

# HAKSER 2010

A HATÓSÁGI KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER  
(HAKSER)  
2010. évi jelentése

*ANNUAL REVIEW OF THE JOINT ENVIRONMENTAL  
RADIATION MONITORING SYSTEM (JERMS) AROUND THE NUCLEAR  
POWER PLANT PAKS, 2010*

Készítették (*Authors*)

HAKSER Adatgyűjtő, Feldolgozó és Értékelő Központ	Fülöp Nándor (OSSKI) Glavatszkih Nándor (OSSKI)
Nemzeti Erőforrás Minisztérium Szabó Gyula (OSSKI) Egészségügyi Ágazat	Kövendiné Kónyi Júlia (OSSKI) Kelemen Mária (Tolna M. Sugáreü. Decentrum) Gaál Zoltánné (Tolna M. Sugáreü. Decentrum)
Vidékfejlesztési Minisztérium Földművelésügyi Ágazat	Tarján Sándor (MgSzHK ÉTbI) Varga Beáta (MgSzHK ÉTbI) Horváth Enikő (Bács-Kiskun M. MgSzH) Vilimi József (Tolna M. MgSzH)
Vidékfejlesztési Minisztérium Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat	Vancsura Péter (DD-KTVF) Balatinác Szilvia (DD-KTVF)
Paksi Atomerőmű Zrt.	Bujtás Tibor (PA Zrt.) Feil Ferenc (PA Zrt.) Nagy Zoltán (PA Zrt.) Ranga Tibor (PA Zrt.)
Radioaktív Hulladékkezelő Közhasznú Nonprofit Kft.	Kapitány Sándor
Szerkesztette ( <i>Compiled by</i> ):	Fülöp Nándor (OSSKI)

OSSKI, Budapest, 2011. december

**TARTALOMJEGYZÉK**  
(*CONTENTS*)

<b>1. BEVEZETÉS .....</b>	<b>3</b>
<b><i>1.E. INTRODUCTION.....</i></b>	<b>6</b>
<b>2. KIBOCSÁTÁSI EREDMÉNYEK (RADIOACTIVE RELEASES).....</b>	<b>7</b>
2.1. Léggöri kibocsátás (Airborne releases).....	7
2.2. Folyékony kibocsátás (Liquid releases).....	10
<b>3. RADIOAKTÍV HULLADÉKOK (RADIOACTIVE WASTE).....</b>	<b>16</b>
3.1. Üzemviteli kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok (Low and medium activity radioactive waste).....	16
3.1.1. Folyékony radioaktív hulladékok (Liquid radioactive waste).....	16
3.1.2. Szilárd radioaktív hulladékok (Solid radioactive waste).....	17
3.2. Feldolgozási eljárások (Treatment of radioactive waste).....	19
3.3. A radioaktív hulladékok átmeneti tárolása (Interim storage of radioactive waste).....	19
3.4. Végleges elhelyezés (Final repository of radioactive waste).....	20
<b>4. KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI MÉRÉSI EREDMÉNYEK (ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING RESULTS).....</b>	<b>21</b>
4.1. A léggöri aktivitáskoncentrációk (Radionuclide concentration in air).....	21
4.2. A vízi környezetben mért aktivitáskoncentrációk (Radionuclide concentration in aquatic environment).....	23
4.3. A szárazföldi környezetben mért aktivitáskoncentrációk (Radionuclide concentration in the terrestrial environment).....	28
4.4. Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása (Activity concentration of drinking water and foodstuffs of animal origin).....	34
4.5. Szabadban mért dózisteljesítmények az erőmű környezetében (Outdoor gamma-dose rate).....	36
<b>5. LAKOSSÁGI SUGÁRTERHELÉS JÁRULÉKOK (DOSE TO THE POPULATION) .....</b>	<b>37</b>
5.1. A léggöri kibocsátásból származó sugárterhelés (Dose from airborne releases).....	37
5.2. A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés (Dose from liquid releases).....	39
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS, HATÓSÁGI MEGÁLLAPÍTÁSOK .....</b>	<b>40</b>
6.1. Az eredmények összefoglalása.....	40
6.2. Hatósági megállapítások.....	43
6.2.1. A léggöri kibocsátásokról.....	43
6.2.2. A folyékony kibocsátásokról.....	43
6.2.3. A környezeti radioaktivitásról.....	43
6.2.4. A lakossági sugárterhelésről.....	43
<b><i>6.E. SUMMARY .....</i></b>	<b>44</b>
<b>7. HIVATKOZÁSOK (REFERENCES).....</b>	<b>47</b>
<b>MELLÉKLET .....</b>	<b>48</b>
<b><i>ANNEX .....</i></b>	<b>49</b>

## 1. BEVEZETÉS

A paksi atomerőmű környezetének sugárvédelmi ellenőrzését végző hatósági szervek, radiológiai laboratóriumok az előző évekhez hasonlóan közös jelentésben számolnak be a 2010. évi eredményekről, megállapításokról. Az ellenőrzésben érdekelt ágazatok minisztériumainak – a Nemzeti Erőforrás Minisztérium (NEFMI) Egészségügyi Ágazata (EüÁ), a Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) Földművelésügyi Ágazata (FmÁ) és Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazata (KvVÁ) - tevékenysége, együttműködése egymással és az atomerőmű üzemi környezeti ellenőrző rendszerével az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) koordinálása mellett kialakított Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) keretében folyik.

A hatósági laboratóriumok kibocsátási és környezeti mérési eredményei, valamint a Paksi Atomerőmű (PAE) néhány fontos üzemi, meteorológiai és környezeti kibocsátásra vonatkozó adata rendszeresen, off-line, kisebb részben on-line módon kerül számítógépes tárolásra, majd feldolgozásra. Az adatfeldolgozás az Országos "Frédéric Joliot-Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézetben (OSSKI) kialakított HAKSER Adatgyűjtő, Feldolgozó és Értékelő Központban (AFÉK) történik. Az ellenőrzésben résztvevő és adatot szolgáltató intézményeket, laboratóriumokat az 1. sz. melléklet tartalmazza.

Az érzékeny mérések ellenére is előfordul, hogy a mérendő aktivitás a kimutatási határnál kisebb. Megállapodás szerint a korlátozás alá eső radioaktív komponensek esetén a kimutatási határ alatti értékeknél a kimutatási határt jegyezzük fel, s a feldolgozás ezen értékkel történik. Az így kapott átlagérték a valódinál mindig nagyobb lesz, azaz felülbecslést végzünk. A hatóságilag szabályozott mennyiségeknél a kimutatási határ általában nagyságrendekkel a megállapított korlátnak megfelelő érték alatt van.

Az éves jelentések táblázatai, ábrái nagyrészt az AFÉK számítógépén tárolt adatok alapján készülnek, a kibocsátási értékek megállapításánál és a környezeti sugárvédelmi következtetések levonásánál viszont figyelembe vesszük az erőmű éves sugárvédelmi jelentését is. Ezért a hatósági jelentés összeállításában részt vesznek az atomerőmű szakemberei is.

Egyes környezeti elemeknél a 2010. évi eredmények értékelésénél is kis mértékben számolnunk kellett a csernobili reaktorbaleset hazai hatásával.

Az 1984-től megjelenő éves jelentések eredménytáblázatai csupán a tárgyévekre vonatkoznak, nem tartalmazzak több évet átfogó elemzéseket, trend vizsgálatot, amik más kiadványokban [1,2] és az FVM REH éves jelentéseiben megtalálhatók. [9-11].

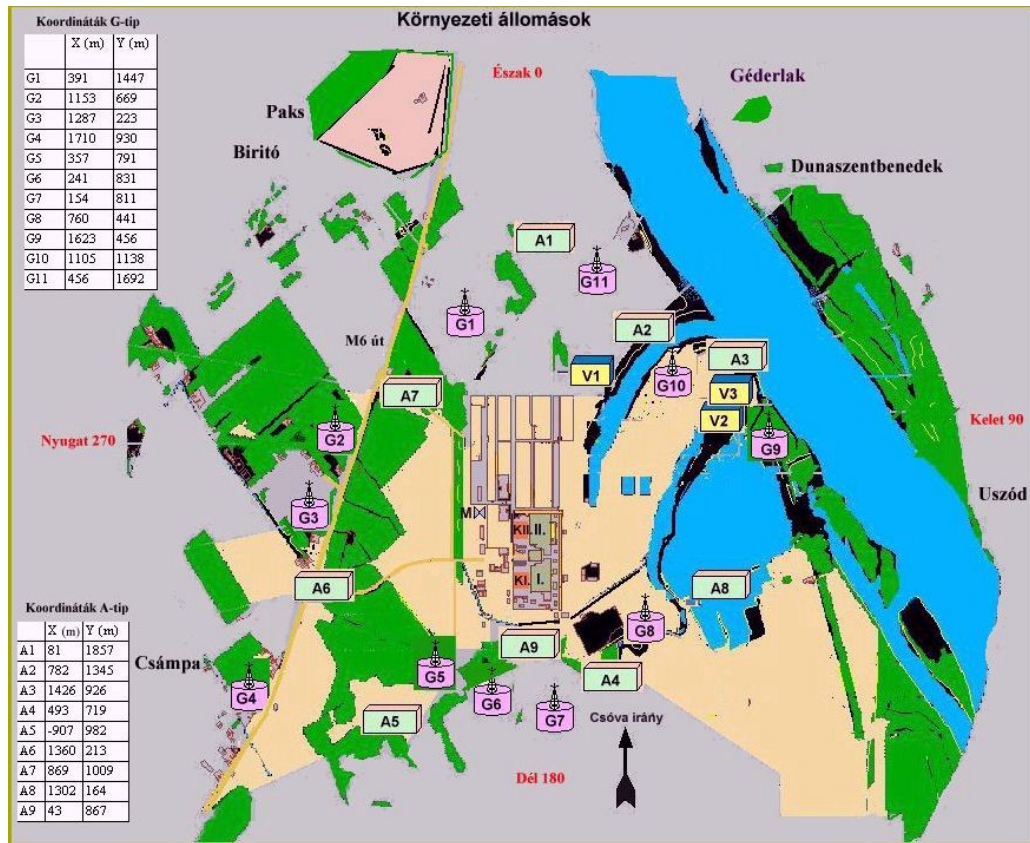
A jelentésben közöltek megértését szolgálja az erőmű földrajzi elhelyezkedését és a monitorozó állomásokat, valamint a résztvevő hatósági laboratóriumok mintavételi helyeit szemléltető 1.1.a és 1.1.b ábra. Az erőmű környezeti hatásának elemzéséhez ugyanis a mért eredményeket irány és távolság szerint is célszerű csoportosítani.

Az atomerőmű a Duna jobb partján, attól kb. 2 km távolságban helyezkedik el. A hűtésre használt dunavíz a hidegvíz csatornán (V1 mintavételi pont) kerül az atomerőműbe (vízforgalom: kb.  $4 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{óra}$ ). A felhasznált hűtő- és más ipari víz a melegvíz csatornán (V2 mintavételi pont), míg a kutakból táplált vízellátásból származó kommunális (WC, mosoda, laboratórium stb.) szennyvíz (napi  $1500 \text{ m}^3$ , V3 mintavételi pont) tisztítás után kerül a melegvíz csatorna torkolatába, s onnan a Dunába.

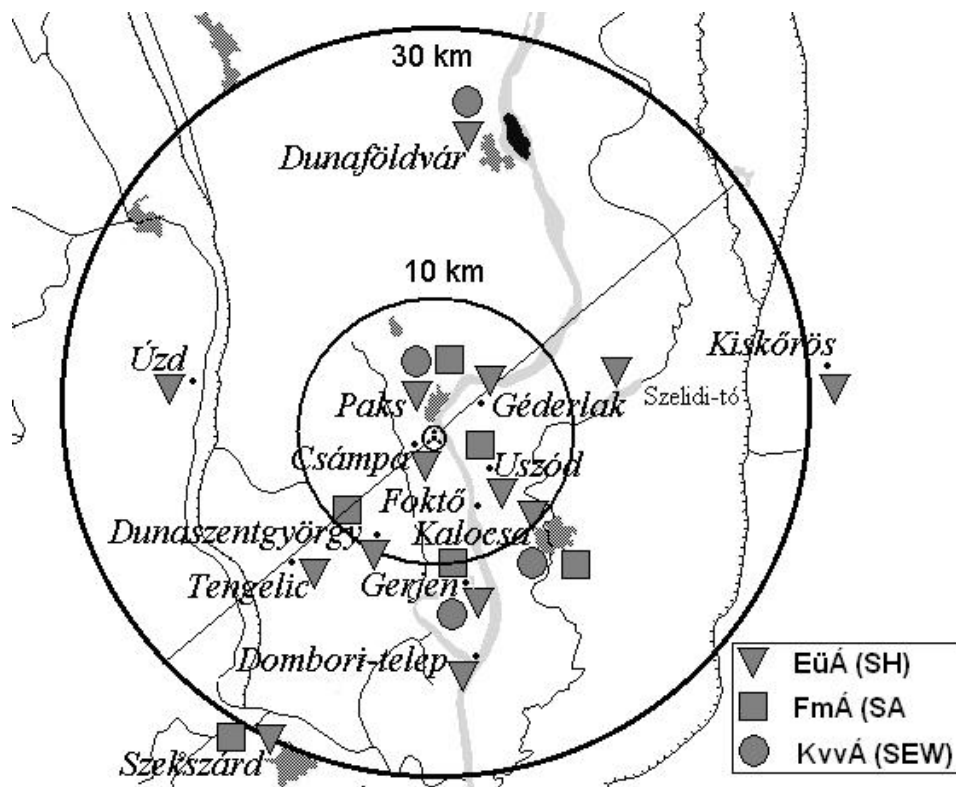
A légnemű radioaktív anyagok kibocsátása 2 db 100 m magas kéményen történik, ezek mért légforgalma egyenként 400-450 ezer  $\text{m}^3/\text{óra}$ .

A blokkok karbantartási ideje 2010-ben a következő volt:

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. blokk: márc. 12. – máj. 12. | 3. blokk: szept. 9. – okt. 18. |
| 2. blokk: júl. 1. – aug. 2.    | 4. blokk: máj. 14. – jún. 9.   |



1.1.a ábra Az atomerőmű környezeti elhelyezkedése az üzemi monitorozó hálózattal  
 Figure 1.1.a The environment of the NPP Paks with the monitoring system of the Plant  
 (I, II: buildings of reactor units; A, G: on-line monitoring stations; V: water sampling sites)



1.1.b ábra A HAKSER mérési és mintavételi helyei  
 Figure 1.1.b The measurement and sampling places of the JERMS

Az éves villamosenergia-termelés az erőmű indulásától kezdve az 1.1. táblázatban található, GWh egységben.

1.1. táblázat Az éves elektromosenergia termelés  
Table 1.1. The annual electrical production

Év (y)	Energiatermelés (Energy production) (GWh)	Év (y)	Energiatermelés (Energy production) (GWh)	Év (y)	Energiatermelés (Energy production) (GWh)
1983	2473	1993	13796	2003	11013
1984	3766	1994	14049	2004	11915
1985	6479	1995	14026	2005	13834
1986	7425	1996	14181	2006	13461
1987	10985	1997	13968	2007	14677
1988	13445	1998	13949	2008	14818
1989	13891	1999	14096	2009	15427
1990	13731	2000	14179	2010	15761
1991	13726	2001	14126		
1992	13964	2002	13953		

Az erőműben a többéves szekunderkörü teljesítményjavító fejlesztések eredményeképpen a blokkok névleges elektromos teljesítménye 2006. szeptember 28. óta összesen 1881 MW.

A számítógépben tárolt hatósági mérési adatok száma az utóbbi években 6 ezer körül volt, a tervezett érték 3500. A 2010-ben a 2009. évihez hasonlóan alakuló meghatározások számának vizsgálati irányok szerinti megoszlását az 1.2. táblázat mutatja. Mivel gamma-spektrometria esetén minden egyes nuklid külön meghatározásnak számít és egy mintának az összes-béta, <sup>90</sup>Sr stb. aktivitását is mérhetik, az ott feltüntetett összes mérés mintegy 2-3 ezer mintából származik. A nuklidspecifikus eredmények aránya az utóbbi években már a meghatározások jóval több mint kétharmadát, 2010-ben közel 90 %-át tette ki.

1.2. táblázat. A hatósági meghatározások száma (N) és százalékos megoszlása a fontosabb vizsgálati irányok szerint 2010-ben

Table 1.2. The number (N) and percentages of the different types of determinations of authorities in 2010

Vizsgálati irány (types of determinations)	Meghatározások száma (N)	[%]
Összes-béta aktivitás (gross-beta)	652	11,7
I-131	90	1,6
HpGe det. gamma-spektrometria	3865	69,4
Trícium	229	4,1
Sr-89+Sr-90*	652	11,7
egyéb vizsgálatok (others)	85	1,5
összesen (total):	5573	100

\* kémiai elválasztással (by chemical separation)

2004-ben megtörtént a 15/2001. (VI. 6.) KöM rend. előírásai alapján az új kibocsátás korlátozási és ellenőrzési rendszer bevezetése az erőműben. Az új korlátozási rendszer alapja az, hogy a kibocsátási adatokat a dózismegszorításból (90 µSv) származtatott nuklid- és kibocsátási útvonal specifikus kibocsátási határértékekkel kell összevetni.

## 1.E. INTRODUCTION

As earlier, the governmental radiological laboratories monitoring the environment of the Nuclear Power Plant of Paks have compiled a joint annual report on statements and results achieved in 2010. The authorities involved are: Ministry of National Resources (MNR) – Sector of Health (SH), Ministry Rural Development (MRD) – Sector of Agriculture (SA) and Sector of Environment and Water (SEW). Their collaboration with each other and with the environmental radiation monitoring service of the Plant itself is on the prescriptions of the Joint Environmental Radiation Monitoring System (JERMS) worked out in collaboration with the Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA). The survey data of the authorized laboratories and some important operational, meteorological and environmental emission data of the Nuclear Power Plant are transferred to and processed in the Computer Center of the JERMS in the "Frédéric Joliot-Curie" National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene (NRIRR).

