

A KÖRNYEZETVÉDELMI SZOLGÁLAT

2008. ÉVI JELENTÉSE



AEKI-KSZ-2009-387-00/01/000

Dr. Sági László

Budapest, 2009. március 30.

A leírásban foglaltak a KFKI Atomenergia Kutatóintézet szellemi tulajdonát képezik. Illetéktelen felhasználásuk tilos!
The material is the intellectual property of the KFKI Atomic Energy Research Institute. Unauthorised use is not permitted.

Közreműködők:

Bagi Gézáné

Bodor Károly

Csada Gabriella

Dudás István

Harangozó Imréné

Horváth Roland

Krebsz Ákos

Krebsz István

Mészáros Mihály

TARTALOM

ELŐSZÓ	4
1. FELADATAINK	5
2. FOLYAMATOS (ON-LINE) MÉRÉSEK	7
2.1 DÓZISTELJESÍTMÉNY MÉRÉSEK	7
2.2 METEOROLÓGIAI MÉRÉSEK	9
2.3 REFERENCIA ÁLLOMÁS.....	9
2.4 LÉGKÖRI KIBOCSÁTÁSMÉRÉSEK.....	12
3. MÉRÉSEK MINTAVÉTELEZÉSEL	13
3.1 LEVEGŐ	13
3.2 LÉGKÖRI KIHULLÁS MÉRÉSEK.....	17
3.3. SZENNYVÍZ.....	17
4. FILMDOZIMETRIA	20
5. SZEMÉLYI, BALESETI ÉS MUNKAHELYI DOZIMETRIA	21
5.1 SZEMÉLYI ÉS BALESETI DOZIMETRIA	21
5.2 MUNKAHELYI DOZIMETRIA	23
5.3 A DÓZISOK MEGHATÁROZÁSA	23
6. KÖZPONTI IZOTÓPRAKTÁR (KIR)	25
6.1 A RADIOAKTÍV ANYAGOK KEZELÉSE	25
6.2 A HASADÓANYAGOK NYILVÁNTARTÁSA	25
7. KAPCSOLAT AZ ORSZÁGOS KÖRNYEZETI ÉS SUGÁRZÁSVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZERREL (OKSER)	26
8. EGÉSZTESTSZÁMLÁLÓS MÉRÉSEK	28
9. BESUGÁRZÓ HELYSÉG (PAVILON)	29
10. MOZGÓLABORATÓRIUM	30
11. A KÖRNYEZETVÉDELMI SZOLGÁLATON TOVÁBBI VÁRHATÓ FEJLESZTÉSEK	33
12. ELŐADÁSOK, PUBLIKÁCIÓK	33
Ábrák	33
Táblázatok	51
Térképek	62

Előszó

1959-ben helyezték üzembe KFKI Kutatóreaktort, majd megindult az izotópgyártás. Az intézet vezetősége – mérlegelve a potenciális veszélyt – 1960-ban létrehozta a Sugárvédelmi Osztályt. Évek során a sugárforrásokkal kapcsolatos tevékenységek (izotópraktározás, fűtőelem tárolás stb.) tovább bővültek a telephelyen, ez szükségessé tette a munkahelyi sugárvédelem mellett a környezet fokozottabb ellenőrzését. A levegő radioaktív szennyezettségének ellenőrzése egyre korszerűbb módszerekkel 48 éve folyamatosan történik. A telephely III. számú épületében létrehozott központi adatgyűjtő jelenlegi formájában 18 éve folyamatosan üzemel. Az országos szinten egyedülálló lefedettségű mérőhálózat dózisteljesítmény adatai az interneten is elérhetőek. A nap 24 órájában tartott ügyeleti rendszer biztosítja a környezet folyamatos ellenőrzését. A Környezetvédelmi Szolgálat környezetellenőrző rendszere egy korszerűbb mérőállomással bővült. A Paksi Atomerőmű környezetében a közelmúltban megépült mérőállomással egyenértékű referencia állomás mellett létesült meteorológiai állomás országos szinten is kiemelkedő színvonalon biztosítja az időjárással kapcsolatos adatgyűjtést. A Szolgálat továbbra is ellátja az intézet dolgozóinak személyi dozimetriával kapcsolatos ellenőrzését. A belső dózisterhelés ellenőrzésére az ország legkorszerűbb egésztest-számláló berendezése szolgál, mely a személyi neutronozimetriával együtt akkreditált státuszt kapott a Nemzeti Akkreditáló Testülettől. Szolgálat munkájának lényeges szerepe van abban, hogy baleseti sugárterhelést senki sem szenvedett el. Az ellenőrzés kiterjed a környéken termesztett növényekre is. Az eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a közeli kertekben termelt zöldségfélét, gyümölcsöket bátran lehet fogyasztani, s hogy a kirándulókat nem fenyegeti radioaktív szennyeződés veszélye.

A mért adatok bekerülnek az **Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer Információs Központ (OKSER IK)** hálózatába, és így a Környezetvédelmi Szolgálat az OKSER fontos bázisává vált. A Szolgálat a Magyar Tudományos Akadémia **Ágazati Információs Központ (AKI)** szerepét is betölti. A 17 mérőállomás dózisteljesítmény adatai folyamatosan (on-line módon) a **Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Nukleáris Baleset Információs és Értékelő Központ-jába (NBIÉK)** kerülnek, így a Szolgálat a hazai nukleáris baleset-elhárítás egy igen fontos elemét is képezi az ország fővárosában.

