

HAKSER 2003-K

**A HATÓSÁGI KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER
(HAKSER)**

**JELENTÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰ SÚLYOS ÜZEMZAVARÁNAK
KÖRNYEZETI HATÁSAIRÓL**

***SPECIAL REVIEW OF THE JOINT ENVIRONMENTAL
RADIATION MONITORING SYSTEM (JERMS) AROUND THE NUCLEAR
POWER PLANT PAKS ON THE ENVIRONMENTAL EFFECTS OF THE SERIOUS
INCIDENT IN 2003***

Készítették (Authors)

Egészségügyi, Szociális és
Családügyi Minisztérium
szakintézményei

Kerekes Andor (OKK-OSSKI)

Földművelésügyi és Vidékfejlesztési
Minisztérium szakintézményei

Tarján Sándor (OÉVI)

Környezetvédelmi és Vízügyi
Minisztérium szakintézményei

Ivó Mária (ADV KVF)
Varsányi Tibor (ADV KVF)

MTA KFKI Atomenergia
Kutató Intézet

Zombori Péter (KFKI AEKI)

Paksi Atomerőmű Rt.

Germán Endre (PA Rt)
Ranga Tibor (PA Rt)

OKK-OSSKI, Budapest, 2003. december

A mérésekben és a dózisszámításokban résztvevő intézmények:

Alsó-Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség (ADV KVF)

ÁNTSZ Tolna Megyei Intézete

BM OKF RODOS és Adatsere Központ

ESzCsM ERMAH Laboratóriumok

FVM REH Laboratóriumok

KFKI Atomenergia Kutató Intézet (KFKI AEKI)

Országos Élelmiszervizsgáló Intézet (OÉVI)

OKK Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és

Sugáregészségügyi Kutató Intézet (OKK-OSSKI)

Paksi Atomerőmű Rt. (PA Rt.)

TARTALOMJEGYZÉK (CONTENTS)

1. Bevezetés	4
2. Kibocsátási eredmények (<i>Releases</i>)	6
2.1. Léggöri kibocsátás (<i>Airborne releases</i>)	6
2.2. Folyékony kibocsátás (<i>Liquid releases</i>)	12
3. A környezeti sugárvédelmi ellenőrzés eredményei (<i>Results of environmental monitoring</i>)	15
3.1. A léggöri aktivitáskoncentráció mérései (<i>Radioactive concentrations in air</i>)	15
3.2. A kihullás (felületi depozíció) mérései (<i>Fall-out and deposition measurements</i>)	17
3.3 Talaj- és növényminták vizsgálata (<i>Measurements of soil and vegetation</i>).....	19
3.4. Tejminták mérései (<i>Measurements of milk samples</i>)	20
4. Lakossági sugárterhelés járulékok (<i>Radiation impact of the population</i>)	21
4.1. A léggöri kibocsátásból származó sugárterhelés (<i>Dose contribution from airborne releases</i>)	21
4.2. A folyékony kibocsátásból származó sugárterhelés (<i>Dose contribution from liquid releases</i>)	24
5. Összefoglaló megállapítások (<i>Summary</i>)	26
1. Függelék. Környezeti radiológiai mérések részletes eredményei (ERMAH és FVM REH laboratóriumok)	28
2. Függelék. Környezeti radiológiai következményelemzési módszerek összehasonlítása a paksi atomerőmű 2. blokki üzemzavarának kibocsátási adatai alapján	49
3. Függelék. A 2. blokki üzemzavar során a paksi atomerőmű által végzett környezetellenőrzési eredmények összefoglaló táblázatai ..	58

1. BEVEZETÉS

Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) Nukleárisbaleset-Elhárítási Műszaki Tudományos Tanácsa (NBE MTT) 2003. június 20 -i ülésén felkérte a Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) résztvevőit, hogy a Paksi Atomerőmű (PAE) környezetellenőrzési eredményeinek szokásos, éves összesítésén kívül készítsen egy speciális különkiadást a 2003. április 10-11-i súlyos üzemzavar környezeti hatásairól és a lakosságot érő sugárterhelés mértékéről.

Az erőműben 1996-tól a 2. blokkal kezdődő, majd a 2000-2001. években az 1.-3. blokkokon folytatódó, tömegesen végrehajtott gőzfejlesztő dekontaminálás (radioaktív szennyeződés eltávolítása) a korróziós termékkibocsátást – a magnetit keletkezését – ugrásszerűen megnövelte. Ennek következtében a magnetit keletkezés-eltávolítás egyensúlya felborult, a magnetit-lerakódás a primer kör legmelegebb pontjain, az aktív zónában üzemelő üzemanyag kazettákban fokozatosan nőtt, a hűtőközeg forgalma pedig csökkent. Emiatt a blokkok teljesítményét csökkenteni kellett, majd a 3. blokkon teljes töltetcsere végrehajtása vált szükségessé. Az erőmű a lerakódási problémák kiküszöbölésére a gőzfejlesztők dekontaminálását beszüntette, és elkezdte az üzemanyag kazetták tisztítását.

2000-ben és 2001-ben a PAE a 2. blokk reaktorából korábban kirakott 170 db részben kiégett és pihentetett kazettát sikeresen megtisztított a Siemens KWU egyszerre hét kazettát kezelő technológiájával, majd 2002. novemberében megbízást adott a Siemens KWU jogutódjának, a francia-német FRAMATOM ANP (FANP) cégnek egy 30 db kazetta befogadására alkalmas tisztítótartály gyártására és a tisztítási technológia kidolgozására. Az OAH Nukleáris Biztonsági Igazgatósága a benyújtott dokumentációkban szereplő biztonsági elemzést ellenőrizte és a technológiát jóváhagyta.

2003. április 10-én a 2. blokk az évi, tervezett főjavítás alatt állt. A reaktor belső elemeinek tisztítása mellett, a tartályon kívüli ún. 1. sz. aknában a FANP cég szakemberei a speciális tisztítótartályban 30 frissen kiégett fűtőelem kazetta magnetit lerakódástól való mentesítését végezték. Az üzemanyag kazetták tisztítási programja 16 órára befejeződött, ez után a konténer hűtött állapotban tartását a FANP dolgozói búvárszivattyús keringtetéssel folyamatosan végezték. 21:50-kor a tisztítókörön elhelyezett ⁸⁵Kr aktivitáskoncentráció-mérőn az ott dolgozók a beütésszám ugrásszerű megnövekedését észlelték, majd a következő percekben a reaktorcsarnokban a nemesgáz aktivitáskoncentráció mérések „vész”-szintet értek el, és a szellőzőkémény üzemi sugárvédelmi kibocsátásellenőrző rendszerei a nemesgáz-kibocsátás hirtelen növekedését jelezték. Az ügyeletes mérnök elrendelte a reaktorcsarnokban folyó munkák felfüggesztését, illetve a terület elhagyását.

A tisztítókonténer fedelének hidraulikus zárószervezetét 02:15-kor a FANP oldotta. Közvetlenül ez után a sugárvédelmi ellenőrző rendszerek ugrásszerű aktivitásnövekedést jeleztek, egyszersmind az 1. sz. aknával összenyitott pihentető medence vízszintjének mintegy 7 cm-es csökkenését észlelték. A tisztítótartály fedelének levételi kísérlete során a

háromágú fedélemelő kötél egyik ága elszakadt, így a levétel sikertelen volt. Csak április 16-án, a fedél leemelését követő vizuális - videokamerás – ellenőrzés során derült ki, hogy valamennyi kazetta súlyosan megsérült. A sérülést a bűvárszivattyús keringtetéssel végzett hűtés elégtelensége, a kazetták felhevülése, majd a fedélelem megemelésékor a hideg víz bezúdulásakor a hősokk által kiváltott roncsolás okozta.

A lezajlott folyamatok következtében nagy mennyiségű radioaktív izotóp került az akna vizébe. Ezek egy része – így elsősorban a radioaktív nemesgázok, elemi, szerves és aeroszol formájú jódiotópok, de más hasadási termékek is – a vizen átbugyborékolva a reaktorcsarnok légterébe, s onnan a szellőzőrendszereken, a szellőzőkéményen keresztül a környezetbe jutott.

A légköri és folyékony kibocsátások értékeit a 2. fejezet foglalja össze. A kibocsátások környezetre gyakorolt hatását jellemző mérési eredményeket a 3. fejezetben tekintjük át, az egyedi mérési eredményeket az 1. függelék tartalmazza. A lakosság sugárterhelésének becslésére vonatkozó számítások összefoglaló eredményeit a 4. fejezetben, a különböző intézmények által használt modellek összehasonlító elemzését a 2. függelékben közöljük. A fontosabb megállapítások, következtetések az 5. fejezetben találhatók.

2. KIBOCSÁTÁSI EREDMÉNYEK

A hatósági szabályozásban foglalt előírások betartásának ellenőrzését a területileg illetékes elsőfokú környezetvédelmi hatóság, az Alsó-Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség (ADV KVF), Baja végzi.

Az ellenőrzés alapelvei a következők:

- Az ellenőrzés alapját a kibocsátott komponenseknek a hatóság, illetve a mérésre kötelezett üzemeltető által kapott értékei képezik.
- A hatóság ellenőrzi az üzemi méréseket és azok eredményeinek megbízhatóságát az üzemmenet figyelembevételével, és ennek során megállapítja a hivatalos kibocsátási értékeket.

A jelenlegi hatósági korlátozás alá eső mennyiségeken kívül a nuklidspecifikus aktivitásértékek is alapvetően fontosak, mivel

- részletezik és pontosítják a kibocsátásokról nyert információt,
- segítik a korlátozás alá eső komponensek mérési adatainak értékelését,
- alapul szolgálnak a lakossági dózisszámításokhoz (4. fejezet).

A párhuzamos mintavételezési ágak esetén a nagyobb mérési eredményt fogadják el. A hatóságilag korlátozott komponensek esetén a kimutatási határ alatti mérési eredmények a kimutatási határral kerülnek felhasználásra. Ezért a kibocsátási értékek rendszerint felülbecsültek.

2.1. Léggöri kibocsátás

Az atomerőmű léggöri kibocsátásaival kapcsolatos korábbi szabályozást (1/1980. (II. 6.) OKTH sz. rendelkezés) a 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet hatályon kívül helyezte, azonban az új szabályozás alkalmazása jogszabályi tisztázatlanságok miatt máig nem történt meg. Emiatt a környezetvédelmi hatóság a 2. blokki üzemzavari kibocsátások értékelésénél az üzem hatályos Műszaki Üzemeltetési Szabályzatába (MÜSz) beépített, korábbi kibocsátásszabályozást érvényesítette.

A MÜSz-ben szereplő kibocsátási határértékek megegyeznek a korábbi hatósági rendelkezéssel (2.1. táblázat). A hatóság alapvetően e kibocsátási határértékek betartását ellenőrizte az I-es kiépítéshez tartozó kéménypáron történő kibocsátásokra. Az ellenőrzés részleteit meghatározó, a Paksi Atomerőmű Rt. (PA Rt.) és az ADV KVF között időszakosan megújított „Hatósági Felülvizsgálati Rend” az alábbiakat tartalmazza:

- határértékek betartása,
- üzemi naplók ellenőrzése,
- nem közös (csak üzemi) adatok felhasználása,
- párhuzamos adatokból a kibocsátás elfogadása,

- egyéb nuklidspecifikus adatok.

2.1. táblázat A paksi atomerőmű légköri radioaktív kibocsátásaira vonatkozó hatósági határértékek (MÜSZ)

Table 2.1. The authorized limits of airborne effluents

Radioaktív anyagok (components)	Határértékek (Bq/nap) (limits, Bq/d)
Sr-89 + Sr-90	$5,6 \cdot 10^4$
<u>Radioaktív jódizotópok, I-131 egyenértékben (I-131 equivalent)</u>	$1,1 \cdot 10^9$
<u>Radioaktív aeroszolok, összes-béta mérés alapján ($T_{1/2} > 24$ h) (aerosols, gross-beta activity)</u>	$1,1 \cdot 10^9$
<u>Radioaktív nemesgázok, összes-béta mérés alapján (noble gases, gross-beta activity)</u>	$1,9 \cdot 10^{13}$

Megjegyzések a táblázathoz:

A megadott értékek legfeljebb 1000 MW elektromos teljesítményű atomerőművi egységekből 100 m magas szellőző kéményen normálüzemi körülmények között kibocsátható sugárzó anyagok aktivitásának határértékei.

A megadott értékeket 30 napi kibocsátás átlagára kell vonatkoztatni.

A ^{131}I egyenérték a kibocsátott radioaktív jódizotópok keverékével azonos pajzsmirigy dózist adó ^{131}I aktivitást jelenti.

Két reaktor egyidejű bóros szabályozása esetén a nemesgáz kibocsátás hetenként egyszeri gyakorisággal maximálisan $6,5 \cdot 10^{13}$ Bq/nap lehet.

2.1.1 Mérési eredmények

A mérési eredmények értékeléséhez megjegyezzük, hogy az üzem a három mintavevő ág közül a legnagyobb aktivitást mutató adatát adja meg. A hatósági mérési eredmények a hatósági mintavevő ág hatóság által mért adatai. Az üzemzavari, emelt szintű kibocsátásokra tekintettel a hatóság által előírt, a mindenkor helyzetnek megfelelően változtatott, sűrített mintavétellel történt a kibocsátások meghatározása. A legsűrűbb mintavétel a kezdeti időszakban volt, az üzemi napi mintavevő ág hat óránként, míg a másik két mintavevő ág tizenkét óránként lett mintázva. A hatóság a kibocsátási adatok közül a legnagyobb értéket mutató, ún. napi mintavevő ághoz tartozó adatokat fogadta el a kibocsátások jellemzésére.

Az április 10. – május 10. közötti időszakban a légkörbe kibocsátott izotóponkénti aktivitások a 2.2. táblázatban láthatók. Az értékek a hatóság által jóváhagyott üzemi mérési eredmények, a sugárterhelés becsléséhez ezek kerültek felhasználásra. Az ellenőrzés

módszereinek és a kibocsátások mérésének részletes leírása, a lehetséges hibaforrásokkal az 1991. évi HAKSER jelentés mellékletében található.

~~2.1. táblázat A paksi atomerőmű légköri radioaktív kibocsátásaira vonatkozó hatósági határértékek (MÜSZ)~~

~~Table 2.1. The authorized limits of airborne effluents~~

Radioaktív anyagok (components)	Határértékek [Bq/nap] (limits, Bq/d)
Sr-89 + Sr-90	$5,6 \cdot 10^4$
Radioaktív jódizotópok, I-131 egyenértékben (I-131 equivalent)	$1,1 \cdot 10^9$
Radioaktív aeroszolok, összes béta mérés alapján ($T_{1/2} > 24$ h) (aerosols, gross beta activity)	$1,1 \cdot 10^9$
Radioaktív nemesgázok, összes béta mérés alapján (noble gases, gross beta activity)	$1,9 \cdot 10^{13}$

~~Megjegyzések a táblázathoz:~~

~~A megadott értékek legfeljebb 1000 MW elektromos teljesítményű atomerőművi egységekből 100 m magas szellőző kéményen normálüzemi körülmények között kibocsátható sugárzó anyagok aktivitásának határértékei.~~

~~A megadott értékeket 30 napi kibocsátás átlagára kell vonatkoztatni.~~

~~A ^{131}I egyenérték a kibocsátott radioaktív jódizotópok keverékével azonos pajzsmirigy dózist adó ^{131}I aktivitást jelenti.~~

2.2. táblázat A sugárterhelés becslésére felhasznált nuklidspecifikus kibocsátások a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések alapján

Table 2.2. The radionuclide releases used for the assessment of doses based on the results of the NPP and approved by the authority

Komponens (Components)	Légköri kibocsátás 2003.04.10. - 05.10. (Airborne releases)
Nemesgázok (Noble gases) (TBq)	
Ar-41	0,11
Kr-85	27,9
Kr-88	0,003
Xe-131m	9,88
Xe-133	452
Xe-133m	1,49
Xe-135	0,11

Aeroszolok (Aerosols) (MBq)	
Mn-54	0,15
Co-60	33,2
Sr-89 + Sr-90	6,79
Tc-99m	92,5
Mo-99	92,5
Ru-103	19,7
Rh-105	26,6
Ag-110m	11,4
Sb-125	38,2
Sb-126	35,0
I-131	5934
I-132	1972
Te-132	869
Cs-134	1036
Cs-136	162
Cs-137	1026
Ba-140	548
La-140	47,3

2.2. táblázat A sugárterhelés becslésére felhasznált nuklidspecifikus kibocsátások a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések alapján (folytatás)

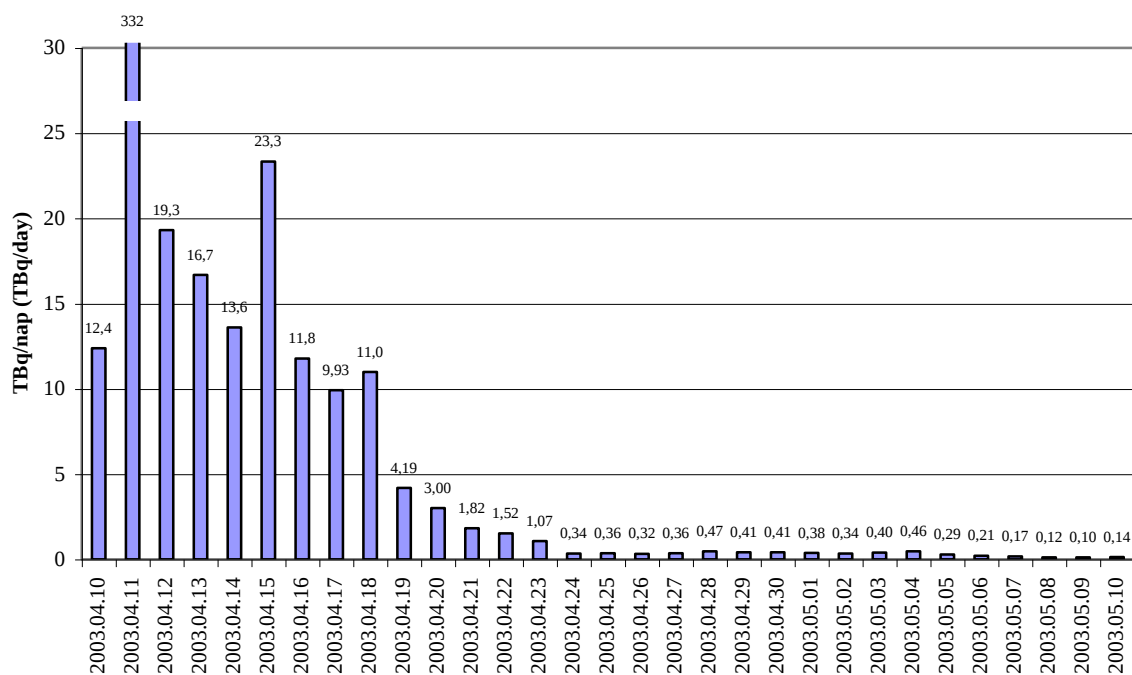
Table 2.2. The radionuclide releases used for the assessment of doses based on the results of the NPP approved by the authority (continuation)

Komponens (Components)	Légköri kibocsátás 2003.04.10. - 05.10. (Airborne releases)
Jódok (Iodines) (GBq)	
I-131 egyenérték	405
Gázok-Elemi (Elementary Steam) (GBq)	
I-131	311
I-132	22,8
SzervesGázok (GasesOrganic) (GBq)	
I-131	86,5
I-132	3,47
I-133	0,03
Egyéb (Others) (GBq)	
H-3 (HT)	3437
H-3 (HTO)	358
C-14 (CO ₂)	2,31
C-14 (C _n H _m)	30,3

A kibocsátásokra jellemző, hogy többnyire hasadvány termékekből álltak, valamint hogy a kibocsátások 99 %-a az első 24 órában történt. A nemesgázok izotópspecifikus adatai egyrészt az üzem által működtetett folyamatos NEKISE rendszerrel, másrészt az üzemi napi gyűjtésű laboratóriumi gömb mintavételezésével kerültek meghatározásra.

