



OKSER 2010

AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER) 2010. ÉVI JELENTÉSE

Budapest, 2011. december

**A jelentés az OKSER Szakbizottság 2011.11.29-i ülésén egyeztetett
döntésének megfelelően készült.**

Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Bevezetés.....	9
Következtetések.....	11
Conclusion.....	11
1. Külső gamma-dózteljesítmény.....	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. Egyetemek mérési eredményei.....	18
1.2. Létesítményi mérési adatok.....	20
1.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai.....	20
1.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai.....	20
1.2.2. A KFKI telephelyén mért gammadózis-teljesítmények.....	21
1.2.3. A mohi atomerőmű környezetébe eső hazai területen mért dózteljesítmények (OSSKI).....	22
1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések.....	23
2. Levegőszűrők (aeroszol).....	24
2.1. Az országos ellenőrzési eredmények.....	24
2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk.....	26
2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei.....	26
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai.....	26
2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk.....	28
3. Kihullás (fall-out).....	29
3.1. Országos adatok.....	29
3.2. Létesítmények környezetében mért kihullások.....	31
3.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei.....	31
3.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért eredmények.....	31
3.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fallout minták mérési eredményei (OSSKI).....	33
4. Talaj.....	33
4.1. Országos adatok.....	34
4.2. Létesítmények környezetében mért adatok.....	37
4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei.....	37
4.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett talajminták mérési eredményei (OSSKI).....	38
5. Növényzet.....	38
5.1. Takarmány.....	38
5.1.1. Országos adatok.....	38
5.1.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyén mért adatok.....	43
5.1.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett fűminták mérési eredményei (OSSKI).....	43
5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer.....	44
5.2.1. Országos adatok.....	44
5.2.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett zöldség- és gyümölcsminták mérési eredményei (OSSKI).....	48
5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer.....	49
5.3.1. Országos adatok.....	49
6. Állati eredetű élelmiszerek.....	53
6.1. Tej, tejtermék.....	53
6.1.1. Országos adatok.....	53
6.2. Hús és hústermékek aktivitáskoncentrációi.....	56
6.2.1. Országos adatok.....	56
6.2.2. A Paksi Atomerőmű környezetében vett halminták mérési eredményei.....	59
7. Felszíni vizek.....	61
7.1. Országos adatok.....	61
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk.....	64
7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai.....	64
7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai.....	64
7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai.....	65
7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei.....	65

7.2.3. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett folyóvíz- és iszapminták mérési eredményei (OSSKI)	66
8. Ivóvíz	67
8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok	67
8.2. A mohi atomerőmű magyarországi környezetében vett ivóvízminták mérési eredményei (OSSKI).....	70
8.3. Ásványvizek.....	71
9. Vegyes élelmiszer	72
9.1. Országos adatok	72
Irodalom.....	73

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, 2011. december

Dr. Koblinger László
az OKSER Szakbizottság elnöke

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

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

Az OKSER Szakbizottság tagjai (2011.11.29-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, az OKSER Szakbizottság elnöke)
Dr. Lévai Zoltán (Gazdasági Minisztérium)
Dr. Pellet Sándor (Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Egészségügyi Ágazat)
Dr. Zagyvai Péter (Nemzeti Erőforrás Minisztérium - Oktatási Ágazat)
Szeitz Anita (Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - BM OKF)
Dr. Sági László (Magyar Tudományos Akadémia)
Dr. Tarján Sándor (Vidékfejlesztési Minisztérium - Földművelésügyi Ágazat)
Micskey Gusztáv (Magyar Honvédség)

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

Az OKSER adatszolgáltató ágazatok rövidítése:

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

A 2010. 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: Adamecz Pál, Dr. Déri Zsolt, Gaál Zoltánné, Gucci Judit, Hársné Takáts Ilona, Dr. Henye Irén, Homoki Zsolt, Jobbágy Benedek, Kelemen Mária, Kocsy Gábor, Kövendingé Kónyi Júlia, 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

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, Muránszkyne Majoróczki Mária, Révészné 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 2010. évi jelentése az Információs Központ adatbázisába beküldött eredményeken alapul. Egy összefoglaló, éves jelentésben természetesen nem lehet minden egyes adatot szerepeltetni (a 2010. évre vonatkozó mérési eredményeket több, mint 66000 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. Megjegyzendő, hogy a környezeti gamma-dózisteljesítmény adatokat egyes laboratóriumok Gy, más laboratóriumok Sv egységben közlik.
- 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 ¹³⁷Cs aktivitáskonzentrációja 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, 2011. december 20.

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 2010-ben mért legnagyobb értékek 10 Bq/kg alatt maradtak.

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

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy mind az országos, mind a létesítményi környezet-ellenőrzés során kapott eredmények 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 2010. 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 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 Távmerő Hálózatának (TMH) négy üzemeltető ágazatához 2010-ben 2 új ágazat csatlakozott. OSJER TMH ágazatai és az általuk üzemeltetett mérőállomások:

- Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) – 27 állomás
- Magyar Honvédség (MH); – 40 állomás
- Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ); – 29 állomás
- Paksi Atomerőmű Zrt (PA Zrt); – 20 állomás
- Nemzeti Erőforrás Minisztérium (NEFMI – oktatási ágazat); – 12 állomás
- Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) – 4 állomás

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

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

A mérési adatok a lakosság részére a www.katasztrofavedelem.hu, www.met.hu honlapokon keresztül elérhetőek. Az Európai Unió által indított EURDEP 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 az elmúlt években az OSSKI által működtetett országos, illetve a Paksi Atomerőmű környezetében működtetett környezeti TLD-hálózattal is történt, azonban 2010. évre a kiértékelő műszer meghibásodása miatt adatközlésre nem került sor.

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 és a Paksi Atomerőmű térségében az állomások sűrűsége nagyobb. Egyes térségekben azonban megyénként csak 1-2 állomás található.

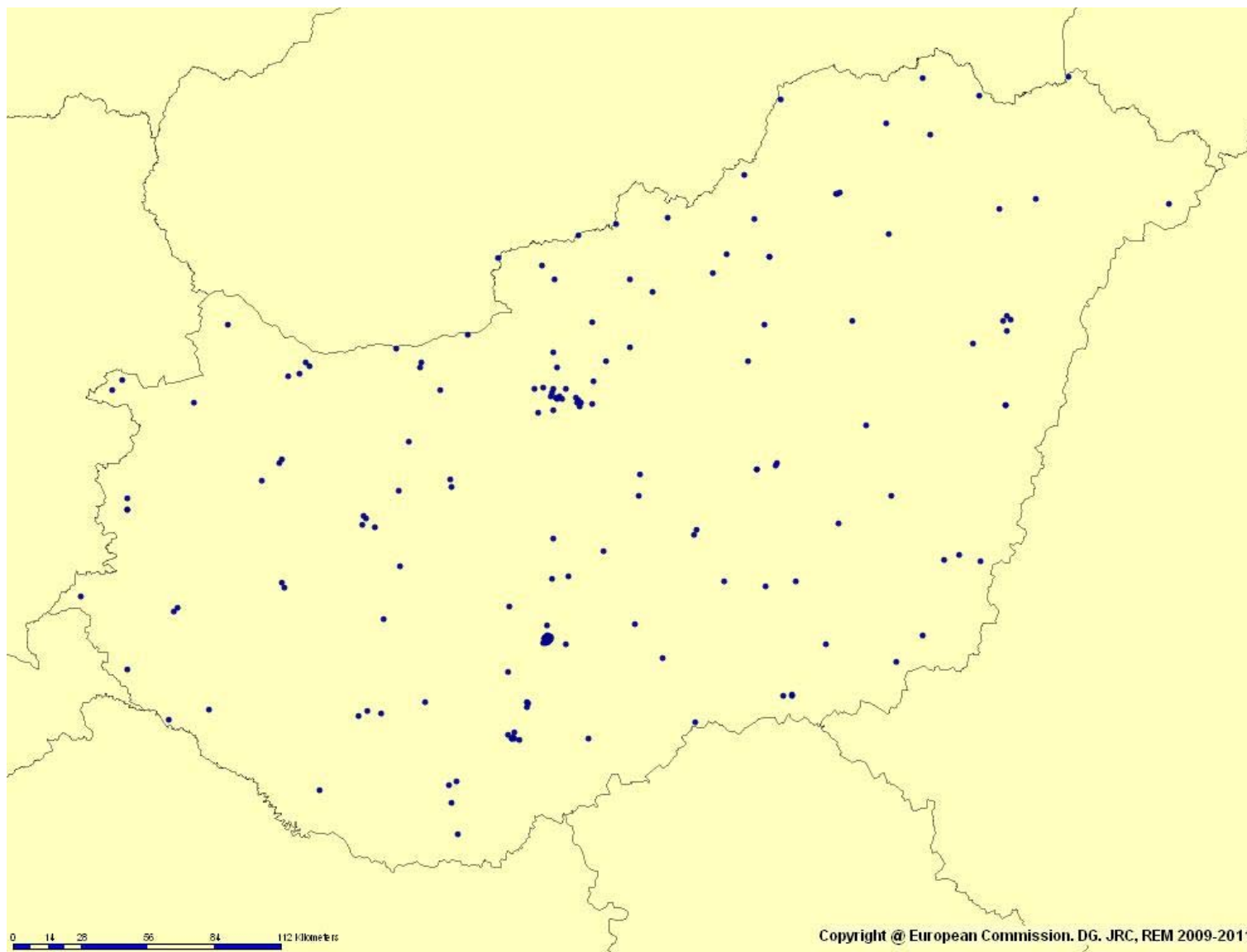
Az adott pontban mérhető környezeti dózisteljesítményt négy tényező határozza meg:

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

Nyilvánvaló, hogy egy létesítmény környezet-ellenőrzése szempontjából a negyedik tényező a fontos, a másik három csupán az eredményt befolyásoló „zaj”; ugyanakkor a lakosság sugárterhelésének meghatározásában – 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 2010-ben. 2010-ben nem történt olyan valós esemény, amely a riasztási szint túllépését eredményezte volna. A napi dózisteljesítmény országos éves átlaga - 92 nSv/óra - kicsit alacsonyabb volt a 2009. évi értéknél, a napi átlagok a 52-175 nSv/óra közötti tartományban mozogtak.

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

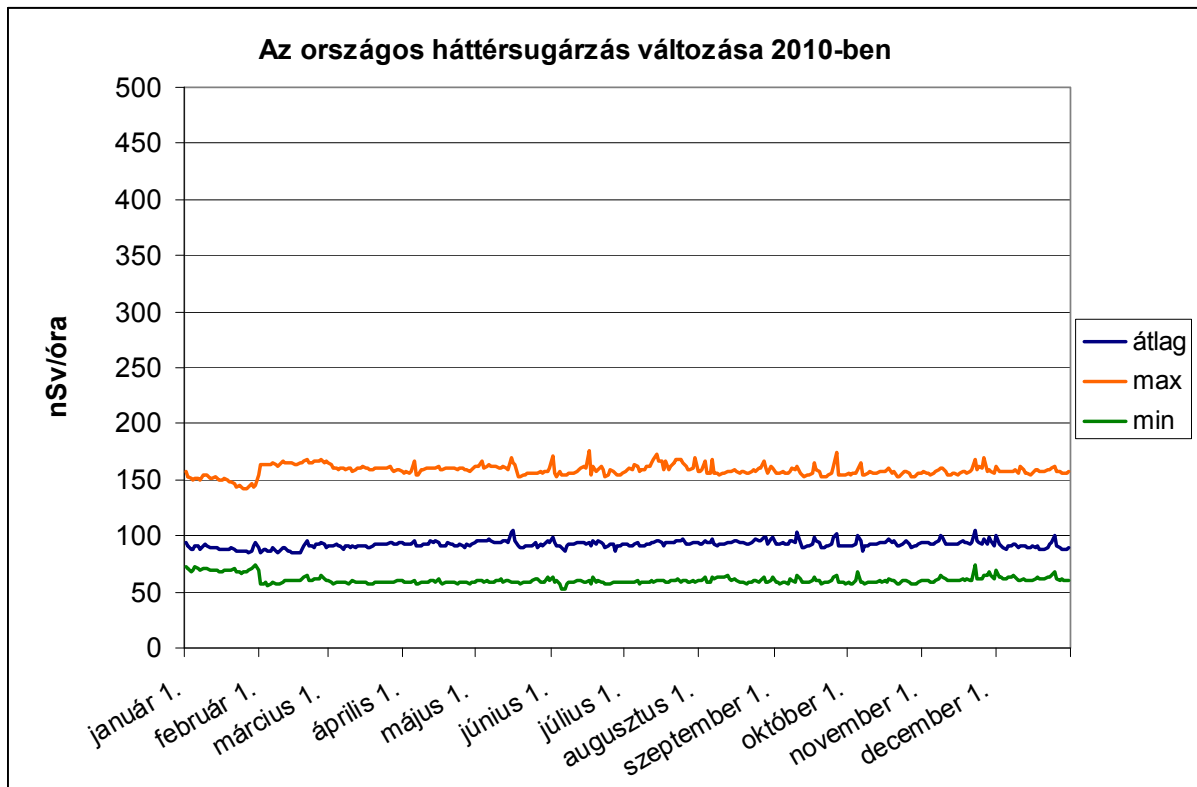
1.1.1. táblázat. Országos dózisteljesítmény eredmények napi átlagainak jellemzői 2010-ben (N az üzemelő napok számát jelöli)

Állomáskód*	Település neve	Átlag nSv/h	Minimum nSv/h	Maximum nSv/h	Szórás nSv/h	N
101	Rétság	99	85	113	3,8	347
104	Ózd	85	77	101	3,0	363
106	Balassagyarmat	87	79	95	2,9	115
109	Szekszárd	100	88	120	3,9	359
118	Veszprém	105	87	123	5,3	363
120	Budapest XIV. OKF	86	63	107	3,4	326
124	Salgótarján	102	94	112	2,3	360
130	Gyomaendrőd	98	88	111	3,7	363
131	Vajta	90	82	102	2,5	330
132	Budapest - Ferihegy	86	76	105	3,6	253
133	Komárom	97	89	110	2,8	362
134	Szombathely	110	104	126	2,9	325
135	Solt	85	79	109	2,8	234
136	Zalaegerszeg	101	73	112	3,2	312
137	Kisújszállás	98	82	113	6,4	113
138	Berettyóújfalú	94	59	106	12,5	35
139	Hajdúszoboszló	94	85	110	4,2	93
140	Gyula	112	96	126	6,9	207
141	Mezőkovácsháza	103	94	112	3,0	81
142	Kiskunfélegyháza	83	79	109	4,2	57
144	Mór	108	97	120	6,0	147
145	Siófok	93	85	110	4,8	114
146	Dombóvár	103	87	120	5,6	114
147	Letenye	99	86	118	5,8	108
148	Lenti	106	91	124	5,9	139
149	Tiszaújváros	103	94	111	2,9	85
301	Siklós	112	98	150	5,9	273
302	Székesfehérvár	112	97	130	4,0	339
303	Veszprém	83	76	97	2,5	339
304	Tata	152	128	175	7,5	322
305	Győr	84	77	105	3,1	320
307	Várpalota	93	82	126	7,5	338
310	Debrecen	88	80	102	3,0	337
311	Táborfalva	85	79	108	3,2	339
312	Hódmezővásárhely	104	92	122	4,0	332
313	Szentendre	94	82	117	3,8	338
316	Kaposvár	130	107	153	7,1	338
322	Medina	87	68	107	4,9	338
326	Jobbágyi	90	81	118	3,7	339
328	Kecskemét	82	75	107	3,3	339
329	Szentes	108	80	130	7,7	339
330	Budapest X.ker. (HTEK VVR)	99	85	121	4,4	339
331	Budapest XIII. ker. (HM II)	74	71	87	2,1	332
332	Zalaegerszeg	109	95	128	3,9	333
333	Miskolc	128	106	151	6,0	333
335	Békéscsaba	99	90	111	3,0	339
336	Kalocsa	96	86	123	3,9	339
337	Pápa	77	71	94	3,0	339
338	Szekszárd	139	115	157	5,3	339
339	Budapest XI. ker. (Őrezred)	99	88	121	3,6	314
341	Kál	85	77	111	3,6	329
343	Budapest OLTP	87	78	109	4,0	146

1.1.1. táblázat (folytatás).

Állomáskód*	Település neve	Átlag nSv/h	Minimum nSv/h	Maximum nSv/h	Szórás nSv/h	N
344	Budapest V. ker. HM I	86	82	101	2,3	339
346	Budakeszi	118	102	140	5,4	303
348	Pusztavacs	82	75	105	3,4	338
349	Bp XV. ker. HTEK (MH LEK 2. RB)	92	85	118	3,3	337
350	Budapest II. ker. THHE	97	82	121	4,5	338
351	Recsk	96	82	125	4,6	274
355	Szolnok Repülőtér	93	79	123	4,6	332
356	Kecskemét Repülőtér	79	71	115	3,8	332
357	Pápa Repülőtér	92	82	115	4,2	331
358	Szolnok Repülőtér 2	93	84	109	3,6	332
387	Erdőbénye	99	82	125	5,5	242
388	Telkibánya	112	97	134	6,1	245
389	Buják	93	80	121	5,0	332
390	Budapest XI. Ker. (HM IV)	131	121	153	3,7	313
391	Bánkút	96	84	122	5,3	335
400	Mosonmagyaróvár	99	87	117	4,0	313
401	Nyíregyháza Napkor	75	69	89	2,7	365
402	Sopron	77	68	92	3,1	365
403	Baja	81	72	108	3,7	308
404	Békéscsaba	75	69	83	2,2	274
405	Kékestető	89	73	120	6,4	328
406	Budapest XVIII. ker. (Lőrinc)	80	72	97	3,3	323
407	Győr	87	78	108	3,1	365
408	Szentgotthárd Farkasfa	76	70	86	3,1	79
409	Szeged	77	70	88	2,9	291
410	Debrecen	75	68	88	3,0	365
411	Miskolc	73	63	94	3,5	288
412	Pécs / Pogány RK	109	77	140	8,2	294
413	Jósvafő	76	70	92	2,8	325
414	Szécsény	80	56	109	10,8	359
415	Tát	89	78	106	3,8	307
416	Tata	88	80	104	3,2	334
417	Záhony	72	63	88	2,8	303
418	Nagykanizsa	92	81	112	4,1	365
419	Homokszentgyörgy	84	75	102	3,7	294
420	Jászapáti	84	78	101	3,1	283
421	Kelebia	74	70	87	2,4	158
422	Pápa / Nyárad	78	73	90	2,3	305
423	Pátyod	104	93	116	3,9	288
424	Pitvaros	99	88	114	3,8	365
425	Sátoraljaújhely	95	83	113	4,3	303
426	Soltvadkert	73	69	100	3,0	365
427	Tésa	85	53	105	4,8	365
428	Bátaapáti	120	108	150	5,2	270
Az összes állomásra		97	53	175	-	32983

* 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 2010-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.