Dr. Sági László

1. Feladataink

Az Atomenergia Kutatóintézet **Környezetvédelmi Szolgálat**a jelenlegi tevékenysége során biztosítja:

- a KFKI telephely nukleáris környezetellenőrzését (1. fénykép),
- a Központi Izotópraktár (továbbiakban KIR) kezelését,
- a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását,
- az egészségtest-számlálási méréseket,
- a személyi és munkahelyi dozimetriai szolgáltatást,
- a besugárzó laboratórium üzemeltetését,
- a folyamatos sugárvédelmi ügyeletet (munkaidőn kívül is);
- baleseti, illetve rendkívüli helyzetben a **Balesetelhárítási és Intézkedési Tervben (BEIT)** rögzítetteknek megfelelően vesz részt a felderítésben és az elhárításban, ezen tevékenységét egy jól felszerelt mozgólaboratórium is elősegíti.



1. fénykép: KFKI telephely környezetellenőrző rendszer

A fenti tevékenységek a minőségbiztosítási követelményeknek (ISO 9001) megfelelően, a mérőeszközök hitelesítése a Mérésügyi Törvény előírásait betartva történik.

A 2003. évben az egészszteszamláló és a személyi dozimetriai laboratóriumunk megkapta az akkreditált laboratóriumi minősítést. 2008. február 29-én a Nemzeti Akkreditáló testület felülvizsgálta és megújította a laboratórium minősítését.

A munkahelyek sugárvédelme a helyi vezetők felelősségi körében van. Ennek részleteit az 1997. januárjában megjelent Telephelyi Sugárvédelmi Szabályzat rögzíti, amely az intézetek igazgatóinak egyetértésével és jóváhagyásával született.

A 2008. november 19-én a hatóságnak benyújtott aktualizált Telephelyi Sugárvédelmi Szabályzatot az ÁNTSZ jóváhagyta.

Az Izotóp- és Felületkémiai Intézet (IKI) és az Izotóp Intézet Kft. épületeinél a környezeti légtér ellenőrzését és a dózisteljesítmények folyamatos regisztrálását - külön megállapodás alapján - a Környezetvédelmi Szolgálat végzi. Ehhez hasonlóan a Szolgálat munkaidőn kívüli sugárvédelmi ügyeletet lát el e szervezet területén is.

Felkérésre a Környezetvédelmi Szolgálat az egyes intézetek sugárvédelmi ellenőrzését is ellátta az elmúlt évekhez hasonlóan (pl. a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetben és a Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézetben, (továbbiakban MFA és SZFKI). Ennek keretében az ezen intézetekhez kerülő új dolgozók sugárvédelmi felkészítése, vizsgáztatása, illetve sugárvédelmi besorolása, valamint a besorolások megújítása megtörtént.

A környezetellenőrzés mellett TLD személyi egészszteszt gamma-dózisméréseket végeztünk a telephely három kutató intézetében (Atomenergia Kutatóintézet (AEKI), SZFKI, MFA) és az Üzemeltető Kft-ben (ÜKft.), valamint TLD személyi egészszteszt gamma- és neutron-dózisméréseket végzünk az AEKI Reaktor Üzem (RÜ) dolgozói részére. Folyamatos filmdozimetriai ellenőrzést, nyilvántartást biztosítunk az AEKI, az SZFKI, az MFA és az ÜKft. részére.

A környezet sugárzási adatait, illetve azok változásait széleskörű érdeklődés kíséri. A Környezetvédelmi Szolgálat fontos feladatának tartja ezen érdeklődés szakszerű kielégítését. A Környezetvédelmi Szolgálat honlapján (<http://kvsz.kfki.hu/~kvszhp>) egy év mérési adatai, egy külön lapon (148.6.176.241) pedig az aktuális dózisteljesítményadatok érhetők el. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatói képzésének része az AEKI sugárvédelmi rendszerének ismertetése. Az érdeklődőket igény esetén látogatóként fogadjuk és részletes tájékoztatással állunk rendelkezésükre.

2. Folyamatos (on-line) mérések

2.1 Dózisteljesítmény mérések

A telephely környezetellenőrző rendszerének gerincét alkotó mérőállomásokon elhelyezett GM-csőes mérőszondák (2. fénykép) segítségével határozzuk meg a telephely 17 pontján (további egy ponton közvetlenül a központi adatgyűjtő helyiségében) lévő pillanatnyi gamma-dózisteljesítményt. A referencia állomáson a gamma dózisteljesítmény mérés BITT szondával egészült ki (lásd 2.3 fejezet). A detektorjelek (impulzusok) telefonkábelén keresztül jutnak a központi adatgyűjtőbe (3. fénykép), ahol a mért adatok a feldolgozást követően megjelennek az adatgyűjtő monitorán, majd megtörténik a mágneses adatrögzítésük. Szignifikáns szintemelkedésre fény- és hangjelzés figyelmezteti az ügyeletet. Visszamenőleg az előző hat óra dózisteljesítménye állomásonként grafikusán jeleníthető meg az adatgyűjtő monitorán. A munkaidőn kívüli szintemelkedés esetén az ügyeletes szöveges üzenetben (SMS) értesítést kap az aktuális dózisteljesítményről.

A napi adatfeldolgozások során az elmúlt 24 óra méréseredményeiről (napi átlag, maximum, minimum, üzemképtelenség stb.) készítünk kimutatást. Hasonló jellegű kiértékelést készítünk a havi és az évi mérések eredményeiről.

Az egyes állomásokon mért tízperces értékeket archiváljuk, naponta kiértékeljük, kinyomtatjuk. A 17 mérőállomáson mért dózisteljesítményre vonatkozó statisztikai adatokat az I. táblázat tartalmazza.



2. fénykép. Mérőszonda a 7-es állomáson



3. fénykép. A központi adatgyűjtő

A mérőállomásokon és a mérési pontokon kéthavonta kiértékelésre kerülő termolumineszcens bura (TLB) dózismérőket is elhelyeztünk. Ezek áramforrást nem igénylő, passzív eszközök. Jelentőségük az esetleg kieső energiaellátástól való

független működésükben van. A kiértékelés a Pille mérőkészüléken történik (4. fénykép). A 2008. évre vonatkozó dózisméréseket mutatja be a II. táblázat.



