

## EK Környezetvédelmi Szolgálat 2019. évi jelentése

... példány

**Endrődi Gáborné EK KVSZ**

EK-KVSZ-2020-387

Budapest, 2020. március 31.

**Projekt:**

**387**

Project:

<b>Cím:</b> Title:	<b>EK Környezetvédelmi Szolgálat 2019. évi jelentése</b> 2019 Annual Report of environmental protection service
<b>Készítette:</b> Authors:	<b>Endrődi Gáborné, EK KVSZ</b>
<b>Dokumentum típus:</b> Type of the document:	<b>JELENTÉS</b> Report
<b>Nyilvántartási szám:</b> Registry number:	KVSZ - 2 0 2 0 - 3 8 7 - 0 1 - 0 1 - 0 0 0

Módosítás/ Revision	Kelt/ Date	Aláírások/Signatures		
		Készítette/ Authors	Átvizsgálta/ Reviewed by	Jóváhagyta/ Approved by
0.	2020. március 31.	Endrődi Gáborné	Deme Sándor Pázmándi Tamás	Horváth Ákos
1				
2.				
3				

Módosítás / Revision Kelt / Date	A módosítás rövid leírása Short description of the revision
1.	
2.	
3.	

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. Előszó.....</b>	<b>4</b>
1.1. Jogszabályi háttér .....	4
1.2. A Szolgálat tevékenységét szabályozó belső és külső dokumentumok ....	5
<b>2. Folyamatos mérések.....</b>	<b>6</b>
2.1. Kibocsátásmérések.....	6
2.2. Meteorológiai mérések .....	7
2.3. A gamma-sugárzás dózisteljesítményének mérése.....	9
<b>3. Mérések mintavételezéssel .....</b>	<b>15</b>
3.1. Aeroszol és jódgőz szűrős mintavételek.....	15
3.2. Légköri kihullás .....	20
3.3. Szennyvíz .....	21
3.4. Helyszíni környezetellenőrzés .....	22
3.5. Mozgólaboratórium .....	23
<b>4. Dozimetria .....</b>	<b>25</b>
4.1. Személyi dozimetria .....	25
4.2. Munkahelyi dozimetria .....	27
4.3. Belső sugárterhelés mérések.....	27
<b>5. Egyéb tevékenységek.....</b>	<b>30</b>
5.1. Összemérések.....	30
5.2. A Központi Izotópraktár .....	30
5.3. Besugárzó laboratórium (Pavilon).....	30
5.4. A Szolgálat minőségügyi rendszere.....	30
5.5. Előadások, oktatások.....	31
<b>6. Rövidítések .....</b>	<b>32</b>
<b>7. Térképek.....</b>	<b>33</b>
<b>8. Információk .....</b>	<b>36</b>

## 1. ELŐSZÓ

Az Energiatudományi Kutatóközpont (továbbiakban EK) Környezetvédelmi Szolgálatának (továbbiakban Szolgálat) alapfeladata a KFKI Telephely (továbbiakban Telephely) sugárvédelmi környezetellenőrzése.

A Szolgálat feladata a Telephely sugárvédelmi szempontból kiemelt létesítményeinek üzemeltetéséhez kötődően a telephelyi gamma-sugárzás dózisteljesítményének monitorozása, a környezeti minták elemzése, az izotópraktár üzemeltetése, egyes munkahelyi és személyi dozimetria feladatok ellátása és a kibocsátás ellenőrzés egy része. E feladatokhoz tartozik, hogy folyamatos, 24 órás sugárvédelmi ügyeletet ad, a Központi Izotópraktárban radioaktív anyagok átmeneti tárolását vállalja és besugárzó laboratóriumot üzemeltet. Munkaidő alatt az ügyeletes figyelemmel kíséri a környezetellenőrző hálózat jelzéseit, készenlétben tartja a rendkívüli eseményeknél szükséges eszközöket, felszereléseket, valamint felvilágosítást ad a Telephelyen belüli, sugárvédelemmel kapcsolatos ügyekben.. Munkaidőn kívül az előzetes beosztási terv szerinti ügyeletest szükség esetén a Fegyveres Biztonsági Őrség (továbbiakban FBŐ) telefonon riasztja.

A Szolgálat munkáját jogszabályok, belső és külső dokumentumok szabályozzák.

Az EK szervezeti szabályozásában jelentős változások léptek fokozatosan életbe az év elejétől, miután az Magyar Tudományos Akadémia helyett az újonnan létrehozott Eötvös Loránd Kutatási Hálózat lett a felügyeleti szervünk. Ezzel egyidejűleg a névhasználati jogunk is megváltozott.

A Szolgálat munkatársainál egy fő személyében változás történt, de az összlétszámban 2019-ben nem történt változás.

A korábbi éveknek megfelelően szervezett látogatásokon szakmai érdeklődőknek, diákoknak mutattuk be tevékenységünket, egyetemi hallgatókat fogadtunk. A Szolgálat tagjai továbbképzéseken és belső oktatásokon vettek részt.

A Szolgálat szerződesei az előző években megkötött keretszerződések folytatásai.

### 1.1. Jogszabályi háttér

A Szolgálat munkája során a mindenkor hatályos jogszabályokat betartva végzi tevékenységét. A Szolgálat munkáját meghatározó főbb törvények, rendeletek 2019-ben:

- 1996. évi CXVI törvény az atomenergiáról.
- 1997. évi CLIX. törvény a fegyveres biztonsági őrsegről, a természetvédelmi és a mezei őrszolgálatról.
- 16/2000. (VI. 8.) EüM. rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról.
- 15/2001. (VI. 6.) KöM. rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről.

- 7/2007. (III.6.) IRM rendelet a nukleáris anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének szabályairól.
- 11/2010. (III. 4.) KHEM rendelet a radioaktív anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének rendjéről, valamint a kapcsolódó adatszolgáltatásról.
- 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről.
- 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről.
- 489/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási helyzet ellenőrzési rendjéről és a kötelezően mérendő mennyiségek köréről.
- 490/2015. (XII.30.) Korm. rendeletet a hiányzó, a talált, valamint a lefoglalt nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos bejelentésekről és intézkedésekről, továbbá a nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos egyéb bejelentést követő intézkedésekről.

### **1.2. A Szolgálat tevékenységét szabályozó belső és külső dokumentumok**

A telephelyi szabályozás dokumentumai az EK intézeti előírások és belső minőségirányítási dokumentumok, Tűzvédelmi-, Munkavédelmi szabályzat, Közalkalmazotti szabályzat, Telephelyi és EK Sugárvédelmi Szabályzat, Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzat, Szervezeti és Működési Szabályzat, Környezetellenőrzési Szabályzat, szabványok.

## 2. FOLYAMATOS MÉRÉSEK

### 2.1. Kibocsátásmérések

A reaktor 80 méter magas szellőzőkéményen keresztül távozik a környezetbe az Izotóp Intézet Kft. és a Budapesti Kutatóreaktor (továbbiakban: BKR) sugárveszélyes munkahelyeiről elszívott levegő.

E fejezetben feltüntetett adatokat nem a Szolgálat mérte, azokat az Izotóp Intézet Kft. és a BKR Reaktor Üzeme (a továbbiakban RÜ) bocsátotta rendelkezésünkre.

A BKR 2019-ben 2502 órát, ~1043 MW-napot üzemelt, radioaktív nemesgáz izotóp (Ar-, Kr-, és Xe-) kibocsátása az éves kibocsátási korlát 3,8%-a volt (1. táblázat).

2019-ben a RÜ-ből folyékony radioaktív hulladék kibocsátás nem történt.

1. táblázat. A RÜ légnemű kibocsátási adatai 2019-ben

Radionuklid	Kibocsátott mennyiség (Bq)	Kibocsátási korlát (Bq/év)	Kibocsátás/korlát
<sup>41</sup> Ar	4,46E+13	3,30E+15	1,35E-02
<sup>85m</sup> Kr	2,76E+11	2,53E+16	1,09E-05
<sup>87</sup> Kr	4,28E+11	5,24E+15	8,15E-05
<sup>88</sup> Kr	1,28E+12	5,28E+13	2,42E-02
<sup>133</sup> Xe	2,06E+11	1,21E+17	1,70E-06
<sup>135</sup> Xe	3,60E+11	1,63E+16	2,20E-05

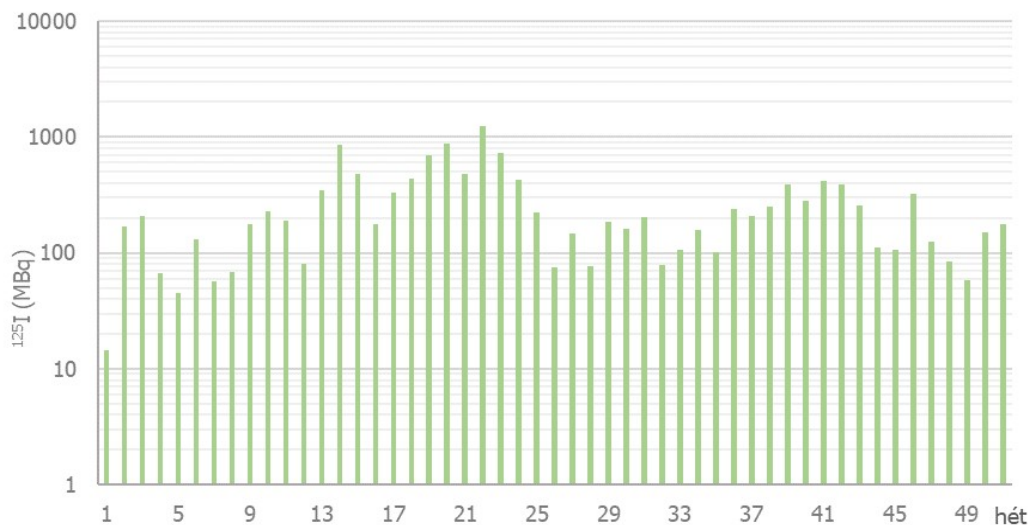
Az Izotóp Intézet Kft. tevékenységére vonatkozó hatósági kibocsátási korlát és a tényleges légnemű kibocsátást adja meg a 2. táblázat.

2. táblázat. Az Izotóp Intézet Kft. légnemű kibocsátási adatai 2019-ben

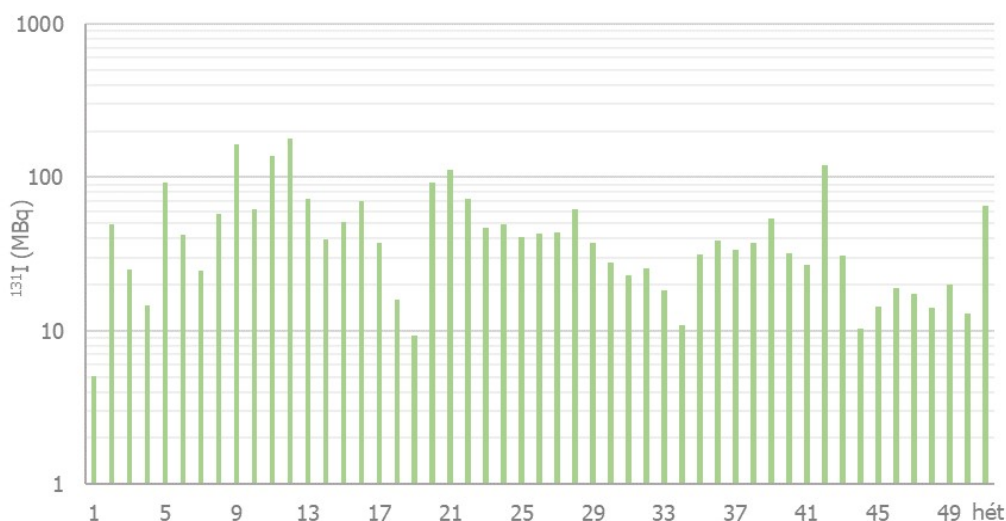
Radionuklid	Kibocsátott mennyiség (Bq)	Kibocsátási korlát (Bq/év)	Kibocsátás/korlát
<sup>125</sup> I	1,4·10 <sup>10</sup>	2,7·10 <sup>11</sup>	5,10E-02
<sup>131</sup> I	2,5·10 <sup>9</sup>	4,7·10 <sup>11</sup>	5,30E-03
<sup>14</sup> C*	5,0·10 <sup>10</sup>	6,0·10 <sup>11</sup>	8,30E-02
<sup>125</sup> I*	5,3·10 <sup>7</sup>	4,0·10 <sup>9</sup>	1,30E-02

\*XXI/A épület

A RÜ kéményén keresztül történő, heti bontásban összesített jód izotóp kibocsátásokat az 1. ábra és a 2. ábra mutatja be.