It may also happen that the measured values are lower than the detection limit of the method. It is agreed that if the measured values are lower than the detection limit, then this limit is to be indicated and used for calculations. In these cases the mean value is always higher than real one, i.e. it is overestimated. Generally the detection limits are by some orders of magnitude lower than the limits accepted by the regulations.

Tables and figures of the annual reports are mainly based on data sent to the Computer Center of the JERMS. However, when conclusions on the radioactive effluents and environmental pollution are reached, the measurements and annual reports of the Radiation Protection Department of the Nuclear Power Plant themselves are also considered to a great extent. Therefore, experts from the Plant contribute to the final, authorized report, too.

In the evaluation of the data in 2010 the environmental pollution of some environmental media caused by the nuclear accident in Chernobyl is still to be recognised with.

Tables of the annual reports published since 1984 relate only to the periods under survey. Volumes entitled "Effect of the Nuclear Power Plant of Paks on the Environmental Radiation Level" and the Special issue of the National Committee of IRPA have analysed the cross-year tendencies [1, 2].

To help the better understanding of the data the environment together with the monitoring stations of the NPP and measuring and sampling places of the authorities are drawn in Figure 1.1.a and 1.1.b. The plant is placed near the Danube 100 km south from Budapest. The water inflow (channel V1) and main outflow (channel V2) are about 0.4 million m<sup>3</sup>/h, the waste water outflow (channel V3) is 1500 m<sup>3</sup>/d. The airborne radioactivity is released by two stacks with measured airtrough put of 0.4-0.45 million m<sup>3</sup>/h each.

The yearly production of the electrical energy can be seen in Table 1.1.

The annual number of determinations - collected by the data center - is about 6000, usually, the planned one is 3500. Due to the decreasing number of gross-beta measurements, the total number of measurements was lower than earlier in 2007.

The number and percentages of the different types of determinations for the last year are presented in Table 1.2.

The new system of release limits set by the regulations of the Decree of 15/2001. (VI. 6.) KöM was introduced in 2004. The new release limits are derived from the dose constraint of 90 µSv for each radionuclide, physical/chemical form and release path. The compliance with the release limitation is ensured by the release limit criterion, i.e. the sum of the ratios of the individual releases and limits of radionuclides.

## 2. KIBOCSÁTÁSI EREDMÉNYEK (RADIOACTIVE RELEASES)

A hatósági szabályozásban foglalt előírások betartásának ellenőrzését a területileg illetékes elsőfokú környezetvédelmi hatóság, az Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (DD-KTVF), Pécs végzi.

Az ellenőrzés alapelvei a következők:

- Az ellenőrzés alapját a kibocsátott komponenseknek a hatóság, ill. 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 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.

A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet (alább részletezett) tartalmi követelményeinek megfelelően meghatározott kibocsátási határértékeket a DD-KTVF 47071-9/2003 ikt. sz. szakhatósági állásfoglalásával hagyta jóvá 2003.12.18-án, amelynek megfelelően az OAH NBI RE-3603 sz. határozatával a módosította a Műszaki Üzemeltetési Szabályzatban (MÜSz) szereplő kibocsátási határértékeket.

A 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet 3.§ (1) bek. a) pontja alapján az Országos Tisztifőorvosi Hivatal által meghatározott dózismegszorításból kiindulva kell származtatni a kiemelt létesítmények radioaktív kibocsátásaira vonatkozó éves kibocsátási határértékeit. A határértékek származtatását a rendelet 1. számú mellékletében foglalt szempontok figyelembevételével kell elvégezni úgy, hogy a kibocsátási határérték betartása, illetve a kibocsátási határérték kritérium teljesülése esetén a lakosság éves sugárterhelése ne haladja meg a dózismegszorítást. Az 1. melléklet 1. pontja szerint a kibocsátási határértéket minden kibocsátási módra (az erőmű esetében folyékony és légnemű), továbbá minden olyan radionuklidra vagy azok csoportjaira származtatni kell, amelyek kibocsátásra kerülhetnek.

Az új szabályozás bevezeti a kibocsátási határérték kritérium fogalmát: több radionuklid kibocsátása és/vagy több kibocsátási mód esetén az egyes kibocsátások és a hozzájuk tartozó kibocsátási határérték hányadosainak összege. A kibocsátási határérték kritérium értékének 1-nél kisebbnek, vagy legfeljebb azzal egyenlőnek szabad lennie, ebben az esetben teljesül a 90  $\mu\text{Sv}/\text{év}$  dózismegszorítás.

A DD-KTVF szakhatósági állásfoglalásával az erőmű radioaktív kibocsátásainak ellenőrzésére vonatkozó Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat-ot, valamint a környezetének ellenőrzésére vonatkozó Környezet Ellenőrzési Szabályzat-ot is elfogadta, amelyek alkalmazását az OAH NBI a fenti határozatában 2004.02.16-tól elrendelte. Ezzel egyidejűleg érvényét veszítette (a hasonló tartalommal bíró) az ellenőrzés részleteit meghatározó, a Paksi Atomerőmű Zrt. (PA Zrt.) és az DD-KTVF között időszakosan megújított "Hatósági Felülvizsgálati Rend".

### **2.1. Léggöri kibocsátás (Airborne releases)**

A léggöri kibocsátás radioizotópjainak aktivitása a 2.1. táblázatban látható. Az értékek a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések eredményei, amelyeket a sugárterhelés becsléséhez is felhasználtunk. A kibocsátások a mért értékekből és a kimutatási határokból számítottak, ezért értékük több radionuklidnál jelentősen felül becsült (pl.  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{42}\text{K}$ ). A táblázat tartalmazza továbbá az egyes radionuklidok (esetenként a külön kémiai/fizikai formára vonatkozó) kibocsátási határértékeit és ezen

mennyiségek hányadosát is. (Emlékeztetőül: ezen hányadosok összege adja a kibocsátási határérték kritériumot.)

2.1. táblázat Éves nuklidspecifikus kibocsátások (a hatóság által jóváhagyott üzemi mérések), 2010  
Table 2.1. Radionuclide releases based on the results of the NPP approved by the authority, 2010

Izotóp (isotope)	Kibocsátás [Bq] (release)	Éves korlát [Bq] (annual limit)	Határérték kritérium (relative exploitation of limit-criteria)
<sup>41</sup> Ar	1,51E+13	4,60E+16	3,29E-04
<sup>85</sup> Kr	1,40E+11	1,20E+19	1,16E-08
<sup>85m</sup> Kr	4,41E+12	4,10E+17	1,08E-05
<sup>87</sup> Kr	2,13E+12	7,30E+16	2,91E-05
<sup>88</sup> Kr	3,17E+12	2,90E+16	1,09E-04
<sup>133</sup> Xe	8,97E+12	2,00E+18	4,48E-06
<sup>135</sup> Xe	6,03E+12	2,40E+17	2,51E-05
<sup>3</sup> H (HT)	3,87E+11	2,20E+17	1,76E-06
<sup>3</sup> H (HTO)	4,34E+12	1,70E+17	2,55E-05
<sup>14</sup> C (CO <sub>2</sub> )	2,40E+10	1,30E+14	1,85E-04
<sup>14</sup> C (CH <sub>4</sub> )	5,37E+11	1,50E+21	3,58E-10
<sup>89</sup> Sr	1,09E+05	4,30E+12	2,54E-08
<sup>90</sup> Sr *	1,49E+05	3,70E+11	4,02E-07
<sup>24</sup> Na	7,57E+07	1,50E+15	5,05E-08
<sup>42</sup> K	6,10E+08	1,70E+16	3,59E-08
<sup>51</sup> Cr	1,06E+07	8,80E+14	1,20E-08
<sup>54</sup> Mn	6,34E+06	1,80E+13	3,52E-07
<sup>58</sup> Co	3,33E+06	2,10E+13	1,59E-07
<sup>59</sup> Fe	4,72E+06	1,10E+13	4,29E-07
<sup>60</sup> Co	2,02E+07	2,40E+12	8,40E-06
<sup>65</sup> Zn	5,23E+06	2,30E+12	2,27E-06
<sup>75</sup> Se	2,18E+06	2,90E+12	7,52E-07
<sup>76</sup> As	1,56E+08	1,10E+15	1,42E-07
<sup>95</sup> Nb	2,69E+06	4,90E+13	5,49E-08
<sup>95</sup> Zr	2,64E+06	2,30E+13	1,15E-07
<sup>99</sup> Mo	4,12E+06	1,90E+15	2,17E-09
<sup>103</sup> Ru	2,14E+06	8,70E+12	2,46E-07
<sup>106</sup> Ru *	1,16E+07	2,30E+11	5,05E-05
<sup>110m</sup> Ag	7,90E+06	4,80E+12	1,65E-06
<sup>124</sup> Sb	1,77E+06	8,90E+12	1,99E-07
<sup>125</sup> Sb	5,24E+06	1,40E+13	3,74E-07
<sup>131</sup> I aeroszol.	4,97E+06	3,70E+12	1,34E-06
<sup>131</sup> I elemi	7,10E+07	7,80E+11	9,11E-05
<sup>131</sup> I szerves	4,87E+07	9,50E+13	5,13E-07
<sup>132</sup> I elemi	2,54E+07	3,20E+15	7,94E-09
<sup>133</sup> I elemi	6,08E+06	3,70E+14	1,64E-08
<sup>133</sup> I szerves	4,01E+06	1,30E+15	3,09E-09
<sup>134</sup> Cs	1,86E+06	8,20E+11	2,27E-06
<sup>137</sup> Cs *	6,41E+07	1,00E+12	6,41E-05
<sup>140</sup> Ba *	3,90E+06	2,90E+13	1,34E-07
<sup>141</sup> Ce	2,66E+06	4,60E+13	5,78E-08
<sup>144</sup> Ce *	1,29E+07	3,50E+12	3,68E-06
<sup>154</sup> Eu	1,96E+06	5,10E+12	3,84E-07
<b>Összesen (total)</b>	-	-	<b>9,50E-4</b>

\* a határérték kritérium kiszámításánál a leányelemükkel együtt vettük figyelembe az adott izotópot

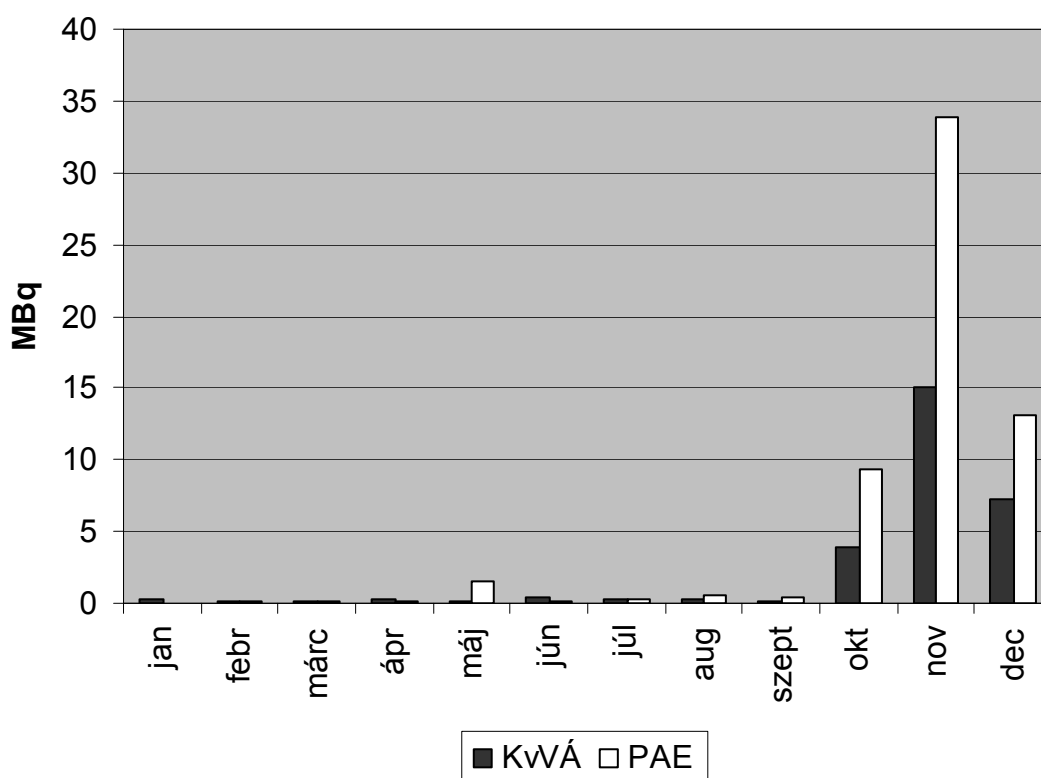
\* daughter elements were also taken into consideration in calculations for limit criteria



Az aeroszol-kibocsátások 58 százaléka az 3.-4. blokk szellőzőkéményén keresztül történt, a két kiépítés kibocsátási arányai radionuklidtól függően 2,7 – 23 közöttiek voltak. Az aeroszolok teljes éves kibocsátásában legnagyobb arányban (az egy napnál rövidebb felezési idejű izotópok nélkül) a  $^{76}\text{As}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  és radiojód izotópok szerepeltek.

A kibocsátások évközi alakulásának, továbbá az üzemi és a hatósági mérési eredmények együttfutásának szemléltetésére a 2.1. ábrán bemutatjuk a légköri  $^{137}\text{Cs}$ -kibocsátást. Az év végén tapasztalható nagyságrendi emelkedés az I. kiépítésen üzembehelyezett kobaltbontó berendezés működésével hozható kapcsolatba

Megjegyezzük, hogy az ábra a hatósági adatok esetén csak a hatósággal közös, 01XS41 számú mintavételi ág kibocsátásait tartalmazza. A hatóság által elfogadott éves kibocsátások meghatározásánál az üzem a három mintavevő ág közül a legnagyobb aktivitást eredményezőt veszi számításba. Emiatt az ábrán látható – hatósági - adatsorból számítható összeg kisebb az elfogadott éves kibocsátásnál.



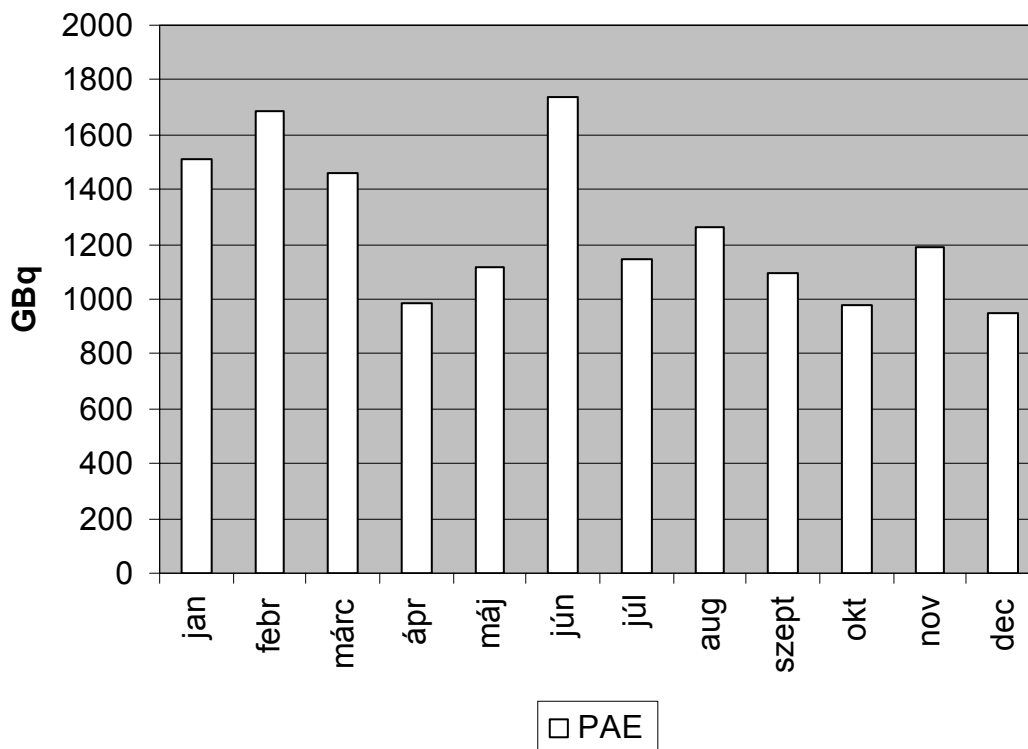
2.1. ábra Havi légköri Cs-137 kibocsátások

*Figure 2.1. Monthly Cs-137 airborne releases (KVVÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)*

Az éves átlagos nemesgáz-kibocsátások az 1.-2. blokkok kéményénél, ill. a 3.-4. blokkok kéményénél egy 2-3-as faktoron belül megegyeztek. Megállapíthatjuk, hogy a nemesgázok izotóppozíciójában az üzemzavart megelőző évekhez hasonlóan újra az  $^{41}\text{Ar}$ , mint aktivációs termék volt a legjelentősebb izotóp (2.2 ábra).

Összességében a légköri kibocsátásokat tekintve a kibocsátási határérték kritérium értéke a 2009. évhez hasonlóan igen kicsi, 0,095 % volt, amelyben a legnagyobb súllyal az  $^{41}\text{Ar}$ ,  $^{14}\text{C}$  és  $^{88}\text{Kr}$

radionuklidok (együtt mintegy 62%-os arányban) szerepeltek. A paksi atomerőmű tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva igen kismértékű légnemű kibocsátás mellett üzemelt 2010-ben is.