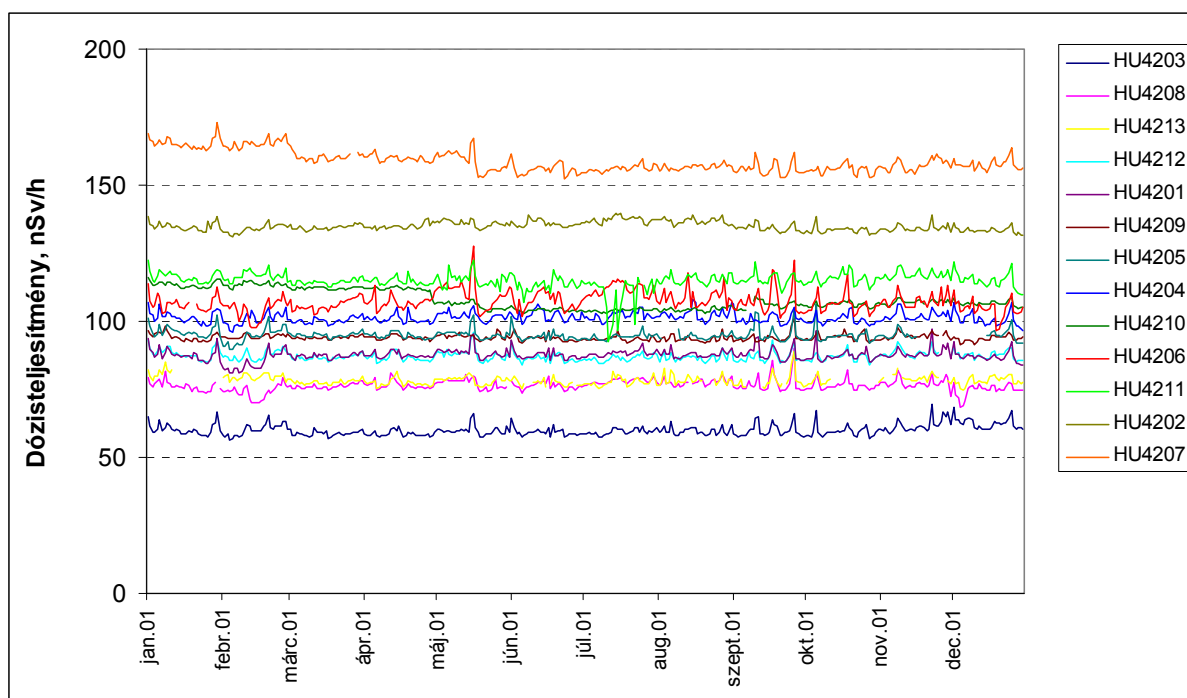
1.1.2. táblázat. Az ERMAH laboratóriumok mérési adatai

	Átlag, nSv/h	Minimum, nSv/h	Maximum, nSv/h	Szórás, nSv/h	N
Budapest	150	100	180	18	52
Debrecen	140	100	170	14	53
Győr	107	90	121	5,7	51
Miskolc	126	112	144	7,7	52
Szeged	102	91	121	5.4	52
Szekszárd	113	92	167	16	47
OSSKI	102	80	111	7.3	50

1.1.3. 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 1.1.3. ábrán szemléltetjük. Az ábrán használt kódok jelentését az 1.1.3. táblázatban adtuk meg.

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



1.1.3. ábra. Az egyetemeken elhelyezett mérőszondák napi dózisteljesítményeinek időbeli változása 2010-ben

1.1.3. 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).

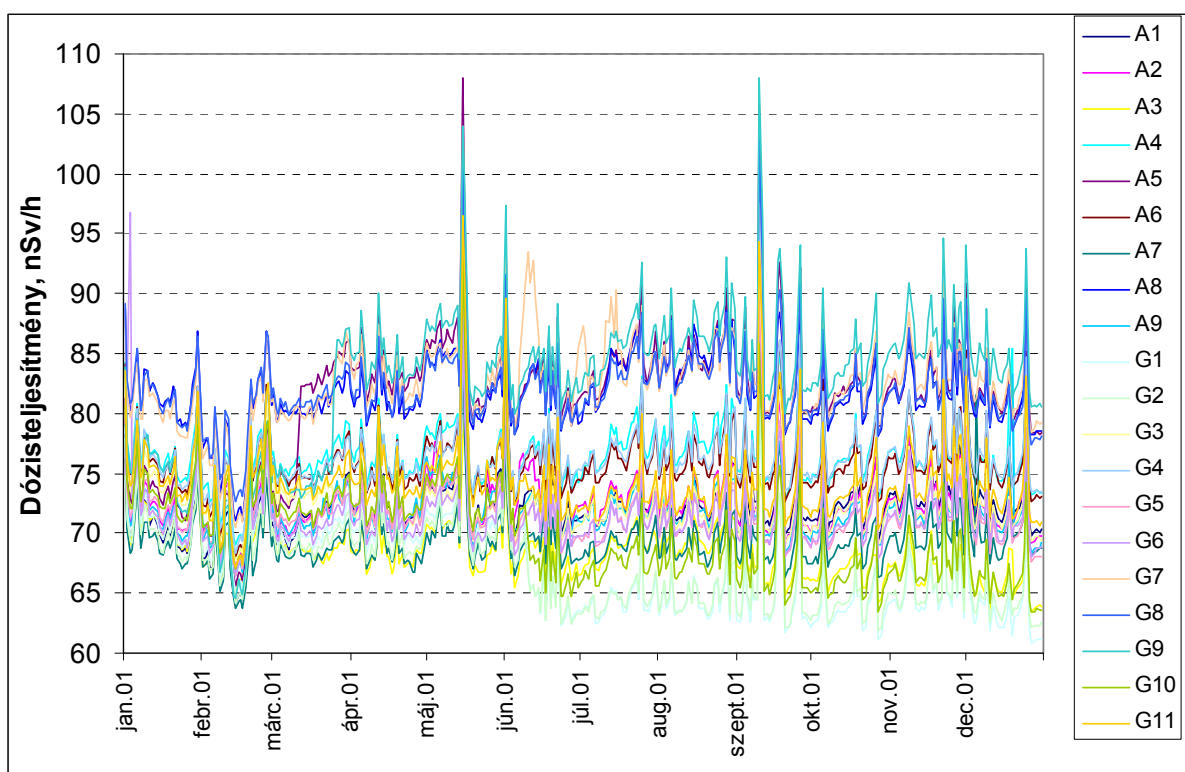
1.2. Létesítményi mérési adatok

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).

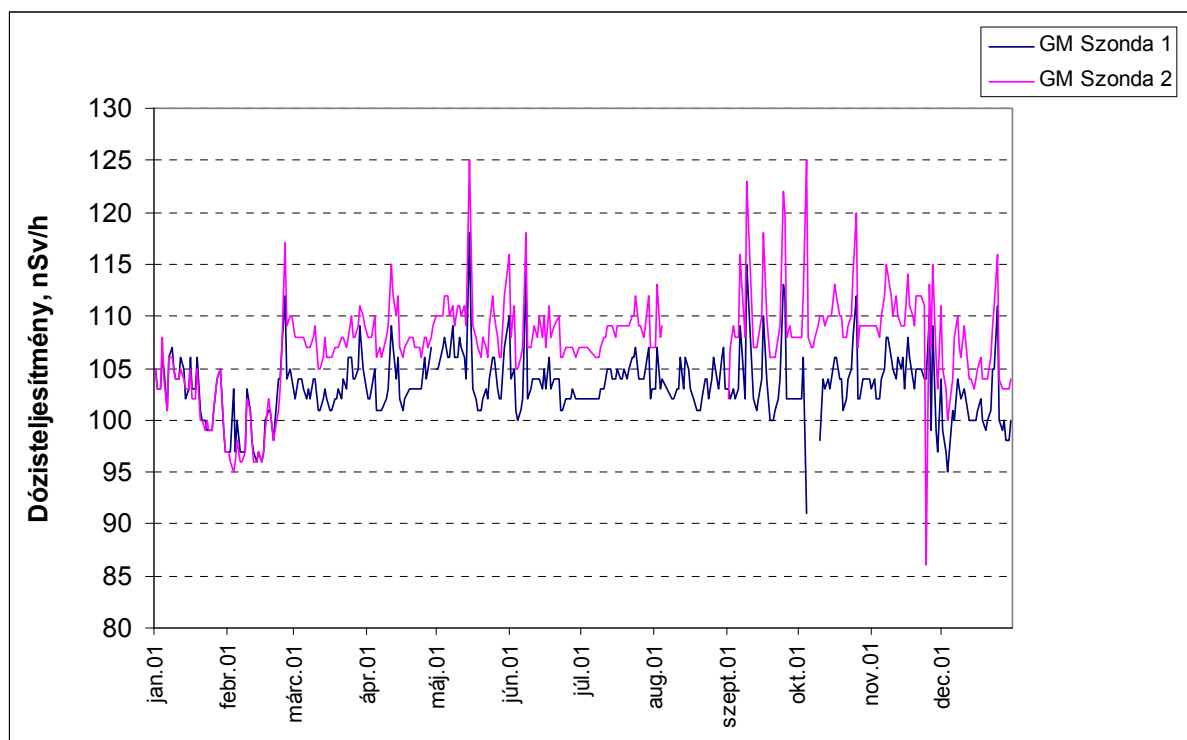


1.2.1. ábra. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző állomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2010-ben

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.

1.2.2. 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.



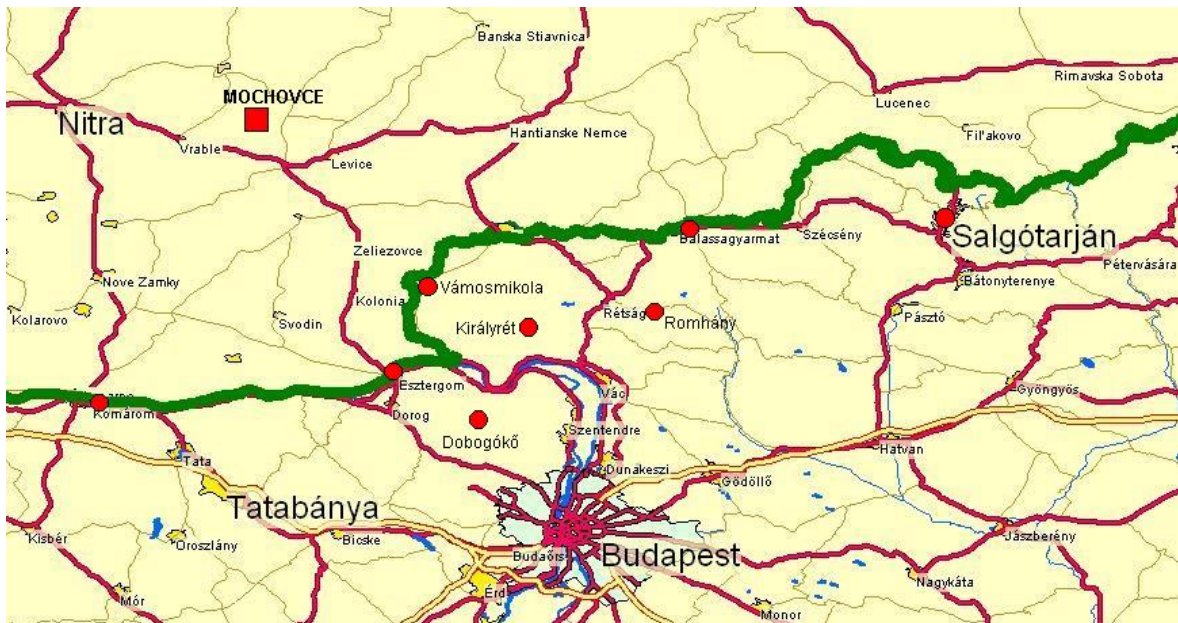
1.2.3. ábra. A KFKI mérőállomásain mért napi dózisteljesítmények időbeli változása 2010-ben

A szondák az intézetben kifejlesztett elektronikát és 2 GM-csövet tartalmaznak: egy nagy érzékenységűt (10 nGy/h - 1 mGy/h) a normál, és egy kis érzékenységűt (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 2010-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 2010-ben
(a ^{137}Cs eredmények kBq/m^2 , a többi adat Bq/kg egységben szerepel)

	Komárom	Esztergom	Dobogókő	Királyrét	Vámosmikola	Romhány	Salgótarján	Balassagyarmat
1. félév								
^{232}Th -sor	$23,0 \pm 1,0$	$22,0 \pm 1,0$	$30,0 \pm 1,0$	$35,0 \pm 2,0$	$32,0 \pm 2,0$	$28,0 \pm 2,0$	$31,0 \pm 2,0$	$22,0 \pm 1,0$
^{238}U -sor	$39,0 \pm 2,0$	$26,0 \pm 1,0$	$27,0 \pm 1,0$	$37,0 \pm 2,0$	$40,0 \pm 2,0$	$26,0 \pm 1,0$	$92,0 \pm 3,0$	$72,0 \pm 2,0$
^{40}K	404 ± 32	372 ± 30	318 ± 25	504 ± 38	439 ± 34	474 ± 36	385 ± 31	312 ± 26
^{137}Cs	$4,1 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$0,4 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,2$
2. félév								
^{232}Th -sor	$17,0 \pm 1,0$	$21,0 \pm 2,0$	$29,0 \pm 1,0$	$36,0 \pm 2,0$	$33,0 \pm 2,0$	$34,0 \pm 2,0$	$32,0 \pm 2,0$	$24,0 \pm 1,0$
^{238}U -sor	$41,0 \pm 2,0$	$28,0 \pm 1,0$	$29,0 \pm 1,0$	$41,0 \pm 2,0$	$33,0 \pm 2,0$	$47,0 \pm 2,0$	$34,0 \pm 2,0$	$24,0 \pm 1,0$
^{40}K	305 ± 25	342 ± 28	317 ± 26	516 ± 39	461 ± 35	497 ± 38	414 ± 32	322 ± 26
^{137}Cs	$5,1 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,1$

1.2.3. táblázat. 2010. évi dózisteljesítmény mérések eredményei

	Dózisteljesítmény, 1. félév (nSv/h)	Dózisteljesítmény, 2. félév (nSv/h)
Komárom	102	102
Esztergom	98	94
Dobogókő	92	101
Királyrét	108	108
Vámosmikola	104	114
Romhány	107	124
Salgótarján	119	-
Balassagyarmat	111	94

1.3. Az OSSKI telephelyén végzett mérések

2010-ben kettő in-situ mérés történt az OSSKI telephelyének (Budapest, Budafok) udvarán, amelynek eredményeit az 1.3.1. táblázat tartalmazza.

1.3.1. Az OSSKI udvarán végzett in-situ mérések eredményei; a ¹³⁷Cs -re vonatkozó értékek kBq/m², a többi érték Bq/kg egységben szerepel

Nuklid	2010.05.13.	2010.10.14.
²²⁸ Ac	31 ± 2,0	30 ± 2,0
²¹² Pb	33 ± 3,0	29 ± 3,0
²¹² Bi	27 ± 7,0	28 ± 7,0
²⁰⁸ Tl	12 ± 1,0	10 ± 1,0
²³² Th sor	32 ± 2,0	29 ± 2,0
²¹⁴ Pb	29 ± 2,0	24 ± 2,0
²¹⁴ Bi	27 ± 2,0	25 ± 2,0
²³⁸ U- sor	28 ± 2,0	25 ± 1,0
⁴⁰ K	416 ± 33	423 ± 33
¹³⁷ Cs	2,8 ± 0,3	2,4 ± 0,2

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

1.3.2. táblázat. Az OSSKI udvarán 2010-ben végzett dózisteljesítmény mérések heti átlagai

Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)	Hét	Átlag (nSv/h)	Terjed. (nSv/h)
1	104	97 - 134	14	101	92 - 106	27	103	97 - 106	40	103	92 - 128
2	98	95 - 106	15	107	99 - 128	28	103	94 - 114	41	100	96 - 104
3	96	90 - 104	16	102	95 - 108	29	102	92 - 109	42	104	97 - 114
4	98	91 - 102	17	102	98 - 108	30	101	93 - 107	43	104	98 - 118
5	87	83 - 98	18	103	94 - 110	31	103	93 - 112	44	101	97 - 110
6	89	79 - 104	19	101	97 - 108	32	102	95 - 107	45	102	97 - 110
7	85	81 - 89	20	101	90 - 114	33	101	95 - 106	46	101	98 - 106
8	98	95 - 101	21	-	-	34	102	97 - 108	47	107	96 - 120
9	98	87 - 108	22	103	95 - 111	35	105	99 - 113	48	105	94 - 124
10	97	90 - 106	23	101	96 - 108	36	104	98 - 110	49	98	87 - 107
11	99	92 - 106	24	107	96 - 142	37	101	94 - 109	50	97	90 - 102
12	102	94 - 107	25	97	92 - 110	38	103	99 - 111	51	-	-
13	101	85 - 110	26	97	89 - 103	39	97	91 - 104	52	-	-

2. Levegőszűrők (aeroszol)

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

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

2.1. Az országos ellenőrzési eredmények

Országosnak mondható kiépítettséget az Egészségügyi Ágazathoz tartozó Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) laboratóriumai jelentenek. Az egyes laboratóriumok levegőminta-vevői sajnos nem azonos teljesítőképességűek, ami az elvégezhető elemzések lehetőségét is meghatározza. 2010-ben közepes légforgalmú mintavevővel 4 laboratórium, kis légforgalmú mintavevővel ugyancsak 4 laboratórium rendelkezett.

