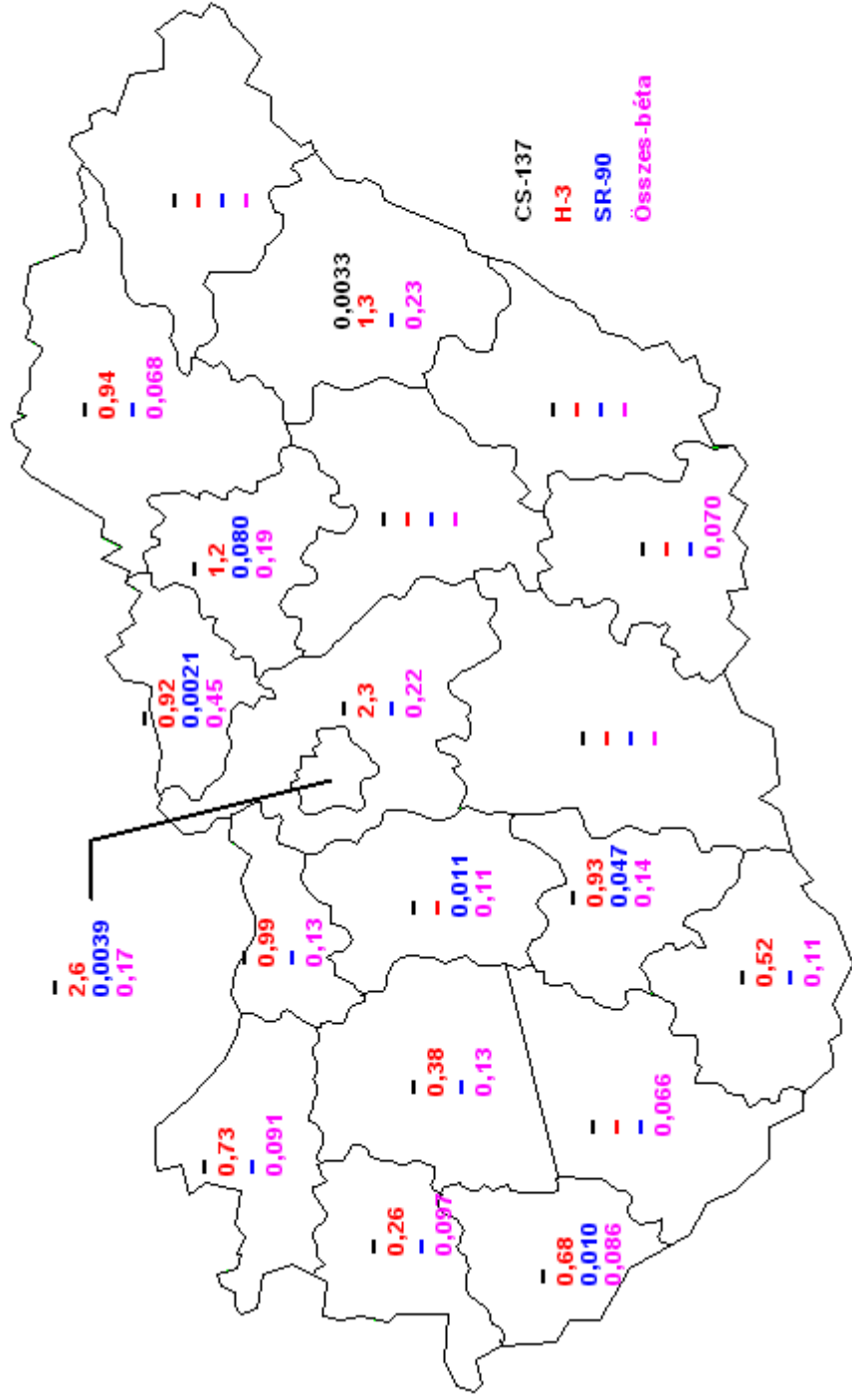
8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok

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 ^{90}Sr vizsgálatokhoz évi 2-2 mintát vesznek megyénként. Összesen 188 vízminta vizsgálatát végezték el. Jellemző kimutatási határok: 0,16-0,20 Bq/l (^3H), 5-30 mBq/l (^{90}Sr).