4. fénykép. A Pille mérőkészülék

2.2 Meteorológiai mérések

A meteorológiai adatok közül a szélirány, szélesség és a légnyomás adatok kerültek folyamatosan mérésre és letárolásra. A szélmérő a III. épület tetőzetén a talajszint felett mintegy 15 m-es magasságban helyezkedik el. A 2008. évre vonatkozó gyakoriság értékeket mutatja be az 1. ábra. A korábban telepítetten kívül egy újabb meteorológiai állomás létesült, ennél tízpercenként kerülnek az adatok megjelenítésre. Ez az állomás alkalmas csapadék, páratartalom és több ponton történő hőmérsékletmérésre is. Ezen a meteorológiai állomáson a szélirány, szélesség mérés 10 m magasságban folyik.

2.3 Referencia állomás

A telephely északnyugati részén került telepítésre az új környezetvédelmi mérőállomás, amely – műszerettségében – a közelmúltban a Paksi Atomerőmű körül létesített környezetellenőrző állomásokkal egyezik meg, így azt joggal nevezhetjük referencia állomásnak. Az 5. fényképen bemutatott állomással 2006 őszétől folyamatosan működik az on-line kapcsolat, heti, illetve havi rendszeres mintacserével folynak az **off-line mérések** és a kiértékelések (lásd még a 3.1 fejezetet).

On-line mérések:

- folyamatos gammadózis teljesítménymérés BITT szondával (10 nSv/h-10Sv/h mérési tartományban),

The screenshot shows the 'BITT szonda' (BITT probe) data page in the 'Kibocsátás- és Környezetellenőrző Sugárvédelmi Rendszer 1.9.0' software. The interface includes a status bar at the top with 'A1 állomás', '2006.10.11.', '12:50:51', and '3:16'. Below this, there are several data fields for different probe models (00XS01R901, 00XS01R901XQ05, 00XS01R901XQ03, 00XS01R901XQ07, 00XS01R901XQ06) and their respective measurements: Dózis teljesítmény (90 nSv/h), Táp feszültség (11.90 V), Hőmérséklet (28.90 C), Nagyfeszültség (1700 V), and Áram (87.000 mA). There are also fields for Host Cím (0), Konfigurált Detektor Cím (999), and Detektor Cím (83). A 'Mérési Periódus' of 1 perc is shown. A table displays the 'Az utolsó 10 perc dózis teljesítmény értékei nSv/h' with values ranging from 89 to 93. A 'Státusz' section contains several unchecked checkboxes: 'Nincs kapcsolat a BITT szondával', 'Alacsony Dózis teljesítmény', 'Szenzor állapot', 'Battery Warning', and 'Low Battery'.

A BITT szonda által megjelenített adatok (a PC képernyőjén)

- folyamatos jód-távmérés (a levegő jódtartalmának meghatározására (aeroszol, elemi és szerves formában) béta plasztik és NaI detektorral.

A mérőállomás, az előzőekben felsorolt méréseket végző berendezéseken kívül, a következő egységeket tartalmazza:

- központi számítógép,
- szünetmentes tápegység,
- meteorológiai mérőállomás berendezései, (6. fénykép)
 - szélirány mérő,
 - szélsébség mérő,
- adatátviteli berendezés és szoftver.



5. fénykép. A referencia állomás

Az állomás dózis-teljesítménymérője és nagytérfogatú mintavevője, valamint a meteorológiai mérőállomás egységei is folyamatosan működnek.



6. fénykép. Szélirány és szélesség mérő a referencia állomáson

A referencia - mérőállomás 2008-ban további fejlesztések történtek

- A mérési adatok folyamatos archiválása a Szolgáltatón lévő számítógépre.
- A dózis-teljesítmény és egyéb szintemelkedésnél figyelmeztető jelzés kiépítése.

2.4 Légköri kibocsátásmérések

A Kutatóreaktor szellőzőkéménye az Izotóp Intézet Kft. és a Reaktor Üzem (RÜ) légforgalmát bocsátja ki. A reaktorágban elhelyezett jódmérők mérései alapján a RÜ nem bocsátott ki radiojódot. Az „izotópágban” a kibocsátott ^{131}I és ^{125}I mennyiségét a 2/a, 2/b. ábrán mutatjuk be. A mérést az Izotóp Intézet Kft. végezte, szakaszos mintavétellel. A mintavételezést a kéménybe kibocsátott levegőből, FPP-típusú (orosz gyártmányú) aeroszol szűrő és aktív szén szűrő segítségével végzik. A hatósági kibocsátási korlát (az Izotóp Intézet Kft. tevékenységéből):

$$^{131}\text{I}: 1,6 \cdot 10^{12} \text{ Bq /év}$$

$$^{125}\text{I}: 4,9 \cdot 10^{12} \text{ Bq /év.}$$

A tervezett kibocsátás értéke:

$$^{131}\text{I}: 5,1 \cdot 10^{10} \text{ Bq /év}$$

$$^{125}\text{I}: 4,9 \cdot 10^{10} \text{ Bq /év.}$$

A tényleges kibocsátás értéke:

$$^{131}\text{I}: 2,1 \cdot 10^{10} \text{ Bq /év}$$

$$^{125}\text{I}: 5,0 \cdot 10^8 \text{ Bq /év.}$$

A radioaktív nemesgáz mérésére vonatkozó adatok nem kerülnek az általunk üzemeltett adatgyűjtőbe, azonban a RÜ mérései alapján megállapítható, hogy az elmúlt évben kizárólag ^{41}Ar -t (levegő aktivációs termékét 4914 üzemóra mellett) összesen 42,2 TBq értékben regisztráltak. Hatósági kibocsátás korlát nemesgázokra vonatkozóan a RÜ ágban (50000 reaktor üzemórát feltételezve) 70 TBq/év.