2.2. ábra. Havi légköri Ar-41 kibocsátások

*Figure 2.1. Monthly Ar-41 airborne releases*

## 2.2. Folyékony kibocsátás (Liquid releases)

A vízzel történő radioaktív kibocsátások ellenőrzése egyrészt az ellenőrző tartályokból, másrészt a vízvezető (V2 és V3-jelű) csatornákból vett minták mérésével folyik. Az elsőfokú hatósági feladatokat a DD-KTVF látja el.

Minden, feltételezhetően radioaktív izotópot tartalmazó víz először az ellenőrző tartályokba kerül, ahol a tartály lezárását és keverését követően történik a mintavétel a vonatkozó "Kibocsátás Ellenőrzési Szabályzat" szerint. Ezekből a mintákból a tartálytérfogattal arányos heti, havi és negyedéves átlagmintákat készít az üzem. Valamennyi tartálymintából – ellenőrzés céljából – az igényelt mennyiséget a hatósági laboratórium elviheti.

Évente általában 1300 körüli tartályürítés történik, az ezekből vett minták mintegy 3 %-át szűrőpróbaszerűen, gamma-spektrometriai méréssel ellenőrzi a DD-KTVF. A heti, havi és negyedéves átlagmintákat rendszeresen elszállítja izotópspecifikus vizsgálatokhoz.

A befolyó és elvezető csatornák (V1, V2 és V3 jelű) vizének mérése elsősorban az esetleg nem üzemszerűen távozó szennyeződések ellenőrzése céljából történik. A kibocsátási értékek a tartályokból kiengedett víz térfogatának és aktivitáskoncentrációjának segítségével határozhatók meg pontosan.

A vízi kibocsátások ellenőrzése az egyes közegek (csatornák, tartályok vize) nuklidspecifikus mérésével történik. A méréseket az üzem rendszerint a mintavétel napján, ill. az azt követő héten, a DD-KTVF a V1 csatorna minták havi, V2 csatorna minták havi és negyedéves, V3 csatorna minták havi, negyedéves, ill. szűrőpróbaszerű mintavételezését, a tartályminták (TM és XZ) heti, negyedéves, szűrőpróbaszerű mintavételezését követő azonnali feldolgozás után kerülnek mérésre.

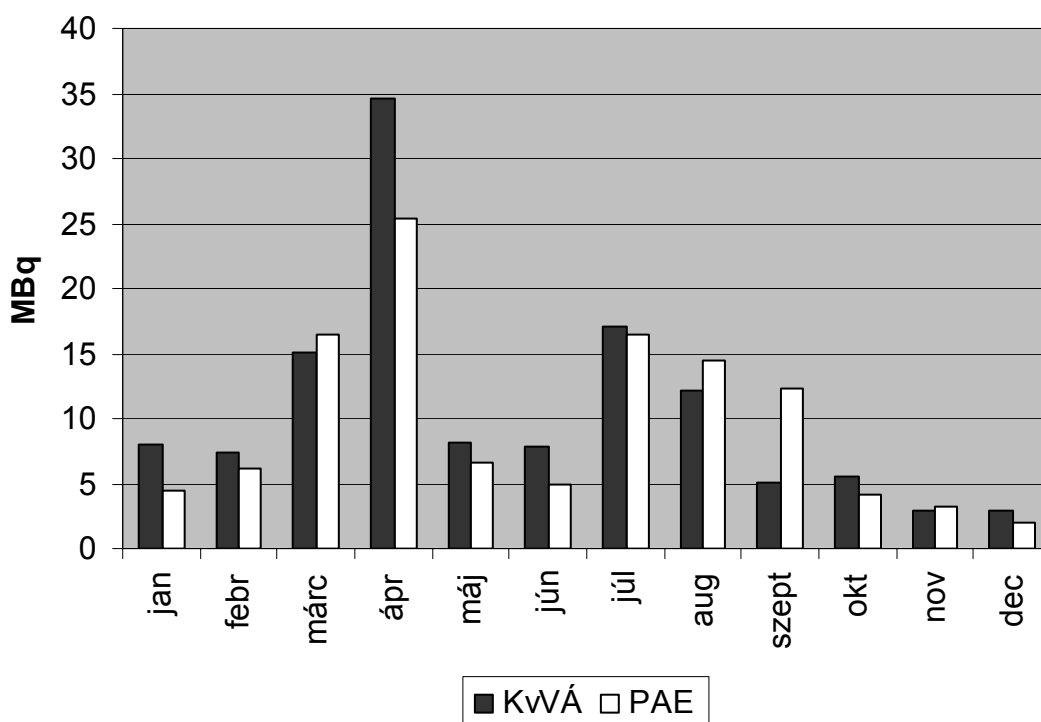
A V1 és V2 csatornákból származó mintákban a radionuklidok koncentrációja általában a kimutatási határ alatti. Mivel ezeket a kimutatási határ értékével vesszük figyelembe, az eredmények felülbecsültek.

Az atomerőmű 2010-ben az ellenőrző tartályokból összesen 58894 m<sup>3</sup> vizet bocsátott a Dunába. A legjelentősebb korróziós termék (<sup>60</sup>Co) éves kibocsátott aktivitása közel 3-szor kisebb, a hasadási termékeké mintegy 3-szor nagyobb volt a mérleg feletti (TM-jelű), mint a kommunális és laboratóriumi eredetű vizeknél (XZ-jelű). 2010-ben a kibocsátott aktivitások a 01TM és 01XZ tartályok esetében csökkenést mutattak, a 02TM jelű tartályparknál enyhe emelkedést. A TM:XZ térfogatok aránya a korábbi évekhez hasonlóan a 2:1 arányhoz közelített.

A folyékony kibocsátásokkal kikerült radioaktív izotópokat tekintve a korróziós és hasadási termékek kibocsátása csökkent, a radiostroncium és trícium kibocsátása növekedett a 2009. évhez viszonyítva.

A kibocsátások évközbeni alakulásának, továbbá az üzemi és a hatósági mérési eredmények együttfutásának szemléltetésére a 2.3. ábrán bemutatjuk a folyékony kibocsátások egy jellemző radionuklidja, a <sup>60</sup>Co havi kibocsátásainak változását. (A magasabb havi értékek az I. ill. a II. kiépítés blokkjainak karbantartásához és a márciusi hulladékvízfeldolgozásból adódtak.)

A kibocsátási határérték kritérium igazolásához, valamint a sugárterhelés becslésekhez felhasznált éves kibocsátási értékek a 2.2. táblázatban találhatóak. A légköriekhez hasonlóan a kibocsátások itt is a mért értékekből és a kimutatási határokból számítottak, ezért értékük több radionuklidnál jelentősen felül becsült (pl. <sup>65</sup>Zn, <sup>95</sup>Nb).



2.3. ábra Havi Co-60 kibocsátások a tartálymérések alapján

*Figure 2.3. Monthly releases of Co-60 activities based on the control tanks measurements (KvVÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)*

2.2. táblázat A hatóság által jóváhagyott PAE tartálmérések alapján meghatározott éves kibocsátások, 2010

Table 2.2. The annual liquid releases determined by the control tank measurements of the NPP and approved by the authority, 2010

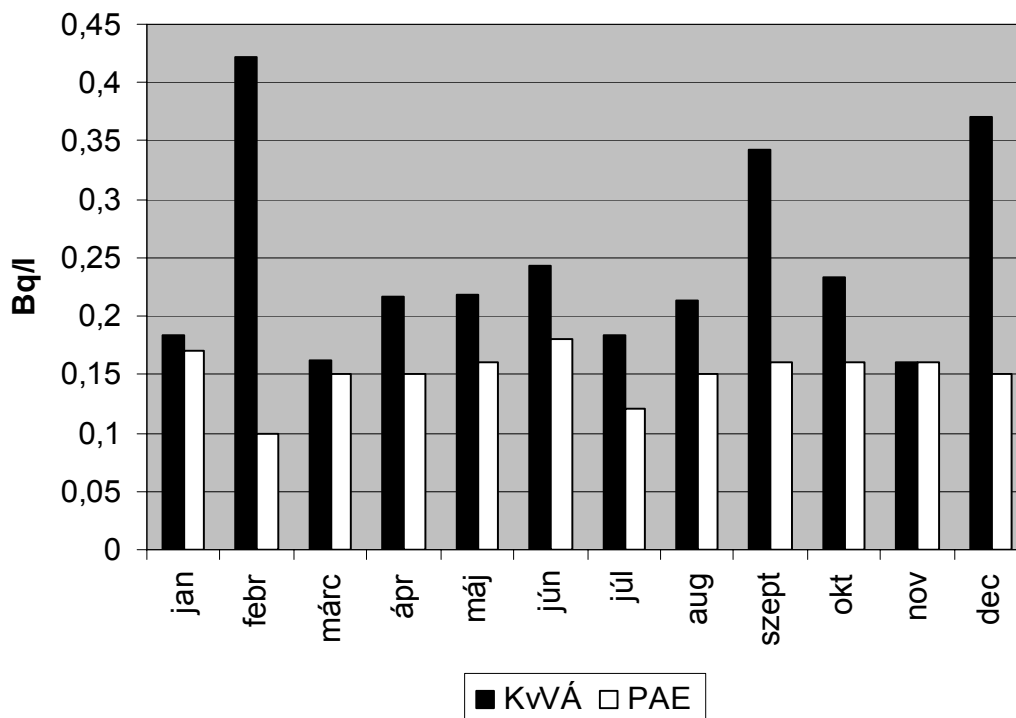
Izotóp (isotope)	Kibocsátás [Bq] (release)	Éves korlát [Bq] (annual limit)	Határérték kritérium (relative exploitation of limit-criteria)
<sup>3</sup> H	2,82E+13	2,90E+16	9,73E-04
<sup>14</sup> C	7,20E+08	3,10E+12	2,32E-04
<sup>89</sup> Sr	3,02E+06	1,20E+13	2,52E-07
<sup>90</sup> Sr *	3,54E+06	2,20E+12	1,61E-06
<sup>55</sup> Fe	9,14E+07	4,30E+13	2,12E-06
<sup>59</sup> Ni	2,88E+07	4,00E+14	7,19E-08
<sup>7</sup> Be	1,12E+08	3,00E+14	3,73E-07
<sup>51</sup> Cr	8,22E+07	2,70E+14	3,04E-07
<sup>54</sup> Mn	4,32E+07	1,00E+13	4,32E-06
<sup>58</sup> Co	2,21E+07	3,20E+12	6,90E-06
<sup>59</sup> Fe	3,11E+07	2,30E+12	1,35E-05
<sup>60</sup> Co	1,17E+08	9,50E+11	1,23E-04
<sup>65</sup> Zn	2,94E+07	1,40E+12	2,10E-05
<sup>95</sup> Nb	1,77E+07	2,10E+12	8,42E-06
<sup>95</sup> Zr	1,77E+07	8,50E+12	2,08E-06
<sup>99</sup> Mo	4,42E+07	1,30E+14	3,40E-07
<sup>103</sup> Ru	1,33E+07	9,00E+11	1,48E-05
<sup>106</sup> Ru *	7,73E+07	1,10E+12	7,02E-05
<sup>110m</sup> Ag	2,66E+07	2,00E+13	1,33E-06
<sup>124</sup> Sb	1,23E+07	9,50E+12	1,29E-06
<sup>125</sup> Sb	3,58E+07	1,10E+13	3,25E-06
<sup>131</sup> I	2,72E+07	2,70E+12	1,01E-05
<sup>134</sup> Cs	1,10E+07	6,50E+11	1,69E-05
<sup>137</sup> Cs *	3,47E+07	9,00E+11	3,85E-05
<sup>140</sup> Ba *	3,52E+07	5,50E+13	6,41E-07
<sup>141</sup> Ce	2,05E+07	2,10E+13	9,76E-07
<sup>144</sup> Ce *	9,37E+07	1,00E+13	9,37E-06
<sup>154</sup> Eu	1,77E+07	1,80E+12	9,84E-06
<b>U-csoport</b>	9,84E+04	7,50E+11	1,31E-07
<b>Pu-csoport</b>	5,09E+04	1,00E+12	5,09E-08
<b>Am-csoport</b>	2,91E+04	1,10E+12	2,65E-08
<b>Cm-csoport</b>	1,39E+04	2,60E+11	5,35E-08
<b>Összesen (total):</b>	-	-	<b>1,57E-03</b>

\* a határérték kritérium számításánál a leányelemükkel együtt vettük figyelembe az adott izotópot

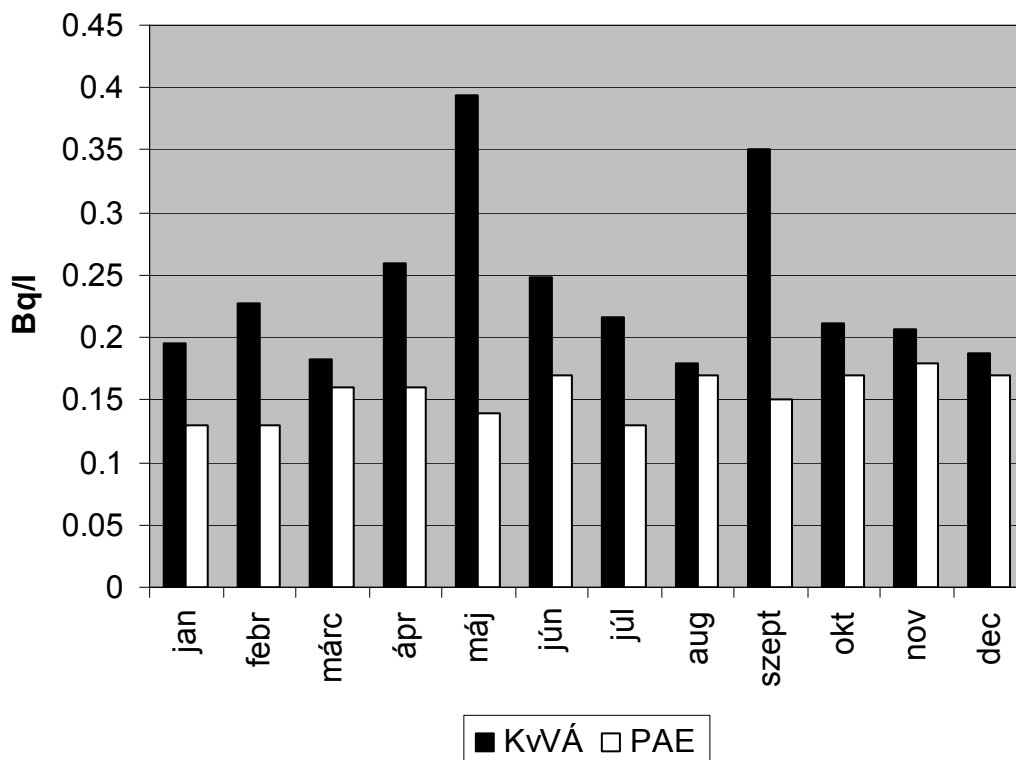
\* daughter elements were also taken into consideration in calculations for limit criteria

A 2.4.a, 2.4.b és 2.4.c ábrák a V1, V2 és V3 jelű helyen vett vízmintákban az üzem és a DD-KTVF által mért összes-béta aktivitáskoncentrációk havi átlagértékeit mutatják.

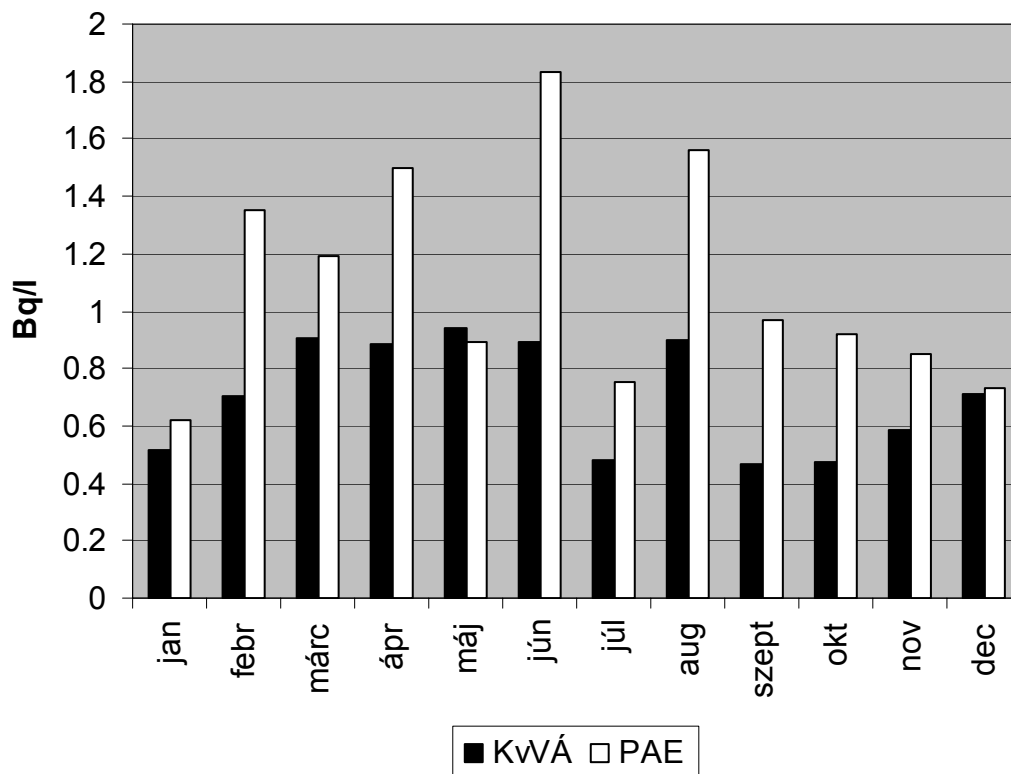
A szennyvíz csatorna (V3) aktivitáskoncentrációja általában 6-10 -szer volt nagyobb hidegvíz- (V1) és a melegvíz csatorna (V2) összes-béta aktivitáskoncentrációjánál.