Az ERMAH laboratóriumok aeroszol mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Eszerint a közepes légforgalmú mintavevővel 7-10 naponként kell mintát venni, és a szűrők gamma-spektrometriai elemzését kell elvégezni, míg a kis légforgalmú mintavevőkkel vett napi minták esetében az összes béta-aktivitást kell meghatározni. (Ez utóbbiak esetén a 72 órás pihentetés utáni eredmények veendőek figyelembe.) Az ERMAH és HAKSER program keretében 2010-ben 1011 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 visszaporlódás; 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 $1\text{-}12 \text{ mBq}/\text{m}^3$ közötti. Az aeroszolszűrők 72 órás pihentetés után mért összes béta-aktivitásai jellemzően $0,2\text{-}90 \text{ mBq}/\text{m}^3$ 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 2010-ben (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag, mBq/m^3	Minimum, mBq/m^3	Maximum, mBq/m^3	Szórás, mBq/m^3	N	Kh alatti
^7Be	BP	3,6	1,2	6,1	1,4	23	0
^7Be	BZ	4,9	1,1	10	2,6	38	0
^7Be	GY	3,7	1,1	7,4	1,8	47	0
^7Be	HA	-	-	10	-	39	38
^7Be	TO	3,2	0,86	10	1,5	85	0
^{137}Cs	BP	-	0,00021	0,00080	-	23	19
^{137}Cs	BZ	-	0,0027	0,0042	-	38	36
^{137}Cs	GY	-	-	-	-	47	47
^{137}Cs	HA	-	-	0,0014	-	36	35
^{137}Cs	TO	-	-	-	-	84	84
Összes-béta	BP	1,5	0,40	5,6	0,90	427	102
Összes-béta	CS	21	10	50	7,9	43	0
Összes-béta	HA	6,1	2,4	9,7	4,0	52	42
Összes-béta	TO	1,8	0,25	10	1,4	297	163
^7Be	Összesen	5,1	0,86	10	-	232	38
^{137}Cs	Összesen	-	0,00021	0,0042	-	228	221
Összes-béta	Összesen	2,9	0,25	50	-	819	307

2.2. Létesítmények környezetében mért aeroszol-koncentrációk

2.2.1. A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének mérési eredményei

A Paksi Atomerőmű A-típusú állomásain elvégzett aeroszolmérések eredményeit összegzi a 2.2.1. táblázat. A mintavétel nagy légforgalmú mintavevővel történik, ennek ellenére a szűrőkön mesterséges eredetű radionuklidot csak elvéve (összesen 6 alkalommal) tudtak kimutatni (a radionuklidtól függő kimutatási határok értéke 1-5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ közötti). A mért ^7Be radioizotóp természetes eredetű, koncentrációja jól egyezik más laboratóriumok eredményeivel (ld. 2.1. fejezet). (Megjegyezzük, hogy számítások szerint a 0,1 GBq nagyságrendű éves kibocsátásokkal jellemezhető aeroszolok várható átlagos koncentrációja az A-típusú állomások távolságában 0,1-0,2 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ alatt marad [3], amely speciális meteorológiai körülmények között, és a nagyjavítások során megnövekedett kibocsátások idején rövid időszakokra mintegy 10-szeresére emelkedhet.)

2.2.1. táblázat. A Paksi Atomerőmű környezetében végzett aeroszolmérések eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m^3	Minimum mBq/m^3	Maximum mBq/m^3	Szórás mBq/m^3	N	Kh alatti
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	-	568	568
^7Be	3,8	0,6	9,8	1,8	568	0
^{58}Co	-	-	4,6	-	568	567
^{60}Co	-	-	-	-	568	568
^{137}Cs	-	-	-	-	568	568
^{54}Mn	-	-	-	-	568	568

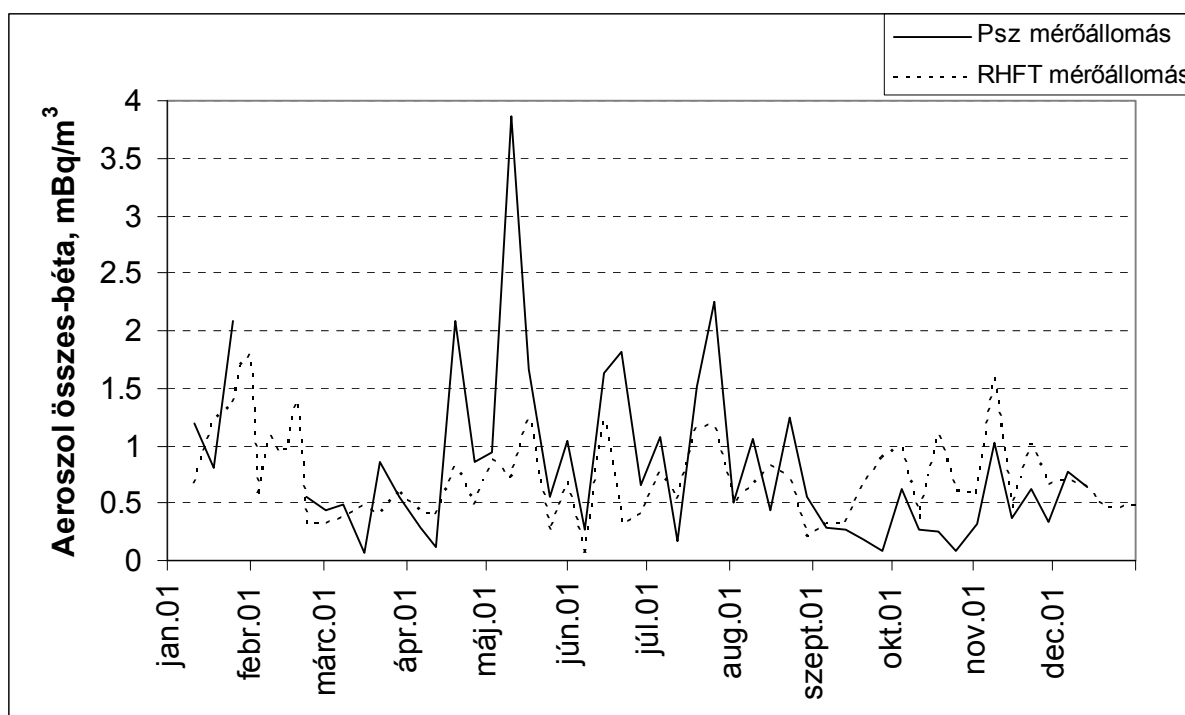
2.2.2. A püspökszilágyi RHFT telephelyének adatai

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

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

Az időszakonként jelentkező nagyobb csúcsokat az alkalmanként megnövekvő portterhelés indokolja, amelynek okai a telephely környezetében folyó mezőgazdasági tevékenység illetve a faluban történő tűzgyújtás. A csúcsoktól eltekintve az összes béta-aktivitáskonzentrációk jellemzően 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
^7Be	4,1	0,40	20	3,5	81	2
^{137}Cs	-	0,012	2,0	-	104	104
Összes-béta	0,84	0,034	6,8	0,82	104	0

2.2.3. A KFKI telephelyén mért aeroszol-koncentrációk

A KFKI telephelyén 4 mérőállomáson történik aeroszolos mintavételezés. Az összes-béta mérésre kerülő minták esetében a mintavételezés és mintamérés – a 72 órás pihentetést követően – napi gyakorisággal történik. Az átszívott levegő mennyisége általában 100 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 2009 évekhez. A többi mérési eredmény illeszkedik a más laboratóriumok által kapott adatokhoz.

2.2.3. táblázat. A KFKI telephelyén végzett aeroszolvizsgálatok eredményeinek éves összefoglalása

Radionuklid	Átlag mBq/m ³	Minimum mBq/m ³	Maximum mBq/m ³	Szórás mBq/m ³	N	Kh alatti
⁷ Be	7,7	0,85	42	7,3	52	6
¹³⁷ Cs	0,070	0,020	0,16	0,080	52	49
¹²⁵ I	0,17	0,010	0,75	0,16	52	14
¹³¹ I	0,15	0,010	0,77	0,17	52	19
Összes-béta	1,4	0,070	29	0,80	350	10

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.

Az ERMAH laboratóriumok kihullásra vonatkozó mintavételi gyakoriságait és vizsgálati jellemzőit az éves munkaterv írja elő. Az ERMAH és HAKSER program keretében 2010-ben 150 fallout mintát vettek. A mintavevő edények felülete 0,15-0,4 m², a havi mintázással kapott teljes kihullás mintáknak a laboratóriumok – felszerelésüktől függően – csak az összes béta-aktivitását mérik, illetve azok gamma-spektrometriai elemzését is elvégzik. A mintavétel és mérés jellemző kimutatási határa 20-500 mBq/m²/nap (összes béta-aktivitás) és 1-20 mBq/m²/nap (¹³⁷Cs gamma-spektrometriai vizsgálata).

A 2010-ben az egyes mintavételi pontokra kapott eredményeket 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. évivel. A ^{137}Cs aktivitása a minták kerekén 95 %-ában kimutatási határ alatti volt. (A 2.1.1. táblázat szerinti évi maximálisan $4,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ^{137}Cs levegőbeli aktivitáskoncentráció $0,01 \text{ m/s}$ teljes kihullási sebességet feltételezve $4,5 \text{ mBq}/\text{m}^2/\text{nap}$ 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 2010-ben (EüÁ)

Radionuklid	Megye	Átlag $\text{mBq}/\text{m}^2/\text{nap}$	Minimum $\text{mBq}/\text{m}^2/\text{nap}$	Maximum $\text{mBq}/\text{m}^2/\text{nap}$	Szórás $\text{mBq}/\text{m}^2/\text{nap}$	N	Kh alatti
^7Be	BP	3900	410	9500	2400	43	0
^7Be	HA	4700	920	12000	3500	11	1
^{137}Cs	BP	-	0,67	18	-	43	36
^{137}Cs	BZ	-	-	-	-	12	12
^{137}Cs	CS	-	-	-	-	11	11
^{137}Cs	GY	-	-	-	-	12	12
^{137}Cs	HA	-	-	17	-	11	10
^{137}Cs	TO	-	-	-	-	59	59
Összes-béta	BP	560	95	2100	350	44	0
Összes-béta	BZ	110	19	180	51	11	0
Összes-béta	CS	320	99	620	170	12	0
Összes-béta	GY	190	37	440	110	12	0
Összes-béta	HA	220	71	500	170	11	0
Összes-béta	TO	730	120	2500	500	57	0
^7Be	Összesen	4100	410	12000	-	54	1
^{137}Cs	Összesen	-	0,67	18	-	148	140
Összes-béta	Összesen	520	19	2500	-	147	0

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

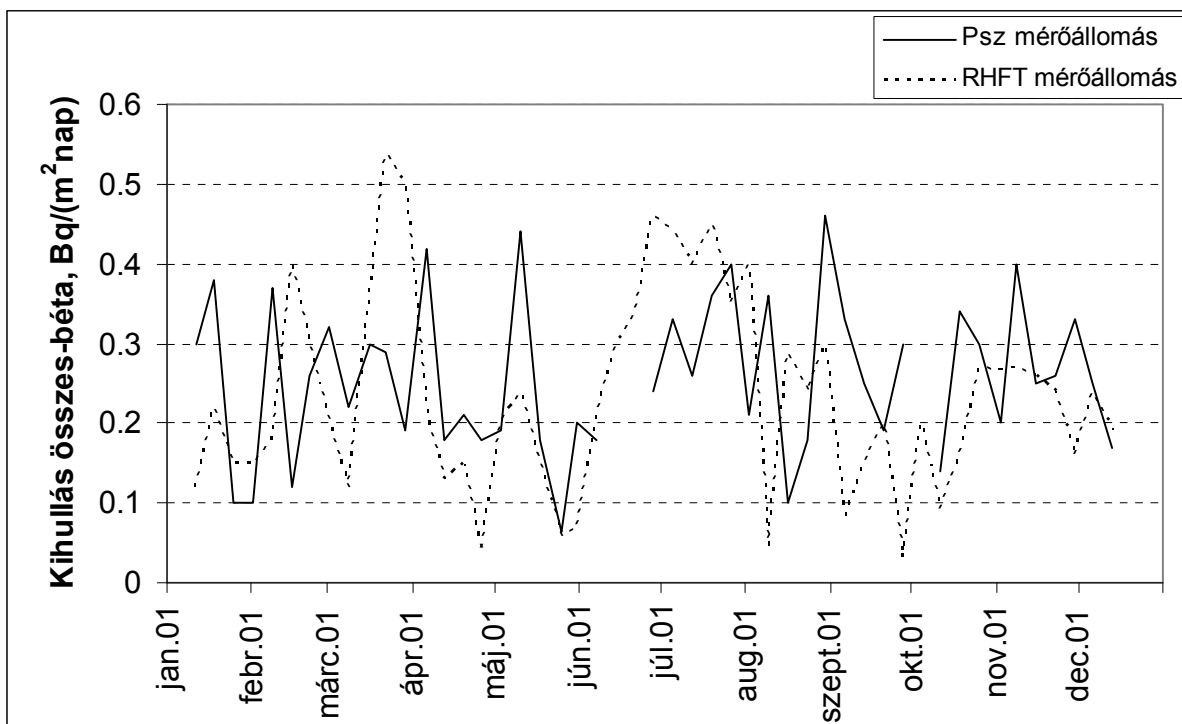
Radionuklid	Átlag $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	Minimum $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	Maximum $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	Szórás $\text{Bq/m}^2/\text{hó}$	N	Kh alatti
^7Be	110	12	420	72	144	0
^{60}Co	-	-	-	-	144	144
^{137}Cs	-	-	0,24	-	144	143
^{131}I	-	-	-	-	144	144

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
⁷ Be	1260	239	4250	973	75	6
¹³⁷ Cs	52	23.9	87.5	10.5	100	100
⁴⁰ K	1065	697	1310	281	6	4
²¹² Pb	68	51.7	103	11.8	21	13
Összes-béta	242	32	540	112	99	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 $0,2 \text{ m}^2$. Ezekon 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 2010-ben ($\text{Bq/m}^2/\text{hó}$)

Mintavétel hónapja	Balassagyarmat	Ipolytölgyes	Ipolyvece
4	-	$5,5 \pm 1,7$	-
5	$16,5 \pm 4,1$	$14,3 \pm 3,5$	$18,6 \pm 4,4$
6	$15,1 \pm 3,8$	$12,2 \pm 3,2$	$29,2 \pm 6,6$
7	$30,6 \pm 7,2$	$13,5 \pm 3,5$	$18,3 \pm 4,5$
8	$11,9 \pm 2,1$	$20,6 \pm 2,8$	$5,8 \pm 1,4$
9	$25,2 \pm 3,6$	$11,0 \pm 2,1$	$16,5 \pm 2,9$
10	$64,5 \pm 6,3$	$9,1 \pm 1,7$	$9,9 \pm 1,9$
11	$36,9 \pm 4,6$	$9,7 \pm 2,0$	$21,1 \pm 3,0$

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.