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

Az összes béta-aktivitások átlagai a 0,1 Bq/l érték körüliek, azonban így is jóval az Egészségügyi Világszervezet által ajánlott szint (1 Bq/l) alatt maradtak. Az ivóvíz trícium aktivitáskoncentrációi két jellemző csoportba sorolhatók. A felszíni víz eredetű ivóvizeknél az érték hasonló a felszíni vizekéhez, 1-2 Bq/l nagyságú. A mélységi ivóvizek (karszt, artézi) trícium koncentrációi viszont legfeljebb a néhány tized Bq/l értéket érik el.

Az ivóvíz ^3H aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,77 Bq/l, a legnagyobb érték (2,6 Bq/l) is jóval kisebb mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A ^{90}Sr koncentrációi 0,001-0,080 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,10 Bq/l.



8.1.1. ábra. Ivóvíz mérési eredmények éves maximum értékei (EüÁ, Bq/l) (a megyék jelentős részénél kimutatási határ alatti volt minden eredmény, a ^{137}Cs minden megye esetében)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kh alatti
CS-137	BA	-	-	-	-	2	2
CS-137	BZ	-	-	-	-	1	1
CS-137	FE	-	-	-	-	3	3
CS-137	GY	-	-	-	-	1	1
CS-137	HA	-	-	0,0033	-	1	0
CS-137	HE	-	-	-	-	1	1
CS-137	KO	-	-	-	-	1	1
CS-137	NO	-	-	-	-	1	1
CS-137	PE	-	-	-	-	1	1
CS-137	SO	-	-	-	-	2	2
CS-137	TO	-	-	-	-	21	21
CS-137	VA	-	-	-	-	2	2
CS-137	VE	-	-	-	-	1	1
CS-137	ZA	-	-	-	-	2	2
H-3	BA	-	0,45	0,52	-	2	0
H-3	BP	1,6	1,1	2,6	0,33	22	0
H-3	BZ	-	0,72	0,94	-	2	0
H-3	FE	-	-	-	-	2	2
H-3	GY	-	0,55	0,73	-	2	0
H-3	HA	-	0,60	1,3	-	6	2
H-3	HE	-	0,36	1,2	-	2	0
H-3	KO	-	0,26	0,99	-	4	2
H-3	NO	-	0,39	0,92	-	3	0
H-3	PE	-	1,2	2,3	-	2	0
H-3	SO	-	-	-	-	2	2
H-3	TO	0,31	0,26	0,93	0,19	24	13
H-3	VA	-	-	0,26	-	2	1
H-3	VE	-	0,27	0,38	-	2	0
H-3	ZA	-	0,40	0,68	-	2	0
SR-90	BA	-	-	-	-	3	3
SR-90	BP	-	0,0017	0,0039	-	2	0
SR-90	BZ	-	-	-	-	1	1
SR-90	FE	-	0,0010	0,011	-	4	2
SR-90	GY	-	-	-	-	2	2
SR-90	HA	-	-	-	-	4	4
SR-90	HE	-	-	0,080	-	2	1
SR-90	KO	-	-	-	-	2	2
SR-90	NO	-	-	0,0021	-	2	1
SR-90	PE	-	-	-	-	1	1
SR-90	SO	-	-	-	-	2	2
SR-90	TO	-	0,0074	0,047	-	19	16
SR-90	VA	-	-	-	-	2	2
SR-90	VE	-	-	-	-	2	2
SR-90	ZA	-	-	0,011	-	2	1
Összes-béta	BA	-	0,093	0,11	-	4	0
Összes-béta	BP	0,12	0,079	0,17	0,028	24	0
Összes-béta	BZ	-	0,017	0,068	-	4	0
Összes-béta	CS	0,045	0,026	0,070	0,014	12	0

8.1.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kh alatti
Összes-béta	FE	-	0,091	0,11	-	4	0
Összes-béta	GY	-	0,064	0,091	-	4	0
Összes-béta	HA	0,12	0,070	0,23	0,046	39	4
Összes-béta	HE	-	0,14	0,19	-	4	0
Összes-béta	KO	-	0,082	0,13	-	6	0
Összes-béta	NO	-	0,12	0,45	-	7	0
Összes-béta	PE	-	0,14	0,22	-	2	0
Összes-béta	SO	-	0,062	0,066	-	4	0
Összes-béta	TO	0,078	0,039	0,14	0,025	56	0
Összes-béta	VA	-	0,075	0,097	-	4	0
Összes-béta	VE	-	0,091	0,13	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	0,066	0,086	-	4	0
CS-137	Összesen	-	-	0,0033	-	40	39
H-3	Összesen	0,77	0,26	2,6	-	79	22
SR-90	Összesen	0,011	0,0010	0,080	-	50	40
Összes-béta	Összesen	0,10	0,017	0,45	-	182	4