1. ábra. Az Izotóp Intézet Kft. légnemű  $^{125}\text{I}$  kibocsátása 2019-ben, heti bontásban



2. ábra. Az Izotóp Intézet Kft. légnemű  $^{131}\text{I}$  kibocsátása 2019-ben, heti bontásban

## 2.2. Meteorológiai mérések

A 8 m magas oszlopot is magába foglaló, Boreas gyártmányú meteorológiai állomásunk a telephely északnyugati területén, a Szolgálat épülete mellett helyezkedik el.

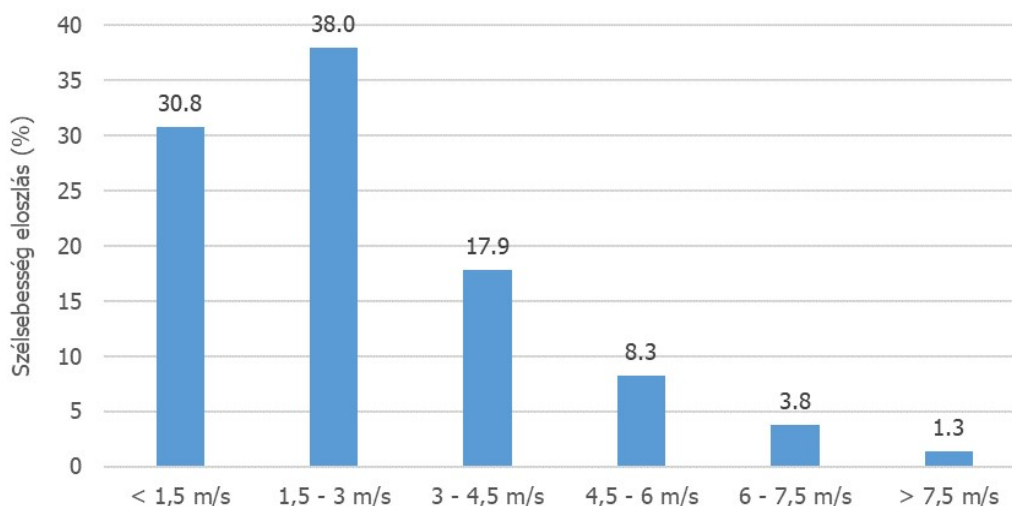
Az állomás tartalmaz egy billenőkanalas csapadékmennyiség mérőt. A hőmérséklet, légnyomás és páratartalom érzékelő a talajtól számított 2 m-es magasságban van felszerelve. A szélirány és -sebesség mérő a 8 m-es árboc tetejére került. Az állomás 10 percenként tárolja a hőmérséklet, légnyomás, páratartalom, csapadék, szélsébség és szélirány adatokat. A rendszer része egy adatgyűjtő, amely áramszünet esetén kb. 10 nap adatait képes tárolni. A széliránymérő cseréjét

beterveztük, mert meghibásodás miatt megbízhatatlan adatokat szolgáltat. A mért értékeket Boreas MeteoLux S6 program dolgozza fel (3. ábra).



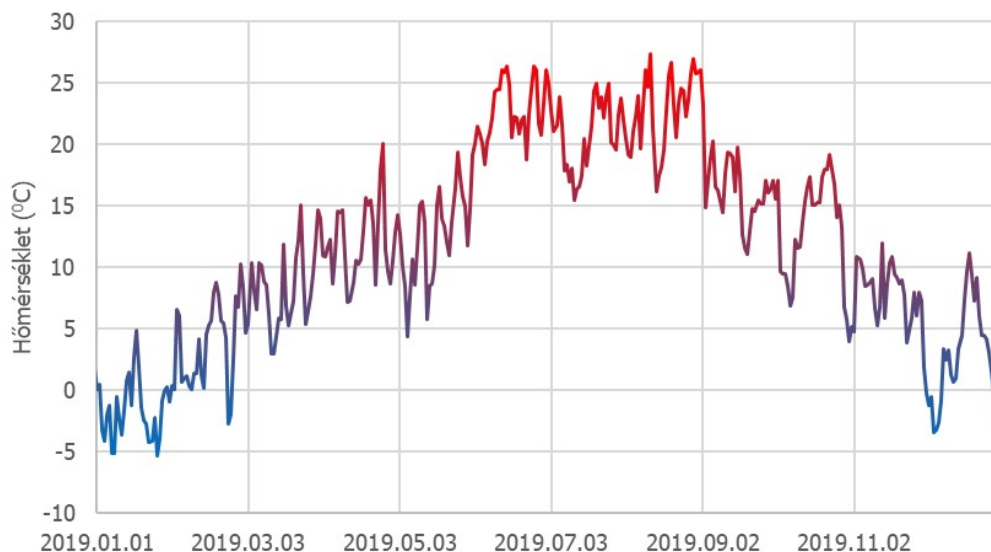
3. ábra. Boreas MeteoLux S6 mérési adatainak megjelenítése

A rendszerrel mért adatokat a 4. ábra, az 5. ábra és a 6. ábra tartalmazza.

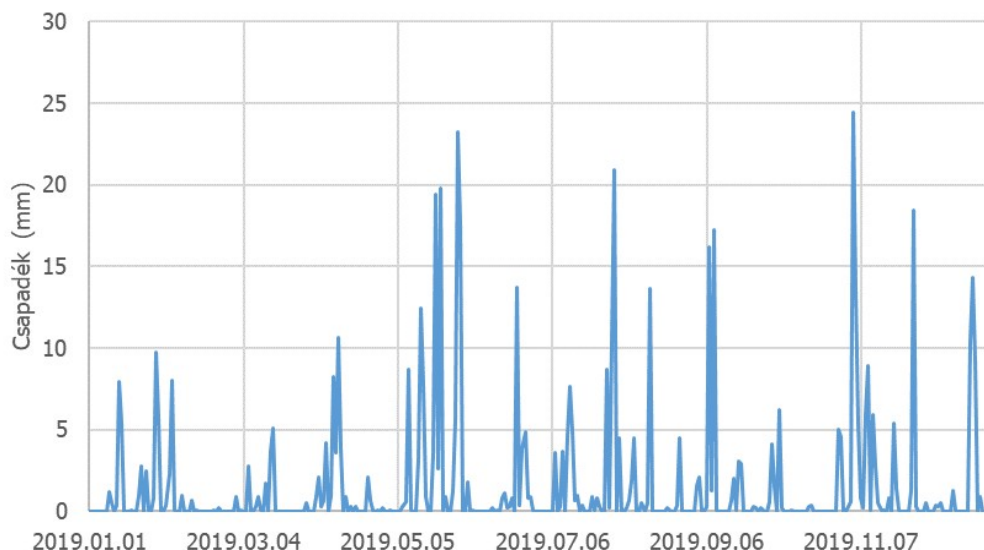


4. ábra. A szélsebességek előfordulási gyakorisága 2019-ben





5. ábra. Hőmérséklet adatok 2019-ben, napi átlagok



6. ábra. 2019. évi napi csapadékösszegek

### 2.3. A gamma-sugárzás dózisteljesítményének mérése

A Telephelyen működő környezetellenőrzés alapját a területen kiépített – online kapcsolható – gamma-sugárzásmérő rendszer alkotja. A hálózatban 16 környezeti gamma-sugárzást mérő távmérő detektor működik a környezeti dózisegyenérték teljesítmény  $H^*(10)$  (a továbbiakban gamma-dózisteljesítmény mérésére (8. ábra). A rendszerbe a Központi Izotópraktár (KIR) belső terében biztonsági cézzal elhelyezett, nem a környezetben kialakult gamma-dózisteljesítmény ellenőrzését szolgáló szonda is be van kötve. A mérőhálózat egy része a légtörési kibocsátási pontok körül (RÜ és Izotóp Intézet Kft.), másik része azoktól távol helyezkedik el (a környezeti háttér mérése).

A Telephely főbejáratánál és porta épületében elhelyezett három szonda a gépjármű- és személyforgalom ellenőrzését szolgálja, ezek gyors reagálásúak, 5 másodpercen belül fény- és hangjelzést adnak a Főporta személyzetének, ha a háttérszórás ötszörösének megfelelő szinttűllépés jön létre. Ezek a szondák (7. ábra) elsősorban az izotópszállítás ellenőrzésére szolgálnak.

A szondaház két, egymástól eltérő érzékenyséű GM csövet tartalmaz (9. ábra). A szondaház függőleges kialakítású, henger alakú, melyben a két GM cső függőleges tengelyű. A szonda érzékenysége a vízszintes síkban közel körszimmetrikus. A szonda nagyérzékenyséű GM csövének típusa ZP1220, Centronic gyártmányú, érzékenysége  $7 \times 10^{10}$  imp/Gy. A kisérzékenyséű GM cső ZP1301 típusú és szintén Centronic gyártmányú, ennek érzékenysége mintegy 500-szor kisebb. A nagyérzékenyséű GM csövet 0,1 mGy/h dózisteljesítményig lehet használni, míg a kisérzékenyséűt a 0,1 mGy/h–1 Gy/h tartományban.



8. ábra. A gamma-szonda mérőpontok jelzése a Telephelyen

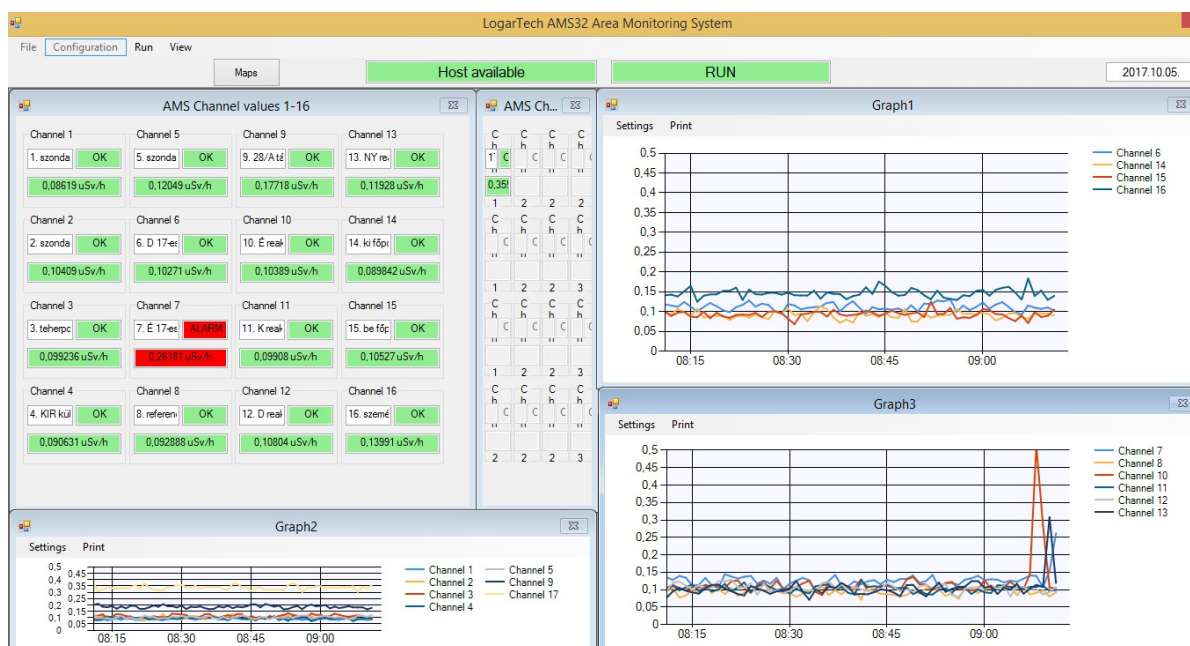


7. ábra. Riasztó kijelzővel felszerelt gamma-szonda



9. ábra. Gamma-szondák és belső szerelvényeik

A szondák jelei földkábelen át jutnak a központi adatgyűjtőbe. A beérkező jelek a Szolgálat ügyeleti helyiségében elhelyezett adatgyűjtő központnál jelennek meg. Az adatgyűjtés percnkénti lekérdezéssel történik. A berendezés a háttérnél ( $<200$  nSv/h) szignifikánsan nagyobb szintnél ( $250$  nSv/h-t meghaladó gamma-dózisteljesítmény) hang- és színjelzéssel figyelmezteti az ügyeletest. Az adatok grafikusan is megjelennek, ami könnyű áttekintést biztosít (10. ábra). A program a percnként lekérdezett adatokat és az ezekből képzett 10 perces átlagértékeket is eltárolja. Az adatgyűjtéstől függetlenül, belső hálózaton telepített kliens-programokkal is elérhetőek és feldolgozhatóak az adatok.



10. ábra. A gamma-dózisteljesítményt megjelenítő program kijelzése

A Telephely ún. háttér-, valamint a kibocsátási pontok körüli gamma-dózisteljesítmény utolsó 10 perces adatai a lakosság számára is elérhetőek a <http://148.6.56.150/> vagy a <http://kvsz.kfki.hu/> internet címen.

A szondák mérési adatainak átlagértékét a 3. táblázat mutatja. Az adatokat a szondák 10 perces átlageredményeiből számoltuk.

3. táblázat. A gamma-szondák 10 perces átlag mérési eredményeiből képzett adatok nSv/h egységben 2019-ben

Szonda	Gamma-dózisteljesítmény (nSv/h)												
	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	nov.	dec.	éves átlag
1	106	108	110	108	108	108	115	115	116	117	117	115	112
2	117	118	119	121	121	120	122	122	122	123	122	120	121
3	132	132	132	134	134	132	135	135	136	137	137	135	134
4	108	108	108	109	109	108	108	108	109	109	111	110	109
5	119	119	120	121	120	118	120	120	121	122	122	121	120
6	132	132	132	133	129	125	126	125	127	127	131	128	129
7*	151	153	149	149	145	146	140	138	153	148	137	144	146
8	104	105	107	110	110	109	116	122	117	117	113	112	112
9*	169	158	175	177	172	259	269	261	259	252	262	271	224
10	120	123	120	123	123	122	119	118	121	120	123	124	121
11	121	121	120	122	122	120	120	119	121	121	123	122	121
12	121	123	122	124	124	122	124	123	126	126	125	123	124
13	121	120	120	122	122	121	120	120	122	121	123	122	121
14	116	116	116	116	117	115	116	118	123	123	124	123	118
15	113	113	113	115	115	112	111	111	113	113	114	113	113
16**	180	178	179	179	178	177	177	177	179	180	181	181	179
17(K)***	436	435	434	434	435	443	446	444	443	441	440	440	439

\*A 7. és 9. számú szonda közelében olyan helyiségek találhatók, ahol sugárforrásokat tárolnak, így a nagyobb gamma-dózisteljesítményt az ott tárolt sugárforrások okozzák.

\*\* A 16. számú szonda a porta épületében helyezkedik el, az építési anyagok radionuklid tartalma miatt magasabbak az értékek

\*\*\* A 17(K). szonda a Központi Izotópraktár belső terében található, ezért nagyobb a gamma-dózisteljesítmény. E szonda esetén nincs beállítva riasztási küszöb, mivel nem a környezetellenőrzés része.

A telephelyi sugárvédelmi környezetellenőrzésben a környezeti gamma-sugárzás mérésére kettős rendszer van használatban, az aktív gamma-dózisteljesítmény mérőhálózat által szolgáltatott mérési adatok mellett azok kiegészítésére, ellenőrzésére passzív dózismérések szolgálnak. A passzív dózismérések révén az adott mérési ponton a gamma-szondák üzemképtelensége esetén is rendelkezésre áll dózisérték és meghatározható az expozíciós időre kiszámított átlagos dózisteljesítmény. A könnyen kihelyezhető passzív doziméterek segítségével ugyanakkor olyan, ellenőrző funkció tekintetében kiemelt területek monitorozása is lehetővé válik, ahol az aktív mérőhálózat szondájának telepítése nem kivitelezhető.

A gamma-sugárzás dózisának mérésére az egyik legelterjedtebb használt passzív dozimetriai mérőeszköz a termolumineszcens (TL) dózismérő. Passzív dozimetriai célokra a telephelyi sugárvédelmi környezeti monitoring során is TL elven működő dózismérőket, a Pille dozimetriai rendszerben használt dózismérőket alkalmazunk. A telephelyi környezetellenőrzés részeként passzív dózismérés a Telephely 13 pontján történik: 9 mérőponton az aktív gamma-dózisteljesítmény mérés kiegészítéseként, a gamma-szondák közelében, míg 4 mérőponton csak TL dozimetriai méréseket végzünk. A mérőpontokra kihelyezett passzív dózismérők begyűjtése és utólagos, laboratóriumi kiolvasása havi-kéthavi gyakorisággal történik.

A 4. táblázatban egyéves (2018. december – 2019. december) mérési időszakra vonatkozóan tüntettük fel az egyes mérési pontokon Pille doziméterekkel (11. ábra) mért, átlagos környezeti gamma-dózisteljesítmény adatokat.

4. táblázat. A 2019-ben Pille doziméterekkel mért átlagos környezeti gamma-dózisteljesítmény

Mérési időszak	2018.12.14– 2019.01.23.	2019						
		01.23– 03.26.	03.26– 05.14.	05.14– 07.05.	07.05– 08.07.	08.07– 09.18.	09.18– 1.06.	11.06– 12.13.
Átlagos expozíciós idő (h)	958	1489	1177	1199	791	1008	1176	866
Mérőállomás	Környezeti dózisegyenérték teljesítmény (nSv/h)							
1. áll. 1. GM szonda	83	86	89	87	91	90	91	86
8. ép. 2. GM szonda	102	104	108	105	111	108	107	109
6. áll.6. GM szonda	118	120	120	110	118	115	113	113
IHT-nál 7. GM szonda	136	147	149	162	152	160	165	126
28/A ép. 9. GM szonda	176	154	157	198	235	223	211	214
RÜ É. 10. GM szonda	96	96	98	98	99	97	99	97
RÜ K 11. GM szonda	104	104	107	101	106	104	105	105
RÜ D 12. GM szonda	97	96	98	96	103	101	100	98
RÜ Ny13. GM szonda	109	107	108	102	106	107	108	107
17-es épület 6-os garázs	3217	2826	2821	3068	3059	3312	3179	3622
17-es épület 18-as garázs	5301	5785	5656	5260	4851	5739	4649	4904
17B épületnél korlát	1384	1251	-	745	789	679	637	631
17B ép. lámpaoszlop	418	350	344	581	784	739	683	743

A háttérsugárzás szintjének megfelelő dózisteljesítmények monitorozását végző dózismérők (1., 2., 6., 10., 11., 12., 13. GM szonda mellett) adatainak relatív szórása egyik mérőponton sem haladta meg a 3,5%-ot. A 7. és 9. GM szonda mellett, valamint a 17 és 17B épületeknél kihelyezett doziméterek olyan helyiségek közelében találhatók, amelyekben sugárforrásokat tárolnak, így ezeken a mérőpontokon a háttérsugárzás szintjét szignifikánsan meghaladó dózisteljesítmények mérhetők. A nagyobb dózisteljesítmény-értékek esetében mérési időszakonként nagyobb mértékű változékonyság tapasztalható, amely elsődlegesen a mérőpontok környezetében jelentkező mesterséges eredetű okokkal magyarázható.

A telephelyi környezetellenőrzésben a környezeti gamma-sugárzás mérésére alkalmazott mérőrendszerek összehasonlító vizsgálata megmutatta, hogy a gamma-dózisteljesítményt mérő aktív rendszerek és a passzív dozimetriai mérőrendszerek egymással összhangban mérnek. Ugyan egy állomás kivételével (7. GM szonda) a passzív rendszer adott expozíciós időtartamra integrált dózisteljesítmény-értékei szisztematikusan (átlagosan 13%-kal) kisebbek az aktív rendszer ugyanazon mérési időszakra átlagolt értékeihez képest, a környezeti dózisteljesítmény-értékekben bekövetkező szintváltozások nyomon követését, a monitorozási feladat megbízható ellátását mindkét rendszer biztosítja. A gamma-dózisteljesítmény GM szondákkal való felülmérése a kozmikus sugárzás felülméréséből fakad.



11. ábra. A Pille rendszer dózismérője

### 3. MÉRÉSEK MINTAVÉTELEZÉSEL

#### 3.1. Aeroszol és jódgőz szűrős mintavételek

A környezeti ellenőrzések fontos része a levegőben lévő radionuklidok aktivitáskoncentrációjának meghatározása.

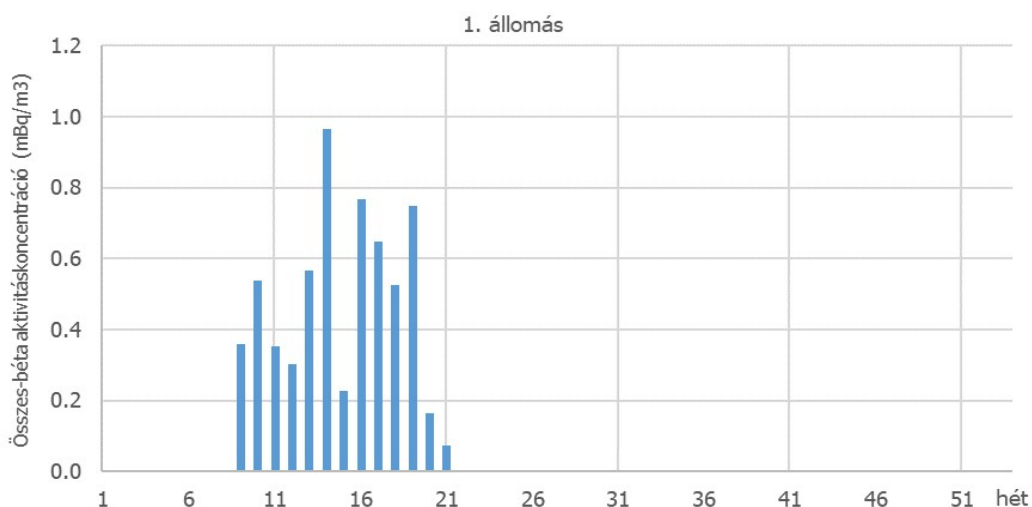
A Telephely négy pontján telepített mintavevő állomáson végezzük a környezeti levegő mintavételezését.

A levegőmintavevő mérőállomásokon a levegőben található aeroszolok aktivitásának meghatározása céljából folyamatos működésű mintavevők üzemelnek. A mintagyűjtés az 1. állomáson heti, a 2., 5. és 6. állomáson napi rendszerességgel történik, ~100 m<sup>3</sup>/nap térfogatárammal. Az állomások mintái 72 órás pihentetést követően kerülnek monitorozó jellegű összes-béta aktivitás-koncentráció meghatározásra.

Amennyiben az aktivitáskoncentráció meghaladja az 5 mBq/m<sup>3</sup> értéket, gamma-spektrometriai vizsgálattal azonosítjuk a benne levő nuklidokat.

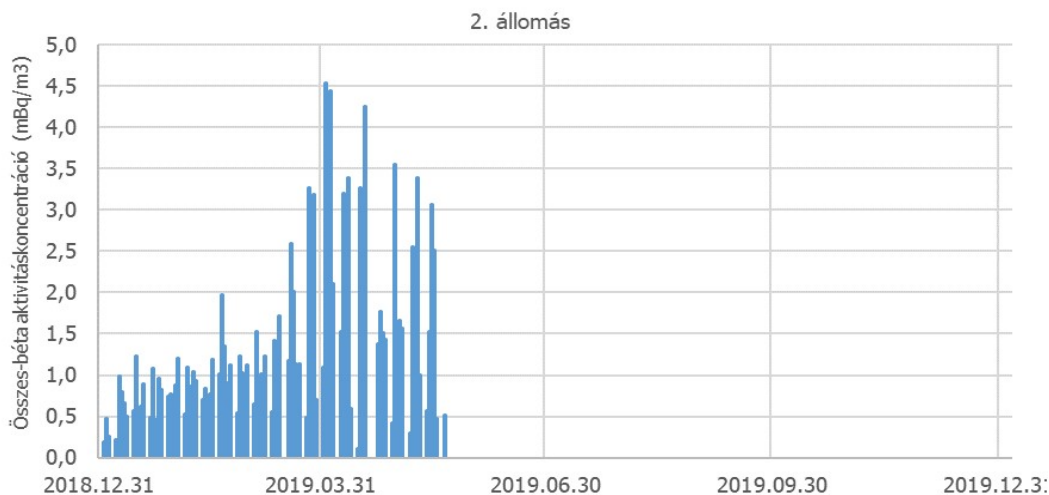
Műszer meghibásodás miatt a 21. héttől összes-béta aktivitást nem tudtunk vizsgálni.

Az 1. állomásról hetente begyűjtött aeroszol szűrők mérési eredményeit a 12. ábra mutatja be. Az 1. állomáson a mintavétel február közepéig (9. hétig) műszaki okok miatt szünetelt.

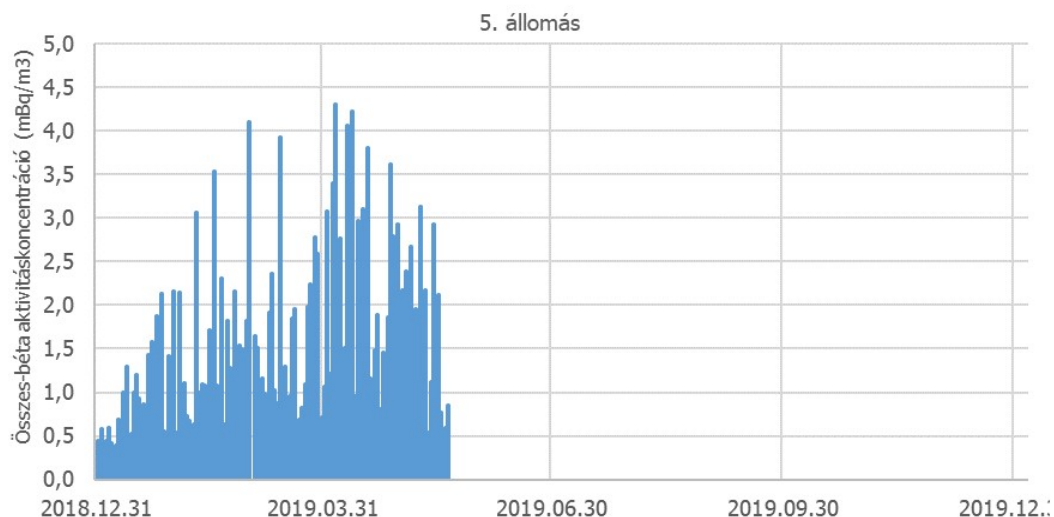


12. ábra. A levegő aeroszol heti átlagos összes-béta aktivitás-koncentrációja 2019-ben az 1. állomáson (kimutatási határ: 0,05 mBq/m<sup>3</sup>)

A 2. állomáson hétköznapokon történik aeroszol szűrő cseréje, az 5. állomáson, munkaszüneti napokon a FBŐ tagjai cserélik a szűrőket, így ott a napi mérési adatsor folyamatos. A mérési adatokat a 13. ábra és a 14. ábra mutatja.



13. ábra. A levegő aeroszol napi átlagos összes-béta aktivitás-koncentrációja 2019-ben a 2. állomáson (kimutatási határ: 0,1 mBq/m<sup>3</sup>)



14. ábra. A levegő aeroszol napi átlagos összes-béta aktivitás-koncentrációja 2019-ben az 5. állomáson (kimutatási határ: 0,1 mBq/m<sup>3</sup>)

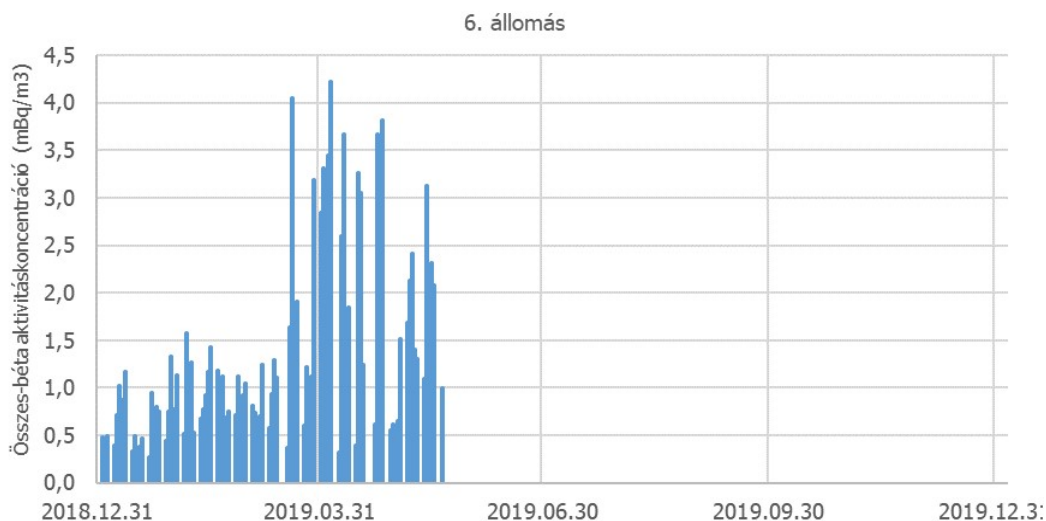
Az összes-béta aktivitásmérés értékek a fenti állomásoknál nem haladták meg az 5 mBq/m<sup>3</sup> értéket.

A 6. állomáson háromrétegű szűrő található, a szűrők cseréje és kiértékelése az alábbiak szerint történik:

Az üvegszál aszrol szűrő (Ø37 mm, típusa: MN 85/90) cseréje hétköznapi rendszerességgel (~100 m<sup>3</sup> levegő átszívással), a vékonyrétegű réz-szulfid elemi jódgőz szűrő (Ø37 mm, típusa: PACI) és a granulátum szerves jódgőz szűrő (65 g, típus: AC6120 molekulaszűrő ezüsttel impregnálva) cseréje heti rendszerességgel, ~700 m<sup>3</sup> levegő átszívással történik.

A 6. állomás mérési adatait a 15. ábra, a 16. ábra és a 17. ábra mutatja.





15. ábra. A levegő aeroszol tartalmának napi átlagos összes-béta aktivitáskoncentrációja 2019-ben a 6. állomáson (kimutatási határ: 0,1 mBq/m<sup>3</sup>)

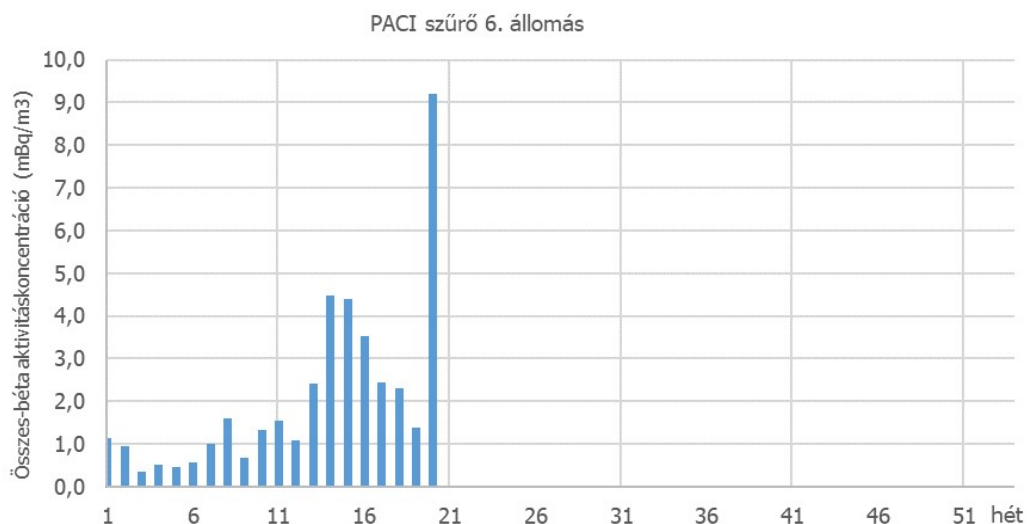
A négy mintavevő állomás aeroszol szűrőinek összes-béta aktivitáskoncentrációja az elmúlt évekhez képest nem mutat számottevő változást. Az idei évi átlagértékek 0,47–1,5 mBq/m<sup>3</sup> között alakultak.

2019-ben a 6. állomáson 52 darab PACI-típusú (elemi jódgőz) és szerves jódgőz szűrő kihelyezése és begyűjtése történt, a mért adatokat a 16., ill. a 17. ábra mutatja.

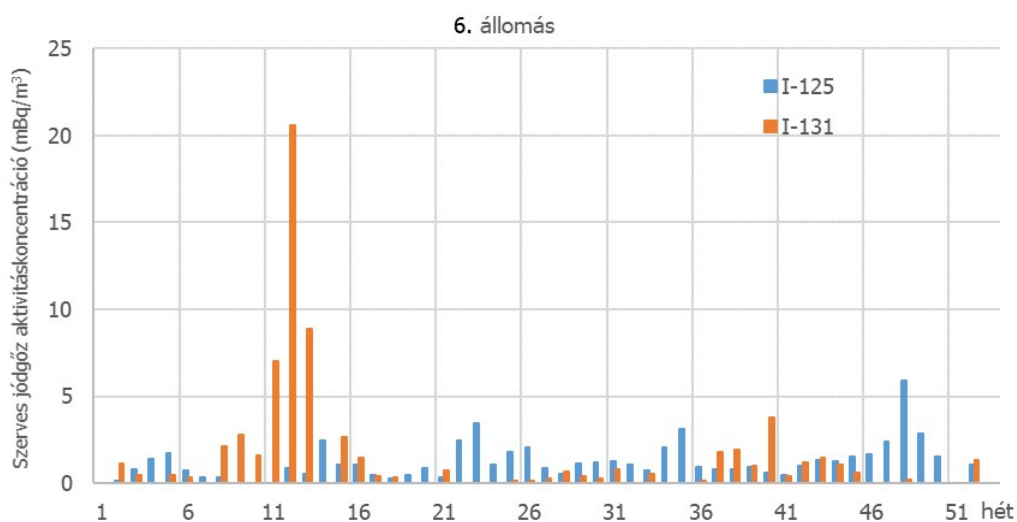
A vizsgálatok alapján a hetente detektált aktivitáskoncentrációk nem egyenletes eloszlásúak.

A 6-os állomás elemi jódgőz szűrőjén a 20. héten 5 mBq/m<sup>3</sup>-t meghaladó összes-béta aktivitáskoncentráció értékeket mértünk (éves átlag 2,0 mBq/m<sup>3</sup>). A szűrők gamma-spektrometriai vizsgálatát elvégezve <0,1 mBq/m<sup>3</sup> <sup>125</sup>I izotópot detektáltunk a mintákon.

A 6-os állomás szerves jódgőz mintáiban változó a jódzotópok aktivitáskoncentrációja. A <sup>125</sup>I tekintetében az utóbbi években csökkenő trend tapasztalható.