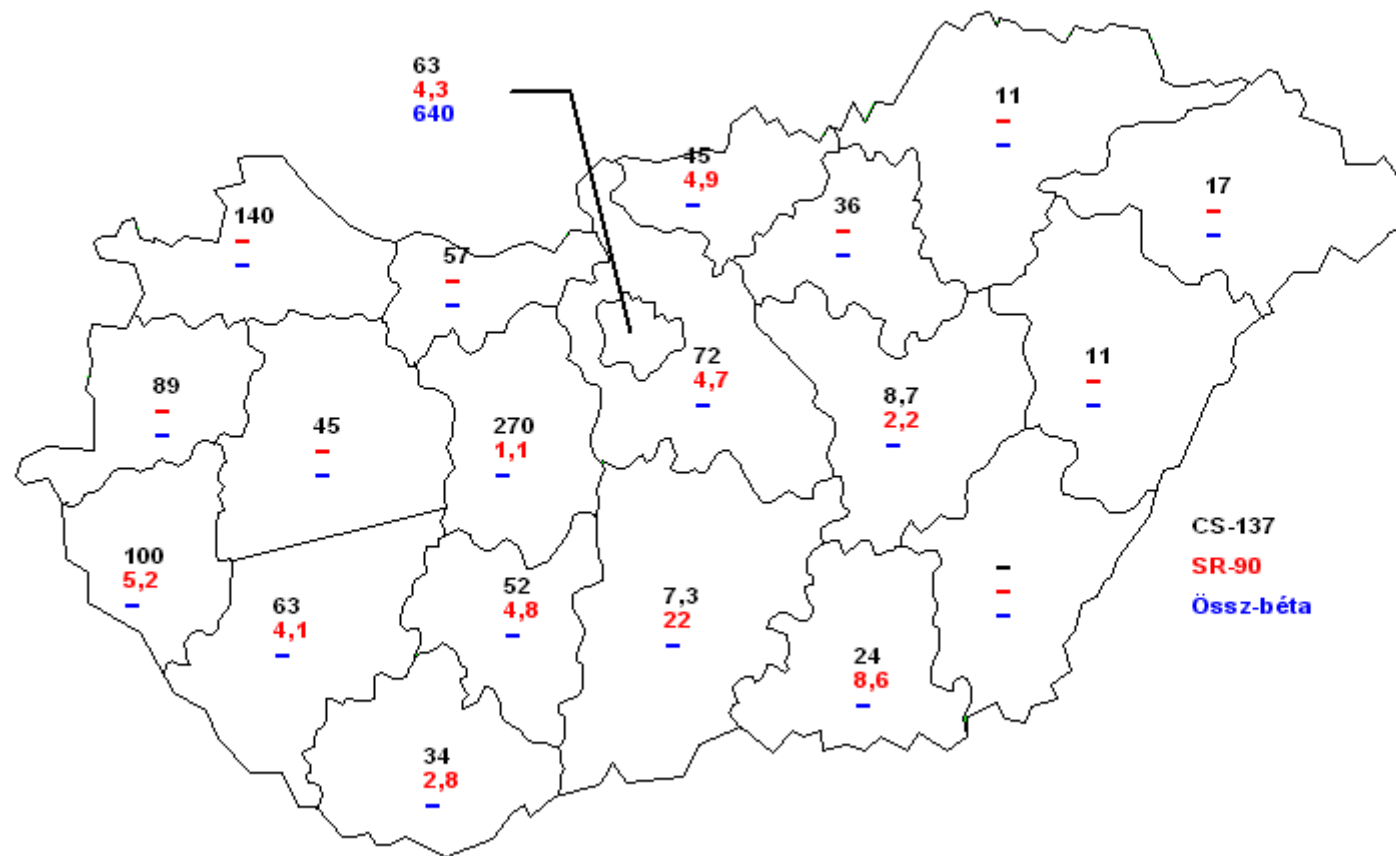
4.1. Országos adatok

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. 2010-ben a 19 megye és Budapest területéről 179 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 és HAKSER mérési program keretében 2010-ben összesen 241 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 (különösen Cs esetén) a legtöbb megyére. A talaj mérési eredmények éves jellemzőit a 4.1.1. táblázatban foglaltuk össze.

A csernobili kihullásból és a légköri atomfegyver kísérletekből származó ¹³⁷Cs izotóp aktivitáskoncentrációja még mindig jól mérhető, megyénkénti átlagainak maximumai a 2009. évihez hasonlóak voltak, értéktartománya 3,6-30 Bq/kg volt, az egyedi eredmények maximuma a 89 Bq/kg volt, ez alacsonyabb a tavalyinál. A ⁹⁰Sr izotóp koncentrációinak átlagai ennél kisebbek, 0,25-2,3 Bq/kg közöttiek voltak. Az összes béta-aktivitáskoncentrációk jóval nagyobbak (160-640 Bq/kg), azonban ez az aktivitás túlnyomórészt a természetes ⁴⁰K izotóptól származik.



4.1.1. ábra. Talaj mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása 2010-ben (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
¹³⁷ Cs	BA	-	3,4	34	-	9	2
¹³⁷ Cs	BK	3,6	0,75	7,3	2,1	13	0
¹³⁷ Cs	BP	23	4,9	63	17	15	0
¹³⁷ Cs	BZ	-	3,6	11	-	6	0
¹³⁷ Cs	CS	3,7	1,3	24	5,2	22	11
¹³⁷ Cs	FE	41	1,3	270	69	13	0
¹³⁷ Cs	GY	35	4,4	140	28	20	0
¹³⁷ Cs	HA	5,2	0,43	11	3,2	13	0
¹³⁷ Cs	HE	-	6,4	37	-	5	0
¹³⁷ Cs	JA	-	-	8,7	-	1	0
¹³⁷ Cs	KO	17	4,0	57	15	11	0
¹³⁷ Cs	NO	-	4,0	45	-	5	0
¹³⁷ Cs	PE	20	6,3	72	15	27	0
¹³⁷ Cs	SO	16	1,4	63	15	18	2
¹³⁷ Cs	SZ	-	-	17	-	1	0
¹³⁷ Cs	TO	6	0,66	52	6,4	130	24
¹³⁷ Cs	VA	23	0,91	89	21	24	0
¹³⁷ Cs	VE	16	1,1	45	14	17	0
¹³⁷ Cs	ZA	24	5,9	100	29	10	0
⁹⁰ Sr	BA	-	-	2,8	-	4	2
⁹⁰ Sr	BK	-	1,4	22	-	7	0
⁹⁰ Sr	BP	-	0,58	4,3	-	2	0
⁹⁰ Sr	CS	-	2,6	8,6	-	5	0
⁹⁰ Sr	FE	-	-	1,1	-	1	0
⁹⁰ Sr	JA	-	0,73	2,2	-	2	0
⁹⁰ Sr	NO	-	-	4,9	-	1	0
⁹⁰ Sr	PE	2,3	0,97	4,7	1,2	16	0
⁹⁰ Sr	SO	-	1,2	4,1	-	10	2
⁹⁰ Sr	TO	0,34	0,020	4,8	0,96	50	18
⁹⁰ Sr	ZA	-	0,44	5,2	-	6	1
Összes-béta	BP	390	160	640	160	21	0
¹³⁷ Cs	Összesen	14	0,43	270	-	360	39
⁹⁰ Sr	Összesen	1,8	0,020	22	-	104	23
Összes-béta	Összesen	390	160	640	-	21	0

A talaj ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 14 Bq/kg, a ⁹⁰Sr radionuklidé 1,8 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 390 Bq/kg volt 2010-ben. (Ezek az eredmények nem térnek el lényegesen a 2009. éviéktől) A két csernobili eredetű radionuklid átlagos koncentrációi ezúttal a 8:1 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.

4.2. Létesítmények környezetében mért adatok

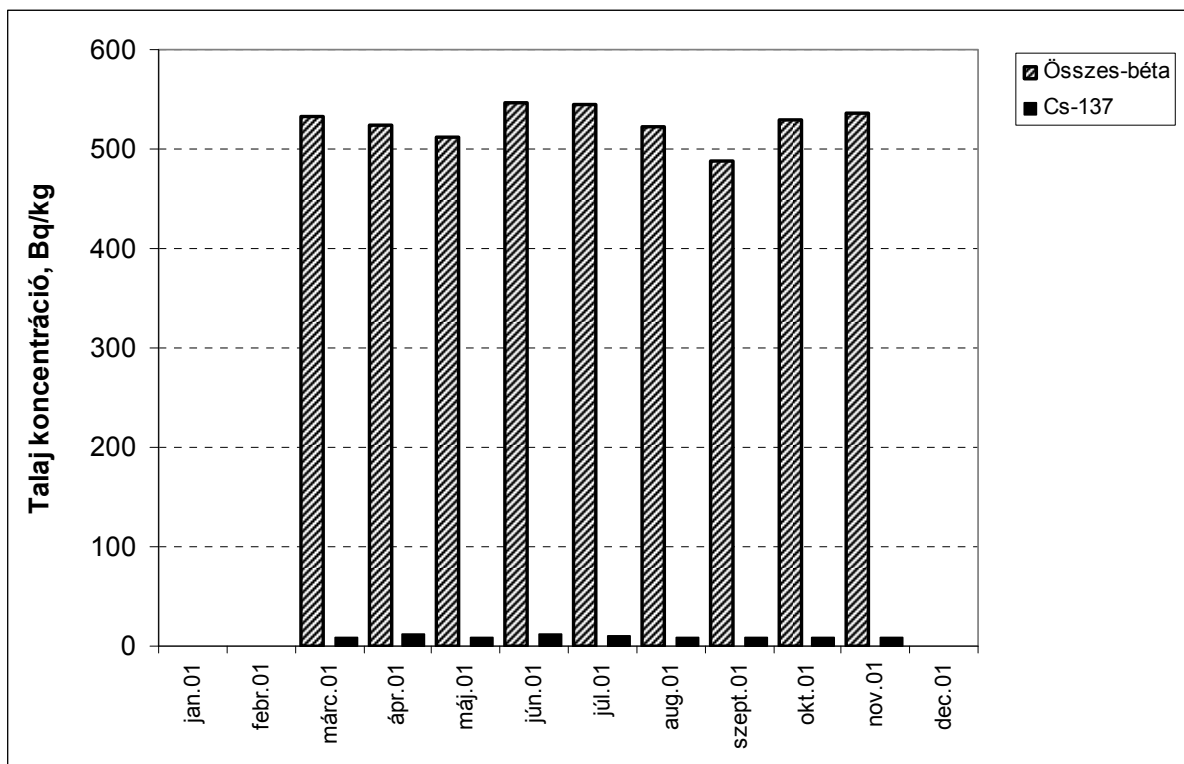
4.2.1. A püspökszilágyi RHFT telephelyi mérési eredményei

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 ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációk az év folyamán alig változtak. Az eredmények a 2009. évekhez hasonlóak és jól egyeznek az országos adatokkal is.



4.2.1. ábra. Az RHFT környezetében vett talajminták aktivitáskoncentrációi (a téli hónapokban 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	11,5 ± 0,3	12,47 ± 0,4	607 ± 30	544 ± 44
Esztergom	9,1 ± 0,3	11,0 ± 0,3	643 ± 32	586 ± 47
Komárom	62,8 ± 1,9	37,1 ± 1,1	616 ± 31	524 ± 42

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. 2010-ben a 19 megye és Budapest területéről 522 takarmány minta vizsgálatát végezték el az FmÁ REH laboratóriumai.

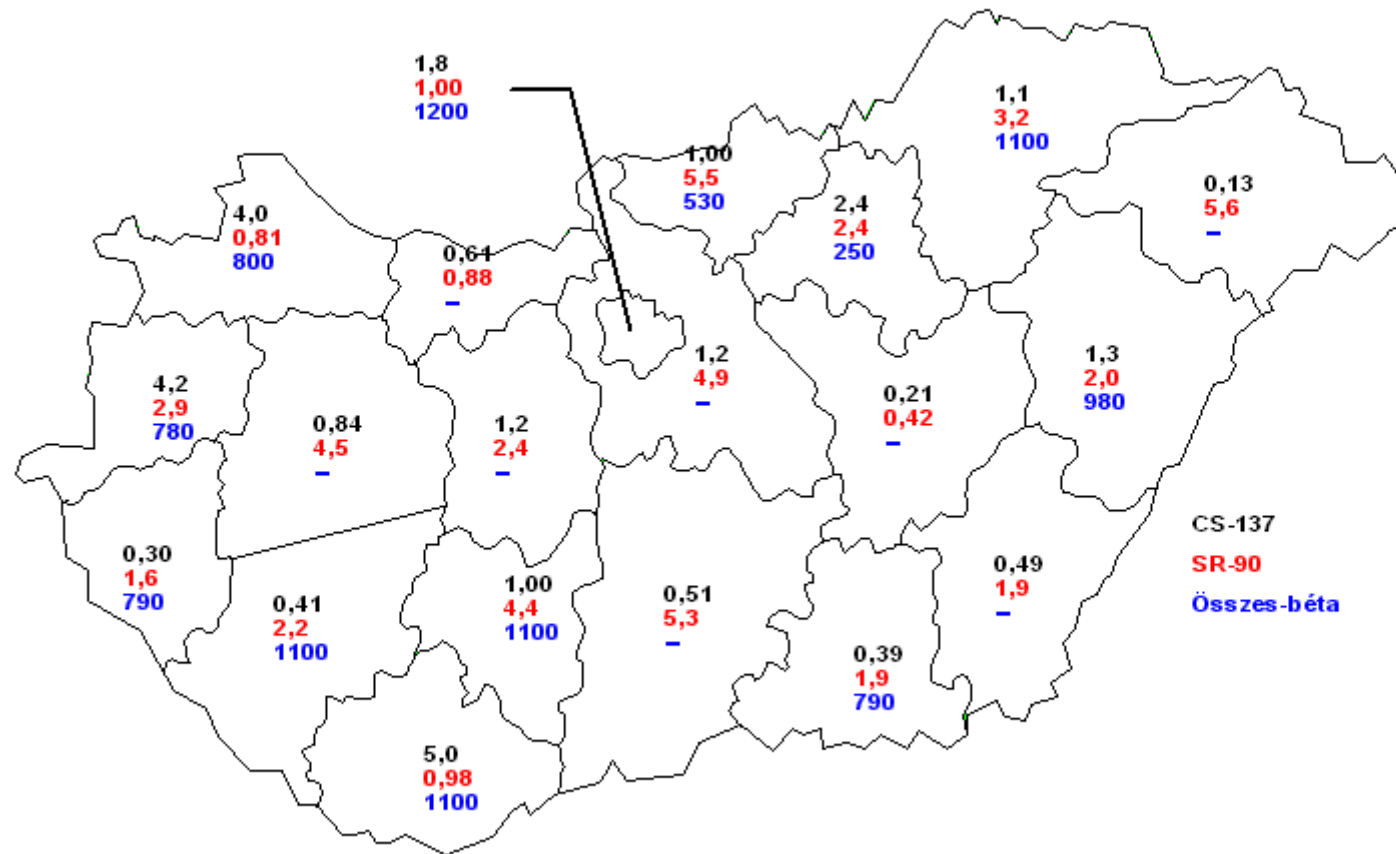
Az ERMAH laboratóriumok negyedévente, megyénként vesznek fű, illetve szénamintát. Összesen 82 minta vizsgálatát végezték el. A mintaelőkészítés szárítást, a száraz tömeg

mérését, majd hamvasztást jelent. A γ -spektrometriai analízist a minta 420°C-on izzított hamujának legalább 50 cm³-éből, az összes béta-aktivitáskonzentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g-jából végzik a laboratóriumok. Az aktivitáskonzentrációt minden esetben száraz tömegre vonatkoztatják. A ¹³⁷Cs aktivitáskonzentráció mérések jellemző kimutatási határa: 0,3-1,5 Bq/kg, az összes béta-aktivitáskonzentrációk 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 aktivitáskonzentrációk jelentős hányada kimutatási határ alatti, addig a ⁹⁰Sr eredmények nagyobb része meghaladja azt. Ennek oka egyrészt a két mérési módszer eltérő érzékenysége, másrészt a ⁹⁰Sr aktivitáskonzentrációk jellemzően magasabb szintje.

A talajban és a takarmánynövényekben mért aktivitáskonzentrációkat (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 8 körüli, addig a takarmánymintáknál az arány éppen fordított, átlagosan 0,4. 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 2009-ben tapasztaltakkal.

A takarmánynövények ¹³⁷Cs aktivitáskonzentrációinak országos, éves átlaga 0,39 Bq/kg, a ⁹⁰Sr radionuklidé 1,1 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 620 Bq/kg volt 2010-ben.