2.4.a. ábra A hidegvíz csatorna (V1) összes-béta aktivitáskonzentrációjának havi átlagértékei  
 Figure 2.4.a. Monthly gross beta activity concentration in the inflow water channel (KVÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)

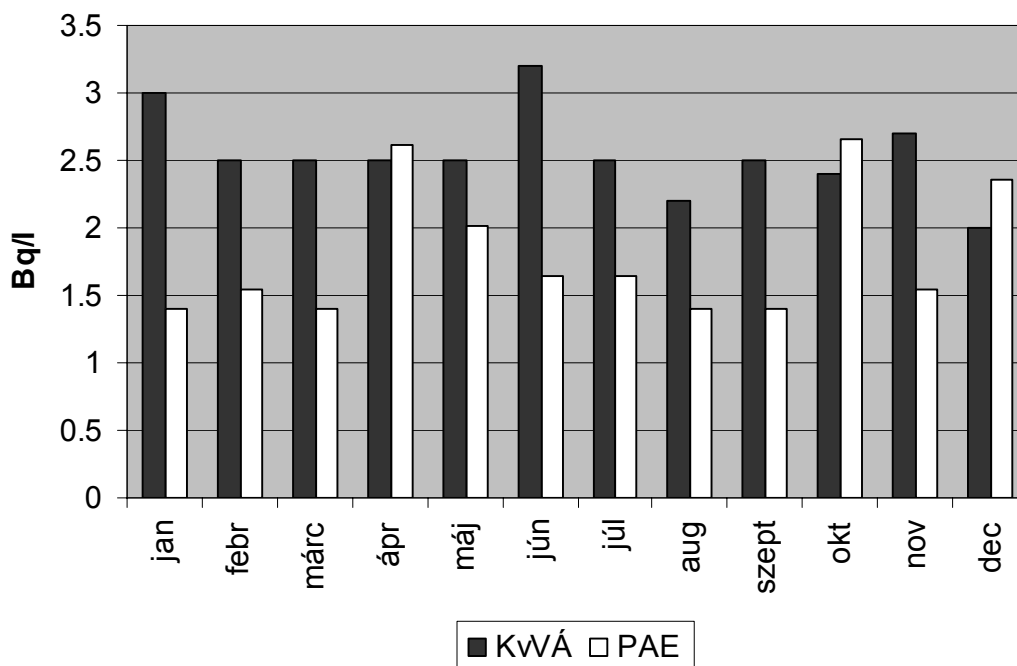


2.4.b. ábra A melegvíz csatorna (V2) összes-béta aktivitáskonzentrációjának havi átlagértékei  
 Figure 2.4.b. Monthly gross beta activity concentration in the hot water (discharge) channel (KVÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)

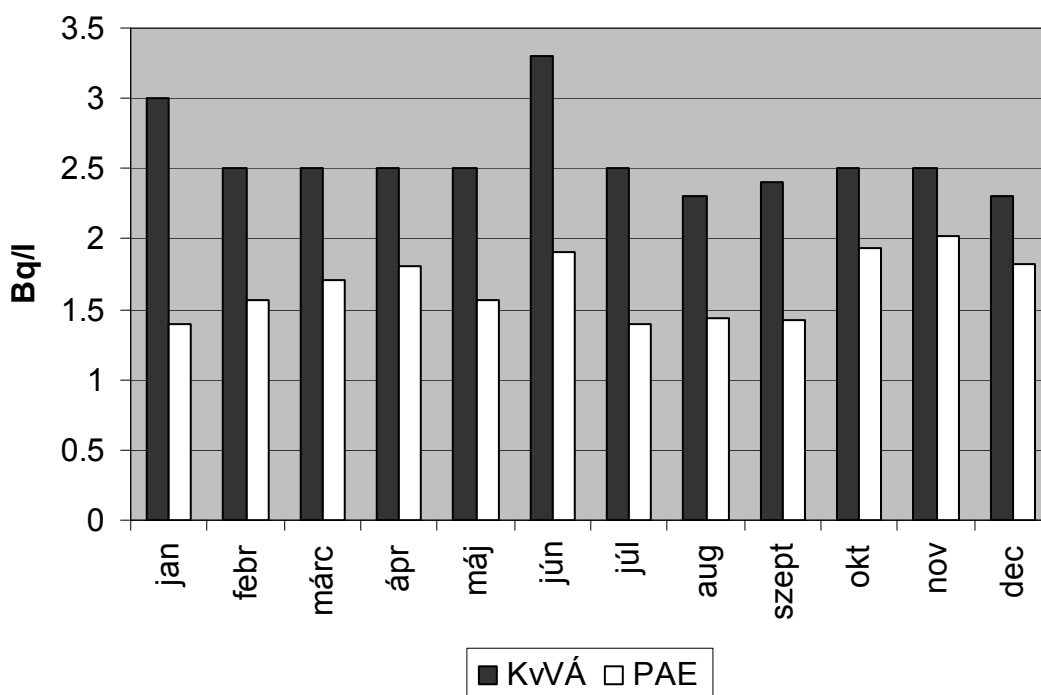


2.4.c. ábra A szennyvíz csatorna (V3) összes-béta aktivitáskonzentrációjának havi átlagértékei  
*Figure 2.4.c. Monthly gross beta activity concentration in the waste water channel (KVvÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)*

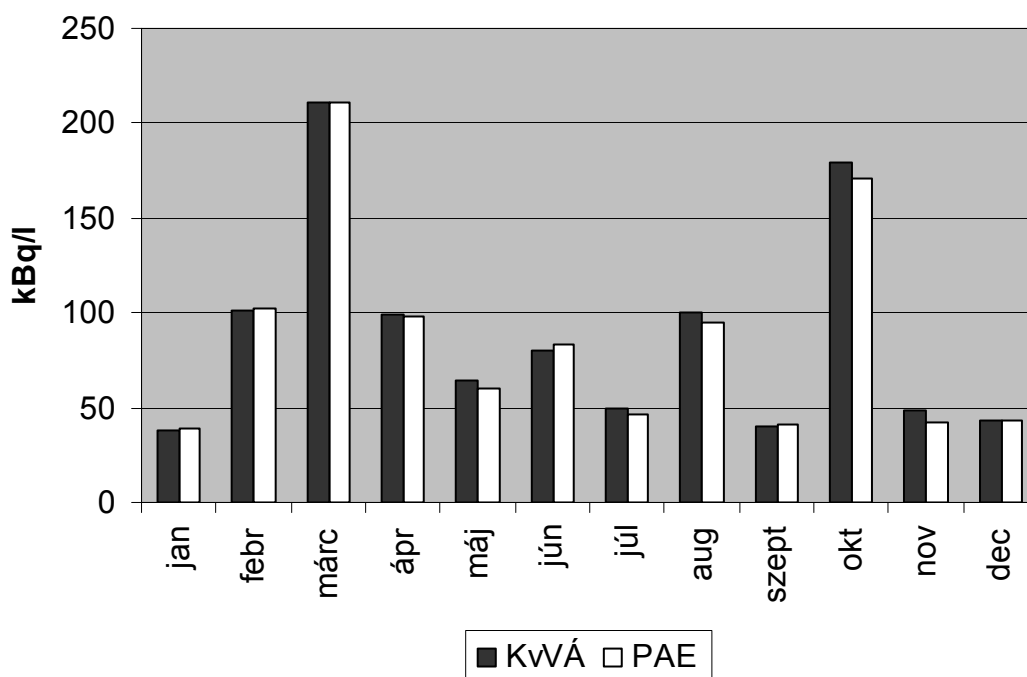
A 2.5.a, 2.5.b. és 2.5.c. ábrák az egyes csatornák tríciumkoncentrációjának havi átlagait mutatják.



2.5.a. ábra A hidegvíz csatorna (V1) trícium koncentrációjának havi átlagértékei  
*Figure 2.5.a. Monthly tritium concentrations in the inflow water channel (KVvÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)*



2.5.b.ábra A melegvíz csatorna (V2) trícium koncentrációjának havi átlagértékei  
 Figure 2.5.b. Monthly tritium concentrations in the hot water (discharge) channel (KVÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)



2.5.c.ábra A szennyvíz csatorna (V3) trícium koncentrációjának havi átlagértékei  
 Figure 2.5.c. Monthly tritium concentrations in the waste water channel (KVÁ: measured by SEW; PAE: measured by NPP)

A hidegvíz és melegvíz csatorna trícium koncentrációjának a dunai értékkel (1-4 Bq/l) kell megegyeznie, a mérési adatok hasonló tartományban is mozognak. Az üzemi és hatósági adatokban a legfeljebb kétszeres eltérés a kis koncentrációkat tekintve elfogadható. (Megjegyzendő, hogy a 2.5.a. és 2.5.b. ábrákon látható eltérés főként abból fakad, hogy a legtöbb hatósági mérés kimutatási határ alatti volt, amely kb. kétszerese az üzemi mérések kimutatási határának.)

A ténylegesen kibocsátott trícium koncentrációja megbízhatóan a szennyvíz csatorna mintavételi pontján mérhető, havi értéke 40-210 kBq/l között változott. A hatósági adatok általában jól egyeztek az üzemiekkel, a korábbi években tapasztalt különbségek gyakorlatilag eltűntek.

A napi mintákból képzett havi átlagminták gamma-spektrometriai mérésével történt az izotóp-összetétel meghatározása (a V1 és a V2 mintáknál 15-15 dm<sup>3</sup>, a V3 mintánál 9 dm<sup>3</sup> víz bepárlási száraz maradékából). Kimutatási határ (1 mBq/dm<sup>3</sup> nagyságrendű érték) felett, mind a hidegvíz-csatorna, mind a melegvíz-csatorna mintáiban két alkalommal (szeptember, december) mértünk mesterséges eredetű <sup>137</sup>Cs-et 1,0 és 2,7 mBq/dm<sup>3</sup> érték között. Az eredmények a csatornán egy időszakból származnak, és a két csatorna havi értékei közel azonosak, ami azt bizonyítja, hogy nem eróművi eredetű.

A V3 mintákban a tavalyi évhez képest a <sup>54</sup>Mn, a <sup>58</sup>Co, a <sup>60</sup>Co, a <sup>106</sup>Ru, az <sup>110m</sup>Ag, az <sup>124</sup>Sb, az <sup>125</sup>Sb, a <sup>131</sup>I-et és a <sup>137</sup>Cs éves átlagos aktivitáskonzentrációja csökkent, míg a <sup>134</sup>Cs kis mértékben növekedet. <sup>131</sup>I-et egy esetben mértünk, míg a korábbi években kimutatott <sup>144</sup>Ce ebben az évben sem volt kimutatható.

Összességében elmondható, hogy a folyékony kibocsátásokat tekintve is igen kicsi, mindössze 0,16 % a kibocsátási határérték kritérium értéke, amelyben a legnagyobb súllyal a <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C és <sup>60</sup>Co radionuklidok szerepeltek. A paksi atomerőmű tehát a hatósági korlátokhoz viszonyítva igen kismértékű folyékony kibocsátás mellett üzemelt 2010-ben is.

### **3. RADIOAKTÍV HULLADÉKOK (RADIOACTIVE WASTE)**

A radioaktív hulladékok biztonságos kezelése a hulladéktermelő, azaz a PA Zrt. felelőssége. A hulladékok gyűjtése, feldolgozása és átmeneti tárolása az üzemeltetési feladatok részeként valósul meg. A biztonságos végleges elhelyezés előkészítésével 1998. június 2-től a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. foglalkozik.

#### **3.1. Üzemviteli kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok (Low and medium activity radioactive waste)**

##### **3.1.1. Folyékony radioaktív hulladékok (Liquid radioactive waste)**

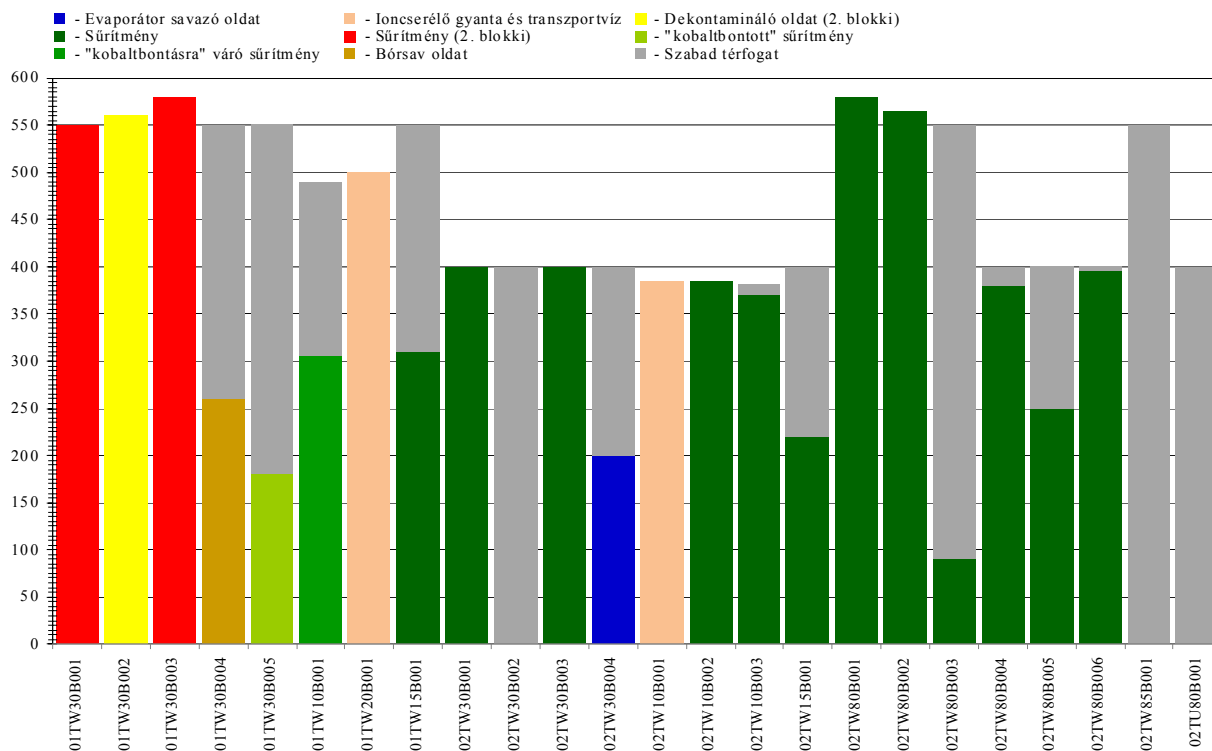
Annak érdekében, hogy megakadályozható legyen a hatóságok által előírt, igen szigorú biztonsági határértékeket meghaladó folyékony radioaktív kibocsátás, minden radioaktív anyaggal szennyezett hulladékáramot ellenőrizni és – szükség esetén – tisztítani kell. A tisztítás során felhasznált szűrők, ioncserélő gyanták, valamint az üzemeltetés során keletkező hulladékvizek bepárlásával képződő koncentrátumok képezik az üzemi kis és közepes aktivitású folyékony hulladékok jelentős részét.

2010-ben a két kiépítésen összesen 240 m<sup>3</sup> bepárlási maradék képződött, össz-sótartalmuk kb. 300-400 g/l, amelynek fele alkáli-borát.

A víztisztító rendszerekből kikerülő elhasznált ioncserélő gyanták mennyisége az eddigi üzemeltetés során a két segédépületben összesen közel 169,86 m<sup>3</sup>. 2010-ben 13,8 m<sup>3</sup> elhasznált



ioncserélő gyanta keletkezett. A 3.1. ábra a folyékony hulladék tároló tartályok telítettségére vonatkozó információkat foglalja össze.



3.1. ábra A folyékony hulladék tároló tartályok töltöttsége (2010. decemberi állapot)

*Figure 3.1. The used volumes of the liquid waste storage tanks on December 2010*

### 3.1.2. Szilárd radioaktív hulladékok (Solid radioactive waste)

Az atomerőmű 2010. évi üzemeltetése során a keletkező szilárd radioaktív hulladékok forrásai és egymáshoz viszonyított mennyiségei a korábbi évekhez hasonlóan alakultak:

- Elhasználódott és felaktíválódott, vagy felületileg szennyezett berendezések, csővezetékek, szerelvények, hőszigetelések stb.
- Átalakításokból származó építési anyagok (betontörmelék, faanyag, üveg stb.), illetve különböző elszennyeződött fémhulladékok, kábelek stb.
- Karbantartó műhelyekben képződő fémhulladékok, forgácsok, elhasználódott szerszámok.
- Karbantartás és üzemeltetés során keletkező ún. "puha" hulladékok (ruhák, egyéni védőfelszerelések, szűrőbetétek, törlőrongyok, fólia stb.).

A radioaktív hulladék összetétele és mennyisége időben változó volt, mert a karbantartási periódusok a normál üzemvitelhez képest természetesen mennyiségi csúcsokat és összetétel eltéréseket eredményeztek.

A zsákos hulladék döntő többségét az elhasznált kiegészítő védőfelszerelések adták, melyekből 2010-ben is a megelőző évekhez hasonló mennyiség került felhasználásra (3.1. - 3.2. táblázat).

A hordós gyűjtésű hulladékokba különböző elhasznált alkatrészek, szerkezeti elemek, szennyezett munkaeszközök kerülnek, amelyek tömegük vagy méretük miatt nem helyezhetők műanyag zsákokba.

Az aktív iszapokból mintegy 0,2 m<sup>3</sup> keletkezett a négy blokkon, elsősorban a szennyezett közegeket tároló tartályok szerkezeti vizsgálatát megelőző tevékenységek során. (Ezek az iszapok nem a folyékony radioaktív hulladékot tároló tartályokból kerülnek ki).

Az eddigi üzemeltetés során 8541 db olyan kis és közepes aktivitású szilárd hulladékot tartalmazó hordó is keletkezett, amelyek tárolása a telephelyen történik. Ilyen nagy mennyiségű hulladék tárolása az erőművi telephelyen szokatlan a nemzetközi gyakorlatban.

**3.1. táblázat** A felhasznált kiegészítő védőfelszerelések mennyisége  
*Table 3.1. The annual volume of used protective clothes and tools*

	2007	2008	2009	2010
Műanyag cipővédő (pár) ( <i>Plastic shoe protection bags</i> )	350.000	360.000	300.000	210.000
Gumikesztyű (pár) ( <i>Protective gloves - pairs</i> )	150.000	160.000	165.000	170.000
Légzésvédő (darab) ( <i>Respirators - pcs</i> )	55.000	55.000	44.000	52.000
Műanyag kötény (darab) ( <i>Plastic aprons - pcs</i> )	4.000	4.000	1.800	3.700

**3.2. táblázat** A 2010-ben keletkezett szilárd radioaktív hulladékok mennyisége  
*Table 3.2. The volume of solid radioactive waste in 2010*

Típusa ( <i>Type</i> )	Mennyisége ( <i>initial quantity</i> )		Feldolgozást követő mennyiségek ( <i>quantity after treatment</i> )	
	Egység ( <i>units</i> )	m <sup>3</sup>	Hordó ( <i>drums</i> )	m <sup>3</sup>
Zsákos gyűjtésű ( <i>Gathered in bags</i> )	14.200 db ( <i>pcs</i> )	710,0	568	113,6
Hordós gyűjtésű ( <i>Gathered in drums</i> )	495 db ( <i>pcs</i> )	99,0	339	67,8
Iszap ( <i>Sludge</i> )	150 l	0,15	1	0,2
Aeroszolszűrő ( <i>Aerosol filters</i> )	-	0,0	-	-
Tűzveszélyes folyadék ( <i>Flammable liquids</i> )	2900 l	2,9	-	-
Összesen: ( <i>Total</i> )		812,05	908	181,6

### 3.2. Feldolgozási eljárások (Treatment of radioactive waste)

A keletkező szilárd radioaktív hulladékok feldolgozása a jelenlegi gyakorlat szerint a következő:

- **Válogatás, szortírozás:** A tömöríthető és nem tömöríthető radioaktív hulladékok szétválasztása lényegében már a gyűjtés során megvalósul azáltal, hogy a műanyag zsákokba igen ritkán kerül nem tömöríthető hulladék. A hordós gyűjtésű (általában nem tömöríthető) hulladékok esetén a hordók tartalmának optimális elrendezése szükséges.
- **Tömörítés:** A tömöríthető radioaktív hulladék térfogatcsökkentése az 500 kN-os préssel történik, átlagosan 5-ös redukciós tényezővel. A keletkezett szilárd radioaktív hulladékok - az eddigi tapasztalatok alapján - 80-85 %-a tömöríthető.
- **Szilárdítás:** A keletkezett aktív iszapokat - melyek a primerköri csurgalékvizeket gyűjtő, vegyszeresen kezelő, üleptető, vagy átmenetileg tároló berendezésekből kerülnek ki - üleptítjük, majd folyadéktartalmukat nedves ipari porszívóval távolítjuk el. Ez a tevékenység az iszap nedvességtartalmától függően hónapokat vesz igénybe.
- **Szétszerelés:** Az aeroszol szűrők térfogatának csökkentése a szűrő keretek szétszerelésével, majd tömörítésével történik.
- **Szűrés:** A szennyezett oldószereket gyöngykovaföld rétegen keresztül történő szűréssel tisztítjuk, igen jó eredménnyel. Az eddigi tapasztalatok szerint a szennyezett olajok mintegy 90 %-a közönséges veszélyes hulladékként ártalmatlanítható a szűrés után.

A szilárd hulladékok, beleértve az aeroszolszűrőket és a szilárdított iszapokat is, egységesen speciális (belül műanyag bevonattal ellátott) 200 l-es 1,2 mm falvastagságú fémhordókba (Ø 571,5\*880 mm) kerülnek.

A folyékony radioaktív hulladékok feldolgozása és kondicionálása még nem kezdődött meg, így ezeket a segédépületi tartályokban tároljuk. 2010-ben az FHFT üzemeltetése során kb. 180 m<sup>3</sup> sűrítmény feldolgozása történt meg, a Co-60 aktivitástartalmának 100 Bq/dm<sup>3</sup> alá csökkentése mellett, bontóteljesítménye 100-150 dm<sup>3</sup>/h között volt.

### 3.3. A radioaktív hulladékok átmeneti tárolása (Interim storage of radioactive waste)

A radioaktív hulladékok átmeneti tárolása közbenső lépés a radioaktív hulladékkezelés teljes láncolatában. Célja a hulladékok ellenőrzött, ideiglenes tárolása a végleges elhelyezést megelőzően.

A telephelyen tárolt kis és közepes aktivitású szilárd hordós hulladékok elhelyezését mutatja a 3.3. táblázat.

A bepárlási maradékok és egyéb folyékony radioaktív hulladékok tárolása az I. és a II. segédépületi beépített tároló tartályokban történik.

3.3. táblázat Átmeneti tárolók és ideiglenes gyűjtőhelyek töltöttsége  
 Table 3.3. The used volumes of the temporary storage capacity

Helyiség (Code of storage locations)	Kapacitás (darab) (Capacity - pcs)	Tárolt mennyiség (darab) (Total stored amount - pcs)	Szabad kapacitás (darab) (Free capacity - pcs)
A410/1	300	0	300
A410/2	350	0	350
A410/3	250	178	72
A410/4	250	0	250
A0059/II	555	555	0
VK302/I	8122	6894	1228
VK302/II	914	914	0
Összesen: (Total)	10741	8541	2200

Megjegyzések a táblázathoz:

- A VK302/I-1 fődémszintjének tárolókapacitása az eddigi 800 hordóról 1000 hordóra növekedett, a helyiségben történt egyéb anyagok átrendezésének köszönhetően.
- A VK302/I-1 helyiségben 2010. december 31-i állapot szerint tárolóaknában 6131 hordó, fődémszinten 763 hordó található.
- 2010-ben a bátaapáti végleges tároló felszíni létesítményébe 800 hordó lett kiszállítva, így az ott tárolt mennyiség 2400 hordó. A kiszállított hordók mindegyike tömörített hulladékot tartalmaz. A kiszállításokról részletesen az 1.7 fejezetben esik szó.

#### 3.4. Végleges elhelyezés (Final repository of radioactive waste)

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény rendelkezett a radioaktív hulladékok végleges elhelyezésével, valamint a kiegészítő fűtőanyagok átmeneti tárolásával, végleges elhelyezésével, továbbá az atomerőmű leszerelésével foglalkozó közhasznú társaság létrehozásáról.

A megalakítását követően az RHK Kht. foglalkozik a radioaktív hulladékok végleges elhelyezéséhez kapcsolódó telephelykutatással.

A nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezésével kapcsolatos telephelykutatás, majd a végleges tároló kialakításával és üzemeltetésével kapcsolatos feladatok szintén az RHK Kht. feladatai közé tartoznak.

2010-ben 50 szállítmány kiszállításával folytatódott a 2008. decemberében megkezdett folyamat. Mivel egy szállítmány 16 hordóból áll, melyek az erőműben is használt hordókeretekbe kerülnek elhelyezésre (hordókeretként négy hordó), ezért 2010-ben 800 hordó kiszállítása történt meg. A 2010. december 31-i állapot szerint a bátaapáti végleges tároló felszíni létesítményében tárolt hordók száma 2400.

#### 4. KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI MÉRÉSI EREDMÉNYEK (ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING RESULTS)

##### **4.1. A léghőri aktivitáskoncentrációk (Radionuclide concentration in air)**

A léghőri radioaktív szennyezettségének ellenőrzésére a hatósági laboratórium (az ÁNTSZ Dél-dunántúli Regionális Intézete, Sugáregészségügyi Decentrum, Szekszárd) négy ponton (Kalocsa, Csámpa, Szekszárd, Dunaföldvár) tart üzemben folyamatos mintavevő berendezést. A 2010. évben 295 db léghőri aeroszol mintavételre került sor. Az aeroszol szűrőket Szekszárdon 24 órás és 1-2 hetes (összes-béta, ill. gamma-spektrometriai mérésekhez), a többi állomáson heti gyűjtéssel veszik, majd 72 órás pihentetés után mérik.

Az összesített mérési eredményeket a 4.1.a és 4.1.b táblázatok tartalmazzák.

Az aeroszol szűrőkben mért összes-béta aktivitás 0,22 – 19 Bq/m<sup>3</sup> között változott (4.1.a táblázat). A teljes kihullást reprezentáló 46 fall-out mintában mért összes-béta aktivitás 6,2 – 75 Bq/m<sup>2</sup>/hó értékhatárok között volt. A magasabb értékek döntő részben a <sup>40</sup>K izotóptól származnak.

4.1.a táblázat A levegőkörnyezetben mért radioaktív koncentrációk (aeroszol és teljes kihullás) a hatósági mérésekből (EüÁ, összes-béta mérések)

*Table 4.1.a The radioactive concentrations in aerosols and in fall-outs measured by the authority of SH (gross-beta measurements)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag min.-max.; esetszám* (Average min-max; no of cases*)
Aeroszol összes-béta (Gross beta of aerosol) (mBq/m <sup>3</sup> )	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	2,0 0,75 - 5,4; 51(31)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	1,2 0,43 - 3,1; 51(32)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	1,9 0,22 - 19; 193(98)
Teljes kihullás összes-béta (Gross-beta of total fall-out) (Bq/m <sup>2</sup> /hó) (Bq/m <sup>2</sup> /month)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	14 6,7 - 33; 12
	ÉNY-i félkör, R≥ 10 km (NW semicircle)	23 9,5 - 55; 12
	DK-i félkör, R≥ 10 km (SE semicircle)	27 6,2 - 75; 22

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

Gamma-spektrometriai mérésekkel a közepes légtérfogatú aeroszol-mintavevő szűrőin 2005-től eltérően, 2010-ben sem volt kimutatható a <sup>137</sup>Cs radionuklid. Hasonlóan, nem volt kimutatható a <sup>137</sup>Cs a teljes kihullás mintákban sem (4.1.b táblázat).

4.1.b táblázat A levegőkörnyezetben mért radioaktív koncentrációk (aeroszol és teljes kihullás) a hatósági mérésekből (EüÁ, gamma-spektrometria)

*Table 4.1.b The radioactive concentrations in aerosols and in fall-outs measured by the authority of SH (gamma-spectrometry)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag min.-max.; esetszám* (Average min-max; no of cases*)
Aeroszol Be-7 (Gamma spektr.) (Aerosol, Be-7 by gamma-spectrometry) (mBq/m <sup>3</sup> )	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	3,2 0,95 - 14; 52
Aeroszol Cs-137 (Gamma spektr.) (Aerosol, Cs-137 by gamma-spectrometry) (mBq/m <sup>3</sup> )	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,0025 0,00040 - 0,0092 51(51)
Aeroszol I-131 (Gamma spektr.) (Aerosol, I-131 by gamma-spectrometry) (mBq/m <sup>3</sup> )	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,0089 0,00096 - 0,06; 51(51)
Aeroszol Pb-210 (Gamma spektr.) (Aerosol, Pb-210 by gamma-spectrometry) (mBq/m <sup>3</sup> )	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	5,8 1,5 - 17; 50(1)
Teljes kihullás Cs-137 (Gamma spektr.) (Total fall-out, Cs-137 by gamma-spectrometry) (Bq/m <sup>2</sup> /hó) (Bq/m <sup>2</sup> /month)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,17 0,13 - 0,40; 12(12)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,17 0,13 - 0,45; 12(12)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,16 0,13 - 0,19; 24(24)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

Az üzemi méréseket az ún. A-típusú ellenőrző állomásokon végezték. Az aeroszol mintákban jól mérhető volt – az EüÁ laboratóriumának eredményeihez hasonló nagyságban – a kozmogén eredetű <sup>7</sup>Be. A <sup>137</sup>Cs radionuklid fall-out mintákban egy alkalommal, az aeroszol mintákban nem volt kimutatható (4.2. táblázat).

4.2 táblázat A levegőkörnyezetben mért aktivitáskonzentrációk jellemző értéktartománya, üzemi mérésekből [3].

Table 4.2. The radioactive concentrations in aerosol and fall-out, measured by the NPP [3]

	Aktivitáskonzentráció (Activity concentration)		
	Be-7	Co-60	Cs-137
Aeroszol (mBq/m <sup>3</sup> ) (A1-A9 állomások, heti mérések) (sampling stations A-type, weekly)	0,6-9,8	<0,001	<0,001
Fall-out (Bq/m <sup>2</sup> /hó), (havi mérések) (fall-out, monthly) (Bq/m <sup>2</sup> /month)	12-420	<0,10	<0,10-0,24 (1)

#### 4.2. A vízi környezetben mért aktivitáskonzentrációk (Radionuclide concentration in aquatic environment)

A hatósági laboratóriumok különös figyelmet fordítanak a Duna – elsősorban az erőmű utáni szakasza – radioaktív szennyezettségének rendszeres ellenőrzésére. A KvVÁ pécsi és az EüÁ szekszárdi laboratóriuma a folyó Dunaföldvártól Mohácsig terjedő szakaszán több ponton – Dunaföldvár, Paks, Gerjen, Kalocsa, Baja, Mohács – végez rendszeres mintavételt és mérést.

A hatóság feladatköre ezen kívül az erőmű környezetében fekvő felszíni vizek – Szelidi-tó, Kondor-tó, Dombori telepi Holt-Duna-ág – rendszeres ellenőrzésére is kiterjed, ezt az EüÁ laboratóriuma végzi. (A Szelidi-tónál a KvVÁ laboratórium is végez mintavételezést és mérést.)

A vizsgálatok elsősorban a víz-, szedimentum-, alga- és halminták aktivitáskonzentrációinak mérésére irányulnak.

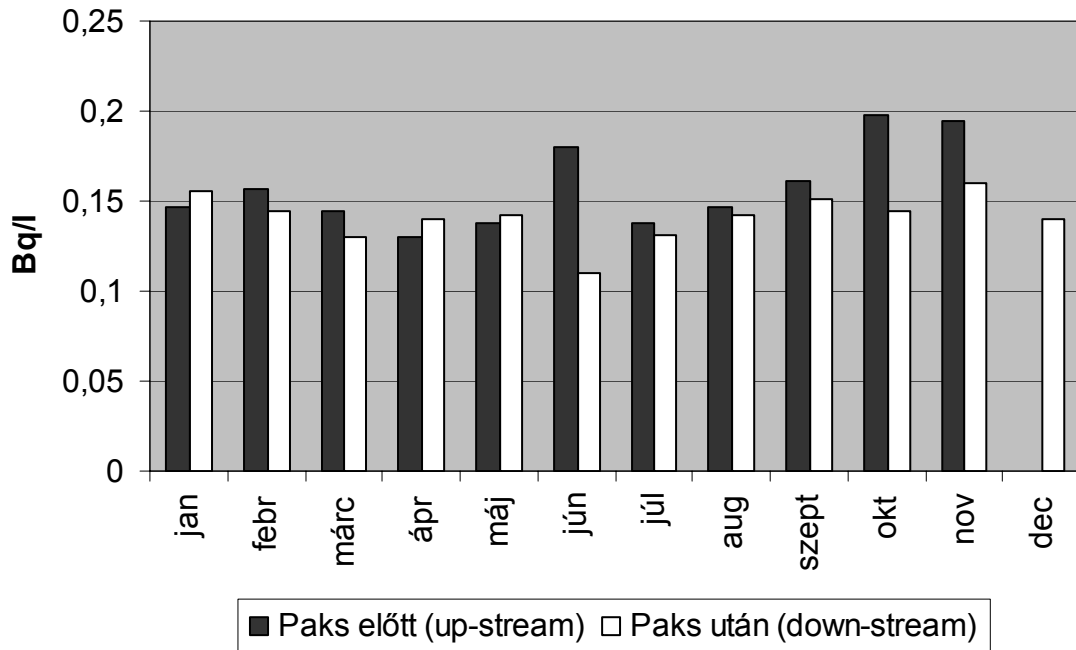
A heti-havi gyakorisággal vett Duna-víz mintákban meghatározott összes-béta aktivitáskonzentrációkat a 4.1. ábra, a hetente-havonta mért tríciumkoncentráció értékeket pedig a 4.2. ábra szemlélteti a környezetvédelmi és az egészségügyi hatóság mérései alapján. A nagyszámú vízmintából meghatározott összes-béta aktivitások éves átlaga 0,16 Bq/l volt Paks előtt és 0,14 Bq/l volt Paks után.

A tríciumkoncentráció értékeket tartalmazó 4.2. ábra és 4.3. táblázat szerint a Paks előtt és után vett vízmintákban mért <sup>3</sup>H aktivitáskonzentrációk a korábbi évekhez hasonlóak, nincs szignifikáns különbség az erőmű előtt és után gyűjtött mintákat tekintve. A vizsgálati pontokon a Duna szakasz tríciumkoncentrációja Paks előtt átlagosan 1,9 Bq/l, Paks után 2,2 Bq/l volt.

A már említett összes-béta aktivitás és tríciumkoncentráció mellett a 4.3. táblázat tartalmazza a Duna-víz <sup>90</sup>Sr és <sup>137</sup>Cs, valamint a KvVÁ laboratóriumában, gamma-spektrometriával mért radionuklidok átlagos aktivitáskonzentrációit is.

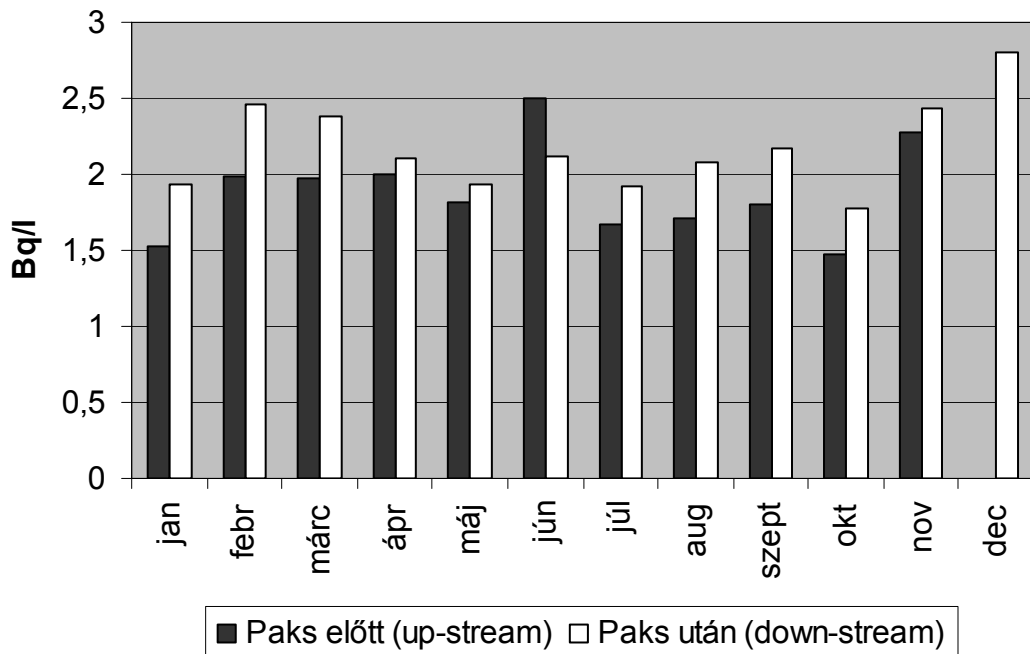
A Duna-vízben egyetlen radionuklid átlagos aktivitáskonzentrációja sem haladja meg lényegesen az alapszint értékeket és általában a Paks után mért értékek nem v. nem lényegesen magasabbak a Paks előtt mért értékeknél.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a Duna vizében az erőmű utáni szakaszon erőműi eredetű radioaktív szennyeződés 2010-ben sem volt kimutatható.



4.1. ábra A dunavíz havi összes-béta aktivitáskonzentrációja Paks előtt és után mérve (hatósági mérések)

*Figure 4.1. Gross beta monthly activity concentration in Danube water, measured up- and down-stream the Plant by the authorities*



4.2. ábra A dunavíz havi tríciumkoncentrációja Paks előtt és után mérve (hatósági mérések)

*Figure 4.2. Monthly tritium concentration in Danube water, measured up- and down-stream the Plant (by the authorities)*



4.3. táblázat A Duna-vízben mért éves aktivitáskoncentráció értékek, hatósági mérések alapján (EüÁ és KvVÁ)

Table 4.3. Radionuclide concentrations in Danube water, measured by the authorities (labs of SH and SEW)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)	alapszint (Bq/l) (base level) (1981)
Összes-béta (gross-beta)	Paks előtt (up-stream)	0,16 0,099 - 0,25; 39	0,2
	Paks után (down-stream)	0,14 0,044 - 0,23; 79	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt (up-stream)	0,0058 0,00010 - 0,016; 16(12)	
	Paks után (down-stream)	0,0029 0,0002 - 0,016; 36(21)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt (up-stream)	0,10 0,060 - 0,19; 8	
	Paks után (down-stream)	0,084 0,012 - 0,19; 28	
H-3	Paks előtt (up-stream)	1,9 0,95 - 2,6; 27(3)	7,00
	Paks után (down-stream)	2,2 0,97 - 3,2; 55(8)	
Sr-90	Paks előtt (up-stream)	0,0071 0,0010 - 0,014; 10(7)	0,005
	Paks után (down-stream)	0,0042 0,00055 - 0,012; 19(9)	

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

A 4.4. táblázat az erőmű környezetében fekvő felszíni vizek (kivéve a Dunát) mérési eredményeit tartalmazza. A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a vizek összes-béta aktivitáskoncentrációja hasonló a Duna-vízben mért értékekhez, havi átlagértékei a 0,061 - 0,33 Bq/l határok között voltak. A trícium értékek valamivel alacsonyabbak voltak, mint a Duna-vízben mért koncentrációk (2,7 - 7,9 Bq/l), az átlag is valamivel magasabb.

A Duna üledékéből Paks előtt és Paks után havonta-negyedévente gyűjtött minták átlagos koncentrációit a KvVÁ és EüÁ adatai alapján a 4.5. táblázat tartalmazza.

A Duna-iszap összes-béta aktivitása a mintázott helyeken 280 - 950 Bq/kg közötti érték volt (száraz tömegre vonatkoztatva). A <sup>90</sup>Sr átlagos aktivitáskoncentrációja a mérések alapján Paks előtt 0,3; Paks után valamivel nagyobb, 1,4 Bq/kg volt. Ezek az értékek hasonlóak a korábbi évekhez.

A gamma-spektrometriai mérések azt mutatják, hogy a Duna üledékében a 10 Bq/kg alapszintet meghaladó mértékben továbbra is jelen van a csernobili baleset következtében kihullott <sup>137</sup>Cs. Ebben az évben a <sup>137</sup>Cs koncentráció 0,35 - 51 Bq/kg közötti volt a vizsgált szedimentum-mintákban, ez hasonló az előző években mért értékekhez, azonban a mért koncentrációk közel két nagyságrenden belüli változása a mintavétel, illetve a mintázandó közeg bizonytalanságát mutatja. A Paks utáni átlag magasabb volt a Paks előttinél, de maximumok megegyeztek.

4.4. táblázat Felszíni vízminták (kivéve Duna) radioaktív koncentrációinak éves átlagai, hatósági mérések alapján (EüÁ és KvVÁ)

Table 4.4 Annual averages of radionuclide concentrations in surface waters (except Danube) in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SH and SEW)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km (NW semicircle)	0,21; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,14 0,061 - 0,18; 11
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	0,21 0,13 - 0,33; 22
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km (NW semicircle)	0,0005; 1(1)
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,011 0,0088 - 0,015; 4(4)
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	0,011 0,0089 - 0,016; 8(8)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km (NW semicircle)	0,17; 1
H-3	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	4,3 2,7 - 7,9; 11
Sr-90	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,0082 0,0053 - 0,011; 4(4)
	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	0,0073 0,0051 - 0,0094; 8(7)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

A 4.6. táblázat a hatósági laboratóriumok (EüÁ és KvVÁ) által vizsgált állóvizek szedimentumában meghatározott aktivitáskoncentráció értékeket tartalmazza. A Szelidi-tóból és a Fadd-Dombori Holt-Duna-ágból mintázott üledékben a <sup>90</sup>Sr koncentrációja 0,023 - 0,091 Bq/kg között változott, ezek az értékek a korábbi évekhez hasonlóan jóval kisebbek a dunai szedimentumban mért koncentrációknál. A minták szennyezettségét gamma-spektrometriával is mérték, a <sup>137</sup>Cs koncentrációjának átlagértéke a dunainál kisebb, 3,0 Bq/kg volt.

A vízi környezetre jellemző halak és algák aktivitáskoncentrációját a 4.7. táblázat tartalmazza, ezek az értékek az elmúlt évhez hasonlóak.

**4.5. táblázat** A dunai üledék éves mérési eredményei hatósági mérésekből (EüÁ és KvVÁ)

*Table 4.5. Radionuclide concentrations in sediment of Danube up-stream and down-stream the Plant, measured by the authorities (labs of SH and SEW)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)	alapszint (base level) (1981)
Összes-béta (gross-beta)	Paks előtt (up-stream)	760 590 - 860; 7	
	Paks után (down-stream)	780 280 - 950; 46	
Cs-134 (gamma-spekt.)	Paks előtt (up-stream)	2,2 0,97 - 4,0 15(15)	
	Paks után (down-stream)	1,6 0,32 - 2,9 19(19)	
Cs-137 (gamma-spektr.)	Paks előtt (up-stream)	12 0,68 - 51; 23(1)	10,0
	Paks után (down-stream)	21 0,35 - 51; 64(8)	
K-40 (gamma-spektr.)	Paks előtt (up-stream)	390 230 - 710; 23	
	Paks után (down-stream)	500 200 - 760; 64	
Sr-90	Paks előtt (up-stream)	0,30 0,022 - 1,4; 10(7)	2,0
	Paks után (down-stream)	1,4 0,023 - 3,2; 52(38)	

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

**4.6. táblázat** Felszíni vizek (a Duna kivételével) üledékének aktivitáskoncentrációinak éves átlagai a hatósági mérések alapján (EüÁ és KvVÁ)

*Table 4.6. Radionuclide concentrations in sediment of surface waters (except Danube) in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SH and SEW)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg sz.a.) min.-max.; esetszám* (Average - Bq/kg d.w. min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R $\geq$ 10 km (NW semicircle)	509 - 583; 2
Cs-134 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	1,6 0,23 - 3,3; 21(20)
Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	3,0 0,51 - 7,2; 21(6)
K-40 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	260 200 - 330; 21
Sr-90	DK-i félkör, R $\geq$ 10 km (SE semicircle)	0,041 0,023 - 0,091; 8(5)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

**4.7. táblázat** Dunai alga- és halminták aktivitáskoncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (KvVÁ)

*Table 4.7. Radionuclide concentrations in alga and fish of Danube measured by the authority (lab of SEW)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Alga, összes-béta (Algae, gross-beta)	Paks után (down-stream)	560 360 - 720; 5
Alga, K-40 (gamma-spektr.) (Algae, K-40 by gamma-spectrometry)	Paks után (down-stream)	680 260 - 1100; 5
Alga, Cs-137 (gamma-spektr.) (Algae, Cs-137 by gamma-spectrometry)	Paks után (down-stream)	4,5 1,7 - 8,5; 5
Hal, összes-béta (Fish, gross-beta)	Paks után (down-stream)	56 33 - 81; 20
Hal, K-40 (gamma-spektr.) (Fish, K-40 by gamma-spectrometry)	Paks után (down-stream)	79 35 - 110; 20
Hal, Cs-137 (gamma-spektr.) (Fish, Cs137 by gamma-spectrometry)	Paks után (down-stream)	0,17 0,040 - 0,60; 20(9)
Hal, Cs-134 (gamma-spektr.) (Fish, Cs137 by gamma-spectrometry)	Paks után (down-stream)	0,040 0,030 - 0,060; 12(12)
Hal, Sr-90 (Fish, Sr-90)	Paks után (down-stream)	0,54 0,30 - 1,0; 20(14)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

### 4.3. A szárazföldi környezetben mért aktivitáskonzentrációk (Radionuclide concentration in the terrestrial environment)

A talaj mintavételezése a felső 0 - 5 cm-es rétegből történt. A Tolna-megyei laboratórium Kalocsán, Dunaföldváron, Pakson, Fadd-Domboriban és Csámpán havonta méri a talaj radioaktív szennyezettségét. Az FmÁ REH (Földművelésügyi Ágazat Radioanalitikai Ellenőrző Hálózat) mintavételi helyei a 4-11. közötti szektorokban (déli irányban) helyezkednek el. A vizsgált talajok aktivitáskonzentráció értékeit tartalmazza a 4.8. táblázat.

A vizsgált talajok összes-béta aktivitásának átlagos koncentrációja a 84 - 680 Bq/kg tartományba esett, ami hasonló az elmúlt években mért értékekhez. A fent felsorolt településeken a vizsgált talajok <sup>90</sup>Sr aktivitáskonzentrációja 0,23 - 3,9 Bq/kg között volt, az FmÁ laboratóriumai által közölt maximumok hasonlóak az előző évekhez.

Az ugyanezen mintákból gamma-spektrometriával mért <sup>137</sup>Cs koncentrációja 0,028 - 52 Bq/kg között változott.

A PAE 30 km-es körzetében a talajmintákban mért aktivitáskonzentráció értékek alapján friss kibocsátásból származó, atomerőművi eredetű szennyeződés nem volt kimutatható.

### 4.8. táblázat Talajminták radioaktív koncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ és EüÁ)

*Table 4.8. Radionuclide concentrations in soil in different regions, measured by the authorities (labs of SH and SA)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)	alapszint (base level) (1981) (Bq/kg)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	430 84 - 670; 6	400
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	540 320 - 680; 11	
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	2,0 0,060 - 4,6; 28(28)	
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	2,6 1,6 - 4,7; 11(11)	
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	2,2 0,14 - 4,7; 31(31)	
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	9,7 0,08 - 52; 28(6)	
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	5,2 0,92 - 11; 11(2)	
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	7,2 1,1 - 22; 34(5)	
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	280 97 - 620; 28	
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	330 210 - 410; 11	
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	410 210 - 570; 34	
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,13 0,023 - 0,22; 8(1)	6,0
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,24 0,28 - 0,34; 4	
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,57 0,029 - 3,9; 11	

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

Az FmÁ REH laboratóriumai havonkénti gyakorisággal vették a takarmánymintákat. A mintavételi helyek évről-évre állandóak: Solt, Paks és Gerjen.

A mérési eredményeket a 4.9. táblázat tartalmazza. Az utóbbi évek adatait figyelembe véve elmondható, hogy a takarmányok <sup>137</sup>Cs aktivitása lényegében nem csökkent, 2010-ben 0,060-1,0 Bq/kg közötti volt, ennél valamivel nagyobb értékeket kaptak a <sup>90</sup>Sr koncentrációkra.

4.9. táblázat Takarmányminták aktivitáskoncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ)  
*Table 4.9. Radionuclide concentrations in animal feed in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SA)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	420 180 - 780; 11
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	160; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	480 29 - 840; 13
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	330 93 - 750; 19
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,20 0,14 - 0,226; 11(11)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,20 0,070 - 0,32; 13(13)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,34 0,19 - 0,80; 11(11)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,060; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,35 0,15 - 0,67; 13(8)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,31 0,070 - 1,0; 18(17)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	400 160 - 840; 11
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	180; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	580 190 - 980; 13
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	340 160 - 770; 18
H-3	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	3,9; 1
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	3,7 2,1 - 5,4; 4
Sr-90	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,86; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	1,8 0,49 - 3,8; 13
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,51 0,099 - 0,78; 6

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

4.10.a. táblázat Legelői fűminták aktivitáskoncentrációinak éves átlagai az FmÁ mérései alapján  
 Table 4.10. Radionuclide concentrations in grass in different geographical sectors (labs of SA)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag) (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	150 - 200; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	200; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	170 120 - 200; 9
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	200 90 - 270; 3
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,13; 1(1)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,096 - 0,13; 2(2)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,14 - 0,15; 2(2)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,13; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,13 0,080 - 0,18; 10(7)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,18 0,12 - 0,29; 3(2)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	170 - 180; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	240; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	210 140 - 270; 10
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	190 110 - 280; 3
H-3	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,3 - 5,1; 2(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	2,9 - 4,3; 2
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	7,7 2,3 - 17; 5
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	3,1 2,7 - 4,0; 3
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,18; 1
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,69; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,58 0,065 - 3,4; 10(1)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,30; 1

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

4.10.b. táblázat Gyomnövényminták aktivitáskoncentrációinak éves átlagai a hatósági mérések alapján (FmÁ)

Table 4.10.b. Radionuclide concentrations in weeds in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SA)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	190 160 - 210; 4
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	160; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	190 - 190; 2
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	220 150 - 290; 7
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,077 0,063 - 0,091; 4(4)
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,10; 1(1)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,096 0,070 - 0,17; 7(7)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,12 0,079 - 0,20; 4(4)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,20; 1(1)
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,12 - 0,12; 2(2)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,12 0,050 - 0,20; 7(7)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	200 140 - 290; 4
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	310; 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	190 - 220; 2
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	220 130 - 270; 7
Sr-90	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	2,3 1
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,93; 1

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

2010-ben is folytatódott az erőmű 30 km-es körzetéből származó vadontermő és termesztett növények vizsgálata. A mintafajták: legelői fű, csalán, üröm, ill. az emberi fogyasztásra kerülő sóska, paraj, konyhakerti zöldségek. A mintavételi helyek a korábbi évek gyakorlatának megfelelően: Uszód, Foktő, Gerjen, Kalocsa, Dunaszentbenedek.



Az eredményeket Bq/kg egységben a 4.10.a., 4.10.b. és 4.11. táblázatok foglalják össze. A közreműködő laboratóriumok összes-béta és  $^{90}\text{Sr}$  vizsgálatokat, továbbá gamma-spektrometriai elemzéseket végeztek.

Az emberi fogyasztásra kerülő konyhakerti növények  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációja 0,044 - 0,080 Bq/kg között volt, ez megfelel az ország más tájain hasonló zöldségfélékben mért  $^{137}\text{Cs}$  koncentráció értékeknek.

Összefoglalva elmondható, hogy a paksi erőműből származó radioaktív izotóp az atomerőmű 30 km-es körzetében termelt élelmiszerekben, valamint a környezetellenőrzés céljára gyűjtött mintákban nem volt kimutatható. A mintavételi és mérési bizonytalanságot figyelembe véve az EüÁ és FmÁ REH hálózatai által megadott mérési eredmények nem térnek el egymástól.

4.11. táblázat Nyers konyhakerti növények aktivitáskoncentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ)

*Table 4.11 Radionuclide concentrations in vegetables in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SA)*

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	180 - 180; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	140 120 - 150; 3
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	120 80 - 160; 4
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,070; 1(1)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,040; 1(1)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,050; 1(1)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	0,061 0,044 - 0,080; 3(3)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,063 0,050 - 0,088; 4(4)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	67 - 250; 2
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	160 140 - 180; 3
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	170 94 - 210; 4
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,61; 1
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,74 0,16 - 1,5; 3

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

#### 4.4. Ivóvíz és állati eredetű élelmiszerek radioaktivitása (Activity concentration of drinking water and foodstuffs of animal origin)

Az ÁNTSZ Tolna Megyei Intézetének laboratóriuma öt helyen, havonta vizsgálja az ivóvizet. A mérési eredményeket a 4.12. táblázat összesíti. A vizsgált vizek összes-béta aktivitása a kutak jellegétől függően 39 - 200 mBq/l volt. A gamma-spektrometriai eredmények minden esetben a kimutatási határ alattiak voltak, ezért az átlagérték, valamint a minimum és maximum erősen felülbecsültek (akár két-három nagyságrenddel is). A trícium koncentrációja csak egy esetben haladta meg az 1,0 Bq/l értéket és a mélyfúrású kutakból származó mintáknál jórészt szintén a kimutatási határ alatt maradt.

4.12. táblázat Az ivóvíz aktivitáskoncentrációinak éves átlagai, hatósági mérésekből (EüÁ)  
 Table 4.12. Radionuclide concentrations in drinkwater in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SH)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (mBq/l) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	82 39 - 170; 24
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	79 52 - 100; 12
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	99 52 - 200; 26
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	10 8,4 - 12; 8(8)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	10 8,9 - 12; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	7,6 1,4 - 12; 11(11)
H-3	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	290 160 - 1450; 12(10)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	430 270 - 710; 12
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	8,4 5,7 - 20; 8(6)
	ÉNY-i félkör, R≥10 km (NW semicircle)	6,4 5,0 - 7,7; 4(4)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	8,7 6,3 - 16; 8(6)

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

A tejminták begyűjtésére havonként, az FmÁ esetében a takarmányminták vételével egyidőben került sor. A minták a dunaszentgyörgyi, solti, paksi és gerjeni tehenészetből, valamint a fajszi és szekszárdi tejüzemből származtak. A mérési eredményeket a 4.13. táblázat foglalja össze.

Látható, hogy a gamma-spektrometriai méréseknél a  $^{137}\text{Cs}$  értékek túlnyomórészt a kimutatási határral szerepelnek, így az ebből képzett átlagértékek felülbecsültek. A minták  $^{137}\text{Cs}$  koncentrációi a 8-600 mBq/l értékek közöttiek voltak. A tejben mérhető összes-béta aktivitás gyakorlatilag teljes egészében a természetes  $^{40}\text{K}$  izotópból származik.

4.13. táblázat Tejminták aktivitáskonzentrációinak éves átlagai a hatósági mérésekből (FmÁ és EüÁ)  
 Table 4.13. Radionuclide concentrations in milk in different geographical sectors, measured by the authorities (labs of SA and SH)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/l) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Összes-béta (gross-beta)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	45 37 - 48; 12
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	42 36 - 45; 10
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	43 39 - 45; 47
Cs-134 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,018 0,014 - 0,020; 11(11)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,031 0,011 - 0,16; 11(11)
Cs-137 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,020 0,017 - 0,022; 11(11)
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	0,057 0,020 - 0,26; 10(9)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,17 0,0080 - 0,60; 56(56)
I-131 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,25 0,048 - 0,84; 32(32)
K-40 (gamma-spektr.)	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	44 34 - 53; 11
	DK-i félkör, R<10 km (SE semicircle)	49 41 - 57; 10
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	43 39 - 52; 11
Sr-90	ÉNY-i félkör, R<10 km (NW semicircle)	0,034 0,019 - 0,094; 10(5)
	DK-i félkör, R≥10 km (SE semicircle)	0,013 0,0086 - 0,017; 12

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

Az FmÁ REH laboratóriumai által vizsgált húsminták mérési eredményeit a 4.14. táblázat tartalmazza.

4.14. táblázat Nyers húsminták aktivitáskoncentrációi a hatósági mérésekből (FmÁ)  
Table 4.14. Radionuclide concentrations in meat, measured by the authorities (labs of SA)

Meghatározás (Type of analysis)	Terület (Investigated area)	Átlag (Bq/kg) min.-max.; esetszám* (Average min-max: no of cases*)
Sertés (pig), Cs-134 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km (SE semicircle)	0,069 - 0,070; 2(2)
Sertés (pig), Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km (SE semicircle)	0,080 - 0,081; 2(2)
Sertés (pig), K-40	DK-i félkör, $R \geq 10$ km (SE semicircle)	110 - 110; 2
Szarvasmarha (cattle), Cs-134 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km (SE semicircle)	0,060 - 0,060; 2(2)
Szarvasmarha (cattle), Cs-137 (gamma-spektr.)	DK-i félkör, $R \geq 10$ km (SE semicircle)	0,070 - 0,070; 2(2)
Szarvasmarha (cattle), K-40	DK-i félkör, $R \geq 10$ km (SE semicircle)	95 - 120; 2

\* az esetszámok után zárójelben a kimutatási határ alatti értékek száma szerepel, az átlag képzésénél ezeket a kimutatási határral vettük figyelembe (values below detection limit are excluded from averages, their numbers are in parentheses)

#### 4.5. Szabadban mért dózisteljesítmények az erőmű környezetében (Outdoor gamma-dose rate)

Az erőmű 30 km sugarú környezetében az OSSKI 45 szabad helyszínen termolumineszcens dózismérőkkel (TLD) méri a negyedévi integrált dózist, de a 2010-es évben a mérőrendszer meghibásodása miatt nem volt értékelhető mérési adat.

## 5. LAKOSSÁGI SUGÁRTERHELÉS JÁRULÉKOK (DOSE TO THE POPULATION)

Az OSSKI a hatóság által elfogadott léghőri és folyékony kibocsátások (2. fejezet), az időjárás viszonyok, a fogyasztási szokások stb. alapján számítással határozza meg az erőmű környezetében élő lakosság sugárterhelés járulékát. Az évek óta, kis változtatásokkal használt - állandósult állapotra vonatkozó - eljárások és paraméterek az 1993. évi jelentés 2. mellékletében találhatók meg.

A 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet előírta, hogy a kiemelt létesítmények esetén a közelben élő lakosságra - az 1 mSv éves lakossági dóziskorlátán belül - dózismegszorítást kell érvényesíteni. Ennek értékét az Országos Tisztifőorvosi Hivatal (OTH) határozza meg. A PAE telephelyére az OTH a 40-6/1998. sz. állásfoglalásában 100  $\mu\text{Sv}/\text{év}$  dózismegszorítást állapított meg, amelyből 90  $\mu\text{Sv}$  vonatkozik az erőműre. Megjegyezzük, hogy a korábban már említett 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet szerint ezen értékből kiindulva kell a kibocsátási határértékeket is származtatni.

A fenti állásfoglalás egyúttal meghatározta a lakosság vonatkoztatási csoportját is: 1-5 éves gyermekek hipotetikus csoportja, a léghőri kibocsátásokat tekintve csámpai, a vízi kibocsátások vonatkozásában gerjeni lakóhellyel. Tekintettel arra, hogy a dózistényezőket stb. tekintve ez az életkori csoport túl tágnak mutatkozott, a számításokat az 1 éves korcsoportra végeztük el. (Ez általában és összességében konzervatív megközelítést jelent.)

### **5.1. A léghőri kibocsátásból származó sugárterhelés (Dose from airborne releases)**

Az üzemi kibocsátásokra vonatkozó számítások szerint a jelentősebb radionuklidokra a vonatkoztatási csoport lakóhelyén (Csámpa, 1200 m, NY-DNY irány) a talajfelszíni levegőben 39  $\text{mBq}/\text{m}^3$   $^{41}\text{Ar}$ -koncentráció; 0,056  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$   $^{60}\text{Co}$ , valamint 12  $\text{mBq}/\text{m}^3$   $^3\text{H}$  (HTO) és 0,067  $\text{mBq}/\text{m}^3$   $^{14}\text{C}$  ( $\text{CO}_2$ )-koncentráció alakul ki. Ezek az értékek a radiokobalt kivételével hasonlóak a 2009. évi koncentrációknál, a  $^{60}\text{Co}$  érték nagyjából kétszerese az előző évinek. A léghőri depozíció következtében a  $^{60}\text{Co}$  talajfelszíni kiülepedése 16  $\text{mBq}/\text{m}^2$ , a leveles zöldség aktivitáskoncentrációja (nedves tömegre) 0,093  $\text{mBq}/\text{kg}$ , a tehéntejé 0,046  $\text{mBq}/\text{l}$ , a húsé 0,52  $\text{mBq}/\text{kg}$ , a gabonáé pedig 0,31  $\text{mBq}/\text{kg}$  értékre becsülhető, ezek az értékek kb. 3-szorosai a 2009-es értékeknek a magasabb kobalt-kibocsátásnak és a csapadékosabb időjárásnak köszönhetően. Az üzem a  $^3\text{H}$  és  $^{14}\text{C}$  radionuklidok és a radiojódok kémiai formáját is meghatározta, ezeket a számításokban figyelembe vettük. Így pl. az erőmű  $^{14}\text{C}$  kibocsátásának 4,3 %-a széndioxid formájú, a többi szerves vegyület, azonban az élelmiszerfogyasztásból eredő belső sugárterhelés kialakulásában csupán az előbbi játszik szerepet.

A kibocsátásokból (2.1. táblázat) a vonatkoztatási csoportra számított egyéni effektív dózisek - a szóba jöhető radionuklidok és fizikai, kémiai formák esetén - az egyes besugárzási útvonalak szerinti bontásban az 5.1. táblázatban láthatóak. Az eredmények Csámpára (1,2 km-es távolság, NY-DNY irány) vonatkoznak.

A normál üzemi léghőri kibocsátásokból származó leköttött dózis a lakosság kritikus csoportjára 78 nSv, ami a korábbi évekhez képest is jelentősen magasabb az üzem által számolt 9 nSv-nél. A korábbiaknál nagyobb eltérés valószínűleg az üzemben történt új számítási modell bevezetésének a következménye. Az eltérés nagysága a modellszámítások bizonytalanságát - ami mintegy két nagyságrendnél nem kisebb - figyelembe véve elfogadható.

A lakosság kritikus csoportjának a hatóság által számított számított dózisa a 2009-esnél valamivel alacsonyabb volt, de az azt megelőző éveknél kb. 20%-al magasabb.

5.1. táblázat A normál üzemi légköri kibocsátásokból számolt átlagos egyéni effektív sugárterhelés a vonatkoztatási csoportra (Csámpa, 1 éves korcsoport, 1200 m, NY-DNY irány)

Table 5.1 The assessed doses of 1 yr old children in 1.2 km distance of the NPP from the exposure pathways of cloud, deposition, inhalation and ingestion from the releases due to normal operation

Izotóp (isotope)	Éves sugárterhelés (Annual dose) (nSv)			
	Külső (external)		Belső (internal)	
	felhőből (cloud)	talajfelszín (surface)	belégzés (inhalation)	élelmiszer- fogyasztás (ingestion)
nemesgázok : (noble gases)				
Ar-41	30	*	*	*
Kr-85	*	*	*	*
Kr-85m	0,95	*	*	*
Kr-87	2,6	*	*	*
Kr-88	9,9	0,084	0,12	*
Xe-133	0,39	*	*	*
Xe-135	2,2	*	*	*
aeroszol: (aerosol)				
Mn-54	*	0,032	*	0,022
Fe-59	*	*	*	0,044
Co-60	*	0,41	*	0,76
Zn-65	*	0,017	*	0,20
Se-75	*	*	*	0,037
Sr-90	*	*	*	0,014
Nb-95	*	*	*	0,011
Zr-95	*	*	*	0,012
Ru-106	*	0,027	*	0,58
Ag-110m	*	0,12	*	0,47
Sb-124	*	*	*	0,022
Sb-125	*	0,014	*	0,035
Cs-134	*	0,022	*	0,10
Cs-137	*	0,32	*	2,7
Ba-140	*	*	*	0,019
Ce-144	*	0,014	*	0,51
Eu-154	*	0,021	*	0,026
egyéb (others)	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
radiojódok: (radioiodine)				
I-131 (aeroszol) (aerosol)	*	*	*	0,16
I-131 (elemi) (elemental)	*	0,032	0,023	9,4
I-131 (szerves) (organic)	*	*	0,013	0,038
globális: (global)				
C-14	*	*	2,3	10
H-3	*	*	0,44	2,7
<b>Összesen (total)</b>	<b>46</b>	<b>1,2</b>	<b>2,5</b>	<b>28</b>
<b>Teljes járulék a légköri kibocsátásból: 78 nSv</b> <b>(Total dose contribution from airborne releases)</b>				

\* a becsült dózis < 0,01 nSv (the estimated dose < 0.01 nSv)

## 5.2. A vízi kibocsátásból származó sugárterhelés (Dose from liquid releases)

A vízzel kibocsátott radioaktív szennyeződés a Dunába jut. A Duna vizének hasznosítása során az abban található radioaktív anyagok külső és belső sugárterhelést okoznak. A számításoknál használt modell alapvető kiindulási pontjait, közelítéseit, paramétereit az 1993. évi jelentés 2. melléklete tartalmazta. Ezt a modellt a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség új ajánlásának megfelelően átdolgoztuk [7,8].

A fenti közelítésekkel és kiinduló adatokkal meghatározott, az atomerőmű által a Dunába kibocsátott radioaktív izotópoktól (2. fejezet) származó egyéni sugárterheléseket a gerjени lakosságra (1 éves gyermekek mint vonatkoztatási csoport; továbbá felnőttek) az 5.2. táblázat tartalmazza.

5.2. táblázat Az atomerőmű normál üzemi éves folyékony radioaktív kibocsátásaiból származó belső és külső dózisos a gerjени lakosság 1 éves gyermek és felnőtt csoportjára, 2010

*Table 5.2. External and internal doses due to liquid effluents for 1 yr old children and adults living nearby the Danube, 2010*

Radionuklid ( <i>radionuclide</i> )	Dózis (nSv/év) ( <i>dose, nSv/y</i> )			
	1 éves gyermek ( <i>1 yr old children</i> )		felnőtt ( <i>adults</i> )	
	külső ( <i>external</i> )	belső ( <i>internal</i> )	külső ( <i>external</i> )	belső ( <i>internal</i> )
H-3	*	22	*	21
C-14	*	2,0	*	3,4
Mn-54	*	0,011	*	*
Fe-59	0,021	0,026	0,021	*
Co-58	0.012	0.010	0.012	*
Co-60	0,18	0,43	0,18	0,085
Sr-90	*	0,022	*	*
Ag-110m	*	0,023	*	*
Sb-124	*	0,011	*	*
I-131	*	0,18	*	0,033
Cs-134	*	0,039	*	0,097
Cs-137	*	0,093	*	0,21
Ba-140	*	0,020	*	*
Ce-144	*	0,23	*	0,033
egyéb ( <i>others</i> )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Összesen ( <i>sum</i> )	0,24	25	0,24	25
<b>Mindösszesen (<i>total</i>)</b>	<b>25</b>		<b>25</b>	

\* a becsült dózis < 0,01 nSv ( *the estimated dose < 0.01 nSv*)

A 2010. évi sugárterhelés kb. 20%-al magasabb a 2009. évinél. A táblázat adataiból látható, hogy a sugárterhelés túlnyomó része – mintegy 90 %-a – a <sup>3</sup>H izotópból származik (kritikus radionuklid). A belső sugárterhelés járuléka 2 nagyságrenddel nagyobb a külsőnél.

Az eredmények szerint az aktuális kibocsátásösszetétel és modellparaméterek mellett a felnőttek sugárterhelése hasonló az 1 éves gyermekekéhez (az utóbbi a vonatkoztatási csoport).

A számolt értékek jól egyeznek a PAE által becsült dózisosokkal (30, ill. 34 nSv).

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS, HATÓSÁGI MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az atomerőmű környezeti sugárvédelmi ellenőrzése céljából a hatósági intézmények 2010-ben összesen 5573 eredményt küldtek az adatfeldolgozó központba.

A meghatározások vizsgálati irányonkénti megoszlásában az előző évekhez hasonlóan a nuklidspecifikus mérések együttes részaránya közel 90 %-os volt.

### **6.1. Az eredmények összefoglalása**

A Paksi Atomerőmű légnemű radioaktív kibocsátása 2010-ben az üzemzavart megelőző évekhez hasonló szinten volt. A 2010. évi légköri kibocsátások elfogadott értékeit a 2.1. táblázat tartalmazza. A nuklidspecifikus kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kritérium értéke 0,095 % volt.

A nemesgáz kibocsátás nuklidspecifikus éves értékei a következők:  $^{41}\text{Ar}$ : 15 TBq,  $^{85}\text{Kr}$ : 0,014 TBq,  $^{85\text{m}}\text{Kr}$ : 4,4 TBq,  $^{87}\text{Kr}$ : 2,1 TBq,  $^{88}\text{Kr}$ : 3,2 TBq,  $^{133}\text{Xe}$ : 9,0 TBq és  $^{135}\text{Xe}$ : 6,0 TBq.

Az aeroszol kibocsátás meghatározó részét a 2003. előtti időszakhoz hasonlóan ismét a korróziós termékek –  $^{60}\text{Co}$  (20 MBq),  $^{76}\text{As}$  (156 MBq) és  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  (7,9 MBq) és a hasadványtermékek –,  $^{132}\text{I}$  (25 MBq),  $^{131}\text{I}$  (125 MBq) és  $^{137}\text{Cs}$  (32 MBq) jelentették. Az aeroszol-kibocsátások aránya az I. és a II. kiépítés között 42 – 58 %, a két kiépítés kibocsátási arányai radionuklidtól függően 0,3 – 23 közöttiek voltak.

A folyékony radioaktív kibocsátás ellenőrzése a gyűjtőtartályokból, valamint a vízvételi (V1) és vízelvezető (V2, V3) csatornákból vett minták vizsgálatára terjed ki.

A Paksi Atomerőmű a 2010. évben is maradéktalanul elvégezte az aktivitást hordozó vizek ellenőrzését. A hatóság, az DD-KTVF laboratóriuma szűrőpróbaszerűen megismételte az erőmű méréseit, valamint rendszeresen saját mintavételezést és méréseket is végzett az üzemi vizekből és a befogadóból. Főként a vízhasználat biztonsága, az esetleg illegális módon kikerülő radioaktív izotópok észlelése érdekében mintázzák az üzemi és a hatósági laboratóriumok egyaránt a hideg-, meleg- és szennyvízcsatornákat (V1, V2 és V3 jelű mintavételi helyek).

A melegvízcsatorna (V2) összes-béta aktivitáskoncentrációja közel azonos volt a bejövő hűtővíz koncentrációjával, míg a szennyvíz (V3) csatornában - amely az atomerőműi hulladékvizek tényleges kibocsátási útvonala - ezekhez képest kb. 10-15-szörös összes-béta koncentráció alakult ki. Jóval nagyobb és erősen ingadozó a kikerülő szennyvíz (V3-csatorna) trícium koncentrációja. A vízzel kibocsátott aktivitás meghatározása megbízhatóan az ellenőrző tartályokból leeresztett vizek mérésével történik. A folyékony kibocsátások meghatározó összetevői a következő radionuklidok voltak: trícium: 28 TBq,  $^{60}\text{Co}$ : 117 MBq,  $^{106}\text{Ru}$ : 39 MBq,  $^{137}\text{Cs}$ : 17 MBq,  $^{54}\text{Mn}$ : 43 MBq,  $^{134}\text{Cs}$ : 11 MBq és  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ : 27 MBq.

A nagyjából üzemi, kisebb részben hatósági mérésekre alapozott, hatóságilag elfogadott, vízzel kibocsátott aktivitásokat a 2.2. táblázat tartalmazza. A kibocsátásokból számolható kibocsátási határérték kritérium értéke 2010-ben a korábbiakhoz hasonló, 0,16 % volt.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az üzem a tárgyévben betartotta a kibocsátásokra előírt hatósági korlátokat.

A környezeti minták többségénél – a talaj, szedimentum minták kivételével – a csernobili eredetű szennyeződés már nem, vagy csak nagy hibával volt mérhető.

A légköri aeroszol és fall-out vizsgálatok alapján elmondható, hogy az üzem – az előző évhez hasonlóan – PAE eredetű radioizotópot nem mutatott ki.



A Duna rendszeres monitorozása az erőmű előtt Paksnál és Dunaföldvárnál, utána pedig Gerjennél, Kalocsánál, Bajánál és Mohácsnál történik. Itt erőművi eredetű nuklid nem volt kimutatható.

A felszíni vizek üledék mintáiban, ill. a talajban a csernobili eredetű <sup>137</sup>Cs-koncentrációja az alapszintet még meghaladja.

A környezeti dózisteljesítmény 20-30 %-os földrajzi, évszakos stb. ingadozása mellett az erőműből származó kis sugárterhelés mérésével nem mutatható ki.

Az éves folyékony és légtörő kibocsátásból néhányszoros bizonytalansággal becsült dózisok összege az erőmű közelében élő lakosság vonatkoztatási csoportjára **103 nSv** (6.1. táblázat), miközben a természetes háttér éves hazai értéke 3 mSv felett van [5] és az erőműre vonatkozó hatósági dóziskorlát 90 µSv .

2010-ben a vonatkoztatási csoportra becsült dózis – a 2003. évi üzemzavari légtörő kibocsátások hatásának elmúltával – a 2002 előtti évekéhez hasonló volt.

Az erőmű 30 km sugarú térségében 210 ezer ember él. Az erőmű légnemű és folyékony kibocsátásaiból származó, az átlagos egyéni dózisértékek alapján számított **kollektív dózis 0,6 személy · mSv** volt.

6.1. táblázat Az éves kibocsátásokból becsült egyéni dózisok a lakosság vonatkoztatási csoportjára, besugárzási útvonalak szerint

*Table 6.1. see: Summary (Table 6.1.E)*

Besugárzási útvonal	becsült érték	korlát
	(nSv)	
<b>Légtörő kibocsátás</b>		
külső sugárterhelés:		
nemesgáz izotópok	46	
radiokobalt aeroszol	0,41	
radioezüst aeroszol	0,12	
egyéb izotóp	0,67	
belső sugárterhelés:		
inhaláció	2,5	
radiojód (élelm.)	9,6	
radiocézium (élelm.)	2,7	
radioezüst (élelm.)	0,47	
globális szennyezők (H-3, C-14) (élelm.)	13	
egyéb izotóp	2,2	
<b>Összes légtörő:</b>	<b>78</b>	
<b>Folyékony kibocsátás</b>		
külső sugárterhelés:	0,24	
belső sugárterhelés:		
trícium	22	
egyéb izotóp	3,1	
<b>Összes folyékony:</b>	<b>25</b>	
<b>Mindösszesen:</b>	<b>103</b>	<b>90 000</b>

Az erőmű 2010. évi üzemelése során a környezet radioaktív szennyeződése miatt hatósági intézkedésre nem volt szükség.

A kibocsátásokra vonatkozó hatósági határérték kritérium értékei láthatóak a 6.2. táblázatban. Az értékek azt tükrözik, hogy az üzem több nagyságrenddel a megállapított határértékek alatt működött 2010-ben.

6.2. táblázat A kibocsátási határérték kritérium értékei 2010-ben

*Table 6.2. see: Summary (Table 6.2.E.)*

Kibocsátási határérték kritérium	(%)
Légnemű kibocsátásokra	0,095
Folyékony kibocsátásokra	0,16
Összesen	0,26

A 6.3. táblázat a kibocsátásokat nemzetközi összehasonlításban tartalmazza. Látható, hogy a paksi erőműnél a kibocsátások – a nemesgázok és légek aeroszolok kivételével – a világszerte közeli, vagy az alattiak.

6.3. táblázat A villamosenergia termelésre (1 GW·év egységre) normált radioaktív kibocsátások 2010-ben, nemzetközi összehasonlításban [6] (Az erőmű 2010-ben 1,8 GW·év elektromos energiát termelt.)

*Table 6.3. see: Summary*

Kibocsátás	Mennyiség	PAE	UNSCEAR (1995-1997)
légek	nemesgáz összesen (TBq)	24	13
	aeroszol összesen (GBq)	0,58	0,13
	H-3 (HT + HTO) (TBq)	2,8	2,4
	C-14 (CO <sub>2</sub> +szerves) (TBq)	0,33	0,22
	jódok (I-131 egyenérték) (GBq)	0,077	0,17
folyékony	korróziós és hasadványtermékek összesen (GBq)	0,62	8,1
	H-3 (TBq)	17	19

## **6.2. Hatósági megállapítások**

### **6.2.1. A léghőri kibocsátásokról**

- a./ Az üzem elvégezte a nuklidspecifikus léghőri kibocsátás méréseket.
- b./ Az üzem 2010. évi léghőri kibocsátásai azt mutatták, hogy az erőmű a korábbi évekhez hasonlóan kedvező környezeti sugárvédelmi paraméterekkel üzemelt.
- c./ A kibocsátások mérésére szolgáló rendszerek folyamatosan működtek.

### **6.2.2. A folyékony kibocsátásokról**

- a./ A vízelvezető csatornáknban végzett összes-béta és tríciummérések eredményei igazolják, hogy az atomerőműből a Dunába vezetett radioaktív szennyezés (koncentráció) jelentéktelen, erőműi eredetű radionuklid csak a szennyvíz (V3) csatornában detektálható.
- b./ Az üzem 2010. évi vízi kibocsátásai azt mutatták, hogy az erőmű a korábbi évekhez hasonlóan kedvező környezeti sugárvédelmi paraméterekkel üzemelt.

### **6.2.3. A környezeti radioaktivitásról**

- a./ A környezeti ellenőrzések során a levegőben sem sikerült atomerőművi eredetű szennyeződést kimutatni, A többi vizsgált környezeti komponensben az ellenőrző mérések nem mutattak ki bizonyíthatóan az atomerőműből származó radionuklidot.
- b./ Az üzemi és a hatósági környezetellenőrzés mérési programja, adatgyűjtése és az eredmények értékelése a több mint 20 éves együtműködés alatt folyamatosan javult.

### **6.2.4. A lakossági sugárterhelésről**

Az erőműből eredő külső sugárterhelést közvetlen dózisméréssel nem lehet kimutatni. Az éves kibocsátásból számított - normál üzemi működésből származó - dóziszárulék (külső és belső együtt) a lakosság vonatkoztatási csoportjára 103 nSv.

## **6.E. SUMMARY**

The total number of the environmental monitoring results around the Nuclear Power Plant (NPP) provided by the authorities was altogether 5573 in 2010. The distribution of the various types of measurements has not changed last year and the percentage of gamma-spectrometric determinations was similar as in the previous years.

According to the official regulations introduced in the past the atmospheric monitoring measurements are directed to each of the radionuclides released in any physical and chemical form, moreover on any pathways from plant. The releases of noble gases were the followings:  $^{41}\text{Ar}$ : 15 TBq,  $^{85}\text{Kr}$ : 0.014 TBq,  $^{85\text{m}}\text{Kr}$ : 4.4 TBq,  $^{87}\text{Kr}$ : 2.1 TBq,  $^{88}\text{Kr}$ : 3.2 TBq,  $^{133}\text{Xe}$ : 9.0 TBq and  $^{135}\text{Xe}$ : 6.0 TBq. Large components of the aerosol activity were corrosion products as  $^{60}\text{Co}$  (20 MBq),  $^{76}\text{As}$  (156 MBq) and  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  (7.9 MBq), moreover fission products as  $^{132}\text{I}$  (25 MBq),  $^{131}\text{I}$  (125 MBq) and  $^{137}\text{Cs}$  (32 MBq).

The release limit criterion for airborne effluents was 0.095 per cent in 2010.

The hydrospheric monitoring includes the measurement of water samples from inflow (V1) and outflow (V2, V3) water channels, and control tanks of the NPP as well as those of Danube water and sediment together with the living organisms (alga and fish).

Radioactivity of the waste water was reliably controlled by the regular analysis of the water of control tanks before release. The dominant components of the liquid releases were: tritium: 28 TBq,  $^{60}\text{Co}$ : 117 MBq,  $^{106}\text{Ru}$ : 39 MBq,  $^{137}\text{Cs}$ : 17 MBq,  $^{54}\text{Mn}$ : 43 MBq,  $^{134}\text{Cs}$ : 11 MBq és  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ : 27 MBq.

The inflow and outflow water channels of the plant had nearly identical gross beta activity concentrations. In the waste water (V3) channel the gross-beta and especially the tritium activity is much higher than in the inflow one.

Regular monitoring of Danube is performed at Dunaföldvár and Paks (up-stream to Paks) and down-stream at Gerjen, Kalocsa, Baja and Mohács.

No radioactive pollution, due to the NPP could be detected in the living water and sediment of Danube.

The release limit criterion for liquid effluents was 0.16 percent in 2010.

As concerns the environment of NPP pollution attributable to the accident in Chernobyl could not be detected in the samples any longer with the only exceptions of soil and sediment samples. Analyses of aerosols, fall-outs and special filters for airborne effluents demonstrated that the atmospheric radioactivity corresponded to the base level prior to the Chernobyl accident.

Contrary to the previous years no radionuclides of NPP origin were detected in the air environment of the NPP. Water samples in the environment also did not reveal radioactive pollution by the nuclear plant in Danube. In the sediment of surface waters and soil of the area the  $^{137}\text{Cs}$  concentration of Chernobyl origin still exceeded the base level determined in 1981.

Examination of the grass, fodder plants, milk and meat has not confirmed the presence of radionuclides of NPP origin during the normal operation.

The geographical and seasonal variation in dose rate is 20-30 %, enhancing effect on radioactive releases by the NPP was not observed in the environment.

According to the Table 6.1E, the estimated effective dose equivalent due to the airborne and aquatic releases in the direct vicinity of the plant is **103 nSv/y**, while the natural background value is somewhat above than 3 mSv/y [5] and the authorised limit is 0.090 mSv/y.

The inhabitants living in the 30 km environment of the NPP are 210 thousands. The collective dose assessed from the individual ones takes about **0.6 man · mSv**.

*Table 6.1E. The individual doses to the reference group of population from the annual releases in 2010 and the dose limit*

Pathway	Assessed dose	Limit
	(nSv)	
<i>Airborne releases</i>		
<i>external radiation</i>		
<i>noble gases</i>	46	
<i>radiocobalt (aerosol)</i>	0.41	
<i>radiosilver (aerosol)</i>	0.12	
<i>others</i>	0.67	
<i>internal radiation</i>		
<i>inhalation</i>	2.5	
<i>radioiodine (ingestion)</i>	9.6	
<i>radiocesium (ingestion)</i>	2.7	
<i>radiosilver (ingestion)</i>	0.47	
<i>global pollutants (H-3, C-14) (ingestion)</i>	13	
<i>others</i>	2.2	
<i>Sum from airborne releases</i>	78	
<i>Liquid releases</i>		
<i>external radiation</i>	0.24	
<i>internal radiation</i>		
<i>tritium</i>	22	
<i>others</i>	3.1	
<i>Sum from liquid releases</i>	25	
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>90,000</b>

The release of radioactive substances from the NPP was well under the authorized limit, i.e. the release limit criterion according to the Table 6.2E.

*Table 6.2E. Airborne and liquid releases accepted by the authorities in percentages of the limit criterion*

Releases	(%)
<i>Atmospheric</i>	0.095
<i>Liquid</i>	0.16
<i>Total</i>	0.26

The radioactive effluents normalised to the yearly electrical energy production can be seen in the Table 6.3E, in comparison with international data from the UNSCEAR-Report, 2000.

*Table 6.3E. Isotopic composition of the radioactive effluents normalized to the yearly electrical energy production (to 1 GW·year) in 2010, in comparison with the UNSCEAR data of NPP types PWR\* [6]. (The total energy generated by the Hungarian NPP was 1.8 GW·y)*

<i>Effluents</i>	<i>Nuclides</i>	<i>Accepted by the authority</i>	<i>UNSCEAR Report (1995-1997)</i>
<i>airborne</i>	<i>noble gases (TBq)</i>	<i>24</i>	<i>13</i>
	<i>aerosols (GBq)</i>	<i>0.58</i>	<i>0.13</i>
	<i>H-3 (HT + HTO) (TBq)</i>	<i>2.8</i>	<i>2.4</i>
	<i>C-14 (CO<sub>2</sub>+organic) (TBq)</i>	<i>0.33</i>	<i>0.22</i>
	<i>I-131-equivalent (GBq)</i>	<i>0.077</i>	<i>0.17</i>
<i>liquid</i>	<i>corrosion and fission products (GBq)</i>	<i>0.62</i>	<i>8.1</i>
	<i>H-3 (TBq)</i>	<i>17</i>	<i>19</i>

\* world average for PWR type detectors

## 7. HIVATKOZÁSOK (REFERENCES)

- [1] A Paksi Atomerőmű hatása a környezeti sugárzási helyzetre  
- I. Sztanyik B. L., Fehér I. és Rósa G. (Szerk.)  
(Prodinform Műszaki Tanácsadó Vállalat, Budapest, 1987.)  
- II. Sztanyik B. L., Fehér I. és Rósa G. (Szerk.)  
(Prodinform Műszaki Tanácsadó Vállalat, Budapest, 1989.)
- [2] A Paksi Atomerőmű radioaktív anyag kibocsátásainak és környezetének üzemi és hatósági sugárvédelmi ellenőrzése, 1983-87 (Szerk.: Germán E.) (MTA IRPA Nemz. Biz., 1990.)
- [3] A Paksi Atomerőmű Sugárvédelmi Osztálya 2010. évi jelentése. (Szerk.: Bujtás Tibor) Paks, 2011. március
- [4] Kanyár B., Fülöp N., Ivó M., Kerekes A. és Sági L.: A radioaktív kibocsátások szabályozásának műszaki megalapozása (Tanulmány a KTM megbízásából) Budapest, 1995.
- [5] Nikl I. : A népesség természetes forrásokból eredő sugárterhelése (Egészségtudomány, 63, 29-35, 1999)
- [6] Exposures from Man-made Sources of Radiation (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000)
- [7] Fülöp N., Glavatszkih N., Kerekes A.: A Paksi Atomerőmű kibocsátási határértékeinek meghatározása (Tanulmány a PA Rt. megbízásából) Budapest , 2001
- [8] Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment (Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna, 2001)
- [9] Összefoglaló jelentés az FVM REH 2006 évi munkájáról, 2007
- [10] FVM Radioanalitikai Ellenőrző Hálózat – Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ, Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság, Radioanalitikai Referencia Laboratórium: Radioanalitikai monitoring jelentés, 2008. június
- [11] B. Varga, S. Tarján, M Süth, B.Sas: Radionuclide monitoring strategy for food-chain in Hungary, Journal of Environmental radioactivity 86 (2006) 1-11

## MELLÉKLET

Az ellenőrzésben résztvevő laboratóriumok:

A Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) - Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazat (KvVÁ) részéről:

- Dél-dunántúli (DD) Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (DD-KTVF), Pécs

A Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) - Földművelésügyi Ágazat (FmÁ) részéről:

- Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság Radioanalitikai Referencia Laboratórium
- Bács-Kiskun Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Regionális Élelmiszerlánc Laboratórium
- Tolna Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Élelmiszerlánc Radiokémiai Laboratórium

A Nemzeti Erőforrás Minisztérium (NEFMI) - Egészségügyi Ágazat (EