

Környezeti sugáregészségügyi mérésieredmények 2006-ban

KEREKES ANDOR, BOKORI EDIT, GUCZI JUDIT, KOCSY GÁBOR,
SZABÓ GYULA, SZAKÁCS SÁNDOR, UGRON ÁGOTA, FÜLÖP
NÁNDOR, GLAVATSKIH NÁNDOR, HÁRSNÉ TAKÁTS ILONA, PELLET
SÁNDOR, TURAI ISTVÁN¹, OZORAY KAMILLA², JOBBÁGY BENEDEK,
POLGÁR ATTILA³, DÉRI ZSOLT, RADÓCZI MARIANNA⁴, KÖRNYEI
LÁSZLÓ, PÁSZTOR T. MÓNIKA, NAGY ZSUZSANNA⁵, ORMOSINÉ
LACA ÉVA, HALMAI OLIVÉR⁶, MEGYESI SÁNDOR, MADARÁSZ
ISTVÁN, LEGOZA JÓZSEF⁷, MICHLNÉ KICSKA JUDIT⁸, KELEMEN
MÁRIA, MAKAI ARANKA, HIDASI LÁSZLÓ⁹

Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató
Intézet, Budapest¹,

ÁNTSZ Országos Tisztifőorvosi Hivatala, Budapest²,

ÁNTSZ Fővárosi Intézete³, Borsod-Abaúj-Zemplén⁴, Csongrád⁵, Győr-Sopron-
Moson⁶, Hajdú-Bihar⁷, Komárom-Esztergom⁸, Tolna⁹ Megyei Intézete.

Összefoglalás: Az Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) az egészségügyi tárca alárendeltségében, az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) szervezeti keretein belül működik. A hálózat feladata az ágazatra háruló környezeti sugárvédelmi, sugáregészségügyi feladatok ellátása normál időszakban és nukleáris, illetve radiológiai veszélyhelyzetben egyaránt. A rendszeres időszaki ellenőrzési program kiterjed a lakosság sugárterhelésének közvetlen, vagy közvetett becsléséhez felhasználható minták, azaz levegő (aeroszol és fall-out), felszíni víz, talaj, növényzet (takarmány és fű), növényi eredetű élelmiszerek (gabona, zöldség, gyümölcs, kenyér), állati eredetű élelmiszerek (tej, tejtermék, hús, tojás) és ivóvíz vizsgálatára. A monitorozó jellegű, összesbéta-aktivitás mérések mellett a hálózat laboratóriumaiban nagy számban folytatnak nuklid-specifikus, elsősorban gamma-spektrometriai, vizsgálatokat is. A 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendelet hatályba lépése óta a hálózat laboratóriumi ivóvízben trícium méréseket, valamint ivóvízben, tejben és vegyes élelmiszerben ^{90}Sr meghatározásokat is végeznek. A mérőhálózat tevékenységét az Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet (OSSKI) által kidolgozott és az Országos Tisztifőorvosi Hivatal (OTH) által jóváhagyott éves mintavételi és vizsgálati program határozza meg. A mérési eredményeket a hálózat munkájának koordinálásáért és szakmai felügyeletéért felelős OSSKI gyűjti, tárolja, értékeli és dolgozza fel. Az adatokból kiindulva elvégzi a hazai lakosság mesterséges forrásokból (elsősorban a csernobili eredetű ^{137}Cs) származó sugárterhelésének meghatározását, légzésteljesítmény, ivóvíz- és élelmiszer-fogyasztási adatok, valamint belégzési és lenyelési dózistényezők felhasználásával. 2006-ban a laboratóriumok az ERMAH mintavételi és vizsgálati programon belül az ország egész területéről származó 3020 db minta aktivitáskoncentrációjának meghatározását végezték el. A vizsgálati eredményeknek az előző években kapott adatokkal való összevetésével megállapítható, hogy a főbb környezeti elemekben, valamint az emberi fogyasztásra kerülő élelmiszerekben és ivóvízben a túlnyomórészt természetes eredetű összesbéta-aktivitás a kisebb-nagyobb ingadozásoktól eltekintve nem változik, a mesterséges ^{137}Cs aktivitáskoncentrációja pedig az alkalmazott mérés technika kimutatási határa körül mozog, azaz a minták jelentős részében kimutatási határ alatt van. A mesterséges radionuklidok sugárzásából származó átlagos lakossági sugárterhelés 2006-ban - külső és belső forrásokból együttesen – $3,4 \mu\text{Sv}\cdot\text{év}^{-1}$ volt, ami alig több, mint 1 ezreléke a magyar lakosság természetes radioaktív forrásokból származó, átlagosan $3,1 \text{mSv}\cdot\text{év}^{-1}$ sugárterhelésének. Az év során sugáregészségügyi beavatkozást igénylő mérési eredmény nem volt. A Paksi Atomerőműben 2003 áprilisában bekövetkezett súlyos üzemzavar környezeti hatásainak felmérésére indított speciális – az ERMAH rendszeres mérési programján túlmenő – vizsgálati program 2006-ban is folytatódott, de már csökkentett kapacitással. Az elmúlt évben ennek a programnak a keretében levegő (aeroszol) minták heti gamma-spektrometriai mérésére, valamint napi gammadózis-teljesítmény mérésekre került sor. Megállapították, hogy a környezetben továbbra sem volt tapasztalható a radioaktivitás szintjének emelkedése. A tudományos igényű mérések alapján a lakosság megnyugtatható. A rendszeres környezeti sugáregészségügyi mérések fontos szerepet játszanak a sugárzás-monitorozási hálózat üzemképességének folyamatos és naprakész fenntartásában és a lakosság környezeti sugárterhelésének értékelésében egy esetleges nukleáris baleset vagy radiológiai veszélyhelyzet esetén.

Kulcsszavak: radiológiai mérőhálózat, környezeti radioaktivitás, élelmiszerek radioaktív szennyezettsége, lakossági sugárterhelés-járulék.

Egészségtudomány, 52/2. 56-69, (2008)

Közlésre érkezett: 2008. március 18.