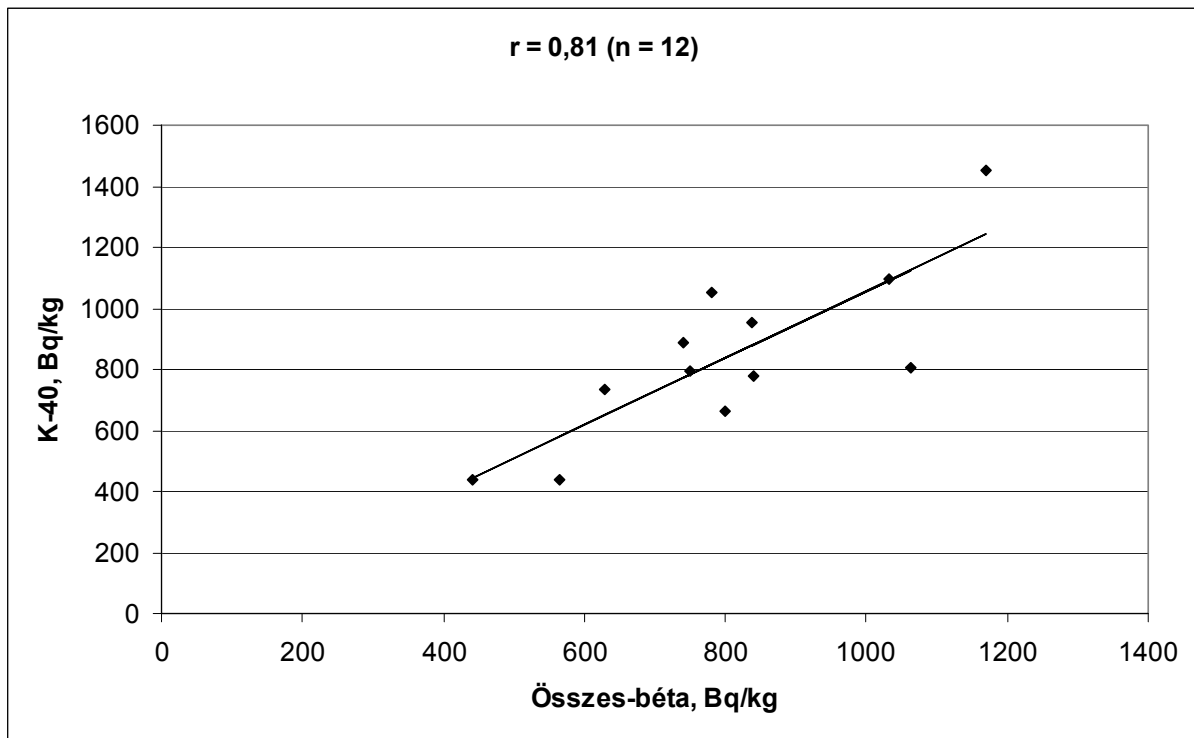
5.1.1. ábra. Takarmány mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
¹³⁷ Cs	BA	-	0,12	5,0	-	19	15
¹³⁷ Cs	BE	-	-	0,49	-	4	3
¹³⁷ Cs	BK	0,21	0,060	0,51	0,15	40	25
¹³⁷ Cs	BP	-	0,070	1,8	-	12	3
¹³⁷ Cs	BZ	-	0,26	1,2	-	25	18
¹³⁷ Cs	CS	-	0,10	0,39	-	33	29
¹³⁷ Cs	FE	-	0,11	1,2	-	11	3
¹³⁷ Cs	GY	0,52	0,053	4,0	0,76	29	3
¹³⁷ Cs	HA	-	0,7	1,3	-	10	7
¹³⁷ Cs	HE	-	0,29	2,4	-	18	15
¹³⁷ Cs	JA	-	-	0,21	-	5	4
¹³⁷ Cs	KO	-	0,080	0,61	-	27	18
¹³⁷ Cs	NO	0,38	0,10	1,0	0,25	21	11
¹³⁷ Cs	PE	0,33	0,050	1,2	0,31	41	12
¹³⁷ Cs	SO	0,22	0,067	0,41	0,17	24	12
¹³⁷ Cs	SZ	-	-	0,13	-	15	14
¹³⁷ Cs	TO	-	0,090	1,0	-	22	20
¹³⁷ Cs	VA	0,44	0,037	4,2	0,74	31	8
¹³⁷ Cs	VE	-	0,090	0,84	-	22	14
¹³⁷ Cs	ZA	0,15	0,081	0,3	0,089	20	8
⁹⁰ Sr	BA	0,40	0,11	0,98	0,30	12	2
⁹⁰ Sr	BE	-	-	1,9	-	1	0
⁹⁰ Sr	BK	1,0	0,099	5,3	1,2	35	1
⁹⁰ Sr	BP	-	0,20	1,0	-	4	0
⁹⁰ Sr	BZ	1,5	0,49	3,2	0,90	11	0
⁹⁰ Sr	CS	0,72	0,050	1,9	0,57	19	2
⁹⁰ Sr	FE	-	0,24	2,4	-	2	0
⁹⁰ Sr	GY	-	-	0,81	-	1	0
⁹⁰ Sr	HA	-	-	2,0	-	1	0
⁹⁰ Sr	HE	-	0,28	2,4	-	8	0
⁹⁰ Sr	JA	-	0,19	0,42	-	2	0
⁹⁰ Sr	KO	-	-	0,88	-	1	0
⁹⁰ Sr	NO	1,6	0,26	5,5	1,4	16	0
⁹⁰ Sr	PE	1,2	0,10	4,9	1,3	41	1
⁹⁰ Sr	SO	0,62	0,12	2,2	0,59	20	4
⁹⁰ Sr	SZ	2,4	0,34	5,6	1,6	10	0
⁹⁰ Sr	TO	0,85	0,27	4,4	1,1	13	1
⁹⁰ Sr	VA	-	-	2,9	-	1	0
⁹⁰ Sr	VE	-	-	4,5	-	1	0
⁹⁰ Sr	ZA	0,42	0,11	1,6	0,39	19	3
Összes-béta	BA	-	680	1100	-	4	0
Összes-béta	BP	600	66	1200	280	21	0
Összes-béta	BZ	-	360	1100	-	4	0
Összes-béta	CS	580	280	790	190	12	0
Összes-béta	GY	-	240	800	-	4	0
Összes-béta	HA	630	360	980	190	12	0
Összes-béta	HE	-	150	250	-	4	0
Összes-béta	NO	-	150	530	-	4	0
Összes-béta	SO	-	980	1100	-	4	0
Összes-béta	TO	-	550	1100	-	8	0
Összes-béta	VA	-	240	780	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	-	790	-	1	0
¹³⁷ Cs	Összesen	0,39	0,037	5,0	-	429	242
⁹⁰ Sr	Összesen	1,1	0,050	5,6	-	218	14
Összes-béta	Összesen	620	66	1200	-	82	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 radionuklidtól 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 (¹³⁷Cs, gamma-spektrometria).

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

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

Vizsgálat	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
²²⁸ Ac	3,3	1,4	7,6	1,6	12	1
⁷ Be	140	9,9	370	110	24	1
²¹⁴ Bi	-	0,91	3,3	-	6	1
¹³⁷ Cs	-	0,40	2,0	-	24	18
⁴⁰ K	880	170	3200	680	24	0
²¹² Pb	1,8	0,53	5,6	1,3	23	5
²¹⁴ Pb	-	1,2	5,5	-	8	1
²²⁴ Ra	-	1,2	6,9	-	7	5
²²⁶ Ra	-	4,5	11	-	8	5
²⁰⁸ Tl	0,75	0,36	1,7	0,43	16	5
²³⁵ U	-	0,28	0,64	-	7	5
Összes-béta	640	210	1200	310	24	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. Ezekon 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 ¹³⁷Cs koncentrációja és összes béta-aktivitáskoncentrációja (Bq/kg)

	¹³⁷ Cs koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Balassagyarmat	0,5 ± 0,07	0,52 ± 0,07	890 ± 27	629,4 ± 25
Esztergom	< 0,49	0,97 ± 0,09	1050 ± 32	440,2 ± 22
Komárom	1,7 ± 0,09	1,84 ± 0,13	1097 ± 33	1170,5 ± 47

5.2. Növényi eredetű, nyers élelmiszer

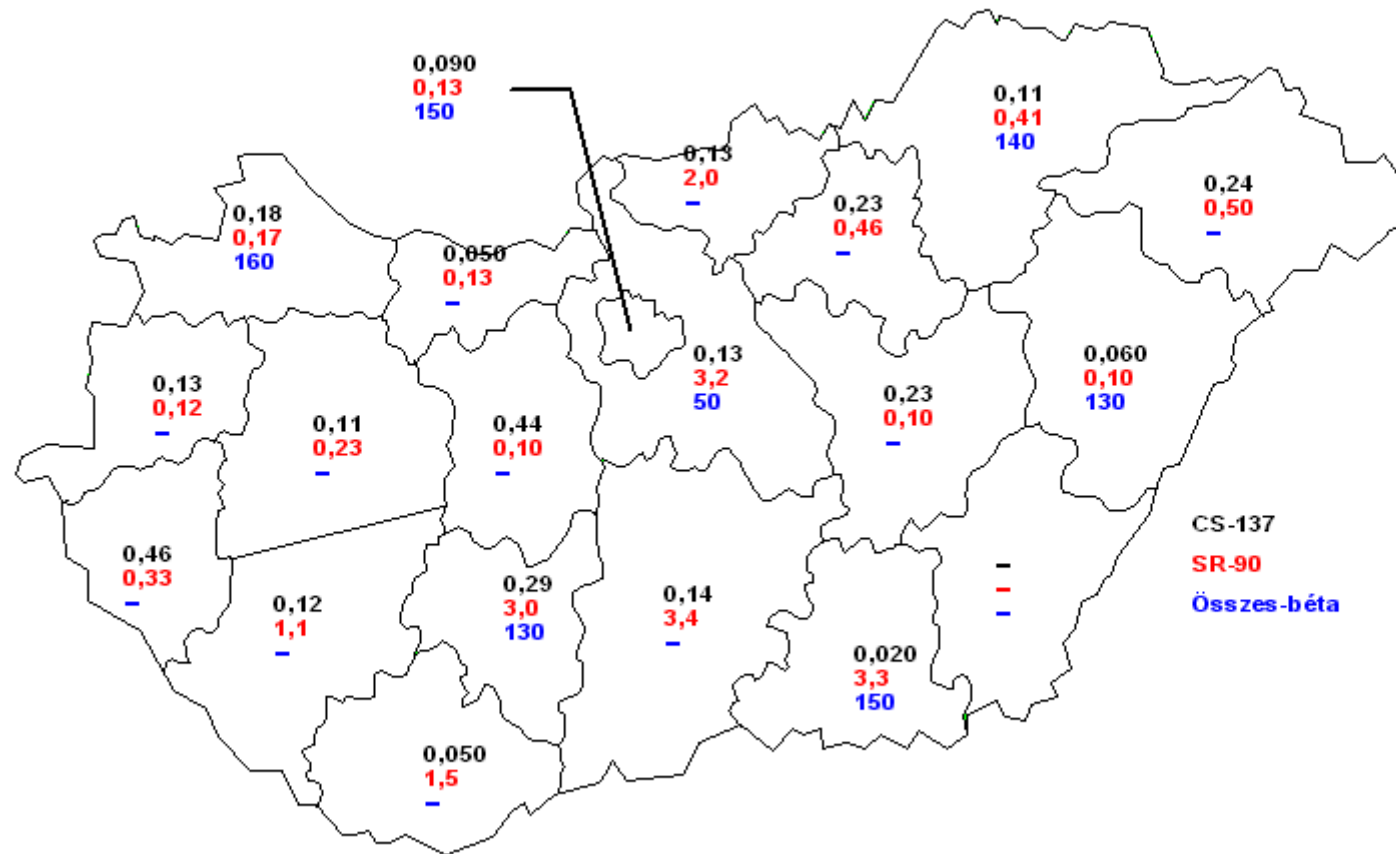
A mintáknak ebbe a csoportjába tartoznak mindazon haszonnövények – elsősorban a zöldségfélék -, amelyek közvetlenül, vagy kismértékű előkészítés (mosás, tisztítás) után fogyasztásra kerülnek. A zöldség- és gyümölcsfélék aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. 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. 2010-ben a 19 megye és Budapest területéről 575 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. 2010-ben az FmÁ REH laboratóriumai 957 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 201 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, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény, a gombaminták mérési eredményeit az ábrán nem tüntettük fel)

A növényi eredetű, nyers élelmiszermintákra vonatkozó mérési eredmények további jellemzőit az 5.2.1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból látható, hogy míg a ^{137}Cs aktivitáskoncentrációk nagyrészt kimutatási határ alattiak (kivéve a vadon termő gombákat), addig a ^{90}Sr eredmények nagy része 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 0,2) hasonló a takarmánymintáknál kapottakhoz.

A nyers élelmiszerek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációinak országos, éves átlaga 0,15 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé 0,67 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitásé pedig 64 Bq/kg volt 2010-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
^{137}Cs	BA	-	-	0,050 (* 0,35)	-	7	6
^{137}Cs	BE	-	-	- (* 1,0)	-	11	11
^{137}Cs	BK	-	0,010	0,14 (* 0,50)	-	25	22
^{137}Cs	BP	-	0,090	0,090 (* 1,0)	-	29	27
^{137}Cs	BZ	-	0,020	0,11 (* 36)	-	34	26
^{137}Cs	CS	-	-	0,020 (* 3,0)	-	35	34
^{137}Cs	FE	-	0,010	0,44 (* 99)	-	12	6
^{137}Cs	GY	-	0,030	0,18 (* 4,1)	-	44	35
^{137}Cs	HA	-	-	0,060 (* 1,0)	-	23	22
^{137}Cs	HE	-	-	0,23 (* 0,23)	-	5	4
^{137}Cs	JA	-	-	0,23 (* 1,0)	-	6	5
^{137}Cs	KO	-	-	0,050 (* 0,26)	-	14	13
^{137}Cs	NO	-	0,050	0,13 (* 9,8)	-	14	12
^{137}Cs	PE	-	0,010	0,13 (* 1,7)	-	19	12
^{137}Cs	SO	-	-	0,12 (* 0,44)	-	12	11
^{137}Cs	SZ	-	0,060	0,24 (* 0,24)	-	19	15
^{137}Cs	TO	-	0,050	0,29 (* 0,29)	-	46	41
^{137}Cs	VA	0,046	0,012	0,13 (* 12)	0,035	27	15
^{137}Cs	VE	-	0,050	0,11 (* 7,0)	-	23	20
^{137}Cs	ZA	-	0,034	0,062 (* 0,11)	-	14	11

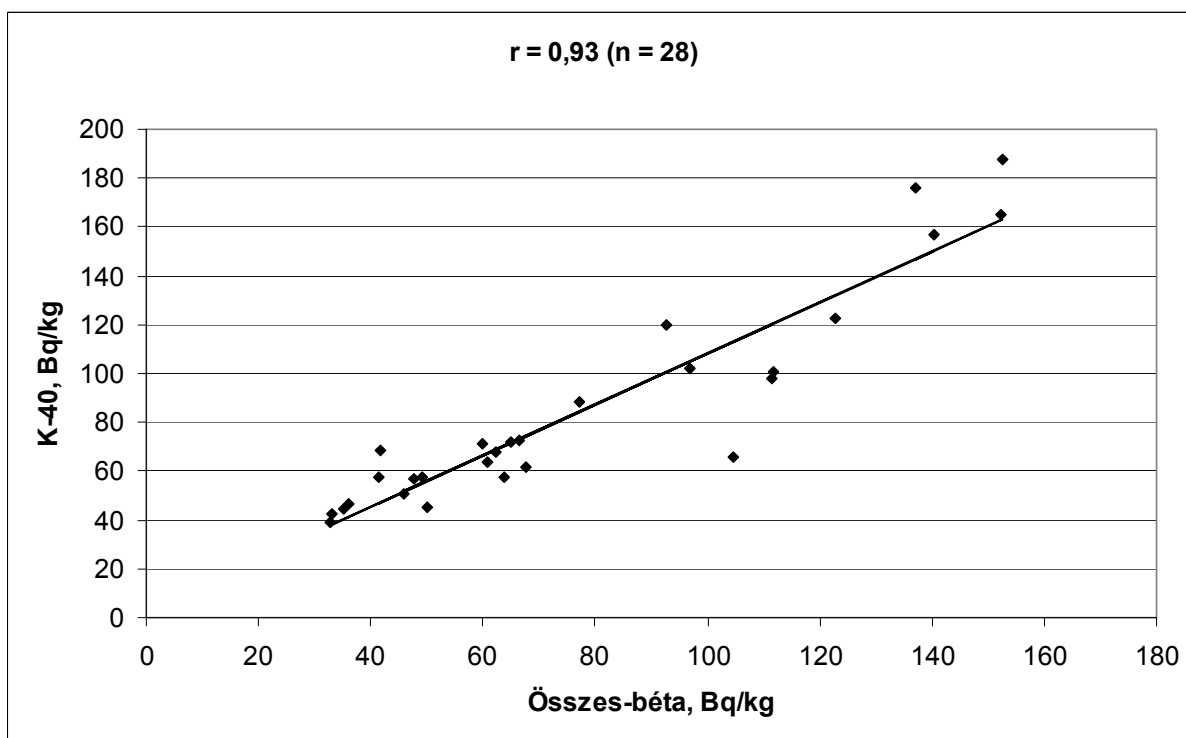
5.2.1. táblázat. (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
⁹⁰ Sr	BA	-	0,30	1,5	-	6	2
⁹⁰ Sr	BK	-	0,16	3,4	-	8	0
⁹⁰ Sr	BP	-	0,054	0,13	-	3	0
⁹⁰ Sr	BZ	-	0,25	0,41	-	4	1
⁹⁰ Sr	CS	-	0,51	3,3	-	3	0
⁹⁰ Sr	FE	-	-	0,10	-	1	0
⁹⁰ Sr	GY	-	-	0,17	-	1	0
⁹⁰ Sr	HA	-	-	0,10	-	1	0
⁹⁰ Sr	HE	-	0,060	0,46	-	3	0
⁹⁰ Sr	JA	-	-	0,10	-	1	0
⁹⁰ Sr	KO	-	-	0,13	-	1	0
⁹⁰ Sr	NO	-	0,078	2,0	-	7	0
⁹⁰ Sr	PE	1,0	0,057	3,2	1,0	12	0
⁹⁰ Sr	SO	-	0,08	1,1	-	5	0
⁹⁰ Sr	SZ	-	0,084	0,5	-	4	0
⁹⁰ Sr	TO	0,60	0,037	3,0	0,69	19	3
⁹⁰ Sr	VA	-	-	0,12	-	1	0
⁹⁰ Sr	VE	-	-	0,23	-	1	0
⁹⁰ Sr	ZA	-	0,15	0,33	-	5	1
Össz-béta	BP	59	13	150	37	44	0
Össz-béta	BZ	68	12	140	33	17	0
Össz-béta	CS	71	23	150	30	54	0
Össz-béta	GY	59	23	160	32	18	0
Össz-béta	HA	71	32	130	32	19	0
Össz-béta	PE	31	15	50	9,2	13	0
Össz-béta	TO	67	30	130	29	20	0
¹³⁷ Cs	Összesen	0,15	0,010	0,44 (* 99)	-	419	348
⁹⁰ Sr	Összesen	0,67	0,037	3,4	-	86	7
Össz-béta	Összesen	64	12	160	-	185	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 ⁴⁰K izotóp aktivitáskonzentrációi közötti korrelációt. A korreláció itt is erős, és látható, hogy az összes béta-aktivitás szinte teljes egészét a ⁴⁰K 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 ^{40}K 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 (összel). Ezekon 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 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on izzított hamujának legalább 50 cm^3 -éből, az összes béta-aktivitáskonzentráció meghatározását pedig ennek a hamunak 1 g -jából végzik. A ^{137}Cs koncentrációja minden esetben kimutatási határ (kb. $0,1\text{ Bq/kg}$) alatt maradt, az összes béta-aktivitáskonzentrációk pedig jellemzően a természetes eredetű ^{40}K izotóptól származtak. A mérési eredményeket az 5.2.2. táblázat tartalmazza.