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

Az OSSKI három határmenti településen (Balassagyarmat, Esztergom, Vác) vesz ivóvízmintákat félévente. Ezeknek a mintáknak meghatározza az összes béta-aktivitáskoncentrációját, valamint a trícium és ^{40}K koncentrációját. A mintaelőkészítés 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	$0,2 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,02$	$0,4 \pm 0,26$	$0,9 \pm 0,26$	$0,1 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$
Esztergom	$0,1 \pm 0,01$	$0,1 \pm 0,01$	–	$1,0 \pm 0,23$	$0,1 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$
Vác	$0,2 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,001$	$1,2 \pm 0,29$	$2,3 \pm 0,25$	$0,1 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$

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.

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben szerepel negyedévenkénti mintavétel. Az összesen 38 mintán összes béta-aktivitáskoncentráció mérést végeztek. A 2009-ben kapott eredményeket a 8.2.1. táblázatban foglaltuk össze.

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

8.3.1. táblázat. Ásványvíz mérési eredmények jellemzői (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kh alatti
CS-137	HA	-	-	0,0030	-	1	0
Összes-béta	BP	0,17	0,10	0,40	0,084	18	0
Összes-béta	BZ	-	0,028	0,30	-	4	0
Összes-béta	CS	-	0,047	0,076	-	3	0
Összes-béta	GY	-	0,067	0,081	-	4	0
Összes-béta	HA	-	0,030	0,25	-	4	0
Összes-béta	TO	-	0,046	0,17	-	4	0
CS-137	Összesen	-	-	0,0030	-	1	0
Összes-béta	Összesen	0,13	0,028	0,40	-	37	0

9. Vegyes élelmiszer

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

9.1. Országos adatok

Az EüÁ ERMAH mérési programjában a decentrumok megyéiben szerepel félévenkénti mintavétel. Az 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 2009. évi eredményeket a 9.1.1. táblázatban foglaltuk össze. Az eredményeket Bq/nap egységben adtuk meg. Jellemző kimutatási határok: 0,01-0,05 Bq/kg (^{90}Sr és ^{137}Cs radionuklidra egyaránt).

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 0,08 Bq/nap szintet.

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/nap	Minimum Bq/nap	Maximum Bq/nap	Szórás Bq/nap	N	Kh alatti
CS-137	BP	-	-	-	-	2	2
CS-137	BZ	-	-	-	-	2	2
CS-137	GY	-	-	-	-	2	2
CS-137	HA	-	-	-	-	1	1
CS-137	TO	-	-	-	-	2	2
SR-90	BP	-	-	0,023	-	2	1
SR-90	BZ	-	-	0,18	-	2	1
SR-90	GY	-	-	-	-	2	2
SR-90	HA	-	-	-	-	2	2
SR-90	TO	-	-	0,018	-	2	1
Összes-béta	BP	-	18	34	-	2	0
Összes-béta	CS	-	6,0	24	-	2	0
Összes-béta	HA	24	15	39	8,0	10	0
CS-137	Összesen	-	-	-	-	9	9
SR-90	Összesen	-	0,018	0,18	-	10	7
Összes-béta	Összesen	23	6,0	39	-	14	0

Irodalom

[1] A Paksi Atomerőmű Sugárvédelmi Osztálya 2009. évi jelentése (Szerk.: Dr. Bujtás Tibor, PA Zrt., Paks, 2010. március)

[2] Kocsy Gábor, Fülöp Nándor, Guzzi Judit és mtársai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2009-ben (Egészségtudomány)

[3] HAKSER 2009 – A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2009. évi jelentése (Szerk.: Fülöp Nándor, OSSKI, Budapest)

[4] FVM Radioanalitikai Ellenőrző Hálózat – Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ, Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság, Radioanalitikai Referencia Laboratórium: Radioanalitikai monitoring jelentés, 2009. június