Elfogadva: 2008. március 27.-én

TURAI ISTVÁN

OSSKI

1221 Budapest, Anna u. 5.

tel: (36-1) 482-2001

fax: (36-1) 482-2002

e-mail: Turai@osski.hu

Előzmények

Az ERMAH laboratóriumok kialakítása 1975-ben kezdődött. A hálózat a kezdeti időszakban nagyrészt polgári védelmi, a nukleáris fegyverek hatása elleni védekezésre való felkészülési feladatkörrel rendelkezett. Az ERMAH működésében minőségi fejlődést és egyben súlyponteltolódást az atomenergia békés célú alkalmazásával kapcsolatos feladatokra a hazai atomenergetika kialakulása (Paksi Atomerőmű) és a 80-as években bekövetkező atomerőmű balesetek (különösen a csernobili) hoztak. Egyre nagyobb hangsúlyt kapott a lakosság mesterséges, majd az utóbbi években a természetes eredetű sugárterhelésének becslése. Napjainkban, a környezetünkben található mesterséges eredetű radioaktivitásnak két fő forrása van: a légköri atomfegyver-kísérletekből származó, illetve a csernobili reaktorbaleset okozta szennyeződés. Mára mindkét forrás szennyező hatása elhanyagolhatóan kicsi, csupán egyes környezeti elemekben kimutatható. A társadalmat azonban egyre jobban foglalkoztatja a sugárzó anyagokat alkalmazó technológiákból közvetlenül (pl. az atomerőművek működése során), és közvetve (pl. a radioaktív hulladéktárolókból) környezetbe kijutott, vagy potenciálisan kijutó radioaktív anyagok mennyisége, viselkedése és az ennek következtében várható egészségi kockázat. Az ellenőrző hálózat folyamatos tevékenysége és korszerűsítése azért is fontos, mert egy esetlegesen bekövetkező üzemzavar, vagy baleseti kibocsátás hatása is a meglévő adatsorok alapján elemezhető és értékelhető.

A hálózat laboratóriumaiban vizsgált környezeti minták a következők voltak: aeroszol, fall-out, felszíni víz, talaj, fű és néhány takarmányféle. Ezenkívül vizsgáltuk az alábbi élelmi anyagokat és élelmiszereket: szemes termények (búza, kukorica, rizs, árpa, rozs), zöldségfélék

(saláta, paprika, paradicsom, burgonya, répa, káposzta, hagyma, stb.), gyümölcsök (eper, meggy, alma, őszibarack, szőlő, banán), tej és tejtermékek (tejpor, túró, sajt), húsfélék (sertés, marha, baromfi), tojás, kenyér, továbbá vegyes élelmiszer, ásvány- és ivóvíz. A hálózat laboratóriumaiban több mint húsz éve folyó mérések eredményeit 1991 óta közöljük rendszeresen az Egészségtudomány c. folyóiratban1.

Eredmények

Az ERMAH laboratóriumok 2006-ban összesen 3020 környezeti és élelmiszermintából 5092 vizsgálati eredményt kaptak. Ez 2005-höz viszonyítva mintegy 15%-os csökkenést jelentett a mintaszámban és a vizsgálati eredmények számában egyaránt. Az összes vizsgált mintának mintegy fele volt környezeti, ezek jelentős része levegő és víz, 11%-ban talaj és növényzet. Az élelmiszerek tették ki a minták másik felét, beleértve a 13%-nyi ivó-, és ásványvizet is. A különböző élelmiszerek körülbelül egyenlő arányban szerepelnek a vizsgálati programban.

A mérések mintegy felét a minden mintából elvégzett összes-béta aktivitás-meghatározás tette ki. A nuklidspecifikus gamma-spektrometriai mérési eredmények száma közel 32%. Ezek az eredmények a ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációján kívül a ⁴⁰K, illetve más természetes radionuklidok aktivitáskoncentrációját is tartalmazzák. A gamma-spektrometriai mérések során a ¹³⁷Cs aktivitás-koncentrációjára 78%-ban kimutatási határ alatti eredményt kaptunk. Ezekben az esetekben az adatok feldolgozása során konzervatív közelítésként a kimutatási határral számoltunk, azaz a tényleges aktivitáskoncentrációt minden bizonnyal felül becsültük.

Az ERMAH hálózat keretében 2006 elejétől a Baranya és Tolna megyei decentrumok összevonásával 6 középszintű