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

	^{40}K koncentráció		Összes béta-aktivitáskonc.	
	gyümölcs	zöldség	gyümölcs	zöldség
Balassagyarmat	$44,4 \pm 1,33$	$187,7 \pm 5,63$	$35,2 \pm 1,06$	$152,5 \pm 4,58$
Esztergom	$46,6 \pm 1,86$	$176,0 \pm 5,28$	$36,1 \pm 1,08$	$137,1 \pm 4,11$
Komárom	$42,8 \pm 1,28$	$156,6 \pm 4,70$	$33,2 \pm 1,00$	$140,4 \pm 4,21$

5.3. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer

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

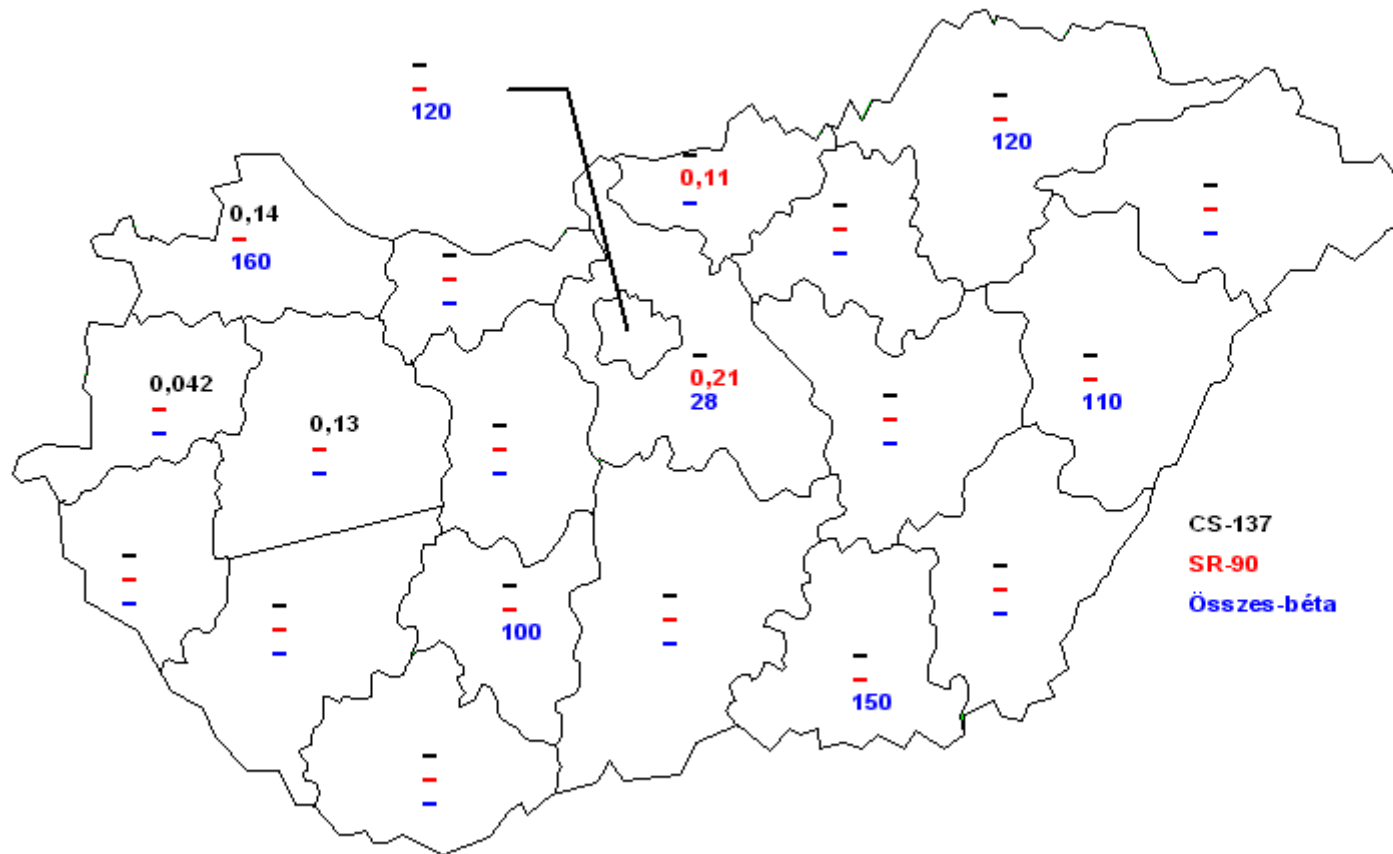
5.3.1. Országos adatok

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. 2010-ben a 19 megye területéről 113 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. 2010-ben az FmÁ REH laboratóriumai 645 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 172 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): 0,16 Bq/kg (¹³⁷Cs); 0,084 Bq/kg (⁹⁰Sr) és 47 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.



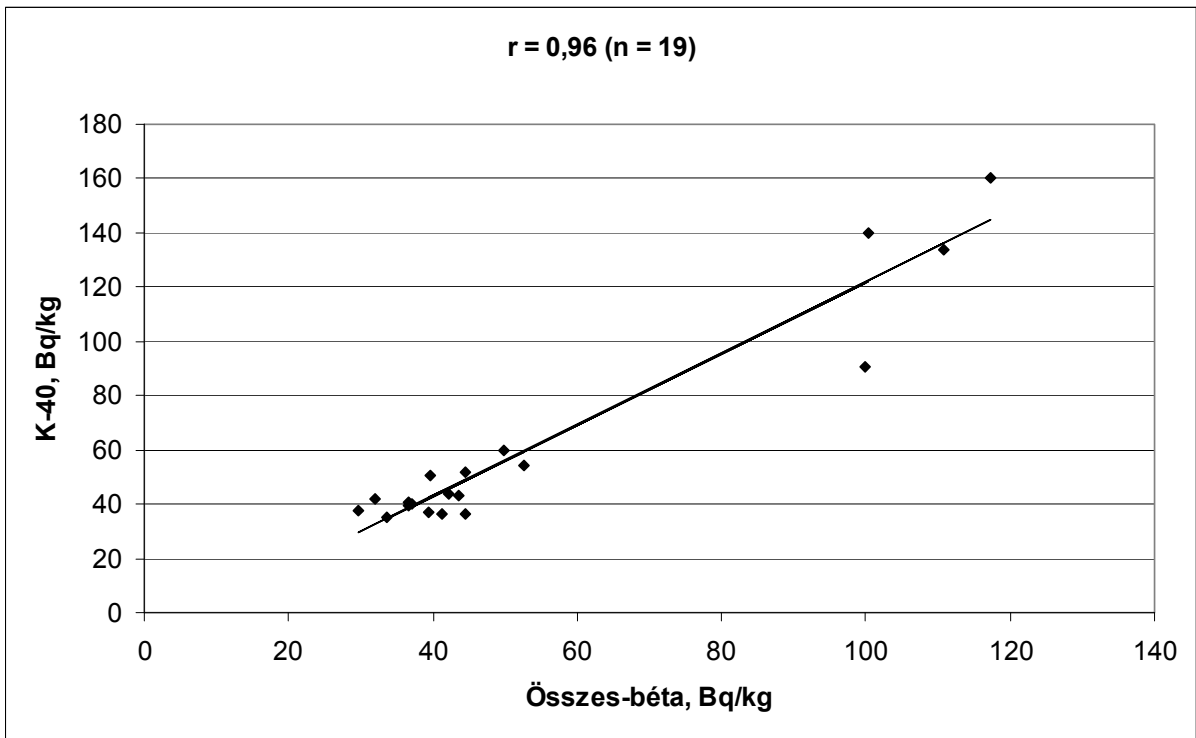
5.3.1. ábra. Feldolgozott, növényi eredetű élelmiszer mérési eredmények éves maximumainak országos eloszlása (EüÁ és FmÁ, Bq/kg, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
¹³⁷ Cs	BK	-	-	-	-	6	6
¹³⁷ Cs	BP	-	-	-	-	18	18
¹³⁷ Cs	BZ	-	-	-	-	8	8
¹³⁷ Cs	CS	-	-	-	-	15	15
¹³⁷ Cs	GY	-	0,026	0,14	-	14	11
¹³⁷ Cs	HA	-	-	-	-	8	8
¹³⁷ Cs	KO	-	-	-	-	16	16
¹³⁷ Cs	NO	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	PE	-	-	-	-	3	3
¹³⁷ Cs	SO	-	-	-	-	2	2
¹³⁷ Cs	SZ	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	TO	-	-	-	-	15	15
¹³⁷ Cs	VA	-	0,028	0,042	-	10	6
¹³⁷ Cs	VE	-	0,090	0,13	-	7	5
¹³⁷ Cs	ZA	-	-	-	-	3	3
⁹⁰ Sr	CS	-	-	-	-	1	1
⁹⁰ Sr	NO	-	-	0,12	-	1	0
⁹⁰ Sr	PE	-	0,15	0,21	-	3	1
⁹⁰ Sr	TO	-	-	-	-	6	6
⁹⁰ Sr	ZA	-	-	-	-	3	3
Össz-béta	BP	44	18	120	27	28	1
Össz-béta	BZ	52	24	120	31	16	0
Össz-béta	CS	56	20	150	38	16	0
Össz-béta	GY	50	22	160	37	16	0
Össz-béta	HA	56	15	110	27	16	0
Össz-béta	PE	-	13	28	-	7	0
Össz-béta	TO	41	18	100	18	16	0
¹³⁷ Cs	Összesen	-	0,026	0,14	-	127	118
⁹⁰ Sr	Összesen	-	0,12	0,21	-	14	11
Össz-béta	Összesen	47	13	160	-	115	1

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

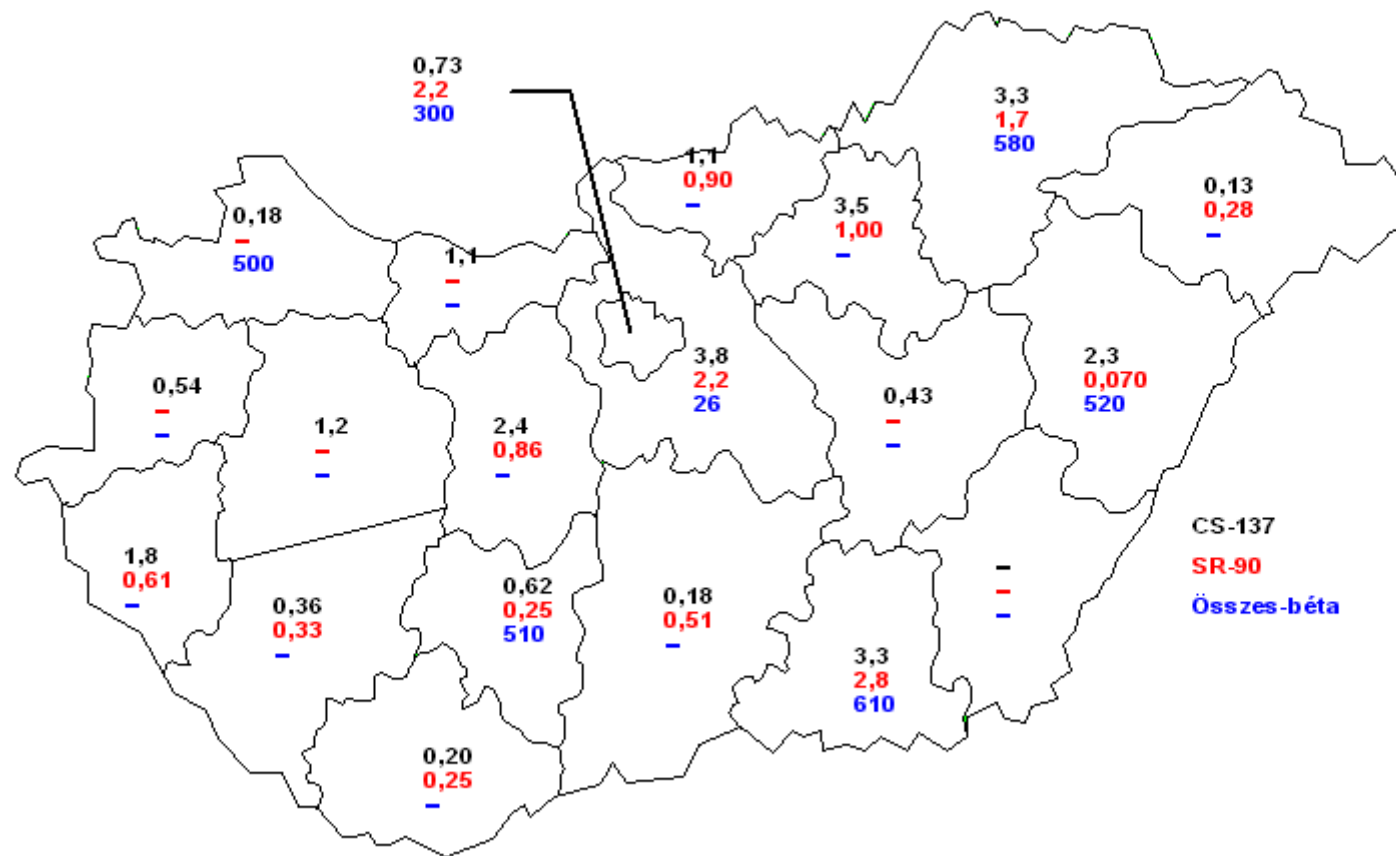
Ezen mintacsoportba a tej és az abból készített élelmiszertermékek (vaj, sajt, túró) tartoznak. A tej- és tejtermékminták aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben adjuk meg.

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. 2010-ben a 19 megye és Budapest területéről 206 tej, 82 tejpör és 75 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. Az ERMAH és HAKSER mintavételi program keretében összesen 282 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, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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

A tej- és tejtermékek ^{137}Cs aktivitáskonzentrációinak országos, éves átlaga 0,21 Bq/kg, a ^{90}Sr radionuklidé is hasonló, 0,18 Bq/kg; a döntően természetes eredetű összes béta-aktivitása pedig 75 Bq/kg volt 2010-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
^{137}Cs	BA	-	-	0,20	-	6	5
^{137}Cs	BK	-	-	0,18	-	12	11
^{137}Cs	BP	-	0,010	0,73	-	19	12
^{137}Cs	BZ	-	0,010	3,3	-	24	19
^{137}Cs	CS	-	0,020	3,4	-	28	23
^{137}Cs	FE	-	0,15	2,4	-	7	4
^{137}Cs	GY	0,091	0,013	0,18	0,11	35	25
^{137}Cs	HA	-	0,070	2,3	-	13	10
^{137}Cs	HE	-	0,090	3,5	-	18	15
^{137}Cs	JA	-	-	0,43	-	2	1
^{137}Cs	KO	-	-	1,1	-	13	12
^{137}Cs	NO	-	0,010	1,1	-	13	6
^{137}Cs	PE	0,22	0,02	3,8	0,77	24	1
^{137}Cs	SO	-	0,025	0,36	-	14	10
^{137}Cs	SZ	-	-	0,13	-	13	12
^{137}Cs	TO	-	0,24	0,62	-	59	57
^{137}Cs	VA	0,13	0,011	0,54	0,16	24	8
^{137}Cs	VE	-	1,1	1,2	-	13	11
^{137}Cs	ZA	-	0,025	1,8	-	18	15
^{90}Sr	BA	-	0,035	0,25	-	6	4
^{90}Sr	BK	-	0,040	0,51	-	7	4
^{90}Sr	BP	-	0,010	2,2	-	11	4
^{90}Sr	BZ	-	0,034	1,7	-	9	3
^{90}Sr	CS	0,29	0,021	2,8	0,75	13	3
^{90}Sr	FE	-	0,14	0,86	-	6	3
^{90}Sr	GY	-	-	-	-	3	3
^{90}Sr	HA	-	-	0,07	-	4	3
^{90}Sr	HE	-	0,033	1,0	-	6	1
^{90}Sr	NO	-	0,025	0,9	-	10	5
^{90}Sr	PE	0,20	0,022	2,2	0,51	19	3
^{90}Sr	SO	-	0,039	0,33	-	11	7
^{90}Sr	SZ	-	0,039	0,28	-	4	0
^{90}Sr	TO	0,060	0,0086	0,25	0,094	21	3
^{90}Sr	ZA	-	0,03	0,61	-	14	8

6.1.1. táblázat (folytatás).