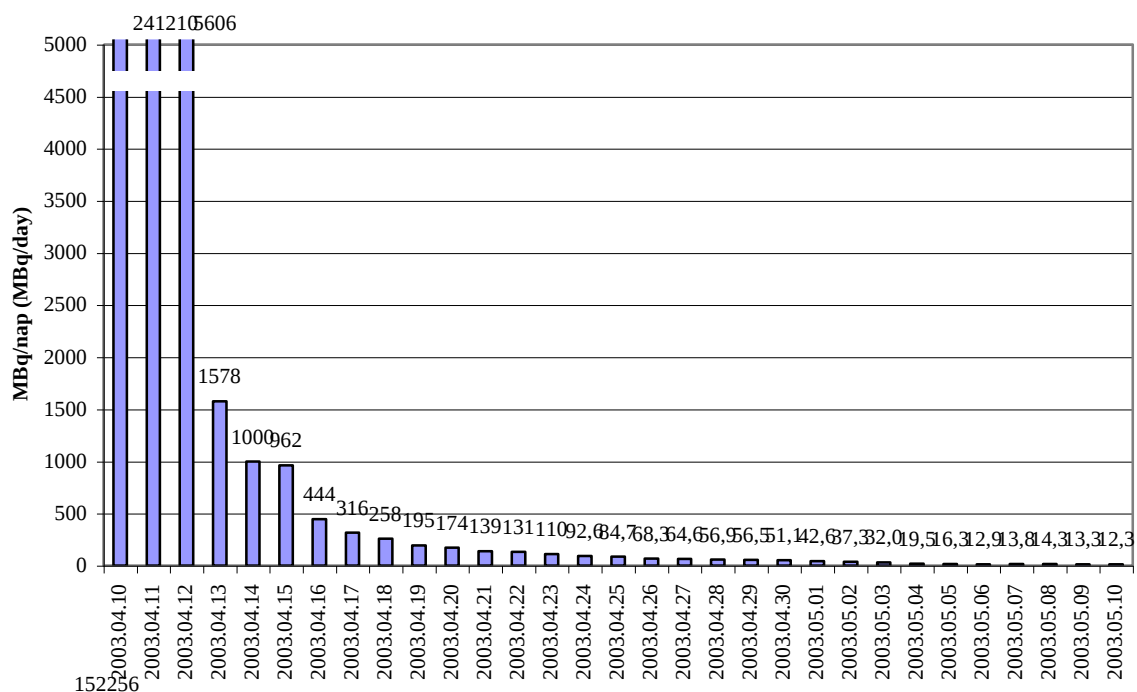
A nemesgáz-kibocsátás összes-béta aktivitását ~~adatok~~ az üzem által működtetett KALINA távmérő rendszer mérte. Az adatokat a 2.1. ábra mutatja be.

A radiojód-kibocsátás ¹³¹I egyenértéke az összes radiojód forma (aeroszol, elemi és szerves) és az összes jódizotóp figyelembe vételével lett meghatározva a legnagyobb aktivitású, ún. üzemi napi – de az üzemzavar alatt sűrűbben mintázott – mintavételi ág mérési adataiból, ~~amelyek a (2.2. ábrán láthatók).~~



2.1. ábra Nemesgáz kibocsátás napi összes-béta értékei.

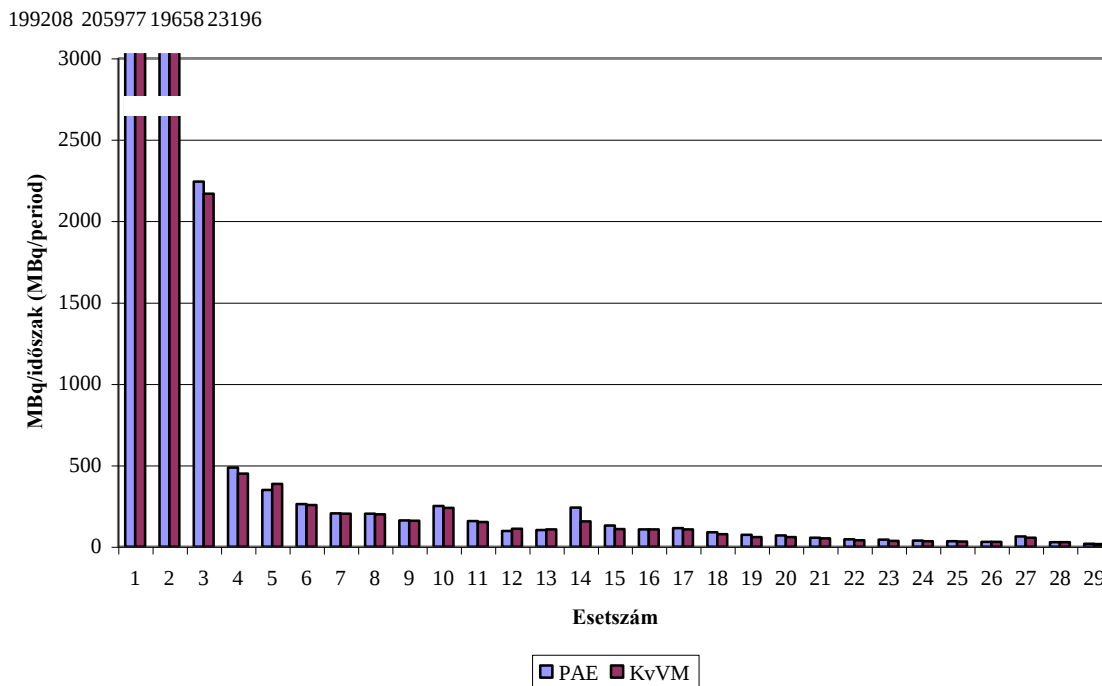
Figure 2.1. Daily gross beta releases of noble gases



2.2. ábra A radioaktív jódkibocsátás napi értékei ^{131}I -egyenértékben.

Figure 2.2. The daily releases of radioiodines transformed to ^{131}I equivalent.

A 2.3. ábra a hatósági mintavevő ág üzemi és hatósági mérési adatait tartalmazza összehasonlítás céljából. Az értékek csak az aeroszol és elemi formájú radiojódokat tartalmazzák ^{131}I egyenértékben és MBq/időszak egységben (ui. a mintacserék reggel és este kb. hat órákor történtek). A két független adatsorról elmondható, hogy egy-két esettől eltekintve jó egyezést mutatnak.



2.3. ábra A radioaktív jódkibocsátás összehasonlító értékei ^{131}I -egyenértékben

Figure 2.3. The ~~compared~~ releases of radioiodines transformed to ^{131}I equivalent.s

2.1.2. A hatósági korlátozás alá eső komponensek

A hatóságilag szabályozott komponensekre, az üzemzavari időszakra - a legnagyobb kibocsátású 30 napra, 2003.04.10.-05.10. - elfogadott kibocsátások a 2.3. táblázatban szerepelnek.

2.3. táblázat A hatóság által elfogadott üzemzavari (2003.04.10.–05.10.) légköri kibocsátások és a korlát %-ában kifejezett értékei a korlátozás alá eső komponensekre

Table 2.3. ~~Incident a~~Airborne releases of the NPP, together with the percentages of the limits for the period of dominant releases (10.04.2003-10.05.2003)

Korlátozás alá eső komponensek (Components)	MBq/ <u>30 napidőszak</u> (MBq/ period <u>30</u> <u>days</u>)	Korlát %- <u>ában</u> (Percentages of limits)
Sr-89 + Sr-90 **	6,79	432
Radioaktív jódiszotópok, I-131 egyenérték (I-131 equivalents)	$4,05 \cdot 10^5$	1312
Radioaktív aeroszolok (Aerosols) *	$6,58 \cdot 10^3$	21,3
Radioaktív nemesgázok (Noble gases) *	$4,67 \cdot 10^8$	87,5

* összes-béta aktivitás, aeroszol méréseknél $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, nemesgázoknál ^{133}Xe hitelesítő forrással kalibrálva;

(gross beta activity, calibration made with $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ and ^{133}Xe etalons for aerosol and noble gas measurements, respectively)

** üzemi adatok; a hatósági elfogadás még nem zárult le.

(gross beta activity, calibration made with $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ and ^{133}Xe etalons for aerosol and noble gas measurements, resp.) (Data of the P~~l~~ant has not been accepted by the authority yet)

2.2. Folyékony kibocsátás

A folyékony kibocsátási adatokkal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy ezek mindenképpen előzeteseknek tekintendők olyan tekintetben, hogy az időben elnyúló és a normál működés során keletkező vizektől el nem különülő hulladékvíz-kezelés miatt végleges eredményeket csak a teljes 2003. év és a korábbi évek kibocsátásainak összevetésével, értékelésével kaphatunk.

A folyékony radioaktív kibocsátások ellenőrzése az ellenőrző tartályokból vett minták mérésével folyik. Az elsőfokú hatósági feladatokat az ADV KVF látja el. Az üzemzavar következményeként a tartálykibocsátás előtt ellenőrzik az alfa-sugárzó radioizotópok jelenlétét is.

Minden, feltételezhetően radioaktív izotópot tartalmazó víz először az ellenőrző tartályokba kerül, ahol a tartály lezárását és keverését követően történik a mintavétel a vonatkozó "Hatósági Felülvizsgálati Rend" szerint. Ezekből a mintákból a tartálytérfigattal arányos heti, havi átlagmintákat készít az üzem. Valamennyi

tartálmintából - ellenőrzés céljából - az igényelt mennyiséget a hatósági laboratórium elviszi.

A vett minták mintegy 10 %-át szűrőpróbaszerűen összes-béta aktivitás méréssel ellenőrzi az ADV KVF. A heti és havi átlagmintákat elszállítja izotópspecifikus vizsgálatokhoz.

A mintavételek és mérések leírását a 1991. évi HAKSER jelentés tartalmazza.

2.2.1. A kibocsátott radioaktív mennyiségek a tartálmérések alapján

Az atomerőmű az üzemzavari időszakban (2003.04.07.-05.11.) az ellenőrző tartályokból 3812 m³ vizet bocsátott a Dunába. Az összes-béta mérések szerint a hasadási és a korróziós termékek aktivitása 1:3,4 arányban oszlik meg a mérleg feletti (TM-jelű) és a kommunális és mosodai eredetű vizek (XZ-jelű) között. A TM:XZ térfogatok aránya 1,4:1. Az XZ tartálpark esetén a 2. blokki 1. akna környezetében végzett munka során kontaminálódott ruházat tisztítása során keletkezett mosodai szennyvíz okozta a növekményt. A üzemzavar óta a laborvizeket az I. kiépítés hulladékvíz feldolgozó rendszerén keresztül bocsátja ki az atomerőmű, az alfa-sugárzó izotópok kibocsátásának elkerülése végett.

A sugárterhelés becslésekhez felhasznált éves kibocsátási értékek a 2.4. táblázatban találhatók. A szokásos főjavítások alatt megnövekedett korróziós termékek mellett jelentősek az üzemzavart jellemző hasadvány termékek is.

2.4. táblázat A sugárterhelés becslésekhez felhasznált, a hatóság által jóváhagyott, PAE tartálmérések alapján meghatározott kibocsátások

Table 2.4. The liquid releases used for the dose assessments, determined by the control tank measurements of the NPP and approved by the authority

Radionuklid (Radionuclide)	Kibocsátás (MBq) (Releases)
H-3	9,9·10 ⁵
Cr-51	126
Mn-54	39,2
Co-58	35,7
Fe-59	6,88
Co-60	56,3
Sr-90	1,52
Nb-95	6,28
Zr-95	2,50
Rh-103	0,03
Ag-110m	1,43
I-131	65,2
Cs-134	16,3
Cs-136	1,41
Cs-137	17,6
Ba-140	16,9

La-140	21,7
Ce-141	0,15

2.2.2. A hatósági korlátozás alá eső komponensek

A hatóságilag szabályozott komponensekre az üzemzavari időszakra (2003.04.07.-05.11.) elfogadott kibocsátások a 2.5. táblázatban szerepelnek.

2.5.táblázat A hatóság által elfogadott vízi kibocsátások az üzemzavar alatt

Table 2.5. The accepted releases by water during the incident

Komponensek (components)	Kibocsátás (releases) [MBq/időszak] [MBq/period]	Éves kibocsátási korlát blokkonként (annual limit of releases per units)	Időarányos korlátkihasználás (proportion of limit) [%]
összes-béta (gross beta)	0,17 GBq	3,7 GBq	24,5
trícium	0,99 TBq	7,5 TBq	68,8
Sr-90	1,52 MBq	37 MBq	21,4
összes-alfa (gross alpha)	*	*	-

* A hatósági engedély megfogalmazása szerint az érték "0" kibocsátásnak minősül ("0" kibocsátás: 0,011 Bq/l alatti összes-alfa aktivitás-koncentráció az ellenőrző tartályokban)

(No releases for alpha is accepted by the concentration in tanks should be less than 0,011 Bq/l as the detection limit)

A táblázat adataiból láthatóan - a légköri kibocsátásokkal ellentétben – az üzem a folyékony kibocsátásoknál nem lépte túl az időarányos kibocsátási korlátot.

Megjegyezzük, hogy az itt figyelembe vett üzemzavari időszak (2003.04.07.-05.11.) eltérő a légköri kibocsátásnál figyelembe vett 30 napos időszaktól (2003.04.10.-05.10.), ennek oka az, hogy a folyékony kibocsátások heti ütemezésűek.

Megjegyezzük továbbá, hogy a 2.5. táblázatban szereplő időarányos korlátkihasználás az I. kiépítés 2 blokkjára vonatkozik, mivel ezek közös vízkezeléssel rendelkeznek.

3. A KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZÉS EREDMÉNYEI

Az üzemzavar során a legnagyobb aktivitással a környezetbe került nemesgázok és radiojód izotópok közül a ^{131}I nyomonkövetésére volt lehetőség. A kibocsátott ^{131}I -izotóp kis mennyisége és viszonylag rövid felezési ideje ($T_{1/2} = 8,02$ nap) csak a kibocsátást követő 1-2 héten adott lehetőséget a környezeti mintákban történő mérésre.

Levegő, talajfelszín, növényzet, felszíni víz radioaktív koncentrációjának meghatározását, valamint gamma-dózisteljesítmény mérését végezték az üzem és az ellenőrző hatóságok laboratóriumai. Ezek közül a levegő, talaj (kiülepedés) és a növényzet aktivitáskoncentráció mérési eredményei hordoztak értékelhető információt.

3.1. A légköri aktivitáskoncentráció mérései

Az atomerőműtől való távolság szerint csoportosítva a mérési eredményeket, közeli és távoli észlelésekről beszélhetünk. A PA Rt. által üzemeltetett ellenőrző rendszer „A”-jelű mérőállomásai rendelkeznek közepes légforgalmú (átlagosan $40\text{--}60 \text{ m}^3/\text{h}$) levegő mintavevővel, amelyek alkalmasak a jód aeroszol, elemi és szerves formáinak megkötésére is.

Az ERMAH hálózat laboratóriumai Szekszárdon, Pécsset, Győrött és Miskolcon, valamint az OKK-OSSKI telephelyén (Budafokon) végeztek méréseket aeroszol formában lévő radiojód kimutatására (a mintavevők névleges légforgalma $150 \text{ m}^3/\text{h}$, F.1.1. táblázat).

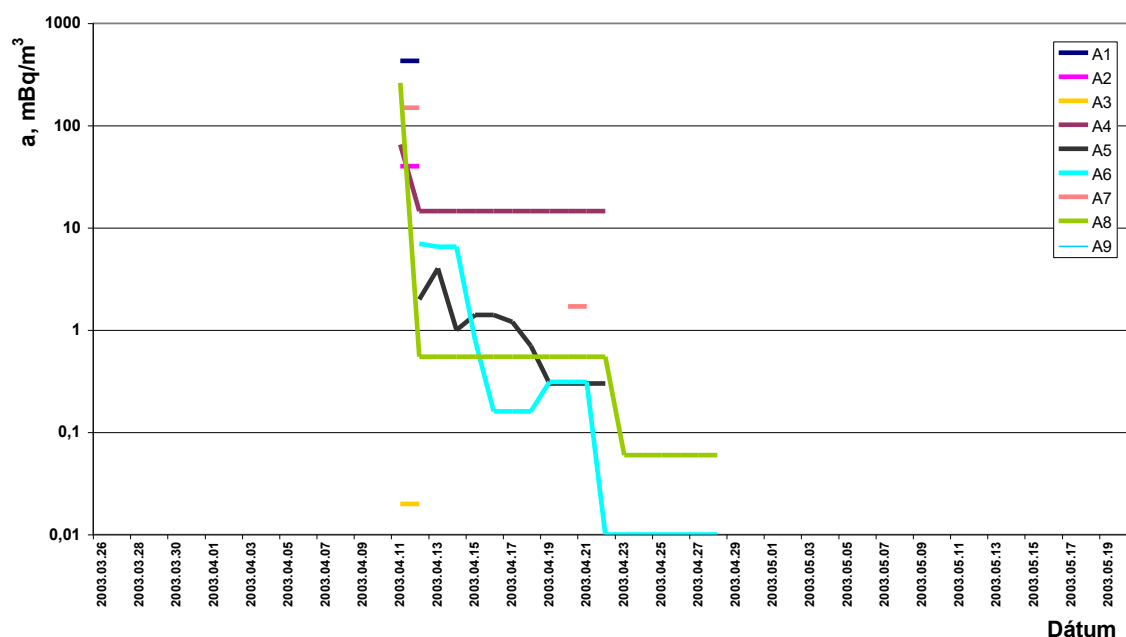
Az FVM REH központi laboratóriuma Pestszentlőrincen rendelkezik egy $180 \text{ m}^3/\text{h}$ légforgalmú mintavevővel, amely szintén aeroszol gyűjtésére alkalmas.

Az erőmű üzemi ellenőrző rendszerének primer mérési eredményeit, mint közeli észlelést a 3.1. ábra mutatja be (ezek az adatok még nem tartalmazzák az adott szélirány időtartamának, illetve a ^{131}I bomlásának megfelelő korrekciókat). E korrekciókat is figyelembe véve, április 10-11-én a főbb szélirányokban a legnagyobb aktivitáskoncentrációk (aeroszol+elemi forma) az A1 (kb. $0,5 \text{ Bq}/\text{m}^3$), az A4 (kb. $5 \text{ Bq}/\text{m}^3$) és az A9 (kb. $2 \text{ Bq}/\text{m}^3$) állomáson alakultak ki. A többi állomáson az aktivitáskoncentráció nem haladta meg a $0,3 \text{ Bq}/\text{m}^3$ -t.

A 3.1. táblázat a ^{131}I aktivitáskoncentráció időintegráljának mért értékeit tünteti fel, összehasonlítva az erőmű által a közeli terjedés számítására használt BALDOS modell eredményeivel. Látható, hogy a mért és a számított időintegrálok között – kiváltképp a tendenciákat tekintve – kielégítő az egyezés.

Az 3. Függelékben feltüntettük az üzemi ellenőrzés mérési összesítő jegyzőkönyveit abban a formában, ahogyan azt április végén elkészítették és az illetékes hatóságoknak megküldték.

Az üzemzavar időszakában a budafoki, pestszentlőrinci, miskolci és győri mintavételi pontokon lehetett a kibocsátás hatásának is tulajdonítható radiojódot kimutatni. Az eredményeket a tényleges mintavételi periódusok feltüntetésével a 3.2. ábra mutatja be.



3.1. ábra Az üzemi ellenőrző állomásokon mért teljes ^{131}I levegőkonzentrációk időbeli változása

Figure 3.1. Time functions of the total ^{131}I air concentration at the monitoring stations of the NPP

3.1. táblázat A ^{131}I radioizotóp levegőben mért aktivitáskonzentráció időintegráljai a PAE környezetellenőrző állomásain

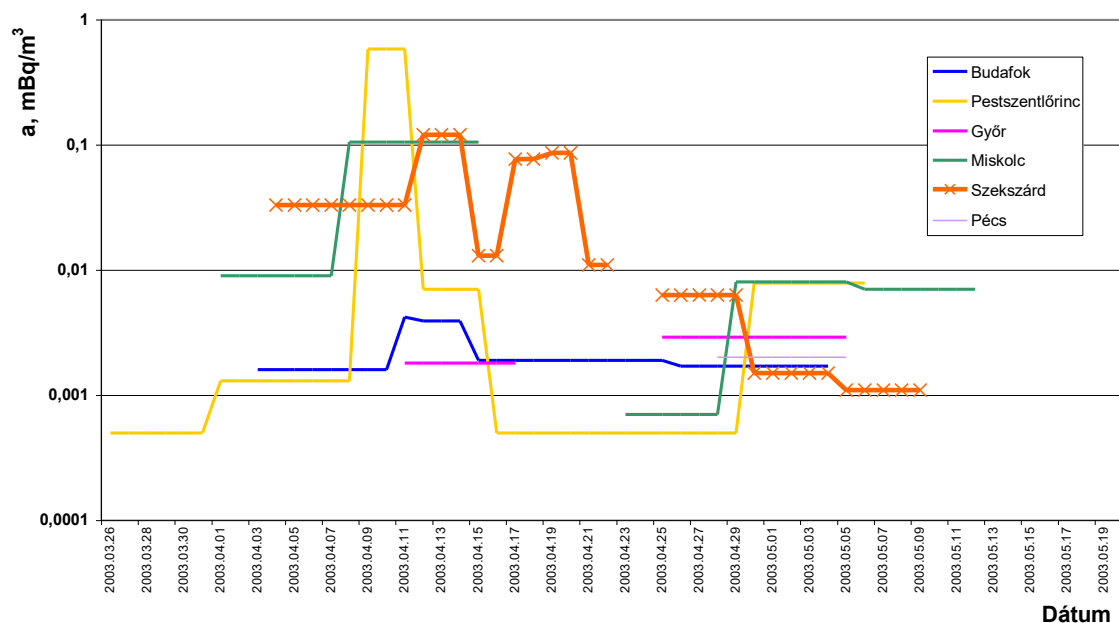
Table 3.1. Time integrated air concentrations of ^{131}I at the monitoring stations around the NPP

Mérőállomás	Mért ($\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$) (Measured)			Számított (BALDOS ^a) ($\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$) (Calculated by the BALDOS code)		
	Aeroszol	Elemi	Szerves ^b	Aeroszol	Elemi	Szerves
A1	1,2	0,85	0,01	0,19	3,28	2,44
A2	0,02	0,053	- ^c	0,14	2,43	1,81
A3	-	0,019	-	0,28	4,72	3,53
A4	0,23	9,7	0,04	0,06	24,2	2,39
A5	< 0,042	0,19	< 0,17	0,06	1,22	0,35
A6	0,07	0,35	< 0,035	0,02	0,99	0,23
A7	0,07	0,11	0,01	0,00	0,01	0,02
A8	0,53	0,65	-	0,44	9,97	5,72
A9	0,12	13,1	0,1	0,03	6,83	0,76

a: az itt közölt, módosított adatok esetenként eltérnek a 3. függelékben lévő adatoktól

b: április 10-14-e között mintavétel nem volt

c: „-” kimutatási határ alatti érték



3.2. ábra Az ERMAH és FVM REH állomásokon mért ^{131}I aeroszolkoncentrációk időbeli változása

Figure 3.1. Time functions of the ^{131}I aerosol concentration at the monitoring stations of the authorities

A két budapesti észlelés egyértelműbben az üzemzavarhoz rendelhető, a távolabbiak esetében meg kell fontolni, hogy a közeli kórházak kibocsátásában is előfordulhat ^{131}I izotóp, bár a győri és miskolci laboratóriumok közlése szerint korábban nem fordult elő ^{131}I radioizotóp az aeroszolmintákban. (A radiojód tipikusan $1\text{--}10\ \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ koncentrációban, Budapest levegőjében is nagy gyakorisággal megtalálható.)

3.2. A kihullás (felületi depozíció) mérések

A felületre kiülepedett radioizotópok mérésére alkalmas módszerek közül a fall-out, a dry-out (száraz kitapadás) és az in-situ gamma-spektrometriai eredmények kerültek feldolgozásra.

Az ERMAH mérőlaboratóriumai által végzett fall-out és dry-out mérések eredményét az 1. számú függelék F1.1 és F1.2. táblázatai foglalják össze. Az üzemzavart követő időszakban mindössze két pozitív megfigyelés volt, 04. 11-én a dunaföldvári és a kalocsai pontokon vett dry-out mintákban.

Félvezető detektoros in-situ méréseket a BM OKF, az FVM REH, az OKK-OSSKI és a PA Rt. mozgó laboratóriuma végzett. Radiojód jelenlétét csak az erőmű közvetlen közelében lehetett kimutatni néhányszor $100\ \text{Bq}/\text{m}^2$ koncentrációban. A módszer érzékenysége detektortól és mérési időtől függően $50\text{--}80\ \text{Bq}/\text{m}^2$ körül van.

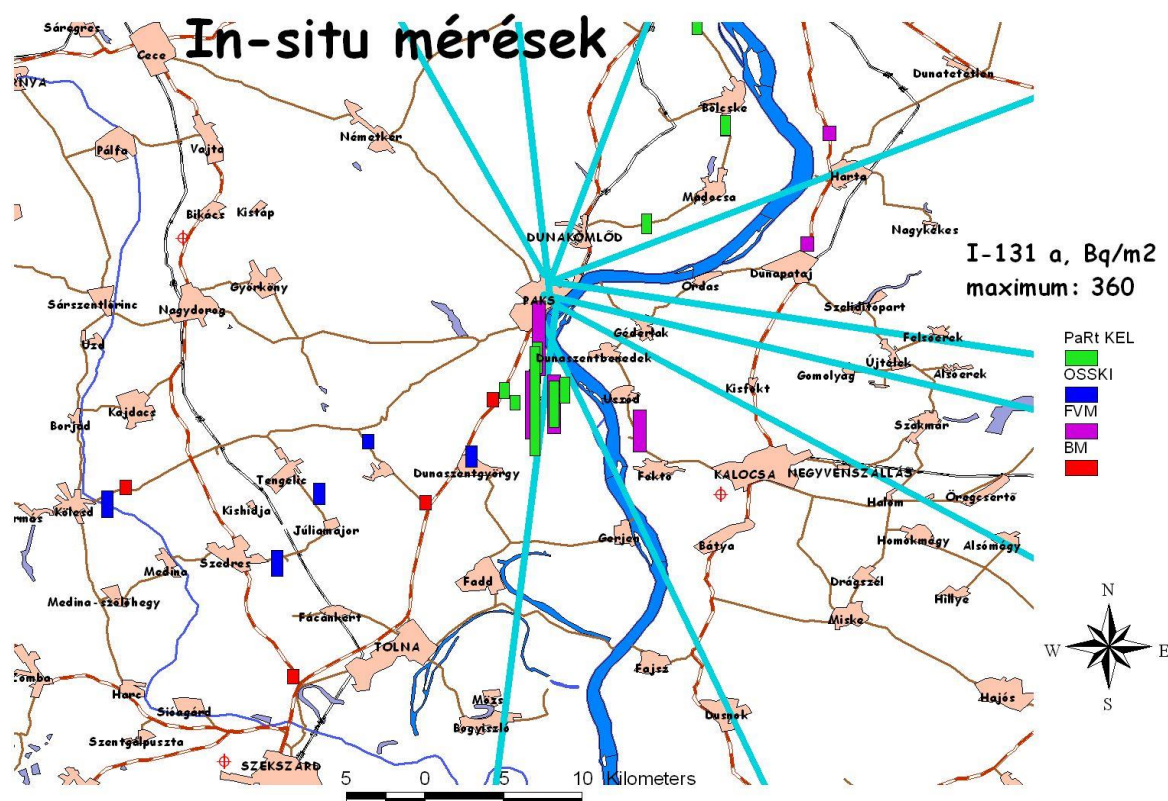
Az in-situ gamma-spektrometriai mérések eredményeit a 3.2. táblázat foglalja össze. A csak az erőmű közelében jelentkező ^{131}I -izotóp mellett az esetek többségében jól mérhető volt a csernobili balesetből és a légköri atomfegyver kísérletekből származó ^{137}Cs -izotóp (a radiocézium esetében felületi sík-eloszlásról – a frissen kihullott radiojóddal szemben – távolról sem beszélhetünk, a PA Rt. ezért nem közölt ilyen értelmű eredményeket).

3.2. táblázat In-situ gamma-spektrometriai eredmények az erőmű 30 km-es környezetében
Table 3.2. Measurement results of in-situ gamma-spectrometry in the 30km zone of the NPP

A mérés helye	Szélességi fok	Hosszúsági fok	^{131}I (Bq/m ²)	^{137}Cs (Bq/m ²)	A mérést végezte
Solt	46,79585	18,96231	<50	962	FVM
Dunapataj	46,65596	19,00723	<50	1539	FVM
Uszód	46,54929	18,91158	139	543	FVM
Harta	46,71924	19,01956	<50	1099	FVM
K-5	46,56401	18,85012	227	531	FVM
A-4	46,56449	18,86255	197	646	FVM
Paks (É)	46,60217	18,85367	247	764	FVM
Paks K7	46,56705	18,82787	<50	100	BM OKF
Tengelic 6-os út	46,50818	18,78922	<50	200	BM OKF
6-os 63-as	46,40872	18,71375	<50	120	BM OKF
Kölesd	46,51688	18,61838	<50	120	BM OKF
Dunaföldvár, B24	46,78150	18,94417	<50	-	PA Rt.
Madocsa-Böleske út	46,72350	18,96033	<50	-	PA Rt.
Madocsa-Böleske út	46,72400	18,96033	<50	-	PA Rt.
6-os főút-Madocsa út	46,66767	18,91533	<50	-	PA Rt.
A1 állomás	46,59100	18,85300	90	-	PA Rt.
A4 állomás	46,56450	18,86250	140	-	PA Rt.
A5 állomás	46,56517	18,84033	<50(fall-out)	-	PA Rt.
A6 állomás	46,57217	18,83417	<35 (talaj)	-	PA Rt.
A8 állomás	46,57267	18,86883	70	-	PA Rt.
A9 állomás	46,56633	18,85150	260	-	PA Rt.
Tengelic szőlőhegy	46,54325	18,75645	<56	384	OKK-OSSKI
Tengelic	46,51318	18,72847	<75	201	OKK-OSSKI
Szedres	46,47345	18,70470	<87	274	OKK-OSSKI
Kölesd	46,50720	18,60792	<88	768	OKK-OSSKI
Dunaszentgyörgy	46,53452	18,81563	<75	672	OKK-OSSKI

Mindkét radionuklid felületi sík eloszlás feltételezésével értékelve ki.

Az in-situ mérési pontok területi eloszlását, valamint a ^{131}I -izotóp talajfelszíni koncentráció változását a 3.3. ábra szemlélteti. (Az ábrán technikai okok miatt a kimutatási határ alatti eredmények nincsenek külön jelölve, azok a kimutatási határral szerepelnek.)



3.3. ábra Az in-situ mérési pontok és a ^{131}I kiülepedés értékei az erőmű 30 km-es környezetében

Figure 3.3. The measurement points of the in-situ investigations and the deposition values of ^{131}I in the 30km zone of the NPP

3.3. Talaj és növényminták vizsgálata

A mintavételt az ÁNTSZ Tolna megyei, a BM OKF, az FVM REH, az OKK-OSSKI és a PaRt Környezet Ellenőrző Laboratóriumának szakemberei végezték.

A mintavétel során minden esetben feljegyzésre került a mintavétel ideje, helye (földrajzi szélesség, hosszúság), a mintázott felület nagysága, és a minta azonosításához, illetve a későbbi értékeléshez szükséges egyéb adatok.

Az OMSZ által közölt terjedési számításokat felhasználva elsősorban azokon a területeken történt mintavétel, ahol várható volt a radiojód megjelenése.

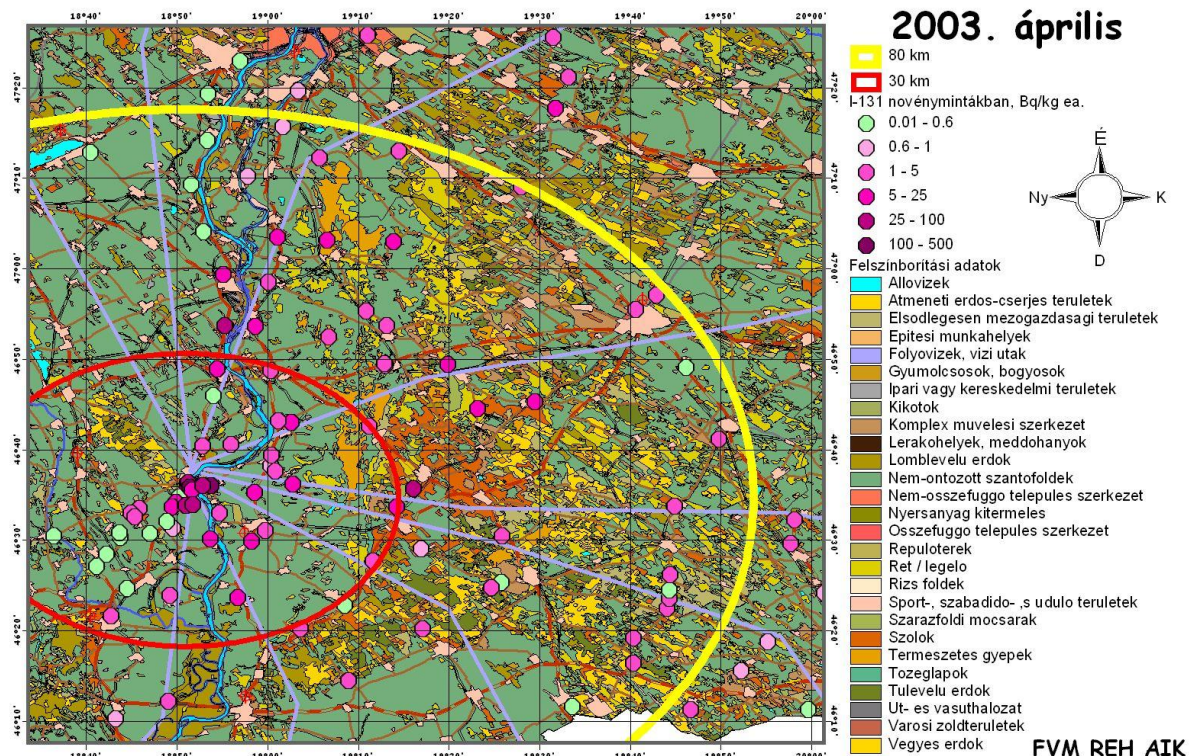
A minták mennyiségét és a mérési módszert (félvezető detektoros gamma-spektrometria) az ellenőrzésben közreműködő laboratóriumok úgy választották meg, hogy 0,5 Bq/kg (eredeti anyag) -koncentrációnál nagyobb mennyiségű ^{131}I -izotóp kimutatható legyen.

Az FVM REH laboratóriumok mérési eredményeit az F1.4. táblázat foglalja össze. Amelyik mintavételi pont esetében lehetőség volt rá, meghatározták a felületegységre vonatkoztatott radiojód koncentrációt is. A táblázat összehasonlításként tartalmazza a növényekre általában jellemző természetes radionuklidok koncentráció adatait is.

Az ERMAH laboratóriumok által vizsgált talajminták gamma-spektrometriai eredményeit az F1.5. táblázat, a fűmintákeit az F1.6. táblázat tartalmazza.

Az FVM REH AIK által az OTAB-1 és a CORINE digitális térképi adatbázisok segítségével ábrázolt növény minta mérési eredményeket a 3.4. ábra mutatja be. Az ábrákon bejelöltük a 30 és 80 km-es zónákat. Látható, hogy a minták zöme 1-10 Bq/kg (eredeti anyag) koncentrációban tartalmazza a ^{131}I -izotópot, illetve az erőmű közvetlen közelében néhány esetben ez elérte a 100 Bq/kg nagyságrendet is. A megfigyelt maximális ^{131}I -koncentráció 500 Bq/kg volt, míg a legtávolabbi pont, ahol még ki lehetett a jódizotópot mutatni, 120 km-re volt az erőműtől.

A I-131 területi eloszlása röviddel az üzemzavar után, 2003. április



3.4. ábra A növénymintákban mért ^{131}I aktivitáskonzentrációk (eredeti anyagra)

Figure 3.4. The concentration of ^{131}I radionuclide in samples of vegetation (wet weight)

3.4. Tejminták mérései

A radiojód esetében a tápláléklánc legérzékenyebb pontja a tej. Mivel az üzemzavar időpontjában a legeltetés még nem volt jellemző, így csak az inhalációs jódterhelés kimutatására lett volna esély. A mérési eredményeket az F1.7. táblázat foglalja össze. Valamennyi mérési eredmény detektálási határ alatti. (A felmérés során sikerült egy tejjgazdaságot találni, ahol legeltettek, de ez esetben is a detektálási határ alatt - 0,1 Bq/kg - maradt a radiojód koncentrációja.)