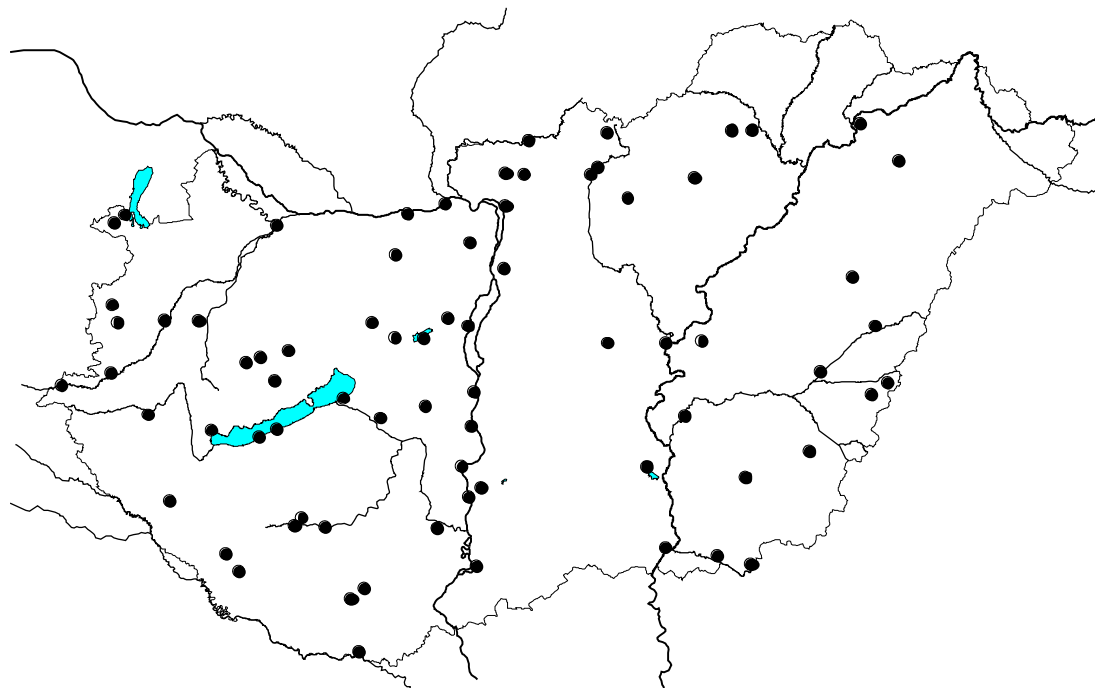
laboratórium működik, amelyből 4 laboratórium három-három megye területét ellenőrzi, a Tolna megyei laboratóriumhoz pedig hat megye területének ellenőrzése tartozik. A fővárosi decentrum hatásköre csupán a főváros és Pest megye területére terjed ki, mivel ezen a területen van a legtöbb ún. kiemelt létesítmény -- oktatóreaktor, kutatóreaktor, radioaktív hulladék-tároló --, valamint radiozotópotokat felhasználó intézmény. A mérési program végrehajtásában közreműködött az OSSKI központi laboratóriuma és 2006-ban még a Komárom-Esztergom megyében működő alapszintű laboratórium is. A laboratóriumok mérési eredményei ellenőrzés után az ERMAH információs központjába, majd az OSSKI által működtetett Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) információs központja adatbázisába kerülnek.

A vizsgált mintákban meghatározott aktivitás-koncentrációkat a decentrumok területei szerint összesítettük, átlagoltuk, hogy az esetleges földrajzi eltéréseket ki tudjuk mutatni. (Megjegyezzük, hogy ez leginkább a talaj ^{137}Cs eredmények esetében várható, a csernobili baleset következtében az országban kialakuló szennyezettség területi egyenetlensége miatt.) A vélhető időbeli változások kimutatására, nyomon követésére a mérési eredményekből elegendő számú ($n \geq 10$) adat esetén negyedéves átlagokat

számoltunk (aeroszol, fall-out). Ahol ennél kisebb volt a mérésszám (elsősorban az élelmiszer-, talaj- és fűmintáknál a ^{137}Cs -koncentráció esetén), ott az egyes régiókra csak az egész éves átlagot határoztuk meg. Emellett meghatároztuk a vizsgált minták éves átlagos aktivitás-koncentrációit az ország egész területére vonatkozóan is.

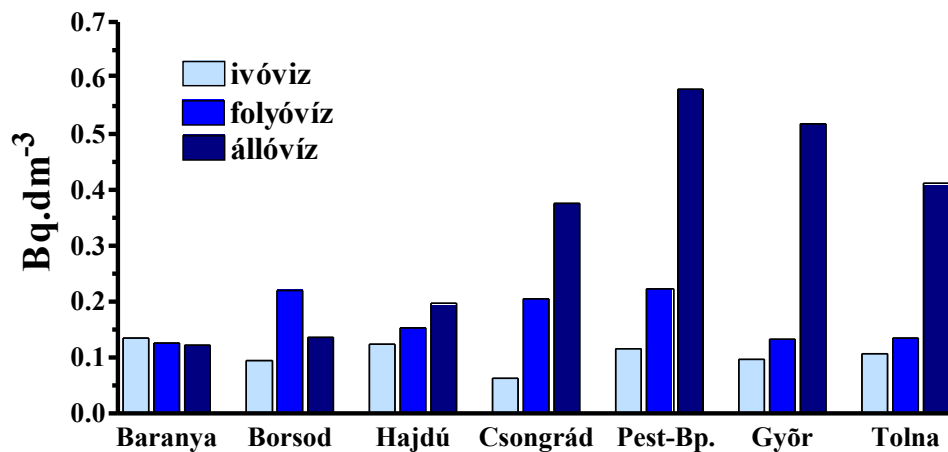
A légtér radioaktív szennyezettségének vizsgálatára aeroszol és fall-out minták mérése folyt. 525 aeroszol minta negyedéves időszakokra számított összes-béta aktivitáskoncentráció-jának területenkénti átlagai 1,9 és 14 $\text{mBq}\cdot\text{m}^{-3}$ között voltak, ez a tartomány valamivel kisebb, mint 2005-ben¹. A hálózatban négy laboratórium rendelkezett közepes légforgalmú mintavevővel, lehetővé téve az aeroszol radionuklid összetételének gamma-spektrometriai elemzését. A mérési eredmények alapján a ^{137}Cs aktivitáskoncentrációk negyedéves területi átlagai 0,7 és 8 $\mu\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ között változtak, a jellemző értékek azonban a 4,4 $\mu\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ éves, országos átlag körüliek voltak, területi különbségek nélkül.

A 123 fall-out minta negyedéves és területenkénti összes-béta aktivitáskoncentrációinak átlagai 2,0 és 28 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30 \text{ nap})^{-1}$ közöttiek voltak. A fall-out ^{137}Cs aktivitásának negyedéves területi átlagai 107 mérés alapján 0,07 és 2,4 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30 \text{ nap})^{-1}$ között változott, a legnagyobb értéket



1. ábra Felszíni víz és ivóvíz mintavételi pontok az ország területén

Fig. 1: Sampling points of surface waters and drinking water in Hungary



2. ábra Az ivóvíz, folyóvizek és állóvizek összes béta-aktivitásának éves területi átlagai

Fig. 2: Annual regional average values of gross-beta activity in drinking water, river and lake waters

Hajdú-Bihar megyében, a legkisebbet Csongrád megyében mérték. (Meg kell azonban jegyezni, hogy a mért eredmények 89%-a kimutatási határ alatt volt.)