16. ábra. A levegő elemi jódgőz tartalmának heti átlagos összes-béta aktivitáskonzentrációja, 2019-ben a 6. állomáson (kimutatási határ: 0,1 mBq/m<sup>3</sup>)

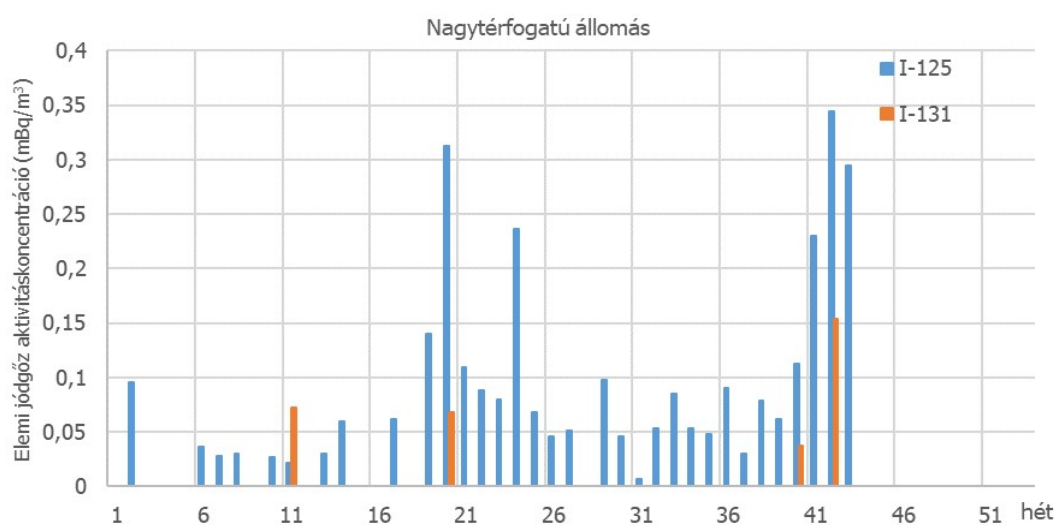


17. ábra. A levegő <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I (szerves jódgőz) tartalmának heti átlagos aktivitáskonzentrációja 2019-ben a 6. állomáson (kimutatási határ <sup>125</sup>I: 0,25 mBq/m<sup>3</sup>, <sup>131</sup>I: 0,15 mBq/m<sup>3</sup>)

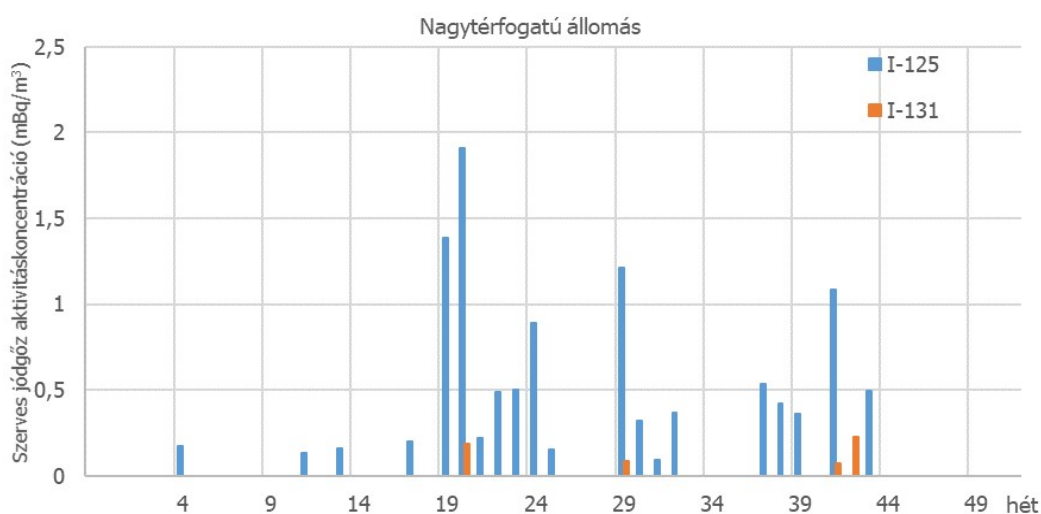
A vizsgálatok érzékenységének növelése érdekében nagytérfogatárámú (továbbiakban nagytérfogatú) mintavevőt is üzemeltetünk az 1. állomáson. A Paksi Atomerőmű részére tervezett mintavevő prototípusán, az ún. A típusú állomáson, a nagytérfogatú levegő mintavevő rendszerben háromrétegű szűrő található. Az üvegszál-aszalt aeroszol szűrő (Ø197 mm, típusa: MN 85/90), a vékonyrétegű réz-szulfid elemi jódgáz szűrő (Ø197 mm, típusa: PACI) és az aktív szén patron szerves jódgáz szűrő (500 g, típusa: J42) cseréje és mérése hetente történik. (Az átszívott levegő mennyisége mintegy 5000 m<sup>3</sup>/hét).

A nagytérfogatú mintavevő állomás aeroszol szűrőjén 2019-ben nem találtunk kimutatási határ (0,1 mBq/m<sup>3</sup>) feletti <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I izotópot.

A nagytérfogatú állomás elemi és szerves jódgáz szűrőjén mért <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I izotóp aktivitáskonzentráció értékeket a 18. ábra és a 19. ábra mutatja.



18. ábra. A levegő <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I elemi jódgáz aktivitáskonzentrációja 2019-ben (kimutatási határ <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I: 0,1 mBq/m<sup>3</sup>)



19. ábra. A levegő <sup>125</sup>I és <sup>131</sup>I szerves jódgáz aktivitáskonzentrációja 2019-ben (kimutatási határ <sup>125</sup>I: 0,5 mBq/m<sup>3</sup> <sup>131</sup>I: 0,1 mBq/m<sup>3</sup>)

### 3.2. Légekri kihullás

A légekri kihullás (fall-out) radioaktivitásának meghatározása az 1., 2., 5., 6. mérőállomásokon gyűjtött minták előkészítése (szűrőpapíron történő bepárlás) után gamma-spektrometriai méréssel történik. A 0,2 m<sup>2</sup> felületű, kör alakú mintavevő berendezés üritése a 6. állomáson a hét első munkanapján, hetente, míg a többi állomáson a hónap első hétfői munkanapján, havonta történik. Az 1., 2. és 5. állomás mintáit összeöntve pároljuk be, közös mintát képezve a jobb kimutatási határok érdekében.

A havi, összeöntött légekri kihullás mintákban három alkalommal (február 0,3; május 0,8; október hónap 0,6 Bq/m<sup>2</sup>) volt kimutatható <sup>125</sup>I és két alkalommal (július 0,3; és október 0,2 Bq/m<sup>2</sup>) <sup>137</sup>Cs izotóp. A 6. állomás heti mintáiban 11 alkalommal mértünk <sup>125</sup>I izotópot 0,7 és 2,4 Bq/m<sup>2</sup>/hét koncentrációban, a többi alkalommal kimutatási határ alatti értéket detektáltunk. Ezeket az értékeket, valamint a kimutatási határokat az 5. táblázat és a 6. táblázat mutatja be.

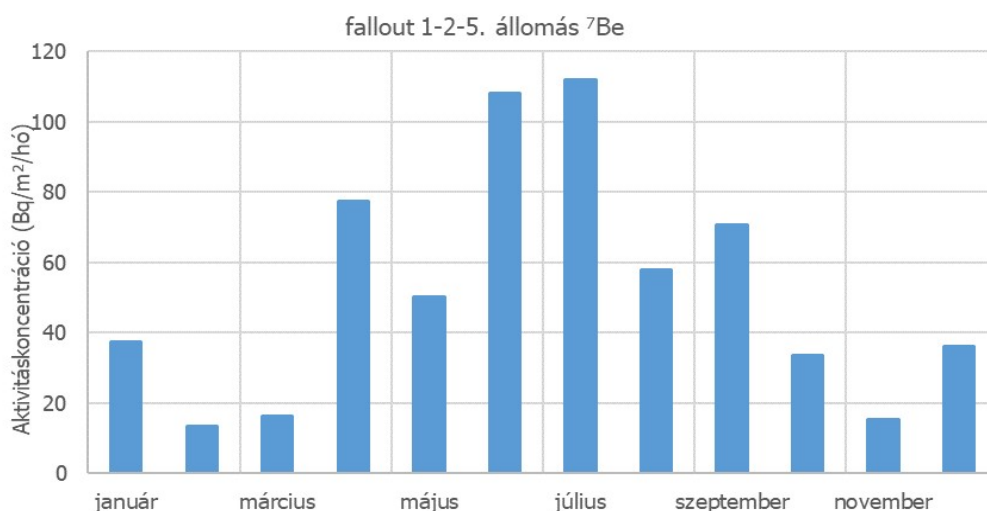
5. táblázat. 1., 2., 5. állomás közös fall-out minta (havi)

Izotóp	Aktivitáskoncentráció (Bq/m <sup>2</sup> )	Kimutatási határ (Bq/m <sup>2</sup> )
<sup>125</sup> I	<0,2–0,8	0,2
<sup>137</sup> Cs	<0,2–0,3	0,2

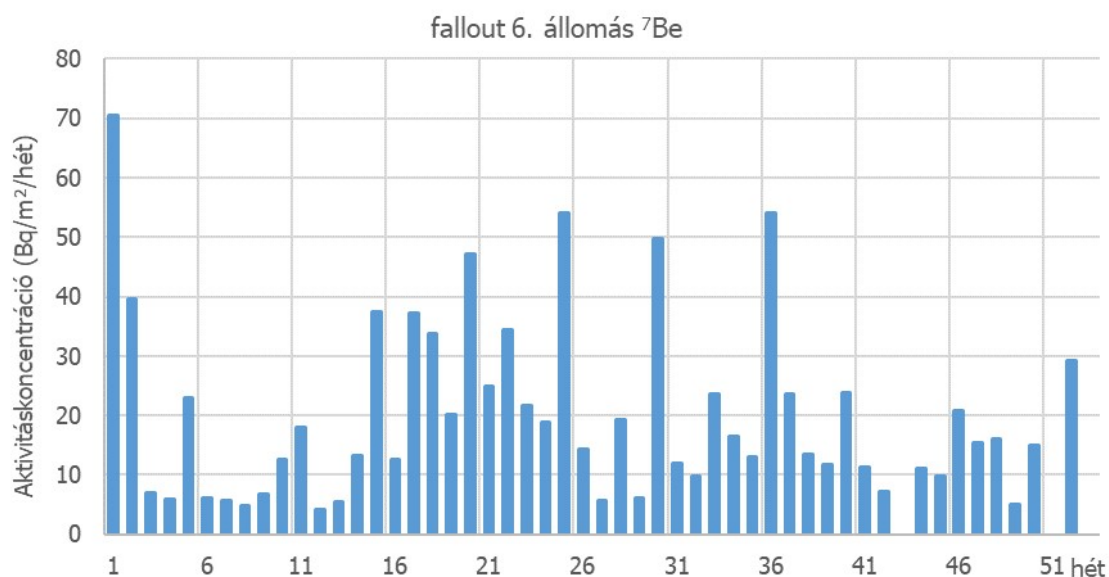
6. táblázat. 6. állomás fall-out minta (heti)

Izotóp	Aktivitáskoncentráció (Bq/m <sup>2</sup> )	Kimutatási határ (Bq/m <sup>2</sup> )
<sup>125</sup> I	<0,3–2,4	0,3

A 20. ábra és 21. ábra mutatja az 1., 2. és 5. állomásokról, valamint a 6. állomásról 2019-ben begyűjtött fall-out minták <sup>7</sup>Be aktivitását a vonatkozó időszakokra.

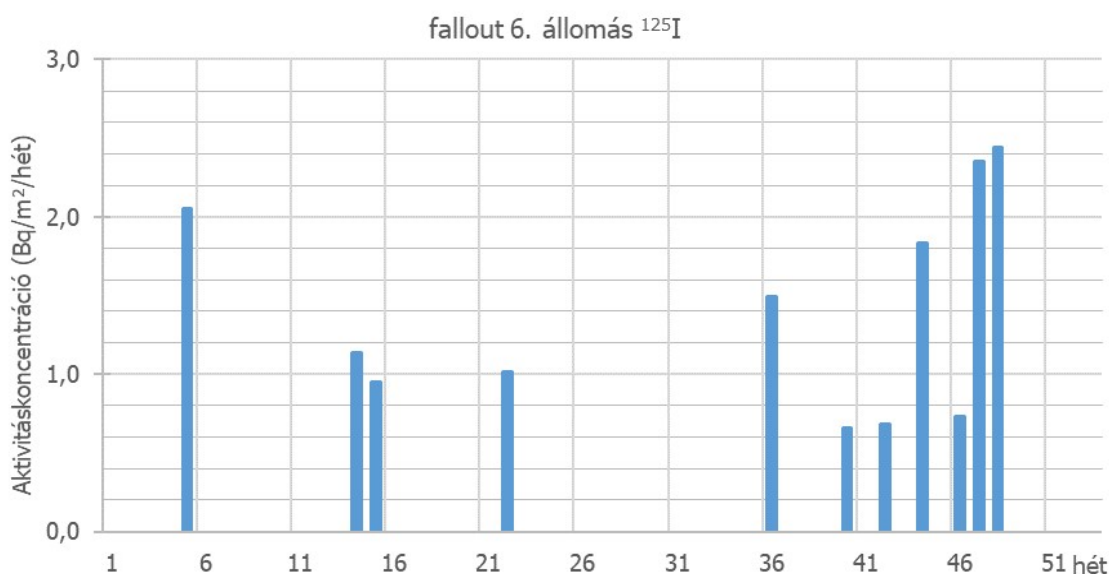


20. ábra. A légekri kihullásból (fall-out) eredő <sup>7</sup>Be havi értékei, 2019-ben az 1., 2. és 5. állomás közös mintájában (kimutatási határ 1 Bq/m<sup>2</sup>)



21. ábra. A légköri kihullásból (fall-out) eredő <sup>7</sup>Be heti értékei 2019-ben a 6. állomáson (kimutatási határ: 10 Bq/m<sup>2</sup>)

A 6. állomásnál a légköri kihullásból származó <sup>125</sup>I izotóp értékeit a 22. ábra szemlélteti (kimutatási határ 0,3 Bq/m<sup>2</sup>).

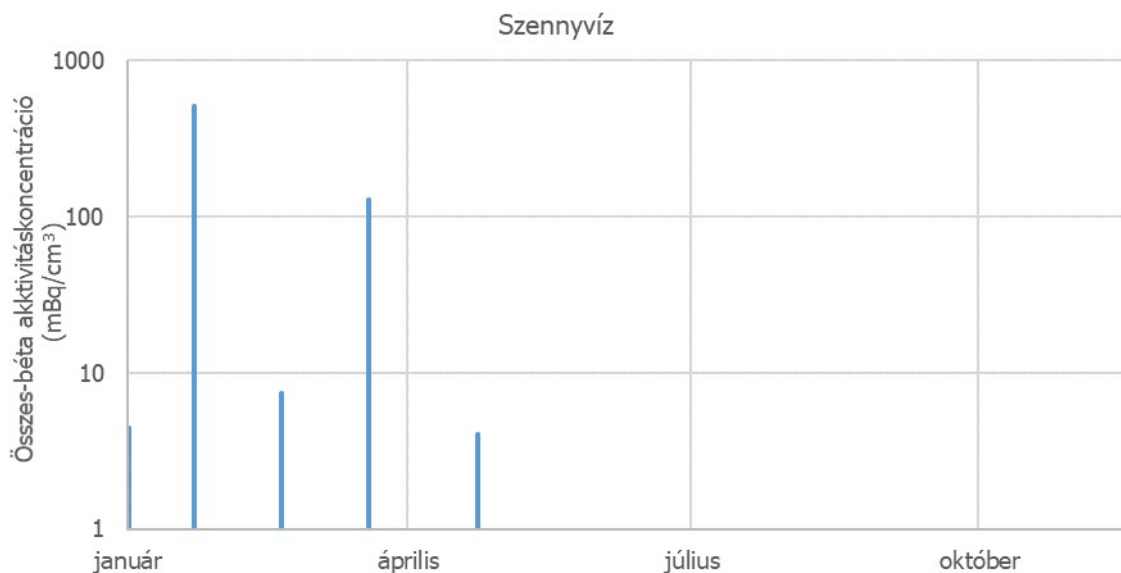


22. ábra. A légköri kihullásból (fall-out) eredő <sup>125</sup>I heti mért értékei a 6. állomáson 2019-ben (kimutatási határ 0,3 Bq/m<sup>2</sup>)

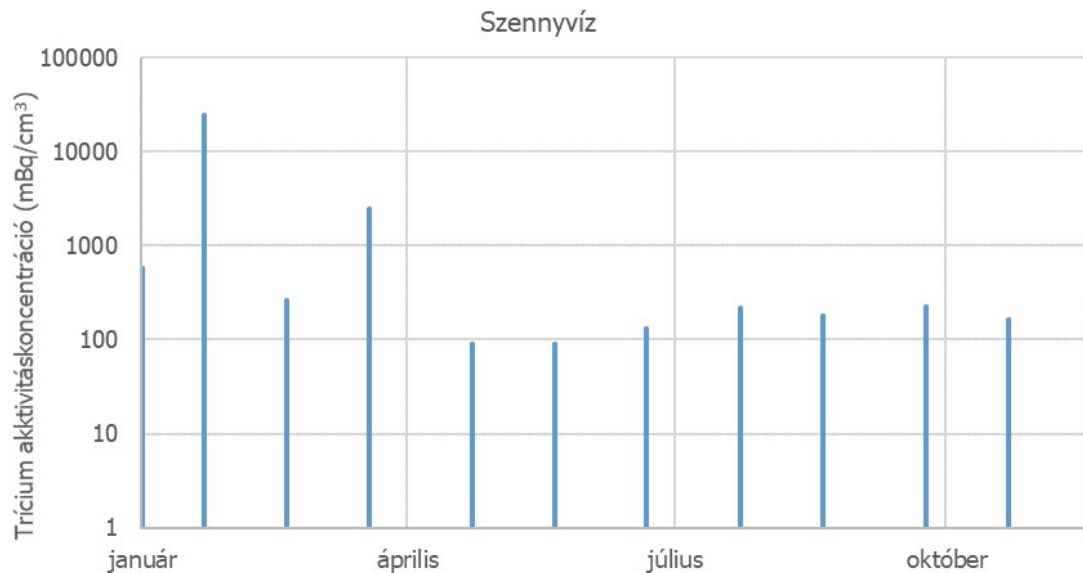
### 3.3. Szennyvíz

A telephelyi szennyvíz egy közös összefolyó ágon keresztül éri el a közcsatornát. A közös ágra telepített mintavevő berendezés átlagmintát gyűjt. A mintavevő szivattyút minden hónap első hétfőjén, kitisztítás után indítjuk el. A 24 órás átlagminta vétel a következő napon történik. A levett szennyvízminta összes-béta és

trícium aktivitáskonzentrációja havonta kerül meghatározásra. A mérőműszer meghibásodása miatt az összes-béta aktivitásméréseket csak májusig tudtuk vizsgálni (23. ábra és 24. ábra). Az értékek jelentős ingadozása a gyűjtött radioaktív szennyvizek kiengedésével van kapcsolatban.



23. ábra. A telephelyről eltávozó szennyvíz összes-béta aktivitáskonzentrációja 2019-ben (kimutatási határ: 0,5 mBq/cm<sup>3</sup>)



24. ábra. A telephelyről eltávozó szennyvíz trícium aktivitáskonzentrációja 2019-ben (kimutatási határ: 8 mBq/cm<sup>3</sup>)

### 3.4. Helyszíni környezetellenőrzés

A Szolgálat 2019-ben a 7. táblázatban megadott környezeti indikátornövény mintavételt és gamma-spektrometriai vizsgálatot végezte a KFKI Telephelyen.

## 7. táblázat: 2019-ben végzett indikátornövény vizsgálatok

Mintavétel	A minta típusa	Azonosított izotóp (Bq/kg szárazanyag)
1. negyedév	Moha 2019.03.20. 5/2 ép. előtti árok	$^{137}\text{Cs}$ : 24 Bq/kg
2. negyedév	Moha 2019.06.17. 5/2 ép. előtti árok Fű 2019.06.17. 4/6 épület mellett	$^{137}\text{Cs}$ : 17 Bq/kg nem volt kimutatható
3. negyedév	Fű_2019.07.16. Reaktor melletti park Fű 2019.06.17. 4/6 épület mellett Fű 2019.08.13. 10 épület mellett	nem volt kimutatható nem volt kimutatható $^{137}\text{Cs}$ : 4,0 Bq/kg
4. negyedév	Gomba_2019.11.28. telephely több pontja	$^{137}\text{Cs}$ : 8,3 Bq/kg

A növényi mintákat 105 °C-on történő szárítást követően elektromos aprítóban felaprítottuk, majd megfelelő geometriájú edénybe bemérve gamma-spektrometriával meghatároztuk a radionuklid tartalmat.

A természetes eredetű radionuklidokon kívül  $^{137}\text{Cs}$ -ot azonosítottunk egyes mintákban.

### 3.5. Mozgólaboratórium

Az EK és jogelődje 1990 óta működtet mozgólaboratóriumot. A gépkocsit jelenleg a Szolgálat és az EK Sugárbiztonsági Laboratóriuma (SBL) közösen üzemelteti. A szolgálati feladatok között szerepel a helyszíni környezeti mintavételek és helyszíni radiológiai mérések kivitelezése az in-situ gamma-spektrometriai mérőrendszerrel. A mozgólaboratóriumot a 25. ábra és a 26. ábra mutatja.



25. ábra. A mozgólaboratórium berendezései



26. ábra. A mozgólaboratórium gépkocsija

A mozgólaboratórium a fizikai védelemről szóló 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet szerinti „D” szintű sugárforrás szállítási engedéllyel rendelkezik.

A mozgólaboratórium mérőműszer és eszközparkja:

- gamma-spektrometriai HpGE detektor rendszerek,
- elektronikus személyi doziméterek,
- radonmérő rendszer,
- talaj- és növény mintavevő készlet,
- hordozható szcintillációs nuklid azonosító készülék,
- aeroszol mintavevő rendszer,
- útvonalmonitorozó rendszer,
- alfa-béta és gamma-sugárzás felületi szennyezettség mérők,
- gamma-dózismérők
- jódtól izotópok vizsgálatára szcintillációs detektor.



## 4. DOZIMETRIA

### 4.1. Személyi dozimetria

A jogszabályi előírásoknak és kötelezettségeknek eleget téve, az EK hatósági dozimétereket biztosít a sugárveszélyes munkakörben dolgozóknak. Az ezzel kapcsolatos feladatokat a Szolgálat látja el. Hatósági doziméter megrendelést, kiosztást és begyűjtést végzünk az EK sugárveszélyes munkakörben dolgozó munkavállalói és szerződés alapján a telephely egyéb intézményeiben dolgozók részére. A hatósági doziméterek rendelkezésre állását és kiértékelését a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) Országos Személyi Dozimetriai Szolgálata (OSZDSZ) megrendelés alapján biztosítja. A 2019. évben nem volt bejelentés és kivizsgálás-köteles dozimetriai esemény. Az általuk mért adatokat a 8. táblázatban foglaltuk össze.

8. táblázat. A hatósági TL dózismérőkkel mért esetszám 2019-ben az OSZDSZ adatai alapján

Dózis [mSv(H <sub>p</sub> 10)]	Viselési időszak					
	2018 dec. 1– 2019 jan. 31.	febr. 1– márc. 31.	ápr. 1– máj. 31.	jún. 1– júl. 31.	aug. 1– szept. 30.	okt. 1– nov. 30.
<0,2	84	77		82	67	1
0,2-0,3	18	18	94	12	22	2
>0,3-0,4	3	5	1	1	4	12
>0,4-0,5			2		1	25
>0,5-0,6	1	1			1	21
>0,6-0,7						14
>0,7-0,8						6
>0,8-0,9						10
>0,9-1,0						6
>1,2-1,4				1		
Értékelhetetlen	-	-	-	-	-	-
Összesen	106	101	97	96	95	97

A hatósági doziméterek mellett az EK saját hatáskörben RADOS gyártmányú dozimétert is biztosít a dolgozóinak. RADOS dozimétert összesen 148 ember kapott az év során. Az EK-ban 71 dolgozó neutron és 59 munkatárs gamma-doziméterének (27. ábra) cseréjét végeztük el kéthavonta. 2019-ben szerződés keretében 20 munkavállaló számára biztosítottuk ezt a szolgáltatást.

A cseréket a hatósági doziméterekkel párhuzamosan, kéthavonta végeztük el. A kiolvasások során nem mértünk 2 mSv/2 hó értéket meghaladó neutron, vagy gamma-dózist. Az EK-s RADOS doziméterek mérési eredményeit a 9. táblázatban foglaltuk össze.

9. táblázat. Az EK-s gamma- és neutron (albedo) doziméterrel mért esetszám összesítése

EK RADOS gamma TLD						
Dózis [mSv (H <sub>p</sub> 10)]	viselési időszak					
	2018. december 1–2019. január 31.	február 1– március 31.	április 1– május 31.	június 1– július 31.	augusztus 1– szeptember 30.	október 1– november 30.
<0,2	87	95	78	101	95	95
0,2-0,3	27	16	29	9	18	13
>0,3-0,4	2	2	5	1	3	3
>0,4-0,5			1			
>0,7-0,8	1					
Értékelhetetlen	-	-	-	-	-	-
Összesen	117	113	113	111	116	111
EK RADOS (albedo) neutron TLD						
Dózis [mSv(H <sub>p</sub> 10)]	viselési időszak					
	2018 december 1– 2019 január 31.	február 1– március 31.	április 1– május 31.	június 1– július 31.	augusztus 1– szeptember 30.	október 1– november 30.
<0,2	64	60	58	57	59	60
0,2-0,3				1		
>0,3-0,4			1			
>0,6-0,7						1
Értékelhetetlen						
Összesen	64	60	59	58	59	61



27. ábra. RADOS gamma-doziméter tok és kártya

Adott munkák végzésekor szükség lehet a kapott dózisok gyors kiértékelésére, vagy előre meghatározott dózisszint elérésekor riasztásra. Ilyen esetekben elektronikus személyi dozimétereket (EPD) használunk, melyeket a 28. ábra mutat.



28. ábra. EPD doziméterek

## 4.2. Munkahelyi dozimetria

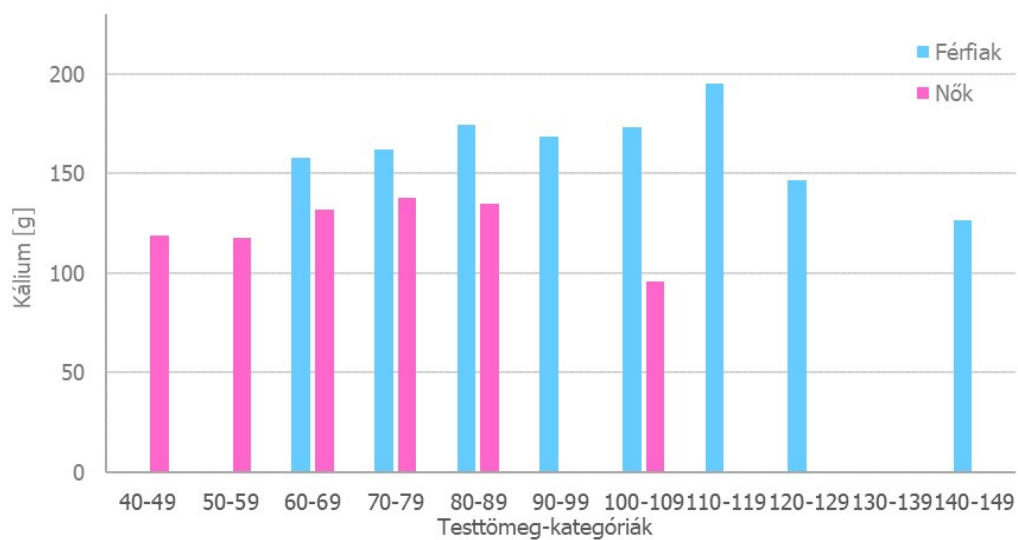
A 10. épület (RÜ) 13 meghatározott pontján egész évben gamma- és neutron-sugárterhelés mérésére alkalmas termolumineszcens  $^6\text{LiF}$  és  $^7\text{LiF}$  tablettát tartalmazó doziméterek vannak kihelyezve. A TLD-k kiértékelése a személyi doziméterekkel megegyező módon, kéthavonta történik. A reaktorcsarnokban a dózisteljesítmény korlát  $30 \mu\text{Sv/h}$ . A besugárzó csatornákat minden esetben megfelelő védelemmel, árnyékolással látják el. Az elmúlt évben a mért neutron dózisok összege a X/10. mérési pozícióban volt a legmagasabb (23,3 mSv), ezt követte a X/13.-as (9,5 mSv), majd az X/1.-es pozíció (8,1 mSv). A mért gamma-dózisok éves összege a X/13. mérési pontban volt a legmagasabb (8,9 mSv), a második legnagyobb értéket a X/4. számú (8,4 mSv), a harmadik legmagasabb értéket a X/10. számú pozícióban kaptuk (6,9 mSv). A munkahelyi dozimetria részeként, a Központi Izotópraktár belső terében gamma-szondát helyeztünk el, ez 2.3. alfejezetben már említésre került.

## 4.3. Belső sugárterhelés mérések

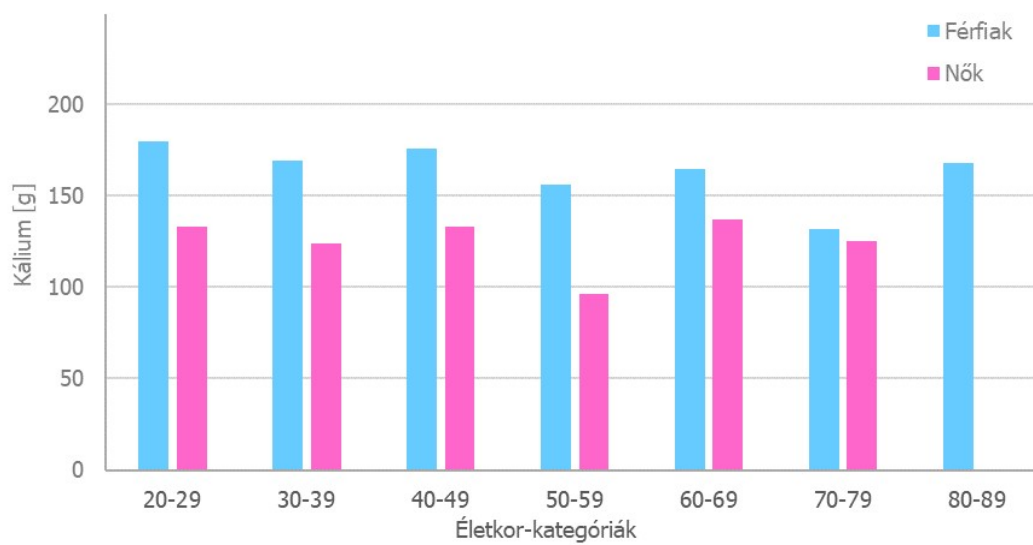
Az EK sugárveszélyes munkahelyein nyílt sugárforrásokkal dolgozó munkavállalók belső sugárterhelését egésztestszámláló berendezéssel (29. ábra) határozzuk meg. 2019-ben összesen 163 vizsgálatot végeztünk el saját munkavállalóknál. Csak természetes  $^{40}\text{K}$  izotópot mutatott ki a vizsgálat (30. ábra és 31. ábra).



29. ábra. Egésztestszámláló mérőhely



30. ábra. A kálium átlagmennyisége a kg-ban megadott testtömeg kategória függvényében



31. ábra. A kálium átlagmennyisége az életkor kategória függvényében

## 5. EGYÉB TEVÉKENYSÉGEK

### 5.1. Összemérések

2019-ben is részt vettünk a PROCORAD nemzetközi körvizsgálatban vizeletminták folyadékszintillációs és gamma-detektoros összemérése céljából.

### 5.2. A Központi Izotópraktár

A Szolgálat által üzemeltetett Központi Izotópraktárral (KIR) kapcsolatosan lényeges változás 2019-ben nem volt. A raktárba anyag be- és kiszállítása nem történt 2019-ben.

A fizikai védelmi előírásoknak megfelelően rendszeresen ellenőrizzük a KIR-ben tárolt anyagokat. 2019-ben az OAH és az EURATOM ellenőrzést tartott mind a radioaktív, mind a nukleáris anyagok tekintetében, az ellenőrzés sikeresen lezajlott. A Telephely és egyben a KIR fizikai védelmi rendszerét 2019-ben az EK tovább fejlesztette.

A KIR melletti garázsban kialakítottuk az elveszett források felkutatására szolgáló gyakorló tesztpálya tesztpályát.

### 5.3. Besugárzó laboratórium (Pavilon)

A 10/5. épület 103 és 104-es számú helyiségeiben kiépített műszerkalibráló (besugárzó) laboratóriumban (továbbiakban Pavilon) a Szolgálat és a Sugárvédelmi Laboratórium munkatársai végeztek kalibráló méréseket. A használt berendezéseink:

- nyitott nyalábú gamma-besugárzó ( $^{137}\text{Cs}$ )
- zártterű gamma-besugárzó ( $^{137}\text{Cs}$ )
- nyitott nyalábú neutron besugárzó készülék  $^{239}\text{Pu}$ -Be sugárforrással

A Szolgálat tevékenységi engedélye (beleértve KIR, Pavilon) 2022-ig szól. A Pavilonban használt sugárforrások szolgálatai idejét meghosszabbítottuk. A Pavilonban csak az arra feljogosított személyek végezhetnek munkát, a belépés kártyával és egyéni kóddal történik. A területen kéthavonta sugárzási szint és szennyezettség ellenőrzés történik. A sugárforrásokat a fizikai védelmi rendeleteknek megfelelő időközönként ellenőrizzük és az ellenőrzésről jegyzőkönyvet készítünk.

### 5.4. A Szolgálat minőségügyi rendszere

A Szolgálat 2019-ben is az MSZ EN ISO 9001:2015 szabványnak megfelelően végezte munkáját. A Szolgálaton belső auditot 2019. április 3-án tartott az EK minőségügyi vezetése, júniusban pedig az MSZT Tanúsító Szervezete végzett felülvizsgálatot az EK irányítási rendszerével kapcsolatosan, így ennek keretében a Szolgálaton is.

A Baranya Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztálya negyedévente ellenőrzi a Szolgálat működését.

## 5.5. Előadások, oktatások

Hazai és külföldi előadásokon, konferenciákon való részvétel:

- EURADOS éves találkozó, Lodz, előadás, résztvevő: Pántya Annamária (SVL-KVSZ)
- TRANSAT First Tritium School, Ljubljana, előadás, Pántya Annamária (SVL-KVSZ): Uncertainty of internal dose estimation from tritium exposure.
- 3rd International Conference on Dosimetry and its Applications (ICDA), Lisszabon, előadás, Pántya Annamária (SVL-KVSZ): Investigation of dose estimation uncertainties for uranium exposure
- XLIV. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, előadás, Pántya Annamária (SVL-KVSZ): A belső sugárterhelés meghatározása területén szervezett ICIDOSE nemzetközi gyakorlat tapasztalatai
- XLIV. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, előadó: Jakab Dorottya (SVL)
- 5th International Conference on Environmental Radioactivity, Prága, előadó: Jakab Dorottya (SVL)

A Környezetvédelmi Szolgálaton megtartott oktatások:

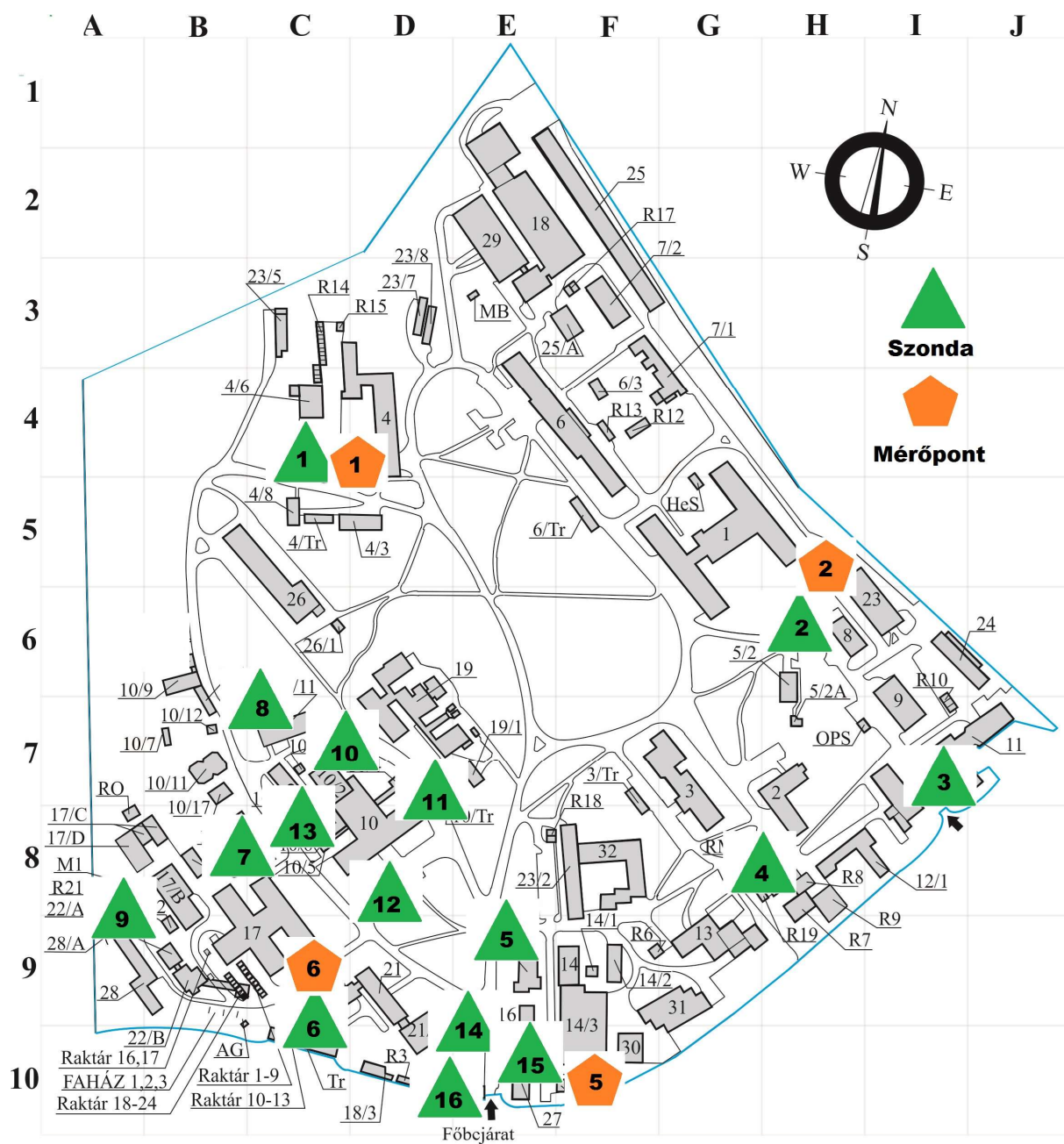
- Gamma-spektrometriai mérések, előadó: Szabó Dezső
- Egésztest mérés kivitelezése, előadó: Pántya Annamária (SVL-KVSZ)
- Vízminták összes-béta intenzitásának mérése (BME egyetemi laborgyakorlat), előadó: Jakab Dorottya (SVL)
- Dózisteljesítménymérő kalibrálása (BME egyetemi laborgyakorlat), előadó: Jakab Dorottya (SVL)
- Mozgólaboratórium bemutató, előadó: Bodor Károly

## 6. RÖVIDÍTÉSEK

BKR	Budapesti Kutatóreaktor
EK	Energiatudományi Kutatóközpont
EPD	Electronic Personal Dosimeter
FBŐ	Fegyveres Biztonsági Őrség
KIR	Központi Izotópraktár
KVSZ	Környezetvédelmi Szolgálat
NNK	Nemzeti Népegészségügyi Központ
OAH	Országos Atomenergia Hivatal
OSZDSZ	Országos Személyi Dozimetriai Szolgálat
RÜ	Reaktor Üzem
SBL	Sugárbiztonsági Laboratórium
SVL	Sugárvédelmi Laboratórium
TLD	Termolumineszcens doziméter



## 7. TÉRKÉPEK



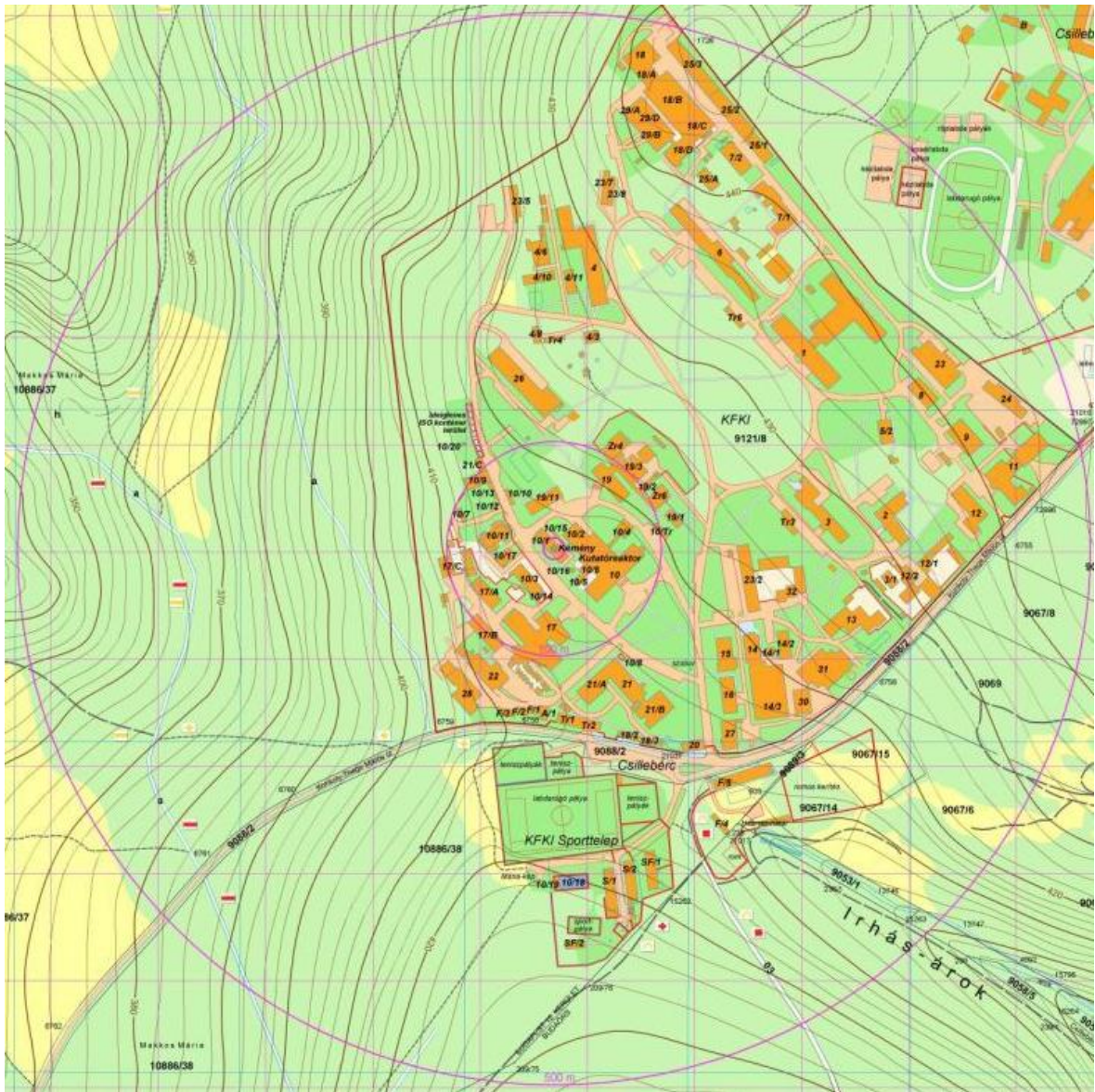
**A KFKI telephely térképe**

(Méret: 1:2000)

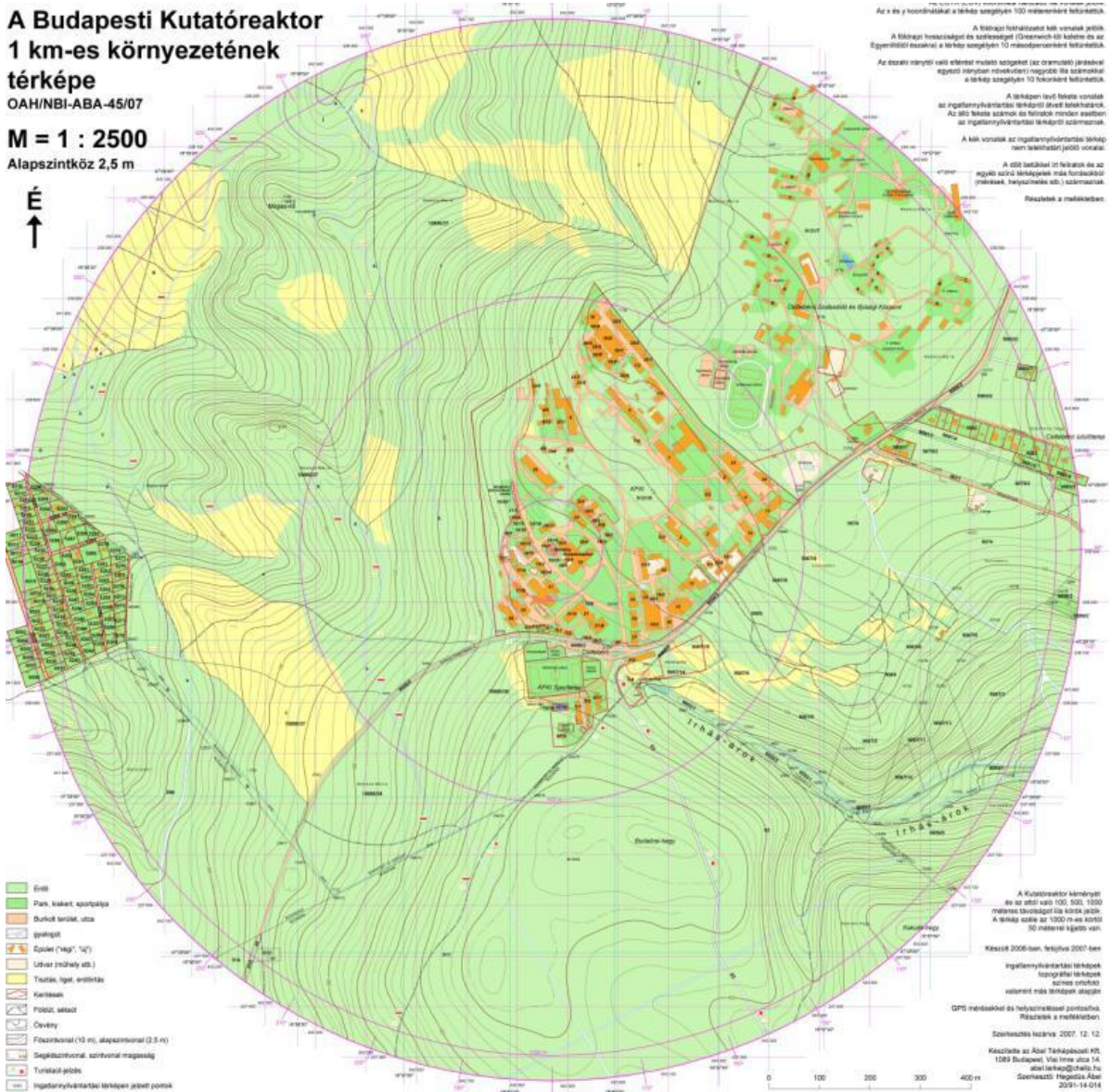
Cím: H-1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29-33

N: 47°29' E: 18°57'

32. ábra. A Telephely térképe a gamma-sugárzást mérő szondákkal (háromszögek) és a mintavevő állomásokkal (ötszögek)



33. ábra. A Budapesti Kutatóreaktor 500 m-es sugarú környezetének térképe. A térképen szerepel a 100 m-es sugarú kör is.



34. ábra. A Budapesti Kutatóreaktor 1 km-es sugarú környezetének térképe

## 8. INFORMÁCIÓK

### *A Környezetvédelmi Szolgálat elérhetősége*

Energiatudományi Kutatóközpont Környezetvédelmi Szolgálat

Székhelye és telephelye: KFKI telephely 1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29-33.

Levelezési cím: 1525 Budapest 114., Pf. 49.

Telefon: (+36 1) 392-2222/1194

Fax: (+36 1) 392-2765

### *Az éves jelentés készítésében közreműködtek*

- Endródi Gáborné – szolgálatvezető
- Bodor Károly – környezetmérnök
- Jakab Dorottya – környezetmérnök
- Botos Renáta – fizikus
- Pántya Annamária – mérnök-fizikus
- Szabó Dezső – mérés technikus
- Tósaki László Mihály – szakalkalmazott
- Zbiskó Mátéffy Viktória – munkatárs

### *Az éves jelentést átvizsgálta*

Deme Sándor – tudományos főmunkatárs

Pázmándi Tamás – EK SVL laboratóriumvezető, tudományos főmunkatárs

### *Észrevételeiket várjuk a következő elérhetőségeken*

E-mail: endrodi.gaborne@energia.mta.hu

Telefon: (+36 1) 392-2645

Web cím: <http://kvsz.kfki.hu/> és <http://148.6.56.150/>