3. Mérések mintavételezéssel

3.1 Levegő

A *négy aeroszol és fall-out mérőállomáson* a levegő radio aeroszol tartalmának meghatározása céljából folyamatos működésű mintavevőket üzemeltetünk. A mintagyűjtés az 1. állomáson heti, a 2., 5. és 6. állomáson napi (~100 m³/nap) rendszerességgel történik (7/a és 7/b. fénykép). Az 1., 2., 5. és 6. állomás mintái 72 órás pihentetést követően kerülnek összbéta mérésre. Szükség esetén elvégezzük a gamma-spektrometriai méréseket is. A mért értékeket a 3., 4/a, 4/b, 5/a, 5/b, 6/a, 6/b ábrákon foglaltuk össze.



7/a fénykép. A mintavevő



7/b fénykép: Aeroszol mintavevő

A **6. állomáson** háromrétegű szűrőt alkalmazunk a következők szerint:

1. üvegszál **aeroszol** szűrő (Ø37 mm, típusa: MN85/90),
2. vékonyrétegű réz-szulfid **elemi-jódgőz** szűrő (Ø37 mm, típusa PACI)
3. szén granulátum **szerves-jódgőz** szűrő – (65 g, típus: AC6120)

A háromrétegű szűrők cseréjét és kiértékelését az alábbiak szerint végezzük:

1. üvegszál aszrol szűrő cseréje **heti** rendszerességgel történik ($\sim 700 \text{ m}^3$ levegő) a Berthold LB-770 készüléken mért összbéta mérés grafikonja a 6/a, b ábrán látható,
2. vékonyréteg elemijódgőz szűrő cseréje **havi** rendszerességgel történik ($\sim 2500 \text{ m}^3$ levegő), a Berthold LB-770 készüléken mért összbéta mérés grafikonja a 7/a ábrán látható,
3. aktív szén granulátum szerves-jódgőz szűrő cseréje **havi** rendszerességgel történik ($\sim 2500 \text{ m}^3$ levegő), a gamma-spektrometriai analízissel végzett minta kiértékelésének grafikonját a 7/b ábra mutatja.

Az **1. állomáson** aktívszenes ($\text{Ø}200 \text{ mm}$, típusa J42) patronnal ellátott nagytérfogatú levegőmintavevőt üzemeltetünk (8/a. fénykép). A patronrt $\sim 10.000 \text{ m}^3$ levegő átszívása után, **hetenként** cseréljük és mérjük. A patronra kerülő levegő aszrol tartalmát egyrétegű aszrol szűrővel ($\text{Ø}37 \text{ mm}$, MN/85/90) választjuk le és a szűrőanyag aktivitását mérjük. A kétfajta minta mérése megadja a gőz- és szerves fázisban levő és az aszrolhoz kötött ^{131}I és ^{125}I aktivitást. A heti rendszerességű gamma-spektrometriás mérési eredményeket a 8/a, 8/b, 8/c, 8/d, ábrán mutatjuk be.



8/a. fénykép. Nagytérfogatú mintavevő az 1. állomáson



8/b fénykép. Nagytérfogatú mintavevő a referencia állomáson

A **referencia állomáson** a nagytérfogatú levegőmintavevő három rétegű (8/b. fénykép):

- aktív szenes patron a szerves-jódgőz szűrő (500 g, típusa:KNT-5)
- vékonyrétegű réz-szulfid elemi-jódgőz szűrő (Ø197 mm, típusa PACI)
- üvegszálal aeroszol szűrő (Ø197 mm, típusa MN/85/90).

Az állomás kísérleti üzemmód után, folyamatosan 2006. novembertől működik.

A nagytérfogatú levegőmintavevőt ~4700 m³ levegő átszívása után **hetente** cseréljük és mérjük. A nagytérfogatú szén levegőszűrő gamma-spektrometriás mérési eredményének adatait a 9/a, 9/b, 9/c, 9/d, 9/e, és a 9/f ábrák, valamint a 10/a, 10/b, 10/c és a III. táblázat mutatja, ahol összehasonlítottuk az 1. állomás azonos heti mérési adataival. Az értékekből kiolvasható, hogy a referencia állomás aktivitás értékei *átlagban* magasabbak az 1. állomás ugyanazon mintákra vonatkozó értékeinél. A mintavételi eljárás szinte teljesen azonos, és a mérési folyamat, illetve a kiértékeléshez használt paraméterek is megegyeznek. Az eltérés feltételezhetően az állomások különböző elhelyezkedésével, illetve a mintavétel részleteivel magyarázható. Az 1. állomás egy fákkal, bokrokkal borított területen, több épület közelében található, még a referencia állomás egy üres, fűvel borított tisztásra lett telepítve, közelében sem fák, sem épületek nem találhatók. (9/a, b. fénykép). Az eredményekben különbségeket okozhat továbbá, hogy a referencia állomáson lassúbb a levegő átszívási sebessége.



9/a. fénykép. Az 1. állomás



9/b. fénykép. A referencia állomás

A referencia állomáson folyamatos levegő-mintavevő is működik: (10. fénykép)

- üvegszálal aeroszol (szűrő (Ø30 mm, típusa MN85/90),
- vékonyrétegű réz-szulfid elemi-jódgőz szűrő (Ø30 mm, típusa PACI).

A folyamatos levegő-mintavevő aeroszol és elemi jód szűrőit ~ 280 m³ levegő átszívása után havonta cseréljük és mérjük a Berthold LB-770 készüléken

- szén granulátum patront, **szerves-jódgőz** szűrőt (típusa:AC6120) csak szükség szerint cseréljük, illetve végezzük el a gamma-spektrometriai mérésüket.



10. fénykép: Folyamatos levegő mintavevő a referencia állomáson

A szűrőkön felhalmozódott aktivitások ellenőrzése folyamatosan történik. Az aeroszol és az elemi-jódgőz ellenőrzését plasztik szcintillátorral, az aktívszenes szűrőt NaI szcintillátorral gamma-spektrometriásan végezzük. Az előbbieket összbéta aktivitása, az utóbbiak gamma-spektruma jelenik meg a mérőállomás és a Szolgálat számítógép monitorán.

3.2 Léggöri kihullás mérések

A léggöri kihullás – a radioaktív anyagok levegőből történő kiülepedésének – meghatározása az aeroszol és fall-out mérőállomásokon gyűjtött minták (11. fénykép) laboratóriumi feldolgozásával és azt követően gamma-spektrometriai mérésével történik (11. ábra, valamint a IV. táblázat).



11. fénykép. Fall-out mintavétel az 1. állomáson

3.3. Szennyvíz

A telephelyen levő sugárveszélyes munkahelyek radioaktív kibocsátása saját felelősségi körükbe tartozik. A telephely radioaktív szennyvízkibocsátói a hatóság szempontjából egyetlen jogi személynek tekintendők.

A KFKI intézetek egyesített szennyvízkibocsátásának ellenőrzését a Környezetvédelmi Szolgálat végzi.

A telephelyről eltávozó szennyvíz radioaktív szennyezettségének ellenőrzésére a telekhatár közelében, a két utolsó szennyvízakna közötti csatornarendszer fölé telepített mérő- és mintavevő állomás szolgál (12. fénykép).



12. fénykép. Folyamatos és szakaszos mintavevő berendezés a szennyvíz-mintavevő állomáson

Az állomás lehetővé teszi:

- az eltávozó szennyvíz béta- és gamma-aktivitásának folyamatos mérését,
- az aktivitáskoncentráció emelkedésekor az automatikus vagy kézikapcsolású mintavételt,
- a 24 órás átlagminta vételét.

A napi átlagos kibocsátási aktivitáskoncentráció meghatározására a 24 órás átlag vízmintából preparátumot készítünk. Ennek összbéta aktivitását ^{90}Sr - ^{90}Y izotópra vonatkoztatva határozzuk meg egy 10 mérőhelyes gázáramlásos proporcionális számlálóval (BERTHOLD LB 770, 13. fénykép).



13. fénykép. A 10 mérőhelyes gázáramlásos proporcionális számláló az összbéta aktivitás mérésére

Ha az összbéta aktivitáskoncentráció eléri a 20 mBq/cm^3 -t, akkor gamma-spektrometriai analízist végzünk nuklid azonosítás és a kibocsátó forrás megkeresése céljából.

Az eltávozó szennyvíz összbéta-aktivitásának időfüggését a 12/a, 12/b. ábrán foglaltuk össze. A heti átlagmintákból az eltávozó szennyvíz trícium aktivitáskoncentrációját is meghatároztuk (13. ábra) a TRICARB készülékkel (14. fénykép).

A várhatóan nagyobb mennyiségű és aktivitáskoncentrációjú szennyvizet kibocsátó létesítmények közelében külön szennyvízkezelő aknák vannak (RÜ, KIR). Az említett létesítményekben kettős szennyvíz-lefolyórendszer található. Az „aktív” lefolyórendszer olyan aknába vezet a szennyvizet, ahonnan az csak radioaktív szennyezettség ellenőrzés után, megfelelő kezelést követően kerülhet a városi közcsatorna hálózatba. Szükség esetén – az IKI-ben – mód van a szennyvíz szilárd radioaktív hulladékká alakítására is.

A kibocsátható nuklidspecifikus aktivitáskoncentrációkat az Országos Tisztiorvosi Hivatal által megszabott dózismegszorítás értékéből származtattunk.



14. fénykép. TRICARB készülék a kisenergiájú béta-sugárzás mérésére

4. Filmdozimetria

Személyi dozimetriai szempontból 2008-ben az alábbi szervezetek tartoztak hozzánk:

Atomenergia Kutatóintézet (AEKI)

Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet (MFA),

Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet (SZFKI), és az

Üzemeltető Kft. (ÜKft.).

A 2008. év során összesen 949 filmnek az Országos Közegészségügyi Központ Országos Sugárbiológiai Sugáregészségügyi Kutató Intézetben (OKK OSSKI) történő kiértékelését szerveztük meg az alábbi megoszlásban:

AEKI :	666 db,
MFA :	50 db,
SZFKI:	194 db,
ÜKft :	24 db.
Nem intézeti dolgozók:	21 db

A kimutatási határ (0,2 mSv/hó) feletti esetek számát az alábbi táblázat mutatja:

Dózis [mSv(Hp10)]	Eset
0,1-0,2	
0,2-0,3	13
0,3-0,4	6
0,4-0,5	1
>0,5-0,6	2
>0,6-0,7	2
>0,7-0,8	1
>0,8-0,9	1
>0,9-1,0	-
>1,0-1,2	-
>1,2-1,4	-
>1,4-1,6	1
>1,6-1,8	-
>1,8-2,0	-
>2,0-2,2	-
>2,2-2,9	-
Nem értékelhető	7

Megjegyzés: a dóziskorlát: 20 mSv/év (öt év átlagában)

5. Személyi, baleseti és munkahelyi dozimetria

5.1 Személyi és baleseti dozimetria

2003. júniusától a Szolgáltatón bevezetésre került egy új típusú termoluminiszcens dozimetriai módszer. A dozimetriai mérések a lehetséges sugárzástípusok alapján 2 különböző típusú doziméterrel történnek. A TLD-100/8814 típusú doziméter gamma, a TLD-7776/8814 gamma és neutron sugárzás külön-külön történő meghatározására alkalmas. A kiértékelésre Harshaw 6600 típusú kiértékelő berendezést használunk (15.fénykép). 2003. szeptemberétől a reaktorcsarnokban dolgozók a 16/2000 EüM rendelet alapján gamma és neutron sugárzás mérésére alkalmas dozimétereket viselnek, melyek mérése és kiértékelése akkreditált módon folyik. A TLD-k

előkészítését, cseréjét és kiértékelését kéthavonta (ill. szükség esetén soron kívül) végezzük.

Az AEKI Reaktorüzem dolgozóinak éves személyi dózis eloszlását a 14/a ábra mutatja.

A szervezetek dolgozóinak személyi doziméterekkel kéthavonta mért gamma és neutron sugárzásból eredő összesített dózis eloszlását a V. táblázat mutatja.

2003. szeptemberétől kezdődően kísérleti jelleggel, 2004. januárjától pedig rutinszerűen alkalmazzuk a Harshaw típusú TLD 7776/8814 és a TLD-100/8814 dozimétereket (16. fénykép). Ezek mérési tartománya 10 μ Gy-tól 20 Gy-ig terjed. A TLD-100/8814 gamma dózis meghatározására szolgál. A TLD 7776/8814 detektor alkalmas arra, hogy kevert neutron és gamma sugárzási térben a munkaszintet jelentősen meghaladó neutron és gamma dózisokat egymástól elkülönülten határozza meg.



15. fénykép. Harshaw 6600 kiértékelő berendezés

5.2 Munkahelyi dozimetria

A fokozottan veszélyes munkahelyeken, a reaktor csarnok meghatározott pontjain és a Központi Izotópraktárban kéthavonta cserélendő gamma és neutron sugárzásra érzékeny TLD-7776/8814 típusú detektorokat helyeztünk el. Ezek kiértékelése a személyi doziméterekkel azonos módon történik.

A munkahelyi doziméterekkel mért gamma-, neutron dózisok a 14/b, valamint a VI. táblázaton olvasható le.

5.3 A dózisok meghatározása

A TLD-7776/8814 doziméter(4 elemű): három $^7\text{LiF:Mg,Ti}$ detektort tartalmaz az 1, 2, 3-as pozíciókban, ahol réz + akrilnitril Butadién Sztiroil terpolimer (ABS), ABS+ politetra fluoretilén (PTFE) árnyékolások vannak elhelyezve, valamint egy pozíció árnyékolás nélkül (fóliával letakarva) van. A negyedik pozícióban ABS filter található $^6\text{LiF:Mg,Ti}$ detektorral.

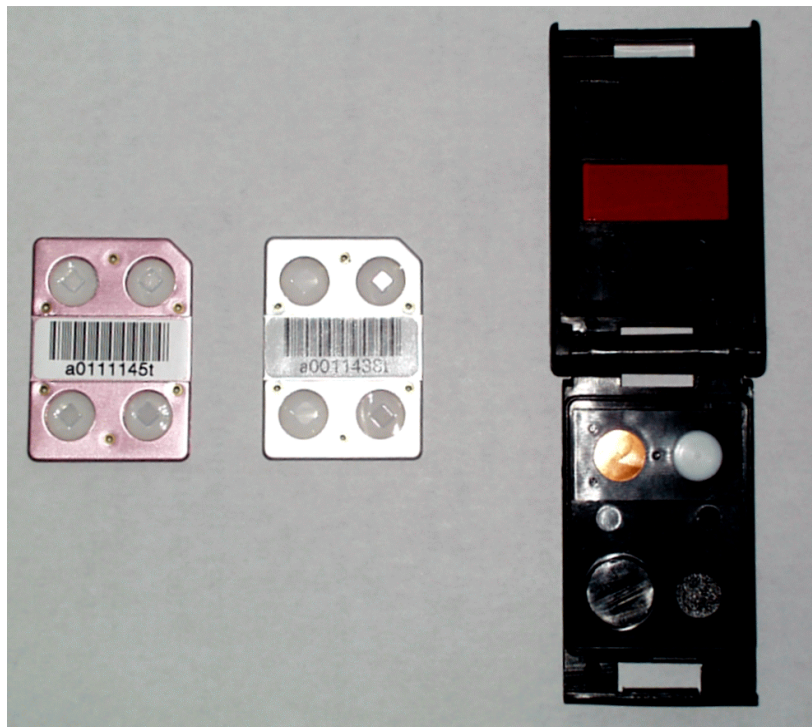
TLD-100/8814		1.Pozíció		2.Pozíció		3.Pozíció		4.Pozíció	
		anyag	vastagság	anyag	vastagság	anyag	Vastagság	anyag	vastagság
7776	Detektor	TLD 700	0,015"	TLD 700	0,015"	TLD 700	0,015"	TLD 600	0,015"
8814	Filter	ABS+ Cu	333 mg/cm ²	ABS+ PTFE	1000 mg/cm ²	Fólia	17 mg/cm ²	ABS	300 mg/cm ²

A doziméterek kiolvasása a Harshaw készüléken történik. A kiolvasás folyamán a készülék figyelembe veszi az egyes detektorok egyéni jellemzőit, korrekciós faktorukat. A mérési eredményeket nanocoulomb mértékegységben kapjuk meg 4 glow görbével egyetemben. A mérési eredmények kiértékeléséhez a **NEW8814** programot használjuk. A program a töltés és a Glow görbék alapján, figyelembe véve a sugárzás fajtáját, energiáját és mennyiségét, kiszámítja a személyi dózisegyenérték Hp(10)-es értékét külön a neutron és külön a gamma sugárzásra.

A TLD-100/8814 doziméter (2 elemű): egy-egy LiF:Mg,Ti detektort tartalmaz a 2. és 3. pozícióban. A 2. pozícióban ABS+PTFE árnyékolás van elhelyezve, a 3. pozíció árnyékolás nélkül (fóliával letakarva) van.

TLD-100/8814		1.Pozíció		2.Pozíció		3.Pozíció		4.Pozíció	
		anyag	vastagság	anyag	vastagság	anyag	Vastagság	anyag	vastagság
TLD 100	Detektor	-	-	TLD 100	0,015''	TLD 100	0,015''	-	-
8814	Filter	ABS+ Cu	333 mg/cm ²	ABS+ PTFE	1000 mg/cm ²	Fólia	17 mg/cm ²	ABS	300 mg/cm ²

A mérési eredmények kiértékeléséhez a **GLOWRY-2** programot használjuk. A program a személyi dózisegységérték Hp(10) és a Hp(0,07) értékét adja meg.



16. fénykép: TLD-100, TLD 7776 kártyák és a 8814 árnyékoló tok

6. Központi Izotópraktár (KIR)

6.1 A radioaktív anyagok kezelése

A Központi Izotópraktár (17. fénykép) forgalma az elmúlt évben nem volt jelentős. Az intézetek részére egész évben összesen 9 db sugárforrás érkezett. A dózisteljesítmény átlaga épületen belül a 2008-as évben: 521 ± 5 nGy/h volt a detektor elhelyezési pontján.



17. fénykép. A béta-sugárzó izotópok tároló helyei („béta kutak”) a Központi Izotópraktárban

6.2 A hasadóanyagok nyilvántartása

A telephely hasadóanyag készletének raktározása a vonatkozó nemzetközi szerződés alapján történik. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és az EUROATOM szakemberei 2008. október 2-én ellenőrizték a telephely Központi Izotópraktárában (18. fénykép) az izotópok tárolásának helyességét és a hasadóanyagok nyilvántartását. Az itt végzett ellenőrzések során nem tapasztaltak semmilyen hiányosságot vagy rendellenességet.

2008. február 10-ei keltezéssel lejelentettük az Országos Atomenergia Hivatalnak (OAH) a RADIUM programban feltüntetett izotópokat. A lejelentett izotópokról elkészítettünk egy „Fényképes izotóp nyilvántartás” című részletes tanulmányt, amely tartalmazza az izotópok és azoknak a szállító/műbizonylat fényképét. A nyilvántartásban feltüntettük az izotópok típusát, műbizonylat számát, gyártási számát, gyártási évét, aktivitását, az izotóp felhasználójának, illetve tulajdonosának nevét, valamint a pontos lelőhelyét.

Az OAH szakemberének kérésére elkészült az 5 éve nem használt izotópok jegyzéke is.



18. fénykép: A Központi Izotópraktár.

7. Kapcsolat az Országos Környezeti és Sugárzásvédelmi Ellenőrző Rendszerrel (OKSER)

Az Országos Közegészségügyi Központ Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézete (OKK OSSKI) megbízást kapott az ország területén mért dózisteljesítmény adatok összegyűjtésére és kiértékelésére. Mivel a telephelyen végzünk ilyen méréseket, ezért az eredményeket – más, **heti** mérési adatokkal együtt – az Internet hálózaton keresztül elérhetővé tettük számukra. Így minden héten a 17 mérőszonda napi átlagadatain kívül az aeroszol, a fall-out és a nagytérfogatú mintavételezéssel nyert minták (aktív szén + aeroszol) mérési

eredményeit is az OKK OSSKI részére fenntartott lemezterületre továbbítjuk. Felkészültünk arra is, hogy ha valamilyen rendkívüli esemény történik, az adatainkat tízpercenként hozzáférhetővé tegyük számukra. Egy hetente elküldött mintafájl a VII. táblázatban mutatunk be.

A Phare Project keretében kidolgozásra került a központi adatgyűjtő adatainak továbbítása (Technidata, Prototype System) az NBÉK központjába. Normál körülmények között naponta (reggel) kerülnek át dózisteljesítmény adatok a központi számítógépbe. (KKB Veszélyhelyzeti Központ: OSJER).

8. Egésztestszámlálós mérések

2008-ban elvégeztük a Reaktor Üzemben (RÜ), az AEKI egyéb sugárveszélyes munkahelyein dolgozók, az újonnan belépők, az Üzemeltető Kft (ÜKft) takarítónőinek, valamint néhány nem AEKI-s dolgozó egésztestszámlálós vizsgálatát. Összesen 138 alkalommal került sor egésztestszámlálós mérésre.

A mérési eredmények azt mutatják, hogy a mérések során, egy esetben tudtuk kimutatni a természetes ^{40}K izotópon kívül gamma-sugárzó izotóp jelenlétét az Izotóp Intézet Kft. dolgozójánál. (VIII. táblázat).

A természetes ^{40}K izotóp átlagos mennyisége a testsúly, testmagasság és életkor függvényében a 15/a, 15/b és a 15/c ábrákon látható.



18. fénykép. Az egésztest-számláló berendezés

Az egésztestszámlálást – a személyi neutron dozimetriához hasonlóan – akkreditáltan végezzük a Nemzeti Akkreditáló Testület jóváhagyásával.

9. Besugárzó helyiség (Pavilon)

A Környezetvédelmi Szolgálat felügyeletében működik a „reaktor pavilon” elnevezésű besugárzó helyiség, melyben detektorok besugárzása, műszerek kalibrálása folyik (19. fénykép). A helyiségben egyeztetett beosztással zömében a Sugárvédelmi és Környezetfizikai Laboratórium Űrdozimetriai Csoport munkatársai dolgoznak.

A berendezés elnevezése	Sugárforrás	Aktivitás 2009.02.05-én
Nyitott nyalábú gamma-besugárzó	Cs-137	4,40 TBq
Zártterű gamma-besugárzó	Cs-137	2x0,57 TBq
Béta-besugárzó	Sr-90+Y-90 Sr-90+Y-90	2x0,57 GBq 2x0,67 MBq
Neutron besugárzó	Pu-Be-239	392 GBq ($2,1 \cdot 10^7$ n/s)
Radon kamra	Ra-226	1,85 MBq
Nyitott nyalábú gamma-besugárzó (konténerben)	Cs-137	17 GBq



19. fénykép. Besugárzó helyiség (reaktor pavilon)

10. Mozgólaboratórium

A mozgólaboratórium (20, 21 fénykép) egy esetleges hazai vagy szomszédos (közeli) országban bekövetkezett nukleáris eseményt követően gyors felderítést tesz lehetővé. Igen hatékony a szennyezett területek feltérképezésében, illetve a lakosság sugárterhelésének gyors mérésében. Az összemérések eredményeinek ismeretében felszereltsége, készenléti állapota jónak mondható. Felszereltségébe tartozik egy szcintillációs gamma-spektrométer (NANOspec), egy teljes gamma-spektrometriai mérőrendszer, ^{131}I és ^{125}I pajzsmirigy aktivitásmérők, talajminta béta aktivitásának mérésére egy GAMMA Műszaki Rt. gyártmányú szcintillációs detektor, dózis integrál, dózisteljesítmény és felületi szennyezettség mérők (RSS111, BNS-98, Berthold), illetve levegő-mintavevő a levegőben előforduló radioaktív izotópok mennyiségi/minőségi meghatározására. Technikai felszereltségét a GPS és a vele összehangolt laptop egészíti ki



20. fénykép. GPS a mozgólaboratóriumban

Az in-situ gammaspektroszkópiai méréseket egy Canberra 2020 típusú Ge detektorral és a hozzá csatlakoztatott Inspektorral, illetve számítógéppel végezzük el. A spektrumfelvételt (általában 30 perc) követően a számítógépen megjelenő spektrumot elmentjük.

A GENIE 2000 programmal manuálisan és/vagy szoftveresen kiértékeljük a mért adatokat. A spektrum kiértékelését követően a mért csúcsok adatait beírjuk az erre a célra programozott EXCEL táblázatba.

Az EXCEL tábla automatikusan kiszámítja a bemenő paraméterek alapján K-40-re, U-Ra sorra és a Th sorra a talaj aktivitáskoncentrációját (Bq/kg) és az ebből származó dózisteljesítményt (nGy/h). A program a természetes és a mesterséges radionuklidoktól származó talajfelületi szennyezettséget (Bq/cm²), illetve a teljes dózisteljesítményt (nGy/h) is kiszámítja.

Továbbra is kis szórással és nagy megbízhatósággal működik a dózis- és dózisteljesítmény távadó (BNS-98), amely a GPS segítségével útvonal dózistérképének felrajzolását teszi lehetővé (on-route monitoring). Az adatfeldolgozás során terjedési és táplálkozási modellel dózisbecslés is elvégezhető. Ezen kívül lehetőség nyílik a levegő, talaj és élelmiszer mintavételt követő gyors radioanalízisre, a kialakított fix mérési pozícióban azonnali gamma-spektrometriai mérésre.



21. fénykép. In-situ mérés a mozgólaboratóriummal

2008. évben több alkalommal is végeztünk méréseket a mozgólaboratóriummal.

1. *Éves hazai összemérési gyakorlat (Püspökszilágy, 2008. május 13-16)*

Mobil laboratóriumi gyakorlat a MH Görgei Artúr Vegyivédelmi Információs Központ szervezésében, a Püspökszilágy mellett lévő katonai lő- és gyakorlótéren került megrendezésre.

A gyakorlat két részből tevődött össze, elméleti és gyakorlati részből.

- Az elméleti rész több prezentációt tartalmazott:
 - in-situ gamma-spektrometria,
 - légi és földi sugárfelderítés és detektálás,
 - radiológiai vészhelyzetben történő,
 - ISIS gyakorlat (Ausztria, 2007..) beszámolója.
- A gyakorlati rész feladatai:
 - légi sugárfelderítés (MH helikopterével),
 - „elveszett” sugárforrás detektálása („útvonal”-monitorizálás),
 - Talajmintavételezés (a mozgólaborban kialakított gamma-spektrometriai mérőhelyen történő analízissel),
 - Felületszennyezettség ellenőrzése (I-131).

A Környezetvédelmi szolgálat mobil laboratóriuma és felszereltsége minden kitűzött feladat elvégzését lehetővé tette.

2. *NORM típusú radioaktív sugárterhelés ellenőrzése szénerőművek környezetében*

A mérések célja a bezárt, illetve ma még működő, átalakított szénerőművek zagytereinek radioaktív sugárterhelésének felmérése. A mérések során a nanoSpec és BNS 98 detektorokkal a zagytereken lévő dózisteljesítményt mértük, továbbá in situ gammaspektroszkópiás méréseket is végeztünk. A helyszínen vett talaj és növény mintákat a Szolgálat laboratóriumában analizáltuk.

3. *Az úgynevezett „BEIT” pontok ellenőrző mérése a KFKI telephely 1 és 3 km-es körzetében.*

A mérések alapján a KFKI környezete a magyarországi átlagértéknek felel meg.

11. A Környezetvédelmi Szolgálaton további várható fejlesztések

- A központi Izotópraktár nyilvántartás korszerűsítése
- A központi adatgyűjtő adatainak grafikus megjelenítése
- BEIT Sugárvédelmi Eljárásrend aktualizálása

12. Előadások, publikációk

- New Techniques for the Detection of Nuclear and Radioactive Agents (2008. május 24-30 Törökország, The NATO Science for Peace and Security Programme, előadó: Sági László)
- L. Sági, A Nagy: Environmental Monitoring at KFKI Campus, Springer Science, ISBN 9789-1-4020-9598-6