4. A LAKOSSÁG SUGÁRTERHELÉSE

Radioaktív kibocsátással járó atomerőműi üzemzavar vagy baleset esetén fontos szerephez jutnak az ún. környezeti következményelemzési módszerek. Ezek segítségével - a forrástagra vonatkozó, mért vagy becsült eredményekre és a meteorológiai előrejelzésre, illetve hidrológiai adatokra támaszkodva - prognózis készíthető a kibocsátott radioaktív anyagok légköri, illetve vízi terjedésére, koncentrációjára, valamint az érintett lakosság különböző sugárterhelési útvonalakon várható sugárterhelésére vonatkozóan. A módszerek elsődlegesen az előrejelzés lehetősége miatt kiemelkedő jelentőségűek, de fontos szerepük lehet a későbbiekben is, amikor a tényleges mérési adatokkal összevetve, vagy a hiányzó mérési adatok kiegészítésére végzünk utólagos elemzéseket.

Az üzemzavari, illetve baleseti kibocsátások következményeinek elemzésére a normál időszaki, állandósult állapotok leírására használatos modellektől eltérőeket kell használni, elsősorban a légköri terjedés tekintetében. Hangsúlyozni kell azt is, hogy üzemzavari, baleseti helyzetekben várhatóan a légköri radioaktív kibocsátások a meghatározóak, időben és nagyságban egyaránt. A folyékony kibocsátások ugyanis általában – nagyon speciális helyzeteket kivéve - „visszatarthatóak”, azaz hatásuk csak késleltetve jelentkezik, és a vízkezelési technológiáknak köszönhetően értékük minimalizálható.

4.1. A légköri kibocsátásból származó sugárterhelés

Az elmúlt mintegy másfél évtizedben több hazai főhatóság, szakintézmény fordított komoly szellemi és anyagi erőforrásokat arra, hogy rendelkezésre álljanak a légköri kibocsátások hatásának elemzésére alkalmazható számítógépes eljárások. Ezek részben saját fejlesztésű, részben nemzetközi kooperációban létrehozott szoftverek, amelyek körül komoly fejlesztői, üzemeltető szakember gárda alakult ki. Az egyes módszerek tesztelése, a futtatások gyakoroltatása, összehangolása, az eredmények értelmezésének és felhasználásának koordinálása a hazai nukleárisbaleset-elhárítás egyik kiemelkedő feladata, a baleseti készenlét fokozásának fontos eszköze.

Az NBE MTT kezdeményezésére egy vizsgálatsorozat indult az április üzemzavart követő hetekben, amely azt tűzte ki célul, hogy a valós kibocsátási és meteorológiai adatokra alapozva minden szóba jöhető radiológiai következményelemzési modell segítségével készüljön elemzés a környezeti hatásokról.

A vizsgálatok két fontos célt, célcsoportot szolgáltak:

- a lehető legpontosabban és leghitelesebben megállapítani, hogy mik voltak az erőműi üzemzavar környezeti és lakossági hatásai (légköri és felszíni szennyezettség, dózisok); az egyes elemzési eredmények hogyan egyeznek egymással és a tényleges környezeti mérési eredményekkel; voltak-e (lehettek-e) olyan helyek, amelyek radiológiai szempontból bármi jelentőséggel bírhatnak („forró pontok”), de környezeti mérések által nem voltak detektálhatók, illetve
- a tanulságok hasznosítása és az együttműködés javítása, hogy a jövőben a lehető legjobban működjön a rendszer.

A vizsgálatokban 6 intézmény - PA Rt., Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz), OAH, BM Országos Katasztrófavédelmi Főfelügyelőség (OKF), OKK-OSSKI, KFKI AEKI) munkatársai (mintegy 13 fő) vettek részt, összesen 4 különböző elemzési módszerrel – kódneveik szerint: BALDOS, SINAC, RODOS, SS57 -, kiegészítve a rendelkezésre álló mérési adatokkal, az alábbi feladatmegosztás szerint:

- Forrástag biztosítása: PA Rt.
- Meteorológiai adatok: OMSz
- Terjedés-, kiüledés- és dózisszámítások:
 - BALDOS: PA Rt., KFKI AEKI
 - SINAC: OAH, KFKI AEKI
 - RODOS: BM OKF
 - SS57: OKK-OSSKI
- Mérések:
 - PA Rt.
 - OKK-OSSKI – ERMAH laboratóriumok
 - FVM REH

A kiindulási adatokat, a számítások részletes eredményeit a 2. függelékben közöljük, itt most csak a legfontosabb megállapításokat összegezzük, valamint a lakosság sugárvédelmi normáinak ellenőrzésére hivatott egészségügyi hatóság szakintézménye, az OKK-OSSKI számítási eredményeit foglaljuk össze. Megjegyezzük, hogy - amint az a 2. függelék eredményeiből látható – ezen adatok, különösen a lakossági dózisok vonatkozásában, a modellszámításoknál elfogadható mértékben egyeztek a többi intézmény számítási eredményeivel.

A 2003. április 10-11-i súlyos üzemzavar kibocsátási adatai és esemény idején fennálló valós meteorológiai viszonyok alapján elvégzett következményelemzési modellszámítások összehasonlítása a következő tapasztalatokkal szolgált:

- a maximális dózisértékek a 100-200 nSv tartományban voltak, ami igazolta azt a következtetést, hogy a lakosságra nézve az üzemzavar számottevő többlet-sugárterheléssel nem járt,
- párhuzamosan futó (de más intézetek szakemberei által működtetett) programverziók (BALDOS, SINAC) közel egyforma eredményt adnak, igazolva, hogy a programkezelés során bevezetett szubjektív döntések (paramétermegadás) nem vezettek jelentős eltérésekhez,
- az egyes elemek (input adatok megadása, adatformátumok) elvileg jól illeszkednek egymáshoz, ugyanakkor
- bizonytalanságok, késések voltak az input adatok biztosításánál (forrástag, meteorológiai adatok rendelkezésre állása, megbízhatósága),
- bizonytalanságok, késések voltak az elemzések indításánál és szakszerű végrehajtásánál is (az input és a kívánt output pontos definiálása)

- elfogadhatatlanul nagy szórás (akár 2 nagyságrend is) a számítási részeredményekben, mégha ez a végeredményben – teljes sugárterhelés – lényegesen kisebb mértékben jelentkezett is.

Az OKK-OSSKI üzemzavari, baleseti helyzetre módosított - eredetileg a PAE normál üzemi kibocsátásaiból származó lakossági sugárterhelés becslésére adaptált - SS57 kódjelű programjával, a 2.1. alfejezet 2.3. táblázatában szereplő és a 2. függelékben részletesen leírt kibocsátási, valamint meteorológiai adatok alapján elvégzett dózisbecslések eredményeit a 4.1. táblázatban foglaltuk össze néhány, az erőmű közelébe eső településre.

A lakossági sugárterhelés adatok a meghatározó, radiojód- és nemesgáz-kibocsátásokra vonatkoznak, a többi radioizotóp járuléka ezekhez képest elhanyagolható.

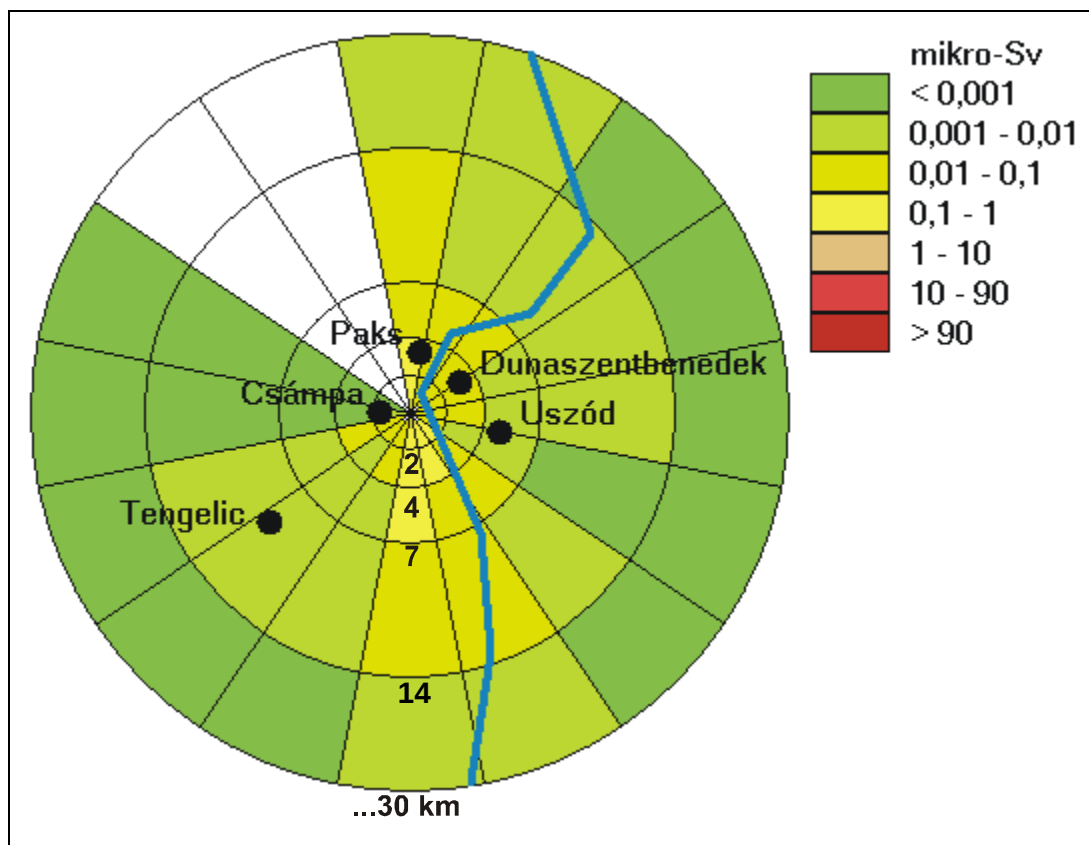
Alapértelmezésként a lakosság kritikus csoportjának a csámpaiakat tekintjük mind a normál időszaki, mind a baleseti dózisbecsléseknél, ugyanis ez a legközelebbi település. A mostani üzemzavarnál a kibocsátás időbeni lefolyása és a meteorológiai viszonyok változása azt eredményezte, hogy Csámpa helyett Paks déli részén lakók kapták a legnagyobb sugárterhelést, ám még ez is csupán a normál időszaki dózis nem egészen kétszeresét tette ki, és közel 3 nagyságrenddel alatta maradt a lakosságra vonatkozó dózismegszorításnak (90 μSv).

A dózisok irányok és távolságok szerinti megoszlását a 4.1. ábrán szemléltetjük. Az ábrán bemutatott eredmények alapján látható, hogy a legnagyobb értékeket az északi és déli irányokban kaptuk.

4.1. táblázat A ^{131}I és nemesgáz kibocsátásból származó dózisok néhány PAE környéki településre

Table 4.1. Doses to inhabitants of settlements in the region of the NPP

Település	Távolság, km	Irány	Gamma és inhalációs dózis, mikro-Sv	Teljes dózis, mikro-Sv
Csámpa	1,3	NY	0,012	0,025
Dunaszentbenedek	3,5	ÉK	0,007	0,018
Paks (dél)	3	É	0,047	0,12
Paks (közép)	5	É	0,028	0,073
Paks (észak)	8	É	0,0092	0,024
Uszód	3,5	K	0,0045	0,012
Tengelic	11	DNY	0,00074	0,0017
Szekszárd	27	DNY	0,00025	0,00059



4.1. ábra A radiojód és nemesgáz izotópoktól származó teljes sugárterhelés szektoronkénti megoszlása

Figure 4.1. The total dose from radioiodine and noble gases in different sectors around the NPP

4.2. A folyékony kibocsátásokból származó sugárterhelés

A folyékony kibocsátások esetén mind a kibocsátás, mind a környezeti migrációs folyamatok időbeli elhúzódása, késleltetése miatt elfogadható a normál időszak, állandósult állapotokra használt modell alkalmazása. Feltételeztük, hogy a radioizotópok hígulása az üzemzavari időszak alatti Duna-vízhozamban hígul, azonban – erősen konzervatív közelítésként – egyéves fogyasztási és környezethasznosítási adatokkal számoltunk.

A 2.4. táblázat kibocsátási eredményei alapján számolt lakossági sugárterhelés-járulékokat (Gerjen, felnőttek) a fontosabb radioizotópokra a 4.2. táblázatban foglaltuk össze.

A teljes – néhányszorosan felülbecsült - dózis megközelíti az éves, normál működésből származó, 25 nSv körüli sugárterhelést, azonban így is csak alig több mint tizede a légköri kibocsátásból származó terhelésnek.

A kibocsátásban a normál időszaki értékhez képest arányosan kisebb ^3H dóziszjáruléka képviseli a legnagyobb hányadot, közvetve ez is arra utal, hogy a többi radioizotóp kibocsátása sem tért el jelentősen a normál működés alatt várhatótól. (Ismételten hangsúlyozzuk azonban, hogy a folyékony kibocsátásokra végleges eredmények csak a teljes 2003. év és a korábbi évek kibocsátásainak összevetése, értékelése után várhatók.)

4.2. táblázat Az atomerőmű üzemzavari időszaka alatti folyékony kibocsátásokból származó belső és külső dózisok a gerjeni átlagos felnőttekre

Table 4.2. External and internal doses for the average adults living nearby the Danube due to the liquid effluents during the incident

Radionuklid	Dózis [nSv] (dose, [nSv])	
	külső (external)	belső (internal)
H-3	*	10
Mn-54	0,05	0,05
Co-58	0,25	0,06
Co-60	1,0	0,56
Sr-90	*	0,06
I-131	0,001	1,0
Cs-134	0,05	2,0
Cs-137	0,03	1,5
egyéb	0,02	0,8
Összesen:	1,4	16
Teljes járulék a vízi kibocsátásból: 17 nSv (total dose contribution from liquid releases)		

* a becsült dózis < 0,001 nSv (the estimated dose < 0.001 nSv)

5. ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK

A Paksi Atomerőműben 2003. április 10-11-én bekövetkezett súlyos üzemzavar a légköri kibocsátásokat tekintve jelentős - a radiojód esetén a teljes erőműre vonatkozó éves határértékeket megközelítő - kibocsátásokat eredményezett (5.1. táblázat).

5.1. táblázat A hatóság által elfogadott üzemzavari kibocsátási értékek az éves kibocsátási korlátok %-ában

Table 5.1. Airborne and liquid releases during the incident accepted by the authorities in percentages of the annual limits

Kibocsátás	[%]
Légnemű: aeroszol, összes-béta aktivitás	0,8
nemesgáz, összes-béta aktivitás	3,4
jód (I-131-egyenérték)	50
Sr-89 + Sr-90 aktivitás	17
Folyékony: hulladékvíz, összes-béta aktivitás	1,1
hulladékvíz, Sr-90 aktivitás	1,0
hulladékvíz, trícium-aktivitás	3,3

Megjegyezzük, hogy az 5.1. táblázatban a 2.3. és 2.5. táblázatoktól eltérően a teljes erőmű éves határértékeihez viszonyítottuk a kibocsátásokat, ugyanis itt nem a hatósági korlátok túllépésének vizsgálata volt a célunk, hanem annak szemléltetése, hogy az üzemzavar mekkora hányadát "használta el" a teljes kibocsátási keretnek.

A kibocsátások környezeti hatásának és az erőmű környezetében élő lakosság járulékos sugárterhelésének felmérésére - az OAH NBE MTT kezdeményezésére – kettős, modellszámítási és mérési program indult hatósági és egyéb intézmények együttműködésével.

A környezetellenőrzési program eredményei alapján megállapítható, hogy az erőmű közvetlen környezetét – az A jelű környezetellenőrző állomások térségét – kivéve a légnemű kibocsátás hatása csak a minták, mérések kis hányadában volt kimutatható.

Így kis mennyiségben kimutatható volt a ^{131}I radioizotóp az aeroszol-, dry-out- és fűminták egy részében, továbbá néhány in-situ gamma-spektrometriai méréssel. Jellemző értéktartományok (az erőmű ellenőrzött zónáján kívül):

- aeroszol: 0,004 - 0,58 mBq/m³,
- dry-out: 4,6 - 14 Bq/m²,
- fű: 1 - 10 Bq/kg (eredeti anyagra),
- in-situ: 140 - 250 Bq/m².

Az erőmű 30 km sugarú környezetében mért ^{131}I -koncentrációk – nem számítva az ellenőrzött zónát – a kimutatási határokat általában legfeljebb néhányszor haladták meg. Ezek a szintek környezeti és a lakosságra gyakorolt hatásukat tekintve teljesen jelentéktelenek.

A 2003. április 10-11-i súlyos üzemzavar kibocsátási adatai és esemény idején fennálló valós meteorológiai viszonyok alapján elvégzett következményelemzési modellszámítások összehasonlításának legfontosabb következtetése, hogy a becsült lakossági sugárterhelések elfogadhatóan egyeztek (100-200 nSv), még ha az egyes részeredmények jelentős szóródást is mutattak.

Az egészségügyi hatóság szakintézménye (OKK-OSSKI) a légköri és folyékony kibocsátásokból származó dóziszárulékot 120 és 16 nSv értékűnek becsülte (az előbbi a Paks déli részén élő, az utóbbit a gerjén felnőtt lakosságra), ami igazolta azt a következtetést, hogy a lakosságra nézve az üzemzavar számottevő többlet- sugárterheléssel nem járt.

1. függelék

**KÖRNYEZETI RADIOLÓGIAI MÉRÉSEK RÉSZLETES EREDMÉNYEI
(ERMAH ÉS FVM REH LABORATÓRIUMOK)**

F1.1. Táblázat. Aeroszol mérési eredmények (zárójelben a relatív hiba százalékban) (ERMAH laboratóriumok)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Szekszárd	04.04-04.11	gamma-spektr.	< 0,033	< 0,063	mBq/m ³	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 0,12	< 0,069	mBq/m ³	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.14-04.18	gamma-spektr.	< 0,013	< 0,014	mBq/m ³	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.18-04.19	gamma-spektr.	< 0,077	< 0,055	mBq/m ³	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.19-04.21	gamma-spektr.	< 0,086	< 0,059	mBq/m ³	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.21-04.22	gamma-spektr.	< 0,011	< 0,038	mBq/m ³	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.25-04.30	gamma-spektr.	< 0,0063	< 0,0045	mBq/m ³	Tolna M.I.	17685 m ³
Szekszárd	04.30-05.05	gamma-spektr.	< 0,0015	< 0,0036	mBq/m ³	Tolna M.I.	17745 m ³
Szekszárd	05.05-05.09	gamma-spektr.	< 0,0011	< 0,0028	mBq/m ³	Tolna M.I.	13321 m ³
Budafok	03.27-04.11	gamma-spektr.	0,0042 (5)	0,0016 (10)	mBq/m ³	OSSKI	PAE eredet kétséges
Budafok	04.11-04.14	gamma-spektr.	0,0039 (19)	0,0016 (36)	mBq/m ³	OSSKI	71 h, 10572 m ³ 47° 25,725' 19° 2,251'
Budafok	04.14-04.25	gamma-spektr.	0,001 (22)	0,0019 (7)	mBq/m ³	OSSKI	PAE eredet kétséges 32320 m ³
Budafok	04.25-05.09	gamma-spektr.	< 0,006	0,0017 (9)	mBq/m ³	OSSKI	PAE eredet kétséges 43346 m ³
Győr	04.11-04.17	gamma-spektr.	0,011 (9)	0,0018 (31)	mBq/m ³	Győr-M-S M.I.	16887 m ³
Győr	04.25-05.05	gamma-spektr.	0,011 (9)	0,0029 (21)	mBq/m ³	Győr-M-S M.I.	27320 m ³
Győr	05.05-05.09	gamma-spektr.	< 0,010	< 0,009	mBq/m ³	Győr-M-S M.I.	11040 m ³

F1.1. Táblázat. (folytatás)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Miskolc	04.01-04.08	gamma-spektr.	< 0,009	< 0,002	mBq/m ³	Borsod-A-Z. M.I.	19529 m ³
Miskolc	04.08-04.15	gamma-spektr.	0,105 (8)	0,0043 (40)	mBq/m ³	Borsod-A-Z. M.I.	22412 m ³ 48° 6,131' 20° 46,432'
Miskolc	04.23-04.28	gamma-spektr.	< 0,0007	< 0,0003	mBq/m ³	Borsod-A-Z. M.I.	16238 m ³
Miskolc	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,008	< 0,006	mBq/m ³	Borsod-A-Z. M.I.	22715 m ³
Miskolc	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 0,007	0,0027 (35)	mBq/m ³	Borsod-A-Z. M.I.	
Pécs	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,002	< 0,0019	mBq/m ³	OSSKI	21151 m ³
Pécs	05.12-05.19	gamma-spektr.	< 0,006	< 0,002	mBq/m ³	OSSKI	23994 m ³
Pécs	05.19-05.26	gamma-spektr.	< 0,003	< 0,002	mBq/m ³	OSSKI	22524 m ³

F1.2. Táblázat. Fall-out mérési eredmények (zárójelben a relatív hiba százalékban) (ERMAH laboratóriumok)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Szekszárd	-04.11	gamma-spektr.	< 3,2	< 3,8	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 2,9	< 2,7	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.14-04.28	gamma-spektr.	< 0,16	< 0,75	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,43	< 0,35	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Szekszárd	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 0,73	< 0,92	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	-04.11	gamma-spektr.	< 2,2	< 2,9	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 3,7	< 3,0	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	04.14-04.28	gamma-spektr.	< 0,43	< 1,03	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,70	< 0,71	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 0,78	< 0,54	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 3,4	< 4,3	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	04.14-04.28	gamma-spektr.	< 0,18	< 0,72	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,49	< 0,44	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 0,87	< 0,79	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	-04.11	gamma-spektr.	< 1,8	< 3,2	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 3,2	< 4,2	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.14-04.28	gamma-spektr.	< 0,73	< 0,93	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,65	< 0,74	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 0,82	< 0,84	Bq/m ²	Tolna M.I.	

F1.2. Táblázat. (folytatás)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Budafok	03.31-04.23	gamma-spektr.	< 7	< 7	Bq/m ²	OSSKI	
Budafok	04.23-05.05	gamma-spektr.	< 8,4	< 9,5	Bq/m ²	OSSKI	
Budafok	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 3,4	< 3,8	Bq/m ²	OSSKI	
Budapest XIII.	-04.22	gamma-spektr.	< 3	< 3	Bq/m ²	Fővárosi I.	
Budapest XIII.	04.22-04.30	gamma-spektr.	< 0,5	< 0,5	Bq/m ²	Fővárosi I.	
Budapest XIII.	04.30-05.09	gamma-spektr.	< 0,5	< 0,5	Bq/m ²	Fővárosi I.	
Debrecen	04.01-04.22	gamma-spektr.	< 4	< 4	Bq/m ²	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	04.24-04.28	gamma-spektr.	< 4	< 4	Bq/m ²	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 4	< 4	Bq/m ²	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 4	< 4	Bq/m ²	Hajdú-B. M.I.	
Győr	04.01-04.22	gamma-spektr.	< 1	< 1	Bq/m ²	Győr-M-S. M.I.	
Győr	04.22-04.28	gamma-spektr.	< 1,0	< 0,64	Bq/m ²	Győr-M-S. M.I.	
Győr	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,59	< 0,68	Bq/m ²	Győr-M-S. M.I.	
Győr	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 1,0	< 1,0	Bq/m ²	Győr-M-S. M.I.	

F1.2. Táblázat. (folytatás)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Miskolc	04.07-04.22	gamma-spektr.	< 6	< 6	Bq/m ²	Borsod-A-Z. M.I.	
Miskolc	04.22-04.28	gamma-spektr.	< 0,5	< 0,46	Bq/m ²	Borsod-A-Z. M.I.	
Miskolc	04.28-05.05	gamma-spektr.	< 0,46	< 0,41	Bq/m ²	Borsod-A-Z. M.I.	
Miskolc	05.05-05.12	gamma-spektr.	< 1,5	< 0,41	Bq/m ²	Borsod-A-Z. M.I.	

F1.3. Táblázat. Dry-out mérési eredmények (zárójelben a relatív hiba százalékban) (ERMAH laboratóriumok)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Szekszárd	-04.11	gamma-spektr.	< 1,1	< 0,8	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 0,67	< 1,1	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Szekszárd	04.14-05.05	gamma-spektr.	< 0,46	< 0,36	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	-04.11	gamma-spektr.	< 0,30	< 1,3	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 0,92	< 0,95	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Csámpa	04.14-05.05	gamma-spektr.	< 0,31	< 0,39	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	-04.11	gamma-spektr.	14 (6)	< 1,3	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 1,7	< 1,7	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Dunaföldvár	04.14-05.05	gamma-spektr.	< 0,27	< 0,65	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	-04.11	gamma-spektr.	4,6 (14)	< 0,98	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.11-04.14	gamma-spektr.	< 1,3	< 1,5	Bq/m ²	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.14-05.15	gamma-spektr.	< 0,30	< 0,57	Bq/m ²	Tolna M.I.	

F1.4. táblázat Növényminták gamma-spektrometriai eredményei (FVM REH laboratóriumok)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
WP413 C08	46,81445	18,90719	Dunaföldvár	csalán	22,07	2,3	10,6	12,0	209,1	5,0	7,8	7,0	40,1	8,8
WP413 F01	47,38201	18,94958	Érd	fű	0,10	99,0	10,9	99,0	374,9	6,0	4,6	14,0	0,2	0,2
WP413 F02	47,32211	18,89069	Szigetszentmiklós	fű	0,10	99,0	9,9	26,0	296,5	5,0	15,1	6,0	0,2	0,2
WP413 F03	47,23615	18,88971	Ercsi	fű	0,10	99,0	13,9	26,0	347,7	7,0	11,5	9,0	0,2	0,2
WP413 F04	47,15509	18,85995	Iváncsa	fű	0,10	99,0	12,5	99,0	354,9	5,0	17,4	6,0	0,2	0,2
WP413 F05	47,06753	18,88234	Kulcs	fű	0,10	99,0	16,0	99,0	337,0	6,0	14,8	7,0	0,2	0,2
WP413 F06	46,98961	18,91920	Dunaújváros	fű	16,90	4,9	15,7	99,0	239,5	7,0	10,3	10,0	30,7	6,9
WP413 F07	46,89552	18,92148	Baracs	fű	48,97	2,8	10,7	31,0	305,2	6,0	17,2	6,0	89,0	19,6
WP413 F08	46,81445	18,90719	Dunaföldvár	fű	22,68	4,0	16,4	99,0	357,8	7,0	25,2	8,0	41,2	9,1
WP413 F09	46,81182	19,00583	Solt	fű	2,11	12,7	11,9	99,0	292,9	6,0	9,3	11,0	3,8	1,0
WP413 F10	46,87332	19,11275	Szabadszállás	fű	2,92	12,6	18,6	25,0	331,4	7,0	23,6	7,0	5,3	1,3
WP413 F11	46,89359	18,97770	Tass	fű	5,49	7,7	13,7	99,0	337,8	7,0	12,6	9,0	10,0	2,3
WP413 F12	46,97467	19,00169	Szalkszentmárton	fű	1,15	18,0	13,8	99,0	352,4	5,0	28,5	5,0	2,1	0,6
WP413 F13	47,05770	19,01901	Dömsöd	fű	9,93	6,2	14,6	99,0	297,0	6,0	21,5	6,0	18,0	4,1

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
WP413 F21	47,05281	19,11048	Kunszentmiklós	fű	17,65	6,9	104,3	10,0	213,6	12,0	31,3	7,0	32,1	7,3
WP413 F22	47,04873	19,23153	Kunpeszér	fű	5,74	11,4	97,6	10,0	233,0	10,0	128,3	12,0	10,4	2,6
WP413 F23	46,92141	19,18118	Kincsespuszta	fű	2,83	13,9	22,7	99,0	343,3	8,0	32,3	8,0	5,1	1,3
WP413 F24	46,89449	19,21939	Aranyegyháza	fű	4,70	13,0	93,2	10,0	191,2	13,0	17,1	11,0	8,5	2,2
WP413 F25	46,82267	19,21669	Fülöpszállás	fű	2,44	15,6	48,2	13,0	270,8	8,0	6,1	18,0	4,4	1,2
WP413 F26	46,82399	19,33198	Izsák	fű	6,97	10,2	123,5	10,0	295,2	10,0	5,0	30,0	12,7	3,1
WP413 F27	46,74136	19,38603	Páhi	fű	13,41	7,0	72,3	12,0	373,4	9,0	6,0	21,0	24,4	5,6
WP413 F28	46,75496	19,49108	Orgovány	fű	6,87	13,5	214,8	8,0	126,0	21,0	10,5	20,0	12,5	3,2
WP413 F29	47,21397	18,67420	Gárdony	fű	0,40	22,4	7,8	99,0	329,6	5,0	24,4	5,0	0,7	0,2
TOL03 024	46,50213	18,89458	Gerjen	fű	14,30	4,3	10,9	99,0	210,7	7,0	8,5	10,0	26,0	5,8
TOL03 025	46,52177	18,82618	Dunaszentgyörgy	fű	0,62	20,0	15,0	16,0	259,5	5,0	18,5	5,0	1,1	0,3
TOL03 026	46,55789	18,76456	Tengelic	fű	2,64	10,0	19,5	17,0	226,4	6,0	19,2	5,0	4,8	1,2
TOL03 029	46,17000	18,72111	Bátaszék	fű	0,61	21,8	9,6	99,0	265,7	5,0	22,9	5,0	1,1	0,3
TOL03 031	46,20268	18,81845	Pörboly	fű	2,78	10,8	10,7	99,0	243,9	6,0	11,7	7,0	5,1	1,2

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
TOL03 033	46,24150	19,14885	Rém	fű	3,93	9,5	12,1	99,0	242,3	6,0	20,6	6,0	7,1	1,7
TOL03 035	46,33623	19,28462	Jánoshalma	fű	4,28	8,8	23,8	12,0	313,7	5,0	21,4	5,0	7,8	1,8
TOL03 037	46,33618	19,06059	Nemesnádudvar	fű	3,87	8,7	5,8	39,0	274,7	6,0	11,4	9,0	7,0	1,7
TOL03 039	46,39315	18,94575	Dusnok	fű	11,00	5,6	20,6	15,0	380,9	6,0	15,9	8,0	20,0	4,5
TOL03 041	46,49705	18,97082	Bátya	fű	7,71	6,4	9,2	27,0	292,7	6,0	16,2	6,0	14,0	3,2
TOL03 042	46,58773	18,97626	Dunapataj	fű	14,05	5,4	12,8	26,0	240,3	7,0	21,6	6,0	25,6	5,7
TOL03 044	46,60252	18,85356	Paks	fű	280,84	1,2	16,4	27,0	315,0	7,0	19,9	8,0	510,6	111,6
TOL03 046	46,57949	18,83712	Paks	fű	0,51	18,0	5,9	29,0	350,6	4,0	8,1	6,0	0,9	0,3
TOL03 047	46,56907	18,83126	Csámpa	fű	8,99	6,8	12,3	99,0	333,3	5,0	8,4	10,0	16,3	3,7
TOL03 048	46,56065	18,82421	Paks	fű	5,89	5,6	9,6	23,0	351,0	4,0	16,0	5,0	10,7	2,4
TOL03 049	46,51228	18,78414	Tengelic szőlőhegy	fű	0,34	30,2	8,5	99,0	239,3	6,0	16,1	6,0	0,6	0,2
TOL03 050	46,54989	18,74955	Tengelic	fű	2,39	12,0	10,3	20,0	290,2	5,0	42,2	4,0	4,4	1,1
TOL03 051	46,50481	18,72888	Tengelic	fű	0,57	15,8	4,5	36,0	291,6	5,0	16,7	7,0	1,0	0,3
TOL03 052	46,45118	18,68565	Kajmád	fű	0,43	17,7	4,3	31,0	266,8	4,0	12,9	4,0	0,8	0,2

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
TOL03 053	46,41121	18,74241	Mözs	fű	0,31	33,3	11,6	21,0	305,7	5,0	12,9	6,0	0,6	0,2
TOL03 054	46,39826	18,82090	Bogyiszló	fű	1,36	16,9	12,8	99,0	268,5	6,0	13,2	7,0	2,5	0,7
TOL03 055	46,36001	18,71242	Szekszárd	fű	1,71	16,0	14,5	23,0	385,9	6,0	6,1	13,0	3,1	0,8
JAS030 13	47,01231	20,12726	Tiszajenő	búza	0,91	24,3	17,5	99,0	469,9	5,0	16,3	8,0	1,7	0,5
JAS030 15	46,88039	20,14216	Tizsakürt	fű	0,55	28,9	15,8	99,0	340,4	6,0	18,3	8,0	1,0	0,4
JAS030 17	46,80839	20,15867	Csépa	búza	0,72	22,9	13,3	17,0	240,7	6,0	15,4	6,0	1,3	0,4
JAS030 19	46,83363	20,29444	Kunszentmárton	fű	0,99	23,6	11,6	26,0	333,6	6,0	9,2	10,0	1,8	0,6
JAS030 21	46,98221	20,27727	Tiszaöldvár	búza	1,36	17,4	11,1	99,0	315,7	6,0	9,0	49,0	2,5	0,7
JAS030 23	47,01156	20,28963	Martfű	fű	1,88	20,0	12,2	28,0	297,4	7,0	7,2	14,0	3,4	1,0
JAS030 25	47,05246	20,26836	Rákócziújfalú	fű	1,21	19,6	21,2	14,0	316,8	5,0	13,4	6,0	2,2	0,6
WP416 F01	47,32708	19,05667	Szigetszentmiklós	fű	0,77	24,3	18,3	19,0	325,3	6,0	13,2	7,0	1,4	0,5
WP416 F02	47,26158	19,02807	Dunavarsány	fű	0,77	22,4	9,8	99,0	229,7	6,0	9,0	8,0	1,4	0,4
WP416 F03	47,16967	18,96402	Ráckeve	fű	0,88	21,8	11,3	99,0	342,2	5,0	52,8	13,0	1,6	0,5
WP416 F04	47,20347	19,09559	Áporka-Bugyi	fű	1,15	18,9	13,2	99,0	215,5	8,0	39,5	6,0	2,1	0,6

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
WP416 F05	47,21609	19,24232	Dabas	fű	1,15	19,6	14,5	99,0	231,9	7,0	9,0	10,0	2,1	0,6
WP416 F06	47,15049	19,46577	Pusztavacs	fű	1,46	17,4	25,9	15,0	305,8	6,0	11,2	8,0	2,6	0,7
WP416 F07	47,29525	19,52888	Pilis	fű	5,43	10,2	16,3	27,0	311,3	8,0	25,9	8,0	9,9	2,4
WP416 F08	47,35275	19,55349	Tápióbicske	fű	1,77	17,4	15,5	99,0	323,0	7,0	22,4	8,0	3,2	0,9
WP416 F09	47,42543	19,52541	Úri	fű	2,08	16,4	34,2	14,0	302,7	7,0	80,8	3,0	3,8	1,0
WP416 F10	47,46293	19,55434	Sülysáp	fű	1,06	21,3	13,3	99,0	221,2	7,0	10,3	9,0	1,9	0,6
WP416 F11	47,50962	19,59616	Kóka	fű	0,92	21,3	14,6	99,0	286,1	6,0	95,7	3,0	1,7	0,5
WP416 F12	47,57270	19,60155	Zsámbok	fű	1,14	21,8	19,3	99,0	296,0	7,0	56,0	4,0	2,1	0,6
TOL03 059	46,38028	19,14181	Hajós	fű	0,46	27,7	14,2	99,0	246,4	9,0	33,5	5,0	0,8	0,3
TOL03 060	46,46172	19,19344	Kiscsala	fű	1,16	18,6	18,9	18,0	250,4	8,0	25,2	5,0	2,1	0,6
TOL03 061	46,48416	19,28313	Imrehegy	fű	0,81	23,6	14,8	28,0	306,5	8,0	5,2	15,0	1,5	0,5
TOL03 063	46,42233	19,42919	Kiskunhalas	fű	0,10	99,0	8,0	48,0	261,2	9,0	6,8	13,0	0,2	0,2
TOL03 064	46,50818	19,43061	Pirtó	fű	1,31	18,9	8,6	45,0	295,0	8,0	4,3	18,0	2,4	0,7
TOL03 065	46,41198	19,41198	Soltvadkert	fű	1,59	17,7	15,8	99,0	269,3	7,0	3,8	19,0	2,9	0,8

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
TOL03 066	46,60215	18,85246	Paks Észak kb.3km	fű	10,49	6,6	18,4	15,0	313,4	5,0	7,2	9,0	19,1	4,3
TOL03 067	46,60245	18,85357	Paks Észak kb.3km	fű	214,14	1,5	14,6	22,0	288,2	7,0	10,8	10,0	389,3	85,1
TOL03 068	46,60184	18,85405	Paks Észak kb.3km	fű	224,93	1,5	22,0	18,0	285,0	6,0	10,6	9,0	409,0	89,4
TOL03 069	46,60235	18,85488	Paks Észak kb.3km	fű	185,92	1,5	9,6	99,0	294,7	5,0	6,4	10,0	338,0	73,9
TOL03 070	46,60650	18,85402	Paks Észak kb.3km	fű	56,61	2,9	11,3	19,0	244,1	6,0	5,7	11,0	102,9	22,7
TOL03 071	46,59981	18,89591	Paks Észak kb.3km	fű	294,38	1,3	16,6	21,0	257,1	6,0	6,0	14,0	535,2	117,0
TOL03 072	46,59764	18,85760	Paks Észak kb.3km	fű	506,68	1,0	20,3	17,0	336,2	5,0	11,4	8,0	921,2	201,2
TOL03 073	46,59220	18,86174	Paks Észak kb.3km	fű	10,22	7,2	13,0	23,0	325,1	7,0	7,8	11,0	18,6	4,3
TOL03 014	46,67537	18,93350	Madocsa	fű	1,03	8,0	15,2	21,0	312,0	5,0	8,2	10,0	1,9	0,4
BAR03 030	45,86683	18,23327	Harkány	búza	0,10	99,0	8,9	99,0	231,8	6,0	7,4	10,0	0,2	0,2
BAR03 031	45,85113	18,33540	Siklós	búza	0,10	99,0	10,5	99,0	122,1	9,0	3,8	15,0	0,2	0,2
BAR03 032	45,84847	18,41900	Nagyharsány	búza	0,10	99,0	9,7	99,0	250,3	6,0	3,2	16,0	0,2	0,2
BAR03 033	45,88977	18,40901	Villánykövesd	búza	0,10	99,0	6,3	99,0	263,9	4,0	9,0	6,0	0,2	0,2
BAC03 063	46,71650	19,04358	Harta	lósóska	1,87	11,6	5,8	23,0	199,2	6,0	27,2	14,0	3,4	0,8

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
BAC03 065	46,71650	19,04358	Harta	fű	10,32	7,2	23,4	15,0	346,5	6,0	36,2	5,0	18,8	4,3
BAC03 067	46,63650	19,00563	Dunapataj	l-sóska	1,01	16,0	2,9	99,0	203,4	6,0	3,8	9,0	1,8	0,5
BAC03 069	46,63650	19,00563	Dunapataj	fű	0,74	20,0	10,1	19,0	268,2	5,0	7,7	7,0	1,3	0,4
BAC03 071	46,62709	19,01499	Dunapataj	gabona	1,01	17,1	10,0	19,0	249,3	5,0	9,2	7,0	1,8	0,5
BAC03 073	46,60350	19,04711	Újtelek	gabona	9,78	6,1	9,6	20,0	317,8	5,0	12,3	6,0	17,8	4,0
BAC03 075	46,51713	18,99590	Kalocsa	fű	4,72	8,6	10,6	16,0	227,6	6,0	5,8	9,0	8,6	2,0
BAC03 077	46,56053	19,23792	Kecel	lucerna	13,79	5,0	8,9	20,0	223,3	6,0	5,0	10,0	25,1	5,6
BAC03 079	46,59479	19,26775	Kiskőrös	fű	67,97	2,2	26,2	10,0	295,8	5,0	7,0	8,0	123,6	27,1
BAC03 081	46,70983	19,18696	Akasztó	fű	4,80	8,2	10,1	18,0	275,0	5,0	3,8	12,0	8,7	2,0
BAC03 083	46,82425	19,21540	Fülöpszállás	fű	2,34	6,3	11,8	12,0	260,1	4,0	11,5	5,0	4,2	1,0
BAC03 085	46,19348	19,56103	Kelebia	lósóska	0,10	99,0	5,8	23,0	187,9	6,0	4,7	9,0	0,2	0,2
BAC03 087	46,27245	19,67278	Öttömös	legelői fű	1,85	13,0	20,5	12,0	248,0	6,0	14,3	6,0	3,4	0,9
BAC03 089	46,31899	19,67252	Pusztamérges	gabona	1,92	13,6	14,8	13,0	255,3	6,0	21,5	5,0	3,5	0,9
BAC03 091	46,37411	19,73466	Gárgyán (Kiskunmajsa)	lucerna	1,08	18,0	7,5	25,0	150,7	7,0	17,2	5,0	2,0	0,6

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
BAC03 093	46,39196	19,73805	Kiskunmajsa	legelői fű	3,17	10,9	26,4	11,0	175,2	7,0	24,8	5,0	5,8	1,4
BAC03 095	46,40776	19,73905	Kiskunmajsa	lucerna	0,30	31,6	6,7	23,0	174,7	6,0	16,7	5,0	0,5	0,2
BAC03 097	46,43633	19,74004	Kiskunmajsa	gabona	3,77	9,4	8,3	20,0	213,7	6,0	8,7	7,0	6,9	1,6
BAC03 099	46,56229	19,74804	Jásszentlászló	gabona	2,47	13,0	6,4	26,0	280,0	6,0	5,6	9,0	4,5	1,1
BAC03 101	46,68647	19,82955	Kiskunfélegyháza	legelői fű	1,06	20,0	11,3	21,0	311,8	5,0	10,2	7,0	1,9	0,6
BAC03 103	46,81716	19,76981	Városföld	gabona	0,42	31,6	8,8	21,0	295,3	5,0	9,1	7,0	0,8	0,3
BAC03 105	46,95047	19,71521	Katonatelep	legelői fű	1,69	15,4	8,0	25,0	266,0	6,0	13,5	6,0	3,1	0,8
BAC03 055	46,92510	19,67670	Kecskemét	fű	2,34	5,4	12,2	12,0	282,6	4,0	19,1	4,0	4,3	1,0
CSO03 016	46,31292	19,92034	Bordány	legelői fű	0,82	22,4	7,1	40,0	300,3	5,0	4,2	14,0	1,5	0,5
CSO03 018	46,25935	19,87133	Zákányszék	legelői fű	0,99	20,4	9,8	99,0	264,9	5,0	6,0	9,0	1,8	0,5
CSO03 020	46,18697	19,77747	Ásotthalom	gabona	1,18	19,2	8,0	31,0	256,7	7,0	6,8	11,0	2,2	0,6
CSO03 022	46,18816	19,99470	Röszke	lucerna	0,53	23,6	6,1	35,0	197,0	6,0	7,2	8,0	1,0	0,3
CSO03 024	46,53722	19,96907	Pusztaszer	lucerna	1,23	16,9	10,2	23,0	140,1	8,0	8,6	9,0	2,2	0,6
CSO03 026	46,49357	19,96233	Kistelek	gabona	1,21	20,9	14,0	99,0	199,2	8,0	3,7	23,0	2,2	0,7

F1.4. Táblázat (folytatás)

kód	szél.	hossz.	hely	minta	I-131	h, %	Be-7	h,%	K-40	h,%	Pb-212	h,%	I-131/ m2	h,%
CSO03 028	46,40287	20,02384	Balástya	gabona	0,95	23,6	11,9	99,0	272,8	6,0	9,9	8,0	1,7	0,6
WP417 F01	46,56401	18,85012	Paks	fű	44,44	3,3	10,4	99,0	312,3	5,0	34,2	4,0	80,8	17,8
WP417 F02	46,56499	18,86255	Paks	fű	66,33	2,8	14,2	99,0	289,6	6,0	12,4	8,0	120,6	26,5
WP418 F01	46,71924	19,01936	Harta	fű	4,71	9,8	9,1	99,0	245,4	6,0	37,3	4,0	8,6	2,0
WP418 F02	46,65596	19,00723	Dunapataj	fű	1,02	18,9	14,0	18,0	240,7	7,0	16,8	8,0	1,8	0,5
WP418 F03	46,54926	18,91160	Uszód	fű	3,33	10,9	9,0	99,0	290,9	5,0	27,4	4,0	6,1	1,5
BUDF0 322	47,43008	19,18398	Bp. Fogoly u.	fű	1,52	13,1	11,0	99,0	308,1	5,0	14,1	6,0	2,8	0,7
TOL03 080	46,67347	18,88150	Paks Észak kb.10km	fű	3,93	5,6	9,1	15,2	276,9	2,9	22,3	3,2	7,1	1,6
TOL03 081	46,76622	18,90088	Paks Észak kb.20km	fű	0,51	23,5	4,0	23,5	270,0	2,6	69,4	2,3	0,9	0,3
PES03 025	47,60515	19,33193	GÖDÖLLŐ	fű	0,40	99	33,75	11,0	180,80	8,0	47,63	3,0	0,7	0,7
PES03 027	47,64541	19,32288	SZADA	fű	0,40	99	87,80	7,0	238,20	8,0	14,09	7,0	0,7	0,7
PES03 033	47,65712	19,44451	IKLAD	fű	0,40	99	11,47	26,0	243,10	7,0	59,18	3,0	0,7	0,7
PES03 035	47,71309	19,38538	GALGAMÁCSA	fű	0,40	99	44,63	19,0	189,50	15,0	27,97	8,0	0,7	0,7

F1.5. Táblázat. Talajminták gamma-spektrometriai mérési eredményei (zárójelben a relatív hiba százalékban) (ERMAH laboratóriumok)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
PAE A1 állomás	04.11	gamma-spektr.	1,8 (9)	21 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	fűtől megtisztított
PAE A1 állomás	04.12	gamma-spektr.	5,7 (3)	22 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	fűves
Tengelic-szőlőhegy	04.16	gamma-spektr.	< 1,3	8,0 (5)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 32,595' 18° 45,387'
Tengelic	04.16	gamma-spektr.	< 1,1	5,2 (4)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 30,791' 18° 43,708'
Szedres	04.16	gamma-spektr.	< 1,1	5,8 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 28,407' 18° 42,282'
Kölesd	04.16	gamma-spektr.	< 0,73	7,0 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 30,432' 18° 36,475'
Dunaszentgyörgy	04.16	gamma-spektr.	< 0,78	9,4 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 32,071' 18° 48,938'
Dunaszentbenedek	04.16	gamma-spektr.	< 0,44	4,4 (6)	Bq/kg (nedves tömegre)	Tolna M.I.	
Dunaszentbenedek	04.28.	gamma-spektr.	< 3,2	10,2 (9)	Bq/kg (száras tömegre)	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.28.	gamma-spektr.	< 0,29	< 0,50	Bq/kg (száras tömegre)	Tolna M.I.	
Kalocsa	05.05.	gamma-spektr.	< 2,3	< 1,7	Bq/kg (száras tömegre)	Tolna M.I.	
Kalocsa	05.12.	gamma-spektr.	< 0,98	< 1,12	Bq/kg (nedves tömegre)	Tolna M.I.	
Budafok	04.29	gamma-spektr.	< 1,2	18,5 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Budafok	05.07	gamma-spektr.	< 0,93	18,9 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Budafok	05.14	gamma-spektr.	< 0,75	16,4 (3)	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Budapest XIII.	04.30	gamma-spektr.	< 1,4	9,0 (12)	Bq/kg (nedves tömegre)	Fővárosi I.	
Budapest XIII.	05.16	gamma-spektr.	< 1,2	8,9 (10)	Bq/kg (nedves tömegre)	Fővárosi I.	

F1.5. Táblázat (folytatás)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Miskolc	04.23	gamma-spektr.	< 0,5	7,0 (13)	Bq/kg (nedves tömegre)	Borsod-A-Z. M.I.	
Miskolc	04.28	gamma-spektr.	< 0,27	18 (9)	Bq/kg (nedves tömegre)	Borsod-A-Z. M.I.	
Miskolc	05.05	gamma-spektr.	< 0,42	5,3 (14)	Bq/kg (nedves tömegre)	Borsod-A-Z. M.I.	
Miskolc	05.12	gamma-spektr.	< 2,6	2,6 (26)	Bq/kg (nedves tömegre)	Borsod-A-Z. M.I.	
Győr	04.22	gamma-spektr.	< 7,0	41 (3)	Bq/kg (száraz tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Győr	04.28	gamma-spektr.	< 1,0	35 (3)	Bq/kg (száraz tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Győr	05.06	gamma-spektr.	< 0,83	31 (3)	Bq/kg (száraz tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Győr	05.14	gamma-spektr.	< 1,0	24 (4)	Bq/kg (nedves tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Debrecen	04.22	gamma-spektr.	< 0,5	6,9 (15)	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	04.28	gamma-spektr.	< 1,0	5,0 (8)	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	05.05	gamma-spektr.	< 1,0	6,7 (11)	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	05.12	gamma-spektr.	< 1,0	5,5 (41)	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	05.19	gamma-spektr.	< 1,0	5,9 (14)	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	

F1.6. Táblázat. Fűminták gamma-spektrometriai mérési eredményei (zárójelben a relatív hiba százalékban) (ERMAH laboratóriumok)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Tengelic-szőlőhegy	04.16	gamma-spektr.	1,7 (6)	< 0,62	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 32,595' 18° 45,387'
Tengelic	04.16	gamma-spektr.	0,28 (27)	< 0,56	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 30,791' 18° 43,708'
Szedres	04.16	gamma-spektr.	< 0,58	< 0,59	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 28,407' 18° 42,282'
Kölesd	04.16	gamma-spektr.	< 0,52	< 0,43	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 30,432' 18° 36,475'
Dunaszentgyörgy	04.16	gamma-spektr.	< 0,60	< 0,52	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	46° 32,071' 18° 48,938'
Dunaszentbenedek	04.16	gamma-spektr.	44 (9)	< 11	Bq/kg (száraz tömegre)	Tolna M.I.	
Kalocsa	04.28.	gamma-spektr.	< 0,29	< 0,50	Bq/kg (száraz tömegre)	Tolna M.I.	
Kalocsa	05.05.	gamma-spektr.	< 2,3	< 1,7	Bq/kg (száraz tömegre)	Tolna M.I.	
Kalocsa	05.12.	gamma-spektr.	< 0,98	< 1,12	Bq/kg (nedves tömegre)	Tolna M.I.	
Budafok	04.29	gamma-spektr.	< 0,59	< 0,50	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Budafok	05.07	gamma-spektr.	< 1,7	< 1,8	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Budafok	05.14	gamma-spektr.	< 0,49	< 0,55	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Budapest XIII.	04.30	gamma-spektr.	< 0,5	< 0,5	Bq/kg (nedves tömegre)	Fővárosi I.	
Budapest XIII.	05.16	gamma-spektr.	< 0,5	< 0,5	Bq/kg (nedves tömegre)	Fővárosi I.	
Győr	04.22	gamma-spektr.	< 3,0	< 3,0	Bq/kg (száraz tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Győr	04.29	gamma-spektr.	< 1	< 0,99	Bq/kg (nedves tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Győr	05.06	gamma-spektr.	< 1,6	< 1,8	Bq/kg (nedves tömegre)	Győr-M-S. M.I.	
Győr	05.13	gamma-spektr.	< 0,4	< 0,4	Bq/kg (nedves tömegre)	Győr-M-S. M.I.	

F1.6. Táblázat (folytatás)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Debrecen	04.22	gamma-spektr.	< 1,0	< 1,0	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	04.28	gamma-spektr.	< 1,0	< 1,0	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	05.05	gamma-spektr.	< 1,0	< 1,0	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Debrecen	05.12	gamma-spektr.	< 1,0	< 1,0	Bq/kg (nedves tömegre)	Hajdú-B. M.I.	
Miskolc	04.28	gamma-spektr.	< 0,67	< 0,75	Bq/kg (nedves tömegre)	B.A.Z. M.I.	
Miskolc	05.05	gamma-spektr.	< 0,09	< 0,016	Bq/kg (nedves tömegre)	B.A.Z. M.I.	
Miskolc	05.12	gamma-spektr.	< 3,8	< 0,72	Bq/kg (nedves tömegre)	B.A.Z. M.I.	
Pécs	04.24	gamma-spektr.	< 1,5	< 1,2	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	
Pécs	05.08	gamma-spektr.	< 0,76	< 0,82	Bq/kg (nedves tömegre)	OSSKI	

F1.7. Táblázat. Tejminták gamma-spektrometriai mérési eredményei (zárójelben a relatív hiba százalékban)

Helyszín	Mintavételi idő	Mérés	I-131	Cs-137	Mértékegység	Mérőlabor.	Megjegyzés
Dunaszentgyörgy	04.14	gamma-spektr.	< 0,58	< 0,51	Bq/l	OSSKI	46° 32,071' 18° 48,938'
Dunaszentgyörgy	04.14	gamma-spektr.	< 0,21	< 0,27	Bq/l	Tolna M.I.	az előzővel azonos minta
Fajsz	04.14	gamma-spektr.	< 0,18	< 0,16	Bq/l	OSSKI	
Fajsz	04.14	gamma-spektr.	< 0,18	< 0,14	Bq/l	Tolna M.I.	az előzővel azonos minta
Tolna	04.16	gamma-spektr.	< 0,49	< 0,57	Bq/l	OSSKI	
Dunaszentgyörgy	04.16	gamma-spektr.	< 0,18	< 0,20	Bq/l	OSSKI	46° 32,071' 18° 48,938'
Fajsz	04.16	gamma-spektr.	< 0,07	< 0,10	Bq/l	Tolna M.I.	
Paks	04.14	gamma-spektr.	< 0,1	< 0,1	Bq/l	FVM REH	
Gerjen	04.14	gamma-spektr.	< 0,1	< 0,1	Bq/l	FVM REH	
Solt	04.14	gamma-spektr.	< 0,1	< 0,1	Bq/l	FVM REH	

2. függelék

**KÖRNYEZETI RADIOLÓGIAI KÖVETKEZMÉNYELEMZÉSI MÓDSZEREK
ÖSSZEHASONLÍTÁSA A PAKSI ATOMERŐMŰ 2. BLOKKI ÜZEMZAVARÁNAK
KIBOCSÁTÁSI ADATAI ALAPJÁN**

Bevezetés

Légköri kibocsátással járó atomerőművi üzemzavar vagy baleset esetén fontos szerephez jutnak az ún. környezeti radiológiai következményelemzési módszerek. Ezek segítségével - a forrástagra vonatkozó mért vagy becsült adatokra és a meteorológiai előrejelzésre támaszkodva - prognózis készíthető a kibocsátott radioaktív anyagok légköri terjedésére, felszínközeli koncentrációjára, kiülepedésére, valamint az érintett lakosság különböző sugárterhelési útvonalakon várható sugárterhelésére vonatkozóan. A módszerek elsődlegesen az előrejelzés lehetősége miatt kiemelkedő jelentőségűek, de fontos szerepük lehet a későbbiekben is, amikor a tényleges mérési adatokkal összevetve, vagy a hiányzó mérési adatok kiegészítésére végzünk utólagos elemzéseket.

Az elmúlt mintegy másfél évtizedben több hazai főhatóság, szakintézmény fordított komoly szellemi és anyagi erőforrásokat arra, hogy rendelkezésre álljanak a fenti célra alkalmazható számítógépes eljárások. Ezek részben saját fejlesztésű, részben nemzetközi kooperációban létrehozott szoftverek, amelyek körül komoly fejlesztői, üzemeltető szakember gárda alakult ki. Az egyes módszerek tesztelése, a futtatások gyakoroltatása, összehangolása, az eredmények értelmezésének és felhasználásának koordinálása a hazai nukleárisbaleset-elhárítás egyik kiemelkedő feladata, a baleseti készenlét fokozásának fontos eszköze.

A Nukleárisbaleset-elhárítási Műszaki Tudományos Tanács (NBE MTT) kezdeményezésére egy vizsgálat sorozat indult az április üzemzavart követő hetekben, amely azt tűzte ki célul, hogy a valós kibocsátási és meteorológiai adatokra alapozva minden szóba jöhető radiológiai következményelemzési modell segítségével készüljön elemzés a környezeti hatásokról.

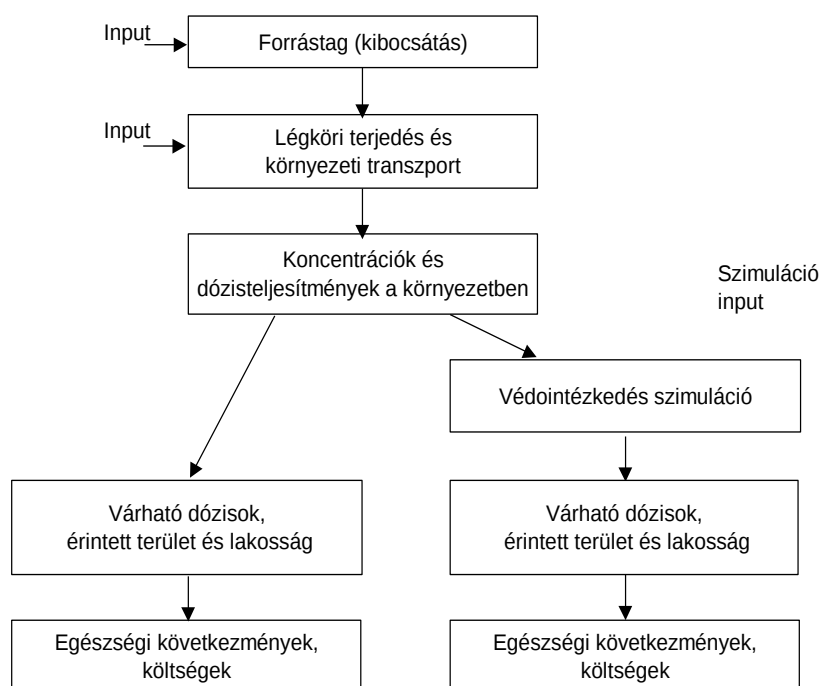
Célkitűzések

A vizsgálatok két fontos célt szolgáltak:

- a lehető legpontosabban és leghitelesebben megállapítani, hogy mik voltak az erőművi üzemzavar környezeti hatásai (légköri és felszíni szennyezettség, dózisok), hogy egyeznek ezek egymással és a tényleges környezeti mérési eredményekkel, voltak-e (lehettek-e) olyan helyek, amelyek radiológiai szempontból bármi jelentőséggel bírhatnak, de környezeti mérések által nem voltak detektálhatók, illetve
- a tanulságok hasznosítása és az együttműködés javítása, hogy a jövőben a lehető legjobban működjön a rendszer

Következményelemzési modellek

Az alábbi ábra egy általános következményelemzési modell sémáját mutatja, az alkalmazott eljárások rendre ezt a sémát követik.



F2.1. ábra: egy általános következményelemzési modell

Résztvevők

A vizsgálatokban 6 intézmény (PARt, OMSZ, OAH, BM OKF, OKK-OSSKI, KFKI AEKI) munkatársai (mintegy 13 fő) vettek részt, összesen 4 különböző elemzési módszerrel (BALDOS, SINAC, RODOS, SS57), kiegészítve a rendelkezésre álló mérési adatokkal, az alábbi feladatmegosztás szerint:

- Forrástag: PARt
- Meteorológia: OMSZ
- Terjedés-, kiülepedés- és dózis számítások:
 - BALDOS: PARt, KFKI AEKI
 - SINAC: OAH, KFKI AEKI
 - RODOS: BM OKF
 - SS57: OKK-OSSKI
- Mérések:
 - PARt
 - OKK-OSSKI – ERMAH laboratóriumok
 - FVM REH

Közös kiindulási adatok

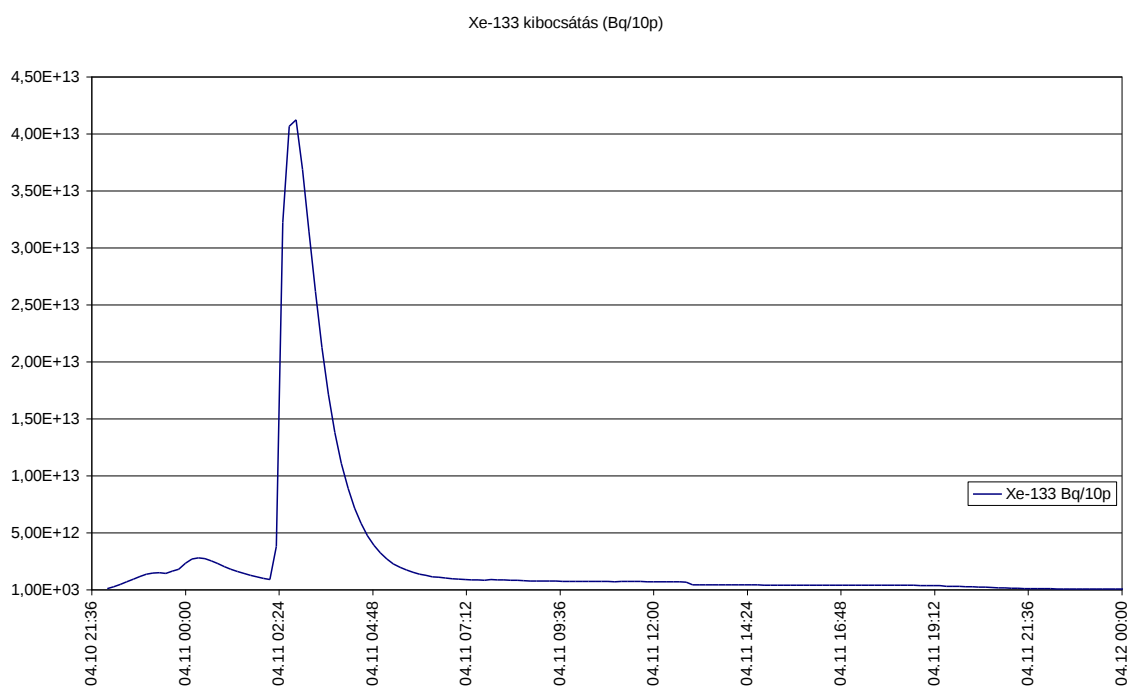
A következményelemzési számítások összevethetőségének alapvető feltétele a bemenő adatok egyezése. Ez bizonyos esetekben nem triviális (pl. eltérő időbontás, forrástag és

meteorológiai adat megadási forma, izotópcsoportosítás, más adatforrás a meteorológiai paraméterekre stb. miatt) és komoly figyelmet kellett fordítani arra, hogy az input adatok harmonizálását biztosítsuk.

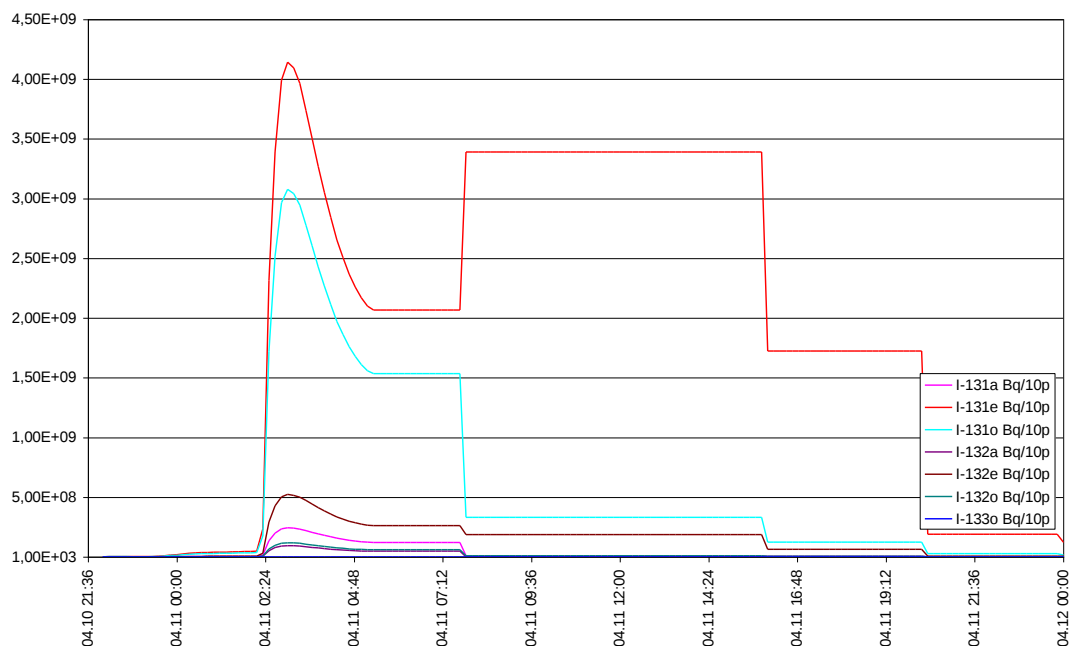
Forrástag

A forrástag adatokat a PART szolgáltatja. Az üzemzavart követő napokban az egyes folyamatos és mintavételes mérési módszerek segítségével meghatározott kibocsátási adatokat az erőmű az illetékes hatósággal egyeztetve, az elemzésekhez ezeket a hatóság által jóváhagyott forrástag értékeket használtuk.

Az egyébként rendkívül összetett, sokkomponensű számítások egyszerűsítésére és az összevethetőség biztosítására az elemzéseket arra a néhány radionuklidra korlátoztuk, amelynek az üzemzavar időpontjában a legnagyobb radiológiai jelentősége volt. Ezért a nemesgázok közül a ^{133}Xe -ra (F2.2. ábra), a radiojódok közül (elsősorban a ^{131}I) különböző kémiai formában történt kibocsátására (F2.3. ábra) történtek számítások.



F2.2. ábra: a következményelemzési modellekben használt ^{133}Xe kibocsátási adatok



F2.3. ábra: a következményelemzési modellekben használt radiojódok kibocsátási adatai

Meteorológia

Egyes modellek a paksi meteorológiai torony mérési adatait tudják csak használni (pl. BALDOS, SS57), míg mások (SINAC, RODOS) az OMSZ és a paksi torony adatait egyaránt fogadni képesek. Ez utóbbi esetben mindkét adatforrásra történtek számítások, amelyek bizonyos eltérésekre vezettek. Általában igaz az, hogy közeli helyekre a paksi torony adatai alapján lehet pontosabb, megbízhatóbb terjedésszámítást végezni, a távolság növekedtével ez a torony adataira alapozott elemzés egyre pontatlanabb. További megkötést jelent, hogy real-time futtatásoknál a prognózist csak az OMSZ előrejelzése alapján lehet számolni, a torony méréseiből csak a korábbi és pillanatnyi értékek ismertek.

Az 2003. április 10. este 22^h utáni időszakban az eleinte É-ÉK irányba fújó, 10-12 m/s erősségű szél lassan mérséklődött és fokozatosan keleti, majd déli irányba fordult. Ez 24 óra alatt mintegy 270 fokos fordulatot jelentett, miközben a szélesség 5-6 m/s-ra csökkent. Az első órákban Paks környékén csekély mennyiségű (néhány mm) csapadék hullott.

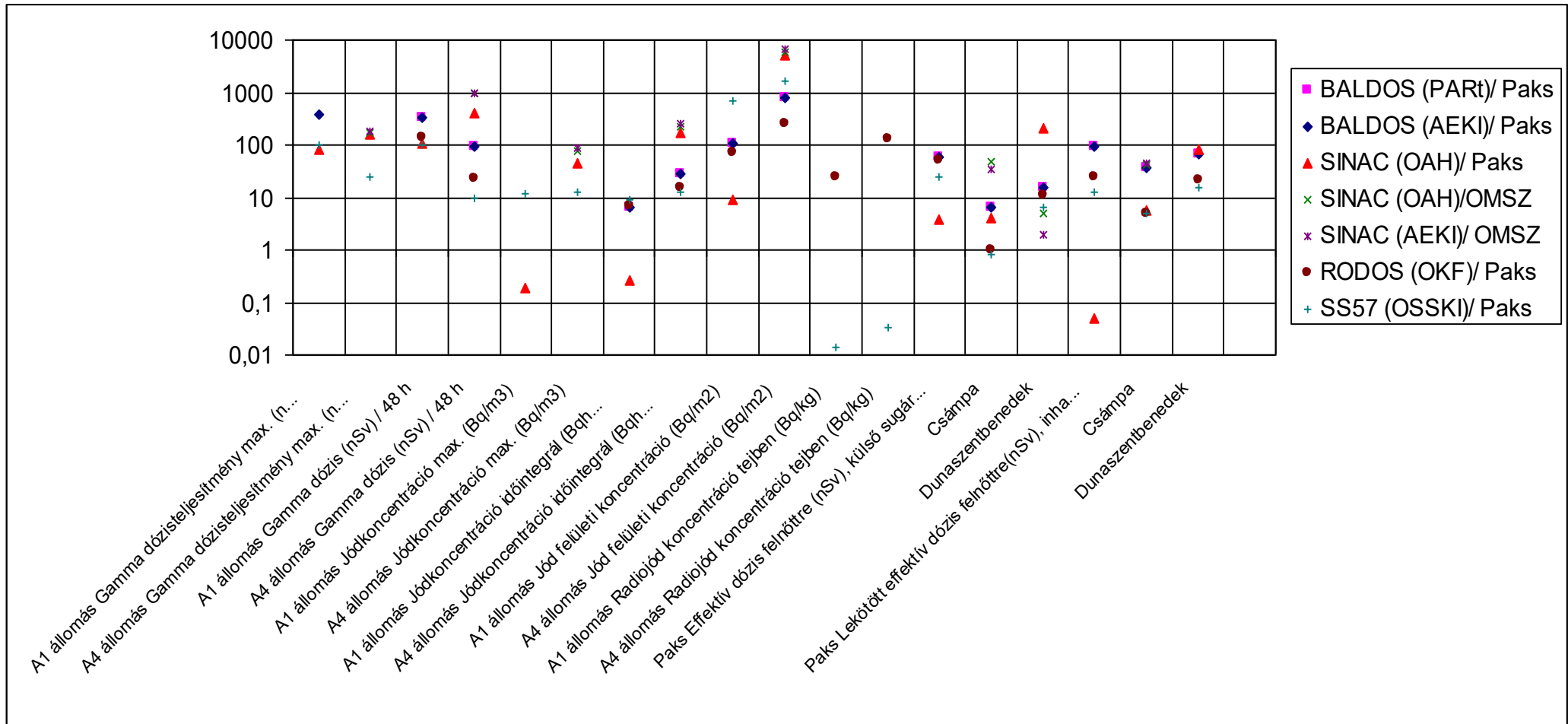
Számítási eredmények

A számításokat mérésekkel összevethető (pl. dózisteljesítmény, jód-aktivitáskoncentráció, jód-aktivitáskoncentráció időintegrálja, radiojód kiülepedés, radiojód-koncentráció élelmiszerben pl. tejben) vagy a sugárterhelés szempontjából releváns (csóvától és kiülepedéstől származó effektív gamma dózis 48 órára, inhalációból származó lekötött effektív dózis felnőttre 48 óra expozíció után) mennyiségekre végeztük el. A receptorpontok összehangolása külön figyelmet igényelt, mert (különösen a forráshoz közeli helyeken, pl.

Paks esetében) kis eltérések nagy különbségekhez vezethettek. A helyek kiválasztásánál a várható maximális értékű helyeket (A1 és A4 állomás) illetve a sugárterhelés szempontjából legérdekesebb településeket (Paks, Csámpa, Dunaszentbenedek) részesítettük előnyben. A számítások egyes eredményei az F2.1. táblázatban és az F2.4. ábrán láthatók.

Mennyiség	Hely	BALDOS (PART)/ Paks	BALDOS (AEKI)/ Paks	SINAC (OAH)/ Paks	SINAC (OAH)/OMSZ	SINAC (AEKI)/ OMSZ	RODOS (OKF)/ Paks	SS57 (OSSKI)/ Paks
Gamma dózisteljesítmény max. (nSv/h)	A1 áll.		372	82				103
Gamma dózisteljesítmény max. (nSv/h)	A4 áll.			156	165	180		25
Gamma dózis (nSv) / 48 h	A1 áll.	336	336	104			142	99
Gamma dózis (nSv) / 48 h	A4 áll.	93	93	398	975	1000	23	9,4
Jódkoncentráció max. (Bq/m3)	A1 áll.			0,19				11,5
Jódkoncentráció max. (Bq/m3)	A4 áll.			46	77	87		12,7
Jódkoncentráció időintegrál (Bqh/m3)	A1 áll.	6,5	6,5	0,26			7	9,3
Jódkoncentráció időintegrál (Bqh/m3)	A4 áll.	28	28	166	227	250	15	12,8
Jód felületi koncentráció (Bq/m2)	A1 áll.	107	107	9,3			72	685
Jód felületi koncentráció (Bq/m2)	A4 áll.	772	772	5099	6050	6700	253	1601
Radiojód koncentráció tejben (Bq/kg)	A1 áll.						24	0,014
Radiojód koncentráció tejben (Bq/kg)	A4 áll.						131	0,033
Effektív dózis felnőtte (nSv), külső sugárterhelés 48h alatt (csóva + kiül.)	Paks	58,7	58,7	3,8			50	25
	Csámpa	6,4	6,3	4	48	35	1	0,8
	Dunaszen- tbenedek	15,5	15,5	203	4,9	2	11	6,6
Lekötött effektív dózis felnőtte(nSv), inhalációs, 48h exp. után	Paks	91,7	91,7	0,05			24	13
	Csámpa	35,7	35,7	5,6	43	45	5	4,9
	Dunaszen- tbenedek	65	65	83,5			22	15

F2.1. táblázat: Néhány számított és mért eredmény



F2.4. ábra: Néhány számított és mért eredmény

Következtetések

A következményelemzési modellek összehasonlítása a 2003. április 10-i rendkívüli esemény idején fennálló valós kibocsátási és meteorológiai adatok alapján számos pozitív és néhány negatív tapasztalattal gazdagította a résztvevő szakértőket.

— Ami pozitív:

- a max.imális dózisértékek a 100-200 nSv tartományban voltak, ami igazolta azt a következtetést, hogy a lakosságra nézve az üzemzavar számottevő többlet sugárterheléssel nem járt,
- párhuzamosan futó (de más intézetek szakemberei által működtetett) programverziók (BALDOS, SINAC) (közel) egyforma eredményt adnak, igazolva, hogy a programkezelés során bevezetett szubjektív döntések (paramétermegadás) nem vezetnek jelentős eltérésekhez,
- az összehasonlító elemzések során a résztvevők részéről tapasztalt elkötelezettség és együttműködési készség meggyőző biztosítékot adott arra nézve, hogy valódi nukleáris vészhelyzetben összehangolt és hatékony döntéstámogató rendszerek állnak rendelkezésre,
- az egyes elemek (input adatok megadása, adatformátumok) elvileg jól illeszkednek egymáshoz.

— Ami pedig negatív:

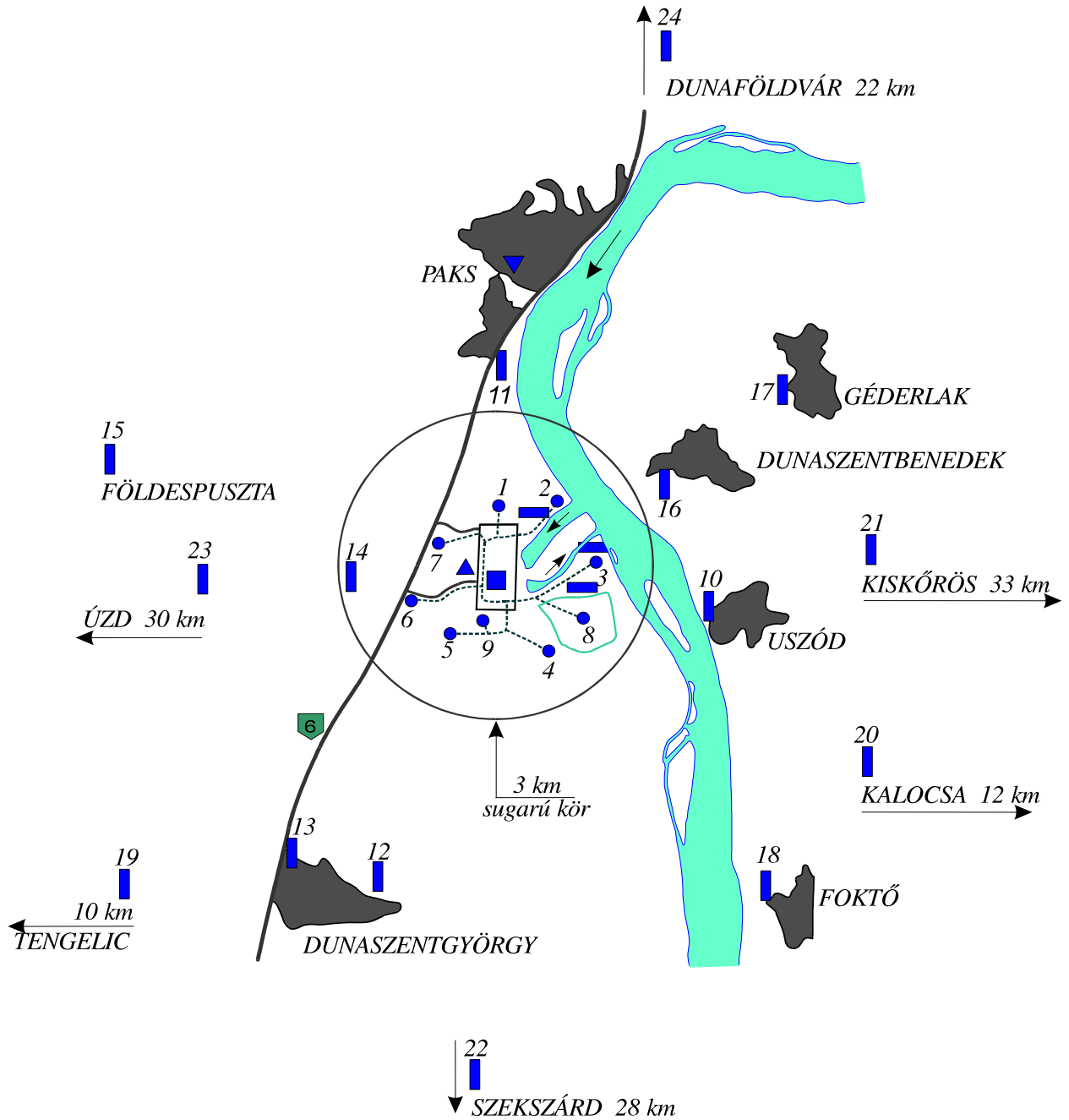
- bizonytalanságok, késések az input oldalon (forrástag, meteorológiai adatok rendelkezésre állása, megbízhatósága)
- bizonytalanságok, késések az elemzések indításánál és szakszerű végrehajtásánál (az input és a kívánt output pontos definiálása)
- elfogadhatatlanul nagy szórás (2 nagyságrend!) a számítási eredményekben

Az összehasonlító modellszámítások egyik legfontosabb tanulsága, hogy további hasonló vizsgálatokkal jelentősen javítható lesz az egyes modellek hatékonysága, megbízhatósága és az együttműködő partnerek közötti koordináció.

3. függelék

**A 2. BLOKKI ÜZEMZAVAR SORÁN
A PAKSI ATOMERŐMŰ ÁLTAL VÉGZETT KÖRNYEZETELLENŐRZÉSI
EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATAI**

- távmérő és mintavevő állomás (A típusú)
- mintavevő állomás (B és C típusú)
- vízmérő és mintavevő állomás
- ▲ meteorológiai mérőtorony
- az ÜKSER központja (KAR)
- ▼ Környezetellenőrző Laboratórium



A Paksi Atomerőmű üzemi környezetellenőrző állomáshálózata

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A4 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

4a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtart am [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
03. 31.–04. 11. 09:25	120 eff.	2	-		20	nm		0,04	nm
04. 07.–04. 11. 09:25	120 eff.	2	-	45*			0,09		
04. 11. 09:25–22. 12	15 190	267	2,6	0,2	14		0,14	9,7	
17. 11–22. 12	7 006	120	-			0,3			0,04
04. 22. 12–05. 05. 13	18 050	313	-		0,01			0,003	
Összesen							0,23	9,7	0,04
BALDOS (szám.)**							0,06	24	2,9

nm: nincs mintavétel

*: ismételt mérés (elfogadott)

**.: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

4b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m ²]	Fall-out [Bq/m ²]	In situ [Bq/m ²]	Megjegyzés
15. 15		1,4	140			140	
03. 31. 10–04. 22. 12	280	2,6			235		
29. 14		4,5				100	ismételt m.

2003. 04. 29-én az őszi vetés felett permetezés után in situ méréssel a I-131 nem volt kimutatható. Ugyanitt AUTOMESS-el az átlagos dózisteljesítmény 79 nSv/h volt (a detektor mellett 83 nSv/h). BITT szondával az átlagos érték áprilisban: 98 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A1 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

1a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtár- tam [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
03. 31.–04. 11. 10:10	200 eff.	4	-		160	nm		0,64	nm
04. 07.–04. 11. 10:10	200 eff.	4	-	270			1,1		
04. 11. 10:10–22. 11	13 200	265	2,6	0,1	0,3		0,07	0,21	
17. 09–22. 10	6 000	121	-			0,1			0,01
04. 22. 11–05. 05. 11	15 500	312	-		0,03			0,01	
Összesen							1,2	0,86	0,01
BALDOS (szám.)*							0,5	8	5,4

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

1b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m ²]	Fall-out [Bq/m ²]	In situ [Bq/m ²]	Megjegyzés
11. 13:30	-	-		50			
15. 11	97	1,4				90	
22. 10	264	2,6			kh		
30. 11		5,2				90	ismételt m.

2003. 04. 11. 17:40 órakor az állomás mellett a dózisteljesítmény FHZ 621 B szondával 80, AUTOMESS dózismérővel 81 nSv/h volt. Az állomáson BITT szondával mért áprilisi átlagos érték 75 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A9 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

9a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtart am [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagytérfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagytérfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
04. 07.–04. 11. 11:15	80 eff.	2	-	-	-	nm		-	nm
11. 11:15–11. 18	300	7	-	12	1730	nm	0,08	12	nm
11. 18–12. 08	630	14	-	0,8	60	nm	0,01	0,84	nm
12. 08–13. 08	1 058	24	-	0,4	5	nm	0,01	0,1	nm
13. 08–14. 09	1 100	25	-	0,4	1,5	nm	0,01	0,04	nm
14. 09–16. 09	2 050	48	-	-	1,4	1	-	0,07	0,05
16. 09–17. 12	1 140	27	-	-	0,4	1	-	0,01	0,03
17. 12–18. 12	1 065	24	-	0,3	1,4	0,8	0,01	0,03	0,02
18. 12–22. 12	4 150	96	-	-	0,2	-	-	0,02	-
22. 12–28. 12	6 069	144	-	0,03			0,004		
04. 22. 12–05. 05. 13	13 350	313	-		0,04			0,01	
Összesen							0,12	13,1	0,1
BALDOS (szám.)*							0,03	7,0	1,0

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A9 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

9b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m²]	Fall-out [Bq/m²]	In situ [Bq/m²]	Megjegyzés
11. 18:00	-	-		260			
12. 08:30	-	-		360			Közvetlenül össze- hasonlíthatók
03. 31.–04. 12. 08:30	24 eff.	-			220		
12. 15	-	-				260	
12. 08–13. 08	24	-			16		
13. 08–14. 09	25	-			3,5		
14. 09–16. 09	48	-			30		
17. 13	-	-				65	A9-K6 között
16. 09–18. 12	51	-			2,3		
29. 12	-	4,5				200	
Összesen				kb. 360	270	kb. 260	

04. 29-én AUTOMESS-el az átlagos dózisteljesítmény 61 nSv/h volt (a detektor mellett 58 nSv/h). BITT szondával az átlagos érték áprilisban 75 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A5 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

5a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtart am [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagytérfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagytérfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
12. 03–12. 08	300	5	-	-	2	nm	-	0,01	nm
12. 08–13. 08	1 336	24	-	<0,5	4	nm	<0,01	0,1	nm
13. 08–14. 10	1 407	26	-	<1	1	nm	<0,03	0,03	nm
14. 10–16. 09	2 640	47	-	-	0,4	1	-	0,02	0,05
16. 09–17. 12	1 496	27	-	-	0,2	1	-	0,005	0,03
17. 12–18. 12	1 144	24	-	0,1	0,6	<3	0,0024	0,014	<0,07
18. 12–22. 13	5 147	97	-	-	0,1	0,2	-	0,01	0,02
22. 13–28. 12	6 582	143	-	-			-		
04. 22. 13–05. 05. 13	14 400	312	-		-			-	
Összesen							<0,042	0,19	<0,17
BALDOS (szám.)*							0,06	1,3	0,36

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)**Az A5 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)****5b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján**

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m²]	Fall-out [Bq/m²]	In situ [Bq/m²]	Megjegyzés
03. 31.–04. 12. 08:40	24 eff.	-			<30		
12. 08:40	-	-		<30			0-2 cm
12. 09–13. 08	23	-			<10		
13. 14	-	-				-	
13. 08–14. 10	26	-			<10		
14. 10–16. 09	47	-			-		
16. 09–18. 12	51	-			-		
03. 31–04. 22	264 eff.	2,6			9		összes minta
Összesen				<30	9 (<50)	-	

A környezeti gamma-sugárzás átlagos dózisteljesítménye áprilisban BITT szondával mérve 74 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A6 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

6a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtart am [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagytérfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagytérfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
12. 01–12. 09	500	8	-	5	2	nm	0,04	0,02	nm
12. 09–14. 10	2 896	49	-	0,5	6	nm	0,02	0,3	nm
14. 10–15. 09	1 300	23	-	-	0,8	nm	-	0,02	nm
15. 09–18. 12	3 866	75	-	0,06	0,1	<0,2	0,005	0,008	<0,015
18. 12–21. 09	3 935	69	-	-	0,06	0,25	-	0,004	0,02
21. 09–28. 11	9 794	170	-	0,01			0,002		
04. 21. 09–05. 05. 12	19 800	339	-		-			-	
Összesen							0,07	0,35	<0,035
BALDOS (szám.)*							0,024	1,0	0,23

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)**Az A6 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)****6b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján**

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m²]	Fall-out [Bq/m²]	In situ [Bq/m²]	Megjegyzés
03. 31. 11–04. 14. 10	72 eff.	-			-		
12. 09:00	-	-		<35			0-2 cm
14. 16	-	-				-	
14. 10–18. 12	98	-			2,6		
03. 31. 11–04. 21. 09	239 eff.	2,4			5		összes minta
Összesen				<35	5	-	

A környezeti gamma-sugárzás átlagos dózisteljesítménye áprilisban BITT szondával mérve 66 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A7 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

7a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m³]	Int. időtár- tam [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagytérfogató levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m³]			Nagytérfogató levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
04. 11. 00–11. 01	60	1	-	55	95	nm	0,055	0,095	nm
04. 20. 00–21. 07	1 500 eff.	25	-	0,6	0,7	0,4	0,015	0,018	0,01
04. 21. 10–28. 11	kb. 6 000	169	-	-	-		-	-	
04. 28. 11–05. 04. 13	kb. 6 000	146	-	-	-		-	-	
Összesen							0,070	0,11	0,01
BALDOS (szám.)*							0,020	0,33	0,23

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

7b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m²]	Fall-out [Bq/m²]	In situ [Bq/m²]	Megjegyzés
04. 11. 15:40	-	-		-			0-1 cm
03. 31. 12–04. 21. 10	240 eff.	-			-		
04. 29. 10	-	-				-	

2003. 04. 29. 11 órakor az állomáson, a BITT szonda mellett a dózisteljesítmény AUTOMESS dózismérővel 63 nSv/h volt. Az állomáson BITT szondával mért áprilisi átlagos érték 73 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A8 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

8a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtár- tam [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
04. 11. 06–11. 09	100	3	-	150	110	nm	0,45	0,33	nm
11. 09–22. 12	8 844	267	2,6	0,1	0,45		0,07	0,31	
17. 11–22. 12	4 017	121	-			-			-
22. 12–28. 12	4 757	144	-	0,04			0,006		
04. 22. 12–05. 05. 13	10 300	313	-		0,02			0,006	
Összesen							0,53	0,65	-
BALDOS (szám.)*							0,07	3,6	0,84

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

8b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m ²]	Fall-out [Bq/m ²]	In situ [Bq/m ²]	Megjegyzés
04. 16. 16	126	1,7				70	
03. 31. 10–04. 22. 12	266 eff.	2,6			62		

Az in situ mérés környékén és idején FHZ 621 B szondával az átlagos dózisteljesítmény 120 nSv/h volt. Az állomáson BITT szondával mért áprilisi átlagos érték 97 nSv/h volt. A két mérőfej a salak-utat más-más pozícióból láthatta.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A2 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

2a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m ³]	Int. időtár- tam [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m ³]			Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m ³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
04. 11. 07–11. 08	60	1	-	20	20	nm	0,02	0,02	nm
11. 11–22. 11	15 490	264	2,6	-	0,04		-	0,03	
17. 15–23. 12	8 353	141	-			-			-
22. 11–28. 11	8 844	144	-	-			-		
04. 22. 11–05. 05. 12	19 310	312	-		0,01			0,003	
Összesen							0,02	0,053	nm
BALDOS (szám.)*							0,16	2,6	1,8

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

2b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m ²]	Fall-out [Bq/m ²]	In situ [Bq/m ²]	Megjegyzés
04. 11. 16	-	-		-			0-1 cm
04. 15. 13	99	1,4				-	
03. 31. 12–04. 22. 11	265	2,6			<5		

2003. 05. 17-én AUTOMESS dózismérővel 1 m magasságban mérve az állomás kerítésén kívül az átlagos dózisteljesítmény 69, a kerítésen belül a füves rész felett 68, a BITT szonda mellett 73 nSv/h volt. A BITT szondával mért áprilisi átlagos érték 81 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

Az A3 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

3a. táblázat I-131 aktivitáskoncentráció időintegrál (bomláskorrekcióval)

Időpont [nap, h]	NTF lev. térf. [m³]	Int. időtár- tam [h]	I-131 boml. korr. (x)	Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. [mBq/m³]			Nagyterfogatú levegő mintavevő I-131 akt. konc. időint. [Bqh/m³]		
				aeroszol	elemi	szerves	aeroszol	elemi	szerves
				FPP	PACI	KC9/CC.	FPP	PACI	KC9/CC.
04. 11. 06–11. 08	90	2	-	-	-	nm	-	-	nm
11. 09–22. 11	11 950	266	2,6	-	0,02		-	0,014	
22. 11–28. 12	6 608	145	-	-			-		
17. 16–23. 12	6 277	140	-			-			-
04. 22. 11–05. 05. 14	14 370	315	-		0,015			0,005	
Összesen							-	0,019	nm
BALDOS (szám.)*							0,12	1,9	1,3

nm: nincs mintavétel

*: 2003. 04. 10. – 04. 17-e között

3b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj- és fall-out mintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

Időpont [nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/m²]	Fall-out [Bq/m²]	In situ [Bq/m²]	Megjegyzés
04. 17. 16	150	1,7				-	
03. 31. 09–04. 22. 11	265	2,6			-		

Az in situ mérés környékén és idején FHZ 621 B szondával az átlagos dózisteljesítmény 90, AUTOMES dózismérővel 86 nSv/h volt. Az állomáson BITT szondával mért áprilisi átlagos érték 84 nSv/h volt.

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

A mintavevő és távmérő állomásokon mért értékek összesítése

10. táblázat Radioaeroszolkon aktivitáskoncentrációja a környezetellenőrző állomásokon a földfelszíni levegőben

Állomás	Időpont [nap, óra]	NTF lev. térf. [m ³]	Aktivitáskoncentráció [mBq/m ³]								Megjegyzés
			Mo-99	I-131	Te-132	Cs-134	Cs-136	Cs-137	Ba-La-140	Egyéb	
A1 ^a	11. 01-05	200	5	280	12	14	3	13	6		4 h szélirány
A2	11. 03-04	55	-	25	-	<3	-	-	-	-	1 h szélirány
A3	11. 04-05	45		-							1 h szélirány
A4 ^a	11. 09-11	120		45							2 h szélirány
A5 ^a	13. 08–14. 10	1 407	-	-	-	-	-	-	-	-	
A6	12. 09– 14. 10	2 900		0,5							
A7 ^a	11. 00-01	60		55							1 h szélirány
A8 ^a	11. 05-08	100		250							3 h szélirány
A9	11. 00-11	440		-							„szélárnyék”
A9 ^a	11. 18–12. 08	630	-	0,8	-	-	-	-	-	-	14 h szélirány

a: ismételt mérések

Mérési jegyzőkönyv 2003. 04. 28. (PA Rt. KEL)

A B24 állomáson mért értékek összesítése (vonatkoztatási időpont 2003. 04. 11. 10 óra)

24b. táblázat I-131 aktivitás a fű-, talaj-, fall-out és tejmintákban, talaj-felszíni aktivitás az in situ mérések alapján

(A közölt adatok a mintavétel időpontjára vonatkoznak)

Időpont [hónap, nap, h]	Idő [h]	I-131 boml.	Fű (friss) [Bq/kg]	Talaj [Bq/kg]	Fall-out [Bq/m²]	In situ [Bq/m²]	Tej [Bq/kg]	Megjegyzés (helyszín)
04. 28. 11	409	4,4	kha	<2 (0-1 cm)		kha		46° 46,89' // 18° 56,65'
04. 28. 13	411	4,4				kha		46° 43,41' // 18° 57,62'
04. 28. 13	411	4,4	kha*	<4 (0-1 cm)				46° 43,44' // 18° 57,62'
04. 28. 14	412	4,4	<0,6*	kha		kha		46° 40,06' // 18° 54,92'
04. 28. 09	407	4,4					<0,3	Dunaszentgyörgy
04. 28. 09	407	4,4					<0,1	Gerjen
Átl. kimutatási határ			1	1	1	20	1	

*: őszi gabona vetés