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
Összes-béta	BP	37	5,0	300	44	42	0
Összes-béta	BZ	83	22	580	120	25	1
Összes-béta	CS	120	25	610	200	25	0
Összes-béta	GY	93	17	500	150	23	0
Összes-béta	HA	110	16	520	160	25	0
Összes-béta	PE	20	9,0	26	5,8	10	0
Összes-béta	TO	69	20	510	110	60	0
¹³⁷ Cs	Összesen	0,21	0,010	3,8	-	355	257
⁹⁰ Sr	Összesen	0,18	0,0086	2,8	-	144	54
Összes-béta	Összesen	75	5	610	-	210	1

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

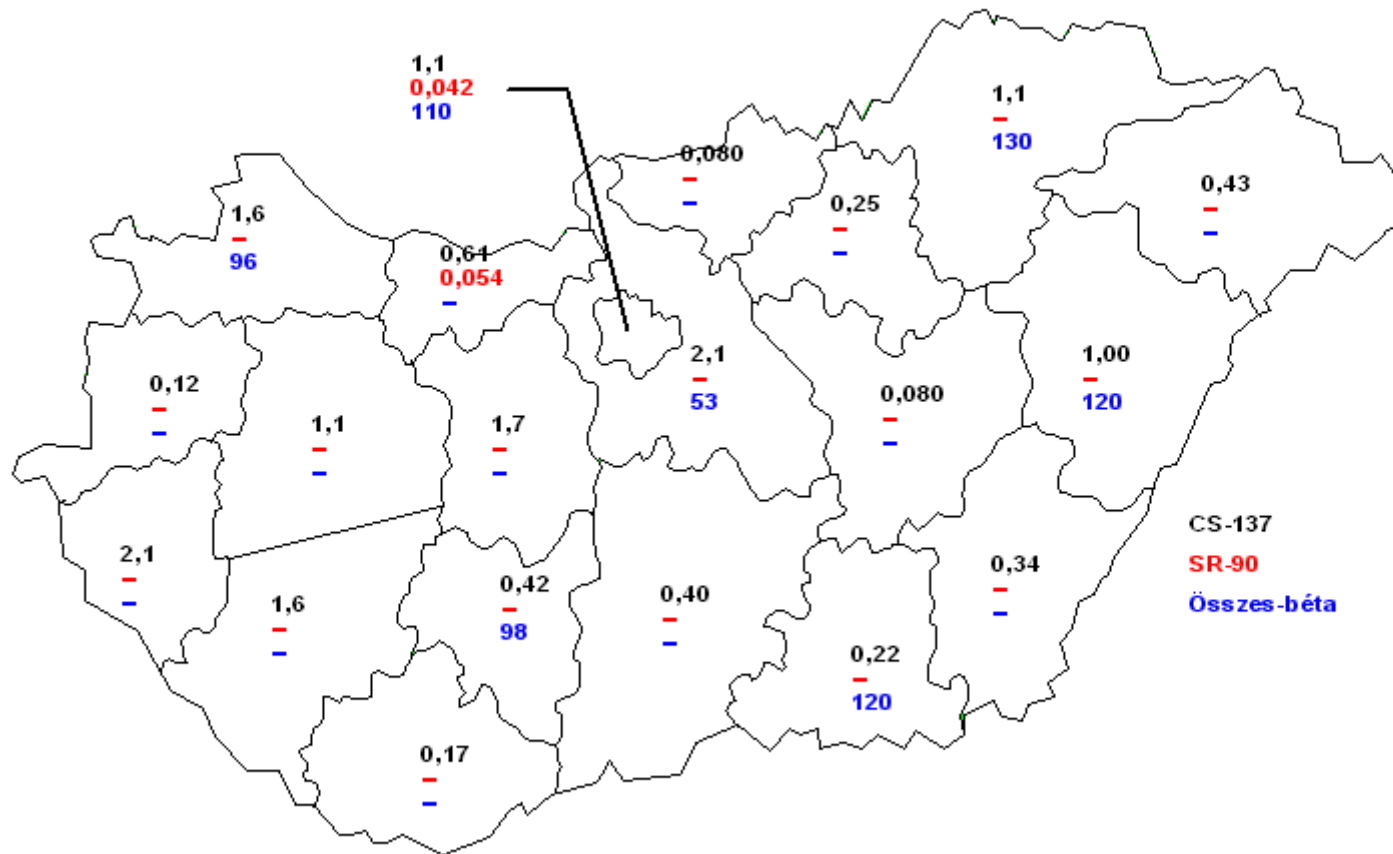
Ezen mintacsoportba a húsfélék (baromfi, marha, sertés, hal) és az azokból készített élelmiszertermékek (kolbász, felvágottak) tartoznak. A hús- és hústermék minták aktivitáskoncentrációit az irodalomban leggyakrabban az ún. nyers tömegre vonatkoztatják. A továbbiakban az eredményeket ilyen egységben 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. 2010-ben a 19 megye területéről 78 sertés, 35 marha és 78 baromfihús és 7 hazai hal 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. 2010-ben az FmÁ REH laboratóriumai 210 húskészítmény, 199 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 168 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, "-" jelzi, hogy a mérésből az adott megyében nem volt kimutatási határ feletti eredmény)

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.

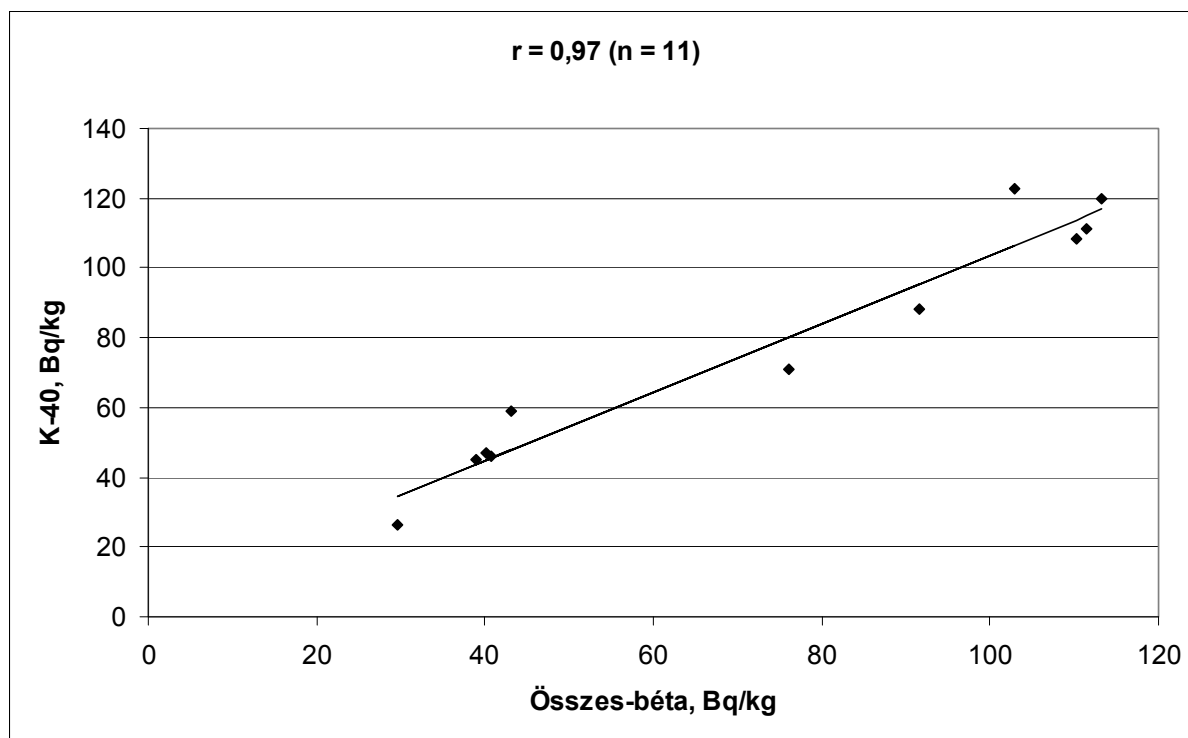
A hús és hústermékek ^{137}Cs aktivitáskoncentrációjának országos, éves átlaga 0,17 Bq/kg, a döntően természetes eredetű (^{40}K) összes béta-aktivitása pedig 73 Bq/kg volt 2010-ben. Ezek az értékek a 2009. évekhez hasonlóak.

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
^{137}Cs	BA	-	0,084	0,17	-	6	3
^{137}Cs	BE	-	-	0,34	-	23	22
^{137}Cs	BK	-	0,22	0,40	-	51	47
^{137}Cs	BP	-	0,030	1,1	-	20	12
^{137}Cs	BZ	-	0,030	1,1	-	14	11
^{137}Cs	CS	-	0,048	0,22	-	26	22
^{137}Cs	FE	-	0,11	1,7	-	14	7
^{137}Cs	GY	0,16	0,03	1,6	0,31	26	12
^{137}Cs	HA	-	0,03	1,0	-	12	9
^{137}Cs	HE	-	-	0,25	-	12	11
^{137}Cs	JA	-	-	0,08	-	1	0
^{137}Cs	KO	-	0,13	0,61	-	12	8
^{137}Cs	NO	-	0,040	0,080	-	4	1
^{137}Cs	PE	-	0,060	2,1	-	15	9
^{137}Cs	SO	-	0,11	1,6	-	20	16
^{137}Cs	SZ	-	0,030	0,43	-	21	16
^{137}Cs	TO	-	0,096	0,42	-	19	17
^{137}Cs	VA	-	0,066	0,12	-	20	14
^{137}Cs	VE	-	0,41	1,1	-	9	7
^{137}Cs	ZA	0,17	0,046	2,1	0,38	28	11
^{90}Sr	BK	-	-	-	-	1	1
^{90}Sr	BP	-	0,026	0,042	-	3	1
^{90}Sr	KO	-	-	0,054	-	1	0
^{90}Sr	SZ	-	-	-	-	1	1
^{90}Sr	VA	-	-	-	-	1	1
Össz-béta	BP	64	14	110	30	33	0
Össz-béta	BZ	80	35	130	31	14	0
Össz-béta	CS	84	33	120	29	42	0
Össz-béta	GY	73	34	96	23	14	0
Össz-béta	HA	75	30	120	28	14	0
Össz-béta	PE	-	18	53	-	8	0
Össz-béta	TO	74	33	98	26	14	0
^{137}Cs	Összesen	0,17	0,030	2,1	-	353	255
^{90}Sr	Összesen	-	0,026	0,054	-	7	4
Össz-béta	Összesen	73	14	130	-	139	0

A húsban és hústermékekben mért összes-béta és ^{40}K izotóp aktivitáskoncentrációk közötti korrelációt a 6.2.2. ábrán szemléltetjük. A 2009. 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.



6.2.2. 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.

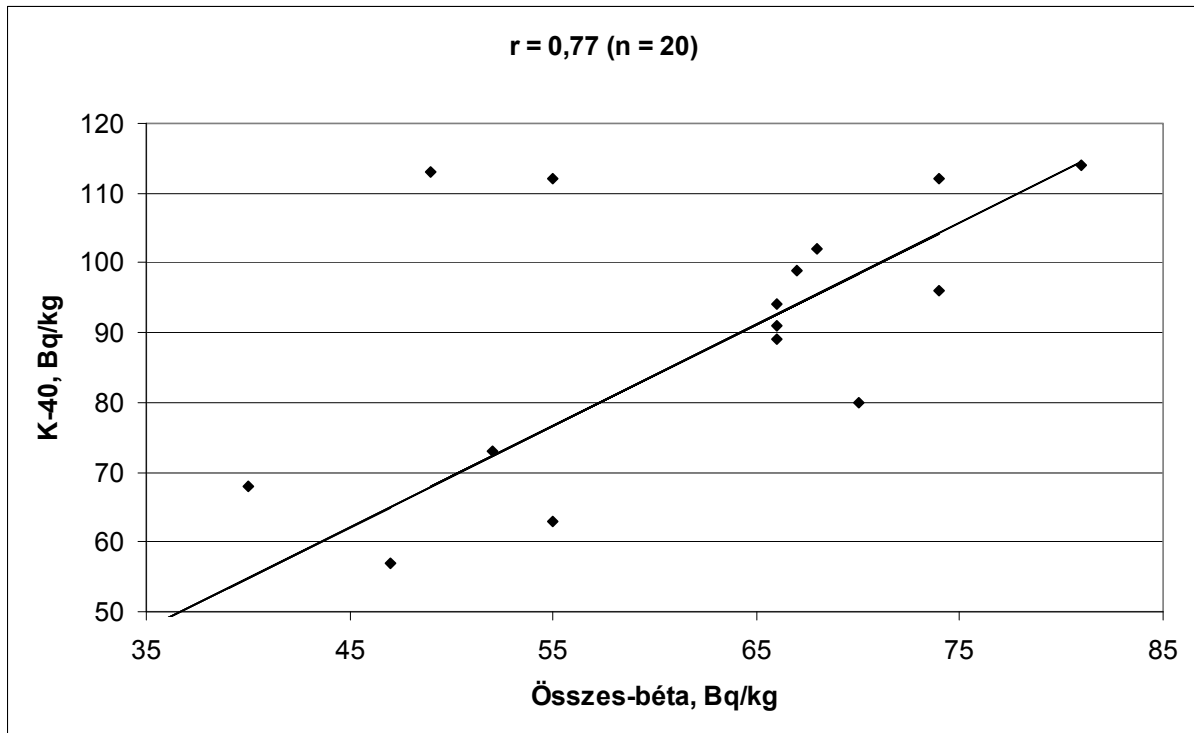
A dunai halakra, az erőmű alatti szakaszon kapott mérési eredményeket a 6.2.2. táblázatban foglaltuk össze.

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). A halak a szárazföldi állatoktól eltérően koncentrálnak a fémeket, a ^{40}K izotópon kívül más bétagyárzó, többnyire természetes eredetű radioaktív izotóp is hozzájárul az össz-béta eredményekhez.

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

Radionuklid	Átlag Bq/kg	Minimum Bq/kg	Maximum Bq/kg	Szórás Bq/kg	N	Kh alatti
¹³⁷ Cs	0,17	0,040	0,60	0,14	20	9
⁹⁰ Sr	-	0,30	1,0	-	20	14
Összes-béta	56	33	81	14	20	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-aktivitáskonzentrációit. 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. Az ERMAH és HAKSER mérési program keretében összesen 425 felszíni vízminta vizsgálatát végezték el. A mintákon összes-béta, féléves egyesített mintákon pedig gamma-spektrometriai elemzést végeznek. A ^{137}Cs aktivitáskonzentrációjára vonatkozó jellemző kimutatási határ: 2-20 mBq/l.

Az OSSKI a Duna alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vízből 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 -aktivitáskonzentráció 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 -aktivitáskonzentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a ^{40}K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik.

A 2010. 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-aktivitáskonzentrációi nem érik el az 1 Bq/l értéket, állóvizeknél – sekély vizű tavaknál – azonban magasabb 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
¹³⁷ Cs	Deseda	-	10	10	-	2	2
¹³⁷ Cs	Duna	4,7	0,20	30	5,6	65	50
¹³⁷ Cs	Eger patak	-	6,9	7,9	-	2	2
¹³⁷ Cs	Fehér tó	-	10	40	-	2	2
¹³⁷ Cs	Fertő tó	-	10	20	-	2	2
¹³⁷ Cs	Halastó (Orfű)	-	10	10	-	2	2
¹³⁷ Cs	Hámori tó	-	10	20	-	2	2
¹³⁷ Cs	Horgásztó	-	0,50	44	-	2	1
¹³⁷ Cs	Horgásztó (Kecskemét)	-	10	20	-	2	2
¹³⁷ Cs	Kapos	-	4,5	5,2	-	2	2
¹³⁷ Cs	Kondor tó	-	8,8	10	-	4	4
¹³⁷ Cs	Kőrös/Fehér- kőrös	-	10	10	-	2	2
¹³⁷ Cs	Rába	-	3,4	3,4	-	2	2
¹³⁷ Cs	Séd	-	-	20	-	1	1
¹³⁷ Cs	Sóstó	-	2,9	7,1	-	4	4
¹³⁷ Cs	Szelidi tavi csat.	-	-	0,40	-	1	1
¹³⁷ Cs	Szelidi tó	-	0,50	10	-	5	5
¹³⁷ Cs	Szinva	-	6,6	6,8	-	2	2
¹³⁷ Cs	Tisza	-	2,8	10	-	6	6
¹³⁷ Cs	Vártó	-	10	100	-	2	2
¹³⁷ Cs	Zagyva	-	6,1	7,3	-	2	2
³ H	Duna	2000	950	3200	540	79	10
³ H	Horgásztó	-	-	2400	-	1	0
⁹⁰ Sr	Duna	5,0	0,55	10	3,3	41	19
⁹⁰ Sr	Kondor tó	-	5,3	10	-	4	4
⁹⁰ Sr	Szelidi tó	-	5,1	7,4	-	4	4
Össz-béta	Balaton	320	240	1600	260	25	0
Össz-béta	Bódva	-	90	260	-	9	0
Össz-béta	Börzsöny patak	-	100	120	-	2	0
Össz-béta	Deseda	-	120	180	-	4	0
Össz-béta	Dráva	130	100	160	17	12	0
Össz-béta	Duna	140	44	300	45	191	1
Össz-béta	Eger patak	300	130	870	220	12	0
Össz-béta	Fehér tó	-	120	440	-	4	0
Össz-béta	Fertő tó	-	550	830	-	4	0
Össz-béta	Halastó (Orfű)	-	80	130	-	4	0
Össz-béta	Hámori tó	-	20	60	-	4	0
Össz-béta	Hármas-Körös	170	130	210	24	14	0
Össz-béta	Hernád	-	90	240	-	9	0
Össz-béta	Holt tiszta	-	90	200	-	7	0
Össz-béta	Horgásztó	-	120	240	-	2	0
Össz-béta	Horgásztó (Kecskemét)	-	130	340	-	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	Kapos	290	110	840	190	23	0
Össz-béta	Keleti Főcsatorna	120	70	150	30	11	0
Össz-béta	Kemence patak	-	100	130	-	2	0
Össz-béta	Kondor tó	130	60	170	36	11	0
Össz-béta	Kőérberki patak	410	100	640	140	15	0
Össz-béta	Kőrös/Fehér- kőrös	150	120	220	38	12	0
Össz-béta	Lajta	130	100	140	12	12	0
Össz-béta	Letskés patak	-	190	230	-	2	0
Össz-béta	Maros	-	180	750	-	7	0
Össz-béta	Nádor- csatorna	450	340	580	68	11	0
Össz-béta	Omszki tó	-	400	700	-	3	0
Össz-béta	Pinka	81	60	110	14	11	0
Össz-béta	Rába	140	80	210	41	24	0
Össz-béta	Rakamaz	-	90	190	-	6	0
Össz-béta	Sajó	-	100	340	-	9	0
Össz-béta	Séd	-	-	240	-	1	0
Össz-béta	Sió	350	320	390	24	11	0
Össz-béta	Sóstó	-	50	450	-	7	0
Össz-béta	Szelidi tavi csat.	-	-	210	-	1	0
Össz-béta	Szelidi tó	210	160	320	53	12	0
Össz-béta	Szinva	140	60	230	51	12	0
Össz-béta	Tisza	180	70	280	55	34	0
Össz-béta	Vártó	-	190	270	-	4	0
Össz-béta	Vekeri tó	-	80	150	-	5	0
Össz-béta	Velencei tó	1600	400	2100	460	12	0
Össz-béta	Zagyva	400	310	560	84	12	0

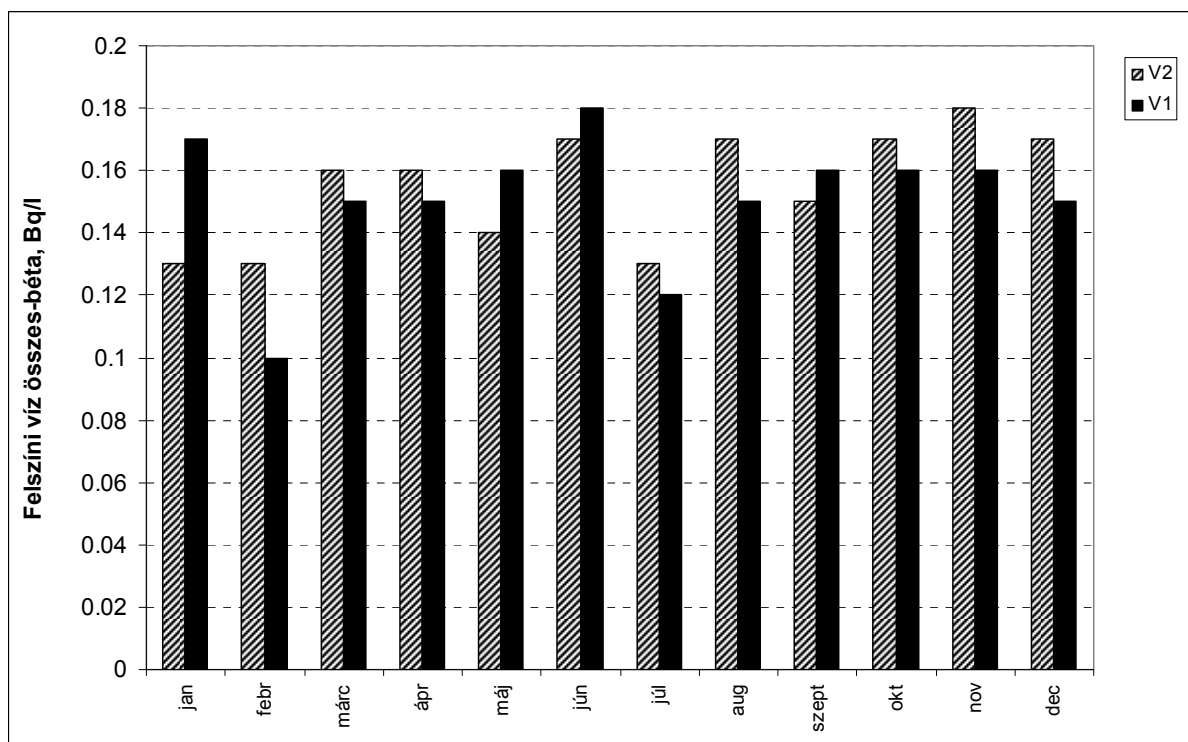
7.2. Létesítmények környezetének felszíni vizeiben mért aktivitáskoncentrációk

7.2.1. A Paksi Atomerőmű környezetellenőrzési adatai

7.2.1.1. A Paksi Atomerőmű mérési adatai

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

A hidegvízcsatorna vizének aktivitáskoncentrációja meg kell hogy egyezzen a Dunáéval. A melegvízcsatornánál – a természetes radionuklidok járulékát is tartalmazó – összes béta-aktivitáskoncentráció emelkedése várható. A 7.2.1. ábrán a melegvízcsatorna vizének havi átlagai számottevő mértékben nem haladják meg a hidegvízcsatorna hasonló értékeit.



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

7.2.1.2. Az OSSKI mérési adatai

Az OSSKI a Duna alprogram keretében havi gyakorisággal vesz mintát a Duna vízből Paksnál, illetve a paksi kollégák segítségével az M5 és T24 figyelőkutakból, valamint a V2 melegvízes csatornából. A mintákból havonta összes béta-aktivitás, ⁴⁰K- és ³H-koncentráció mérések, illetve negyedévente ⁹⁰Sr-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 ⁹⁰Sr-aktivitáskoncentráció mérése esetén további kémiai elválasztást jelent. A trícium méréseket elektrolitikus dúsítás előzi meg, a ⁴⁰K koncentrációt atomabszorpciós spektrofotométerrel mérik. A ¹³⁷Cs 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
⁹⁰ Sr	Paks	–	3,58	5,04	–	4	0	mBq/l
⁹⁰ Sr	V2	–	3,34	4,90	–	4	0	mBq/l
³ H	M5	53,65	4,81	218,1	62,37	12	0	Bq/l
³ H	Paks	1,77	0,84	3,95	0,85	12	0	Bq/l
³ H	T24	26,35	11,94	43,20	10,19	12	0	Bq/l
³ H	V2	1,8	1,18	2,36	0,38	12	0	Bq/l
⁴⁰ K	Paks	86,78	77,3	99,4	7,45	12	0	mBq/l

7.2.2. Az RHFT környezetében végzett felszíni víz mérések eredményei

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

Az összes-béta mérésekhez legalább 2 liter vízmennyiséget párolnak be, és a bepárlási maradékból 1 g aktivitását mérik. A mérés kimutatási határa 10 mBq/l. A gamma-spektrometriai méréshez általában 10 liter vizet párolnak be, és a teljes bepárolt mennyiséget elemzik. A mérés jellemző kimutatási határa 1-2 mBq/l (a ¹³⁷Cs 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
¹⁴ C	-	0,020	0,032	-	4	0
¹³⁷ Cs	-	0,0018	0,0057	-	22	22
³ H	-	0,86	1,0	-	6	0
⁴⁰ K	0,38	0,19	0,65	0,11	16	0
²¹² Pb	-	0,0056	0,014	-	9	1
²¹⁴ Pb	-	0,0091	0,015	-	4	1
²²⁴ Ra	-	0,052	0,083	-	13	7

²²⁶ Ra	-	0,0038	0,069	-	18	14
⁹⁰ Sr	-	0,0023	0,0029	-	4	0
²³⁵ U	-	0,0013	0,0042	-	16	13
²³⁸ U	-	0,018	0,024	-	4	1
Összes-béta	0,42	0,19	1,0	0,18	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-aktivitáskonzentrációját, valamint a trícium és ⁴⁰K 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 ⁴⁰K 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-aktivitáskonzentrációja, trícium és ⁴⁰K koncentrációja (Bq/l)

	Összes béta-aktivitáskonc.		Trícium koncentráció		⁴⁰ K koncentráció	
	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,80 ± 0,14	0,91 ± 0,19	0,09 ± 0,001	0,09 ± 0,001
Letkés	0,19 ± 0,02	0,23 ± 0,02	1,05 ± 0,24	0,71 ± 0,20	0,12 ± 0,001	0,14 ± 0,001
Nagybörzsöny	0,10 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,70 ± 0,19	0,71 ± 0,20	0,08 ± 0,001	0,08 ± 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 ¹³⁷Cs aktivitáskonzentrációjára vonatkozó mérési eredményeket a 7.2.4. táblázat tartalmazza.

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

	1. félév	2. félév
Bernecebaráti	2,10 ± 0,15	1,83 ± 0,09
Letkés	4,33 ± 0,17	4,20 ± 0,21
Nagybörzsöny	4,46 ± 0,18	7,56 ± 0,23

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.

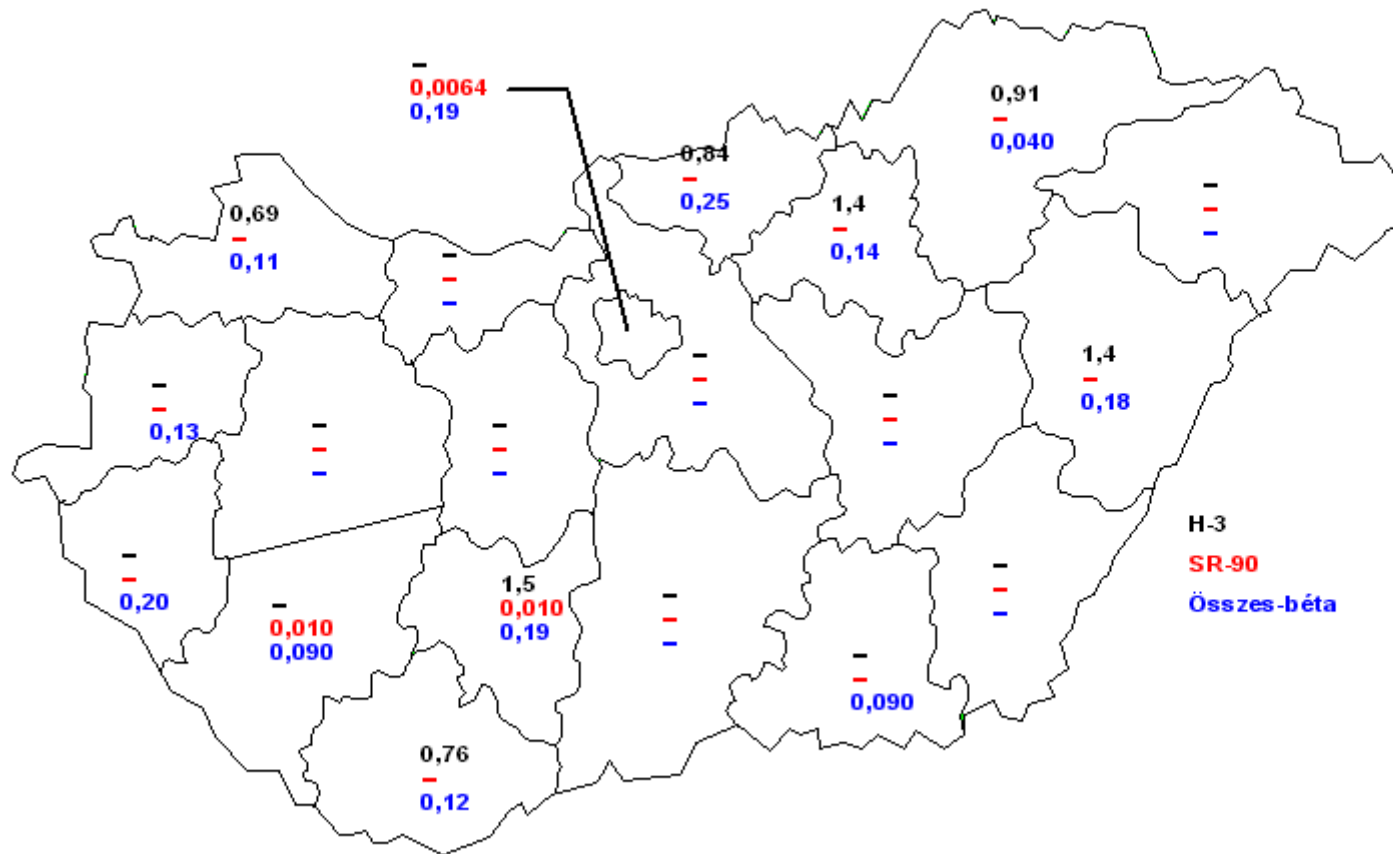
8.1. Vezetékes ivóvíz országos adatok

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. Az ERMAH és HAKSER mérési program keretében összesen 274 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 0,44 Bq/l, a legnagyobb érték (1,5 Bq/l) is jóval kisebb mint az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X.25.) Korm. rendeletben európai uniós ajánlás alapján megadott indikátor paraméter (100 Bq/l). A ^{90}Sr koncentrációi 0,0035-0,010 Bq/l között vannak, az összes béta-aktivitások átlaga 0,092 Bq/l.



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

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

Radionuklid	Megye	Átlag Bq/l	Minimum Bq/l	Maximum Bq/l	Szórás Bq/l	N	Kh alatti
¹³⁷ Cs	BA	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	BZ	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	CS	-	-	-	-	3	3
¹³⁷ Cs	GY	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	HA	-	-	-	-	4	4
¹³⁷ Cs	HE	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	NO	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	SO	-	-	-	-	1	1
¹³⁷ Cs	TO	-	-	-	-	21	21
¹³⁷ Cs	VA	-	-	-	-	1	1
³ H	BA	-	0,35	0,76	-	3	1
³ H	BZ	-	0,46	0,91	-	2	0
³ H	CS	-	-	-	-	6	6
³ H	GY	-	0,59	0,69	-	2	0
³ H	HA	-	0,64	1,4	-	6	2
³ H	HE	-	0,92	1,4	-	2	0
³ H	NO	-	0,68	0,84	-	2	0
³ H	SO	-	-	-	-	2	2
³ H	TO	0,36	0,21	1,5	0,27	26	10
³ H	VA	-	-	-	-	2	2
⁹⁰ Sr	BA	-	-	-	-	3	3
⁹⁰ Sr	BP	-	0,0035	0,0064	-	2	0
⁹⁰ Sr	BZ	-	-	-	-	2	2
⁹⁰ Sr	GY	-	-	-	-	2	2
⁹⁰ Sr	HA	-	-	-	-	6	6
⁹⁰ Sr	HE	-	-	-	-	2	2
⁹⁰ Sr	NO	-	-	-	-	2	2
⁹⁰ Sr	SO	-	-	0,010	-	2	1
⁹⁰ Sr	TO	-	0,0067	0,010	-	21	16
⁹⁰ Sr	VA	-	-	-	-	2	2
Összes-béta	BA	-	0,040	0,12	-	4	0
Összes-béta	BP	0,11	0,050	0,19	0,031	30	1
Összes-béta	BZ	-	0,020	0,040	-	4	0
Összes-béta	CS	0,049	0,030	0,090	0,017	12	0
Összes-béta	GY	-	0,080	0,11	-	4	0
Összes-béta	HA	0,11	0,060	0,18	0,028	36	3
Összes-béta	HE	-	0,060	0,14	-	4	0
Összes-béta	NO	-	0,16	0,25	-	4	0
Összes-béta	SO	-	0,040	0,090	-	4	0
Összes-béta	TO	0,085	0,030	0,19	0,034	73	1
Összes-béta	VA	-	0,070	0,13	-	4	0
Összes-béta	ZA	-	-	0,20	-	1	0
¹³⁷ Cs	Összesen	-	-	-	-	35	35
³ H	Összesen	0,44	0,21	1,5	-	53	23
⁹⁰ Sr	Összesen	-	0,0035	0,010	-	44	36
Összes-béta	Összesen	0,092	0,020	0,25	-	180	5

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-aktivitáskonzentrációját, valamint a trícium és ^{40}K koncentrációját. A mintaelőkészítés az összes béta-aktivitás mérés esetén bepárlást és $380\text{ }^\circ\text{C}$ -on történő hamvasztást jelent, a trícium mérés esetén pedig elektrolitikus dúsítást. A ^{40}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-aktivitáskonzentrációja, 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	$0,13 \pm 0,017$	$0,13 \pm 0,016$	$0,82 \pm 0,18$	$0,50 \pm 0,20$	$0,10 \pm 0,001$	$0,10 \pm 0,001$
Esztergom	$0,12 \pm 0,013$	$0,09 \pm 0,011$	$1,39 \pm 0,21$	$0,94 \pm 0,21$	$0,07 \pm 0,001$	$0,07 \pm 0,001$
Vác	$0,10 \pm 0,012$	$0,16 \pm 0,014$	$1,82 \pm 0,22$	$1,04 \pm 0,21$	$0,09 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$

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 40 mintán összes béta-aktivitáskoncentráció mérést végeztek. A 2010-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
¹³⁷ Cs	HA	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	BP	0,18	0,10	0,30	0,098	19	7
Összes-béta	BZ	-	0,020	0,63	-	4	0
Összes-béta	CS	-	0,070	0,11	-	4	0
Összes-béta	GY	-	0,050	0,080	-	4	0
Összes-béta	HA	-	0,090	0,14	-	4	2
Összes-béta	TO	-	0,040	0,060	-	4	0
¹³⁷ Cs	Összesen	-	-	-	-	1	1
Összes-béta	Összesen	0,14	0,020	0,63	-	39	9

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 készétel 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 2010. 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 0,09 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
^{137}Cs	BP	-	-	-	-	2	2
^{137}Cs	BZ	-	-	-	-	2	2
^{137}Cs	CS	-	-	-	-	2	2
^{137}Cs	GY	-	-	-	-	2	2
^{137}Cs	HA	-	-	-	-	2	2
^{137}Cs	TO	-	-	-	-	2	2
^{90}Sr	BP	-	-	0,030	-	1	0
^{90}Sr	BZ	-	-	-	-	2	2
^{90}Sr	GY	-	-	-	-	2	2
^{90}Sr	HA	-	0,040	0,090	-	2	0
^{90}Sr	TO	-	0,010	0,010	-	2	0
Összes-béta	BP	-	-	22	-	1	0
Összes-béta	CS	-	-	24	-	1	0
Összes-béta	HA	25	13	61	14	10	0
^{137}Cs	Összesen	-	-	-	-	12	12
^{90}Sr	Összesen	-	0,010	0,090	-	9	4
Összes-béta	Összesen	25	13	61	-	12	0

Irodalom

[1] A Paksi Atomerőmű Sugárvédelmi Osztálya 2010. évi jelentése (Szerk.: Dr. Bujtás Tibor, PA Zrt., Paks, 2011. március)

[2] Kövöndiné Kónyi Júlia, Kocsy Gábor, Fülöp Nándor és mtársai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2010-ben (Egészségtudomány)

[3] HAKSER 2010 – A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2010. 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, 2011. június