A felszíni vízfolyamok és tavak vizét, valamint a nagyobb települések ivóvizét közel 80 mintavételi ponton havi rendszerességgel ellenőrzik a laboratóriumok (1. ábra). A 261 folyóvíz-mintában, illetve a 83 állóvíz-mintában mért összes-béta aktivitás negyedéves időszakra számított átlagai 0,09-0,35; valamint 0,07-0,70 Bq·dm⁻³ közöttiek voltak. A 144 vezetékes ivóvíz-mintában mért összes-béta aktivitáskoncentrációk negyedéves átlagértékei 0,04-0,21 között változtak, a területi maximum kisebb volt mint a felszíni vizeké. Az összes-béta aktivitáskoncentrációk éves átlagai a folyóvíz-, állóvíz- és ivóvíz-mintákban hasonló, egyenletes területi eloszlást mutattak (2. ábra). Az ivóvízben mért összes-béta aktivitáskoncentrációk minden mintánál megfelelték a WHO által ajánlott 1,0 Bq·dm⁻³ referencia szintnek².

Ivóvízben a ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjainak mindössze 11 mérési eredménye igen kicsi, kimutatási határ alatti volt. Az egyes laboratóriumokban a feldolgozott minta mennyiségétől és az alkalmazott méréstechnikától, valamint mérési körülményektől függő kimutatási határok 2,0–10 mBq·dm⁻³ között változtak. (A ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjának tényleges értéke ennél nagy valószínűséggel 1-2 nagyságrenddel kisebb. Ezt alátámasztják a korábbi évek tapasztalatai, és a Paksi Atomerőmű környezetében működő Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) által 2005-ben a ¹³⁷Cs-re kémiai elválasztással meghatározott, jórészt ugyancsak kimutatási határ alatti ivóvíz-koncentrációk, 0,16-0,94 mBq·dm⁻³ is³.)

2004-től a hálózat laboratóriumai a vizsgálati program szerint az ivóvíz ⁹⁰Sr aktivitáskoncentrációját is meghatározták.

Félévenként a megyékből vett összesen 34 minta mérési eredménye alapján a ⁹⁰Sr aktivitáskoncentrációjának átlagai 0,50-30 mBq·dm⁻³ között változtak és az eredmények kétharmada kimutatási határ alatti volt.

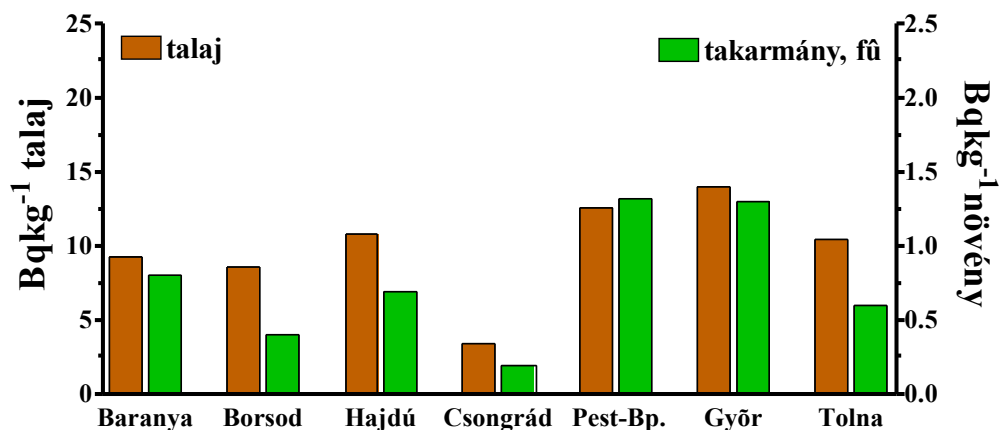
A 275/2002. (XII. 21.) Korm. rendelet alapján a decentrumokhoz tartozó megyék területéről vett mintákban ivóvizekben is megkezdődött féléves gyakorisággal a ³H aktivitás-koncentrációjának meghatározása. Az összesen 30 mintában mért ³H-aktivitáskoncentráció 0,15-1,7 Bq·dm⁻³ között változott. Ez a tartomány közel két nagyságrenddel kisebb, mint a 201/2001. (X. 25.) Korm. rendeletben indikátor jellemzőként megadott 100 Bq·dm⁻³ érték.

A talaj mintázását a felső 0-10 cm rétegből végezték a hálózat munkatársai. A talajban a ¹³⁷Cs eloszlását elsősorban a terület hasznosítása, illetve a talajművelés eltérő módja határozza meg. A talajfelszínre kiülepedett ¹³⁷Cs erősen kötődik a talaj ásványi frakciójához, így talajtípustól függő mértékben, hosszú ideig jellemzően a felszíni rétegekben marad. Emiatt a műveletlen talajok felső 10 cm-es rétegében a csernobili baleset utáni években nagyobb volt a cézium aktivitáskoncentrációja, mint a művelt területeken. Ez az eltérés az utóbbi években már elhanyagolható mértékűre csökkent, ezért nem értékeltük külön a művelt illetve műveletlen talajokat. Az egyedi mintákban mért ¹³⁷Cs-koncentráció 0,69 és 34 Bq·kg⁻¹ között változott, kisebb maximummal mint a 2005-ben egyedi mintákban mért legnagyobb érték (56 Bq·kg⁻¹). Az eredményekben valamelyest még tükröződik a ¹³⁷Cs csernobili balesetet követő kihullásának országos eloszlása (3. ábra).

A füvekben és takarmányfélékben mért ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációk már erősen lecsökkentek, az egyedi mérési eredmények terjedelme 0,063-2,9 Bq·kg⁻¹ közötti volt (száraz tömegre

vonatkoztatva), a minimum érték azonos a mérést jellemző kimutatási határral. A talaj- és fű-, valamint takarmánymintákban mért ^{137}Cs -koncentrációkból számított

éves átlagokat a decentrumok illetékességi területére vonatkoztatva a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra Talajokban valamint fű- és takarmányfélékben mért ^{137}Cs aktivitáskonzentrációk éves területi átlagai

Fig. 3: Annual regional average values of ^{137}Cs activity concentrations of soil (black, left ordinate), grass and feedstuff (white, right ordinate)

Az ellenőrzött zöldség- és gyümölcsfélék körét úgy választottuk meg, hogy az jellemezze az átlagos fogyasztási szokásokat és igazodjon a szezonális változásokhoz. Téli hónapokban az alma és déligyümölcsök mellett a burgonya, tavaszi hónapokban főként a leveles primőr zöldségfélék és a kora nyári gyümölcsök, majd az év második felében a nyári zöldség- és gyümölcsfogyasztás jelentős részét kitevő paprika, paradicsom, barack, szőlő stb. vizsgálatára került sor. A vizsgált minták mintegy 90%-ában a ^{137}Cs aktivitáskonzentrációja kimutatási határ alatti volt, a legnagyobb mért érték a 2005. évhez hasonlóan nem haladta meg sem a zöldségfélék, sem a gyümölcsök esetében a 0,30 Bq·kg⁻¹-ot. A területi átlagokban mutatkozó mintegy 20-szoros eltérést a kimutatási határok közötti különbség eredményezte.

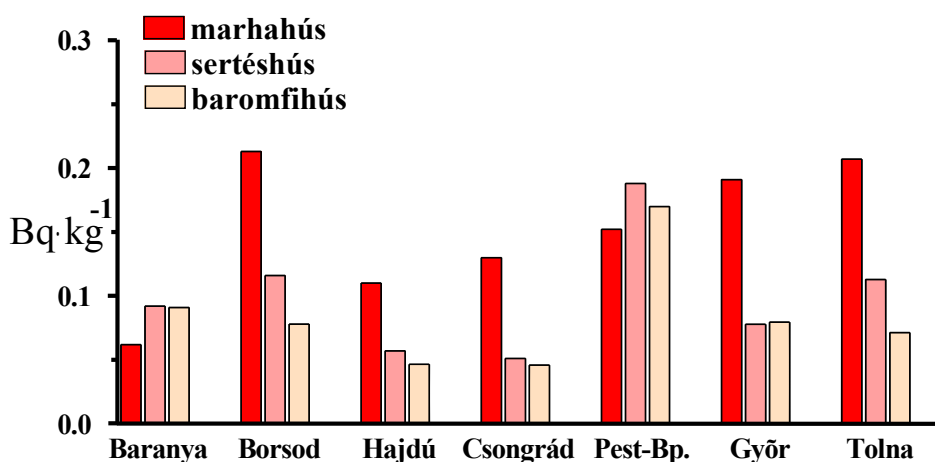
A szemes termények közül a laboratóriumokban rendszeresen a búza, rozs, árpa, rizs és kukorica radioaktivitását vizsgálják, illetve a belőlük készült kenyér

és egyéb pékáru ellenőrzését végzik. A gabonafélékről is elmondható, hogy a ^{137}Cs koncentrációja az utóbbi évekhez hasonlóan a vizsgált minták több mint 90%-ában már a kimutatási határ alatt maradt. A szemes termény kenyérré történő feldolgozása során a ^{137}Cs koncentrációja általában még tovább csökken. A gabonában és kenyérben mért ^{137}Cs -aktivitáskonzentrációk területi különbségeire a zöldség- és gyümölcsféléknél elmondottak érvényesek. 38 gabonamintában a ^{137}Cs koncentrációja 0,010-0,23 Bq·kg⁻¹ között változott, azonban ezek egyúttal a kimutatási határok közötti különbségek is. A vizsgált 31 kenyérmintában a koncentrációk majdnem minden esetben a kimutatási határ alattiak voltak (0,030-0,24 Bq·kg⁻¹).

Az állati eredetű élelmiszerek közül a húsfélék (sertés, marha, baromfi) ^{137}Cs koncentrációjának éves területi átlagai a 4. ábrán láthatóak. Az összesen 46 (rendre 15, 15 és 16 minta) gamma-spektrometriai

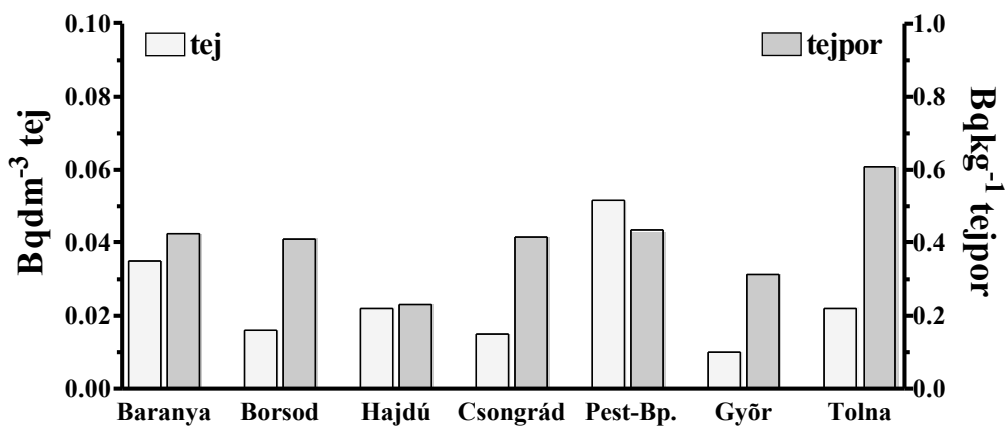
elemzése szerint az egyedi ^{137}Cs értékek a 0,040-0,25 Bq·kg⁻¹ tartományba estek, ami a minták mintegy felénél ténylegesen mért értékeket jelent. A különféle húsok

aktivitáskonzentrációinak éves, országos átlagai alig különböztek (rendre 0,10; 0,15 és 0,080 Bq·kg⁻¹).



4. ábra Húsfélékben mért ^{137}Cs aktivitáskonzentrációk éves területi átlagai

Fig. 4: Annual regional average values of ^{137}Cs activity concentrations of beef (red), pork (pink) and poultry meat (pale pink)



5. ábra. Tej- és tejporban mért ^{137}Cs aktivitás-konzentrációk éves területi átlagai

Fig. 5: Annual regional average values of ^{137}Cs activity concentrations of fresh milk (white, left ordinate) and milk powder (grey, right ordinate)

Tejből és tejtermékekből (sajt, túró és tejpor) összesen 422 mintát vizsgáltak a hálózat laboratóriumi (a gamma-spektrometriai eredmények száma ennél jóval kisebb, 62 volt). Az egyedi tejmintákat időszakonként egyesítve és előkoncentrálva, 10-12 liternyi nyerstejnek megfelelő mintákból végezték el a gamma-spektrometriai elemzést. Az egyesített tejmintákban végzett mérések eredményei a 0,0070-0,065 Bq·dm⁻³ koncentráció tartományba estek. (Az esetek 72%-ában a ¹³⁷Cs-koncentráció a kimutatási határnál kisebb volt.) Az ország területére vonatkozó éves átlag 0,045 Bq·dm⁻³. Az ország területén mért legnagyobb érték nyerstejre 0,065 Bq·dm⁻³ volt. Ez az adat jóval kisebb mint a 2005-ben mért maximum (0,25 Bq·dm⁻³). A sajtban és túróban mért ¹³⁷Cs aktivitáskoncentráció éves, országos átlaga a tejnél magasabb, 0,15 és 0,11 Bq·kg⁻¹ volt. A tejporban – a technológiából eredő koncentráció miatt – a tejnél közel tízszer nagyobb, 0,40 Bq·kg⁻¹ átlagos aktivitáskoncentrációt mértek. A tejszárban és tejporban mért ¹³⁷Cs koncentrációk éves átlagértékeinek területi eloszlását mutatja az 5. ábra.

2004-től a decentrumonként összesített tejmintákból negyedéves gyakorisággal ⁹⁰Sr meghatározásokat is végeztek. Az országos éves átlag 2006-ban 0,026 Bq·dm⁻³ volt, amely hasonló a 2005. évi értékhez (0,020 Bq·dm⁻³).

2004-ben megkezdték a közétkeztetésből mintázott vegyes élelmiszer féléves gyakoriságú radiológiai vizsgálatát. A minták ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációja a 0,0054-0,063 Bq·nap⁻¹ tartományban változott, 0,020 Bq·nap⁻¹ országos, éves átlaggal; a ⁹⁰Sr aktivitáskoncentráció éves országos átlaga 0,030 Bq·nap⁻¹ volt.

Az összes-béta mérések eredményeit (mintaszámok, az aktivitáskoncentrációk terjedelme az egyedi mintákra és a negyedéves területi átlagokra vonatkozóan, valamint az egyedi mérések országos átlaga) az I. táblázat, a ¹³⁷Cs -mérések hasonlóan csoportosított eredményeit a II. táblázat foglalja össze. A III. táblázat a ⁹⁰Sr és ³H mérések eredményeit tartalmazza, feltüntetve a mintaszámot, az egyedi minták és a negyedéves, valamint féléves átlagok terjedelmét valamint az egyedi minták eredményei alapján képzett országos éves átlagokat Bq·dm⁻³, illetve Bq·nap⁻¹ egységekben. Amint azt már korábban említettük, a minták jelentős részénél a kimutatási határral figyelembe vett értékek miatt az átlagos ¹³⁷Cs -koncentrációk általában felülbecsültek. (Megjegyezzük, hogy a Budapesti ¹³⁷Cs – aktivitás koncentrációk az OSSKI mérési eredményei, mivel a fővárosi laboratórium gamma-spektrométerének meghibásodása miatt méréseket nem tudtak végezni, továbbá a korábbi Baranya megyei decentrum területén a minták begyűjtését, előkészítését és mérését a Tolna megyei laboratóriumban végezték.)

A talaj ¹³⁷Cs aktivitáskoncentrációjából származó külső sugárterhelés becsléséhez 0,1 nSv·h⁻¹·Bq⁻¹·kg⁻¹ értékű konverziós tényezőt és 0,8, illetve 0,2 értékű korrekciós tényezőket - épületben tartózkodás időhányada és árnyékolási tényező – használtunk⁴. I. TÁBLÁZAT: Az Egészségügyi Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) által 2006-ban elvégzett összes-béta aktivitáskoncentráció-mérések száma, az egyedi minták koncentrációi és a negyedéves területi átlagok terjedelme, az egyedi minták alapján képzett országos átlag (Bq·kg⁻¹, illetve Bq·dm⁻³, ha másként nincs jelölve)

TABLE I: Number of gross-beta activity measurements performed by the laboratories of NPHMOS in 2006; activity concentration ranges of individual samples and quarterly regional averages; country averages of individual samples in Bq·kg⁻¹ or Bq·dm⁻³ units (if not indicated otherwise)

Környezeti elemek / Environmental and food samples	N	Egyedi minták/ Individual samples min.- max.	Negyedéves átlag/ Quarterly averages min.- max.	Egyedi minták átlaga / Mean of individual samples
Aeroszol, mBq·m ⁻³	525	0,31-130	1,9-14	3,6
Fallout, Bq·m ⁻² ·(30	123	0,88-48	2,0-28	9,3
Folyóvíz/ River water	261	0,030-0,71	0,090-0,35	0,17
Állóvíz / Lake water	83	0,020-1,8	0,070-0,70	0,32
Ivóvíz / Tap water	144	0,010-0,79	0,040-0,21	0,11
Talaj / Soil	47	86-950	260-740	470
Fű, takarmány /Grass,	83	84-1200	84-960	450
Zöldség /Vegetables	171	20-180	37-94	71
Gyümölcs / Fruit	167	11-160	16-67	49
Gabona /Cereals	53	18-170	20-160	103
Kenyér /Bread	121	12-61	27-53	36
Tej / Milk	302	18-57	35-50	44
Sajt /Chees	45	6,5-59	14-42	25
Túró /Curd	45	7,5-43	14-43	27
Tejpor /Milk powder	30	210-640	250-640	440
Sertéshús /Pork	55	51-140	65-130	94
Marhahús /Beef	56	51-150	61-110	88
Baromfihús /Poultry	56	56-120	65-110	91
Vegyes élelmiszer, Bq· nap-1	2	30-48	30-48	39
Tojás /Egg	47	12-52	30-44	37
Ásványvíz /Mineral	37	0,060-0,40	0,060-0,40	0,15

II. TÁBLÁZAT: Az Egészségügyi Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) által 2006-ban elvégzett ^{137}Cs aktivitáskoncentráció-mérések száma, az egyedi minták koncentrációi és a negyedéves területi átlagok terjedelme, az egyedi minták alapján képzett országos átlag ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$, illetve $\text{Bq}\cdot\text{dm}^{-3}$, ha másként nincs jelölve)

TABLE II: Number of ^{137}Cs activity concentration measurements performed by the laboratories of NPHMOS in 2006; activity concentration ranges of individual samples and quarterly regional averages; country averages of individual samples in $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ or $\text{Bq}\cdot\text{dm}^{-3}$ units (if not indicated otherwise)

Környezeti elemek / Environmental and food samples	N	Egyedi minták/ Individual	Negyedéves átlag/ Quarterly	Egyedi minták átlaga / Mean of individual samples
Aeroszol, $\text{mBq}\cdot\text{m}^{-3}$	224	0,00020-0,019	0,00070-0,0080	0,0044
Fallout, $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(30$	107	0,0010-7,2	0,0070-2,4	0,30
Folyóvíz/ River water	34	0,0010-0,060	0,0020-0,060	0,0080
Ivóvíz / Tap water	11	0,0020-0,010	0,0030-0,010	0,0060
Talaj / Soil	70	0,69-34	2,2-20	9,5
Fű, takarmány /Grass,	24	0,063-2,9	0,070-2,9	0,71
Zöldség /Vegetables	48	0,010-0,30	0,010-0,24	0,070
Gyümölcs / Fruit	49	0,010-0,30	0,010-0,23	0,060
Gabona /Cereals	38	0,010-0,23	0,010-0,22	0,10
Kenyér /Bread	31	0,030-0,24	0,030-0,16	0,080
Tej / Milk	25	0,0070-0,065	0,0070-0,065	0,045
Sajt /Chees	14	0,0050-0,31	0,0050-0,31	0,15
Túró /Curd	11	0,010-0,26	0,010-0,26	0,11
Tejpor /Milk powder	12	0,0050-0,97	0,0050-0,97	0,40
Sertéshús /Pork	15	0,040-0,23	0,050-0,23	0,10
Marhahús /Beef	15	0,030-0,25	0,030-0,25	0,15
Baromfi /Poultry	16	0,040-0,25	0,040-0,25	0,080
Vegyes élelmiszer, $\text{Bq}\cdot$ nap-1	10	0,0054-0,063	0,0054-0,06	0,020
Tojás /Egg	15	0,010-0,16	0,010-0,16	0,060
Ásványvíz /Mineral	2	0,010-0,040	0,010-0,040	0,020

A beléggzéssel, élelmiszerrel, illetve ivóvízzel a szervezetbe került ^{137}Cs által a hazai lakosságot érő évi effektív dózis becsléséhez a II. táblázatban közölt ^{137}Cs -koncentrációkból indultunk ki. (Az ivóvíz esetében annak 3H -tartalmát is figyelembe vettük, $0,65 \text{ Bq}\cdot\text{dm}^{-3}$ átlagos koncentrációt feltételezve.) A számításokat a megfelelő dóziskonverziós tényezők⁵ és a

következőkben felsorolt beléggzési⁶, ivóvíz-⁶ és élelmiszer-fogyasztási adatok⁷ felhasználásával végeztük el: léggézteljesítmény $8400 \text{ m}^3\cdot\text{év}^{-1}$, az egy főre jutó ivóvízfogyasztás $600 \text{ dm}^3\cdot\text{év}^{-1}$, tej és tejtermék $83 \text{ kg}\cdot\text{év}^{-1}$, hús és húskészítmény $59 \text{ kg}\cdot\text{év}^{-1}$, cereáliák $71 \text{ kg}\cdot\text{év}^{-1}$, zöldségfélék $60 \text{ kg}\cdot\text{év}^{-1}$, gyümölcsfélék $59 \text{ kg}\cdot\text{év}^{-1}$.

III. TÁBLÁZAT: Az Egészségügyi Mérő- és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) által 2006-ban meghatározott 90Sr és 3H aktivitás-koncentráció-mérések száma, az egyedi minták koncentrációi és a féléves területi átlagok terjedelme, az egyedi minták alapján képzett országos átlag (Bq·dm⁻³, ha másként nincs jelölve)

TABLE III: Number of 3H and 90Sr activity concentration measurements performed by the laboratories of NPHMOS in 2006; activity concentration ranges of individual samples and half-yearly regional averages; country averages of individual samples in Bq·dm⁻³ units (if not indicated otherwise)

Környezeti elemek / Environmental and food samples	N	Egyedi minták/ Individual samples min.- max.	Negyedéves átlag/ Quarterly averages min.- max.	Féléves átlag/ Half- year mean min.- max.	Egyedi minták átlaga/ Mean of individual samples
Tej / Milk (Sr-90)	22	0,0020-0,10	0,0020-0,10		0,026
Ivóvíz / Tap water (Sr-90)	34	0,00050- 0,067		0,00050- 0,030	0,0090
Vegyes élelmiszer / Mixed food (Sr-90), Bq·nap-1	11	0,0060-0,060		0,0060-0,060	0,030
Ivóvíz / Tap water (H-3)	30	0,15-1,7		0,15-1,6	0,65

A fenti adatok segítségével becsült, mesterséges forrásokból eredő éves sugárterhelés összetevőit a IV. Táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból láthatóan a talaj mesterséges eredetű sugárzásából a hazai lakosságot érő külső sugárterhelés 3,0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{év}^{-1}$, míg a levegő, élelmiszerek és ivóvíz ¹³⁷Cs szennyezettsége -- az utóbbinál a 3H koncentrációjával is számoltunk -- révén kapott belső

sugárterhelés mindössze 0,42 $\mu\text{Sv}\cdot\text{év}^{-1}$ nagyságú. Összességében a mesterséges forrásokból származó 3,4 $\mu\text{Sv}\cdot\text{év}^{-1}$ járulékos sugárterhelés elhanyagolhatóan kicsi a természetes forrásokból eredő, világátlagként⁴ elfogadott 2,0 mSv·év⁻¹ és a hazai felmérések alapján^{8,9,10} becsült 3,1 mSv·év⁻¹ természetes forrásokból eredő átlagos lakossági sugárterhelés mellett.

IV. TÁBLÁZAT: Mesterséges radionuklidoktól (^{137}Cs és ^3H) származó külső és belső lakossági sugárterhelés 2006-ban

TABLE IV: External and internal radiation doses to the population due to artificial radionuclides (^{137}Cs and ^3H) in 2006

Besugárzási útvonal /Exposure pathway	Effektív dózis, /Effective dose $\mu\text{Sv}\cdot\text{év}^{-1}$
Külső sugárforrás: /External dose	
- Talajfelszín (^{137}Cs) /on the ground	3,0
Belső sugárforrás: /Internal dose	
- Inhaláció /Inhalation (^{137}Cs)	0,001
- Ivóvíz /Drinking water (^3H + ^{137}Cs)	0,054
- Zöldség /Vegetables (^{137}Cs)	0,054
- Gyümölcs /Fruit (^{137}Cs)	0,046
- Cereáliák /Cereals (^{137}Cs)	0,092
- Hús /Meat (^{137}Cs)	0,068
- Tej-, tejtermék /Milk and milk products (^{137}Cs)	0,110
Belső sugárforrások összesen: /Total internal dose	0,42
Mindösszesen: /Sum of external and internal doses	3,4

IRODALOM

1. Kerekes A., Bokori E. és mtsai: Környezeti sugáregészségügyi mérési eredmények 2005-ben, Egészségtudomány 2006. 50. 149-161.
2. World Health Organization, Guidelines for Drinking-Water Quality, Second Edition, Volume 1, Recommendations, Geneva, 1993.
3. Kerekes A. (szerk.) HAKSER 2005, A Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer 2005. évi jelentése, OKK-OSSKI, Budapest 2006. június
4. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1993 Report to the General Assembly, United Nations, New York 1993.
5. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA Safety Series No. 115, Vienna 1996.
6. Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, IAEA Safety Report Series No. 19, Vienna 2001.
7. Magyar Statisztikai Évkönyv 2000, KSH, Budapest 2001.
8. Turai I.: Sugáregészségügyi ismeretek, Medicina Könyvkiadó Rt, Budapest 1993.
9. Nikl I.: A népesség természetes forrásokból eredő sugárterhelése, Egészségtudomány, 1999. 43. 29-35.
10. Köteles György (szerk): Sugáregészségtan, Medicina Könyvkiadó Rt, Budapest 2002.

ANDOR KERÉKES, EDIT BOKORI, JUDIT GUCZI, ISTVÁN TURAI ET AL.: "Frederic Joliot-Curie" National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene (NRIRR) Results of environmental radiohygienic measurements in Hungary in 2006

1221 Budapest, Anna u. 5.

tel: (36-1) 482-2001

fax: (36-1) 482-2002

e-mail: Turai@oski.hu

Abstract: Laboratories of the Radiological Monitoring and Data Acquisition Network act within the organisational frame of the National Public Health and Medical Officers Service (NPHMOS). Tasks of the Network are in connection with duties of the Ministry of Health in the field of environmental radiation protection and radiation hygiene in normal situation and radiological emergency, as well. The monitoring program includes measurement of samples - ie. aerosol and fall-out, surface waters, soil and vegetation, food and feedstuff, drinking water - and radionuclides necessary for direct or indirect estimation of the radiation burden to the population. Beside of gross beta measurements used for screening purposes, Laboratories of Network perform nuclide specific investigations by gamma-spectrometry, mainly. Following the enforcement of the Governmental Decree No. 275/2002 tritium monitoring in drinking water and measurement of ^{90}Sr concentration in drinking water, milk and mixed diet are performed, as well. The annual monitoring program suggested by the "Frederic Joliot-Curie" National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene (NRIRR) is approved by the Office of the Chief Medical Officer of NPHMOS. Monitoring results are collected and evaluated by the NRIRR, which is responsible for the co-ordination and professional supervision of the Network. Based on the study results estimation of doses to the members of the population due to man-made radiation sources, especially due to ^{137}Cs originated from the Chernobyl accident, is performed yearly by NRIRR using inhalation rates, food and drinking water consumption rates, as well as inhalation and ingestion dose factors.

Altogether 3020 samples were analyzed by the Laboratories of the Network in 2006. From the evaluation of data and comparison with previous results it can be concluded, that the activity concentration of ^{137}Cs decreases gradually in foodstuffs, while the gross beta activity remained approximately on the same level in recent years. The average effective dose to the Hungarian population from man-made sources was assessed as $3.4 \mu\text{Sv}\cdot\text{y}^{-1}$ in 2006, which is approximately one thousandth part of the $3.1 \text{mSv}\cdot\text{y}^{-1}$ dose to the home population from natural radiation sources.

The special monitoring program introduced following the serious incident at the Paks NPP in April 2003 was continued in 2006 with a reduced capacity. The investigations did not indicate any increase neither in weekly aerosol samples nor in ambient gamma dose rates. Based on these scientific measurement data population can be objectively informed about the lack of any hazard from environmental radioactivity.

Continuous capability of Radiological Monitoring and Data Acquisition Network to promptly assess the increase of environmental radioactivity levels and radiation burden to the population in nuclear accidents or radiological emergencies is a very important role of maintaining regular environmental radioactivity monitoring in normal operational situation.

Keywords: radiological monitoring network, environmental radioactivity, dose contribution to the Hungarian population by environmental radioactive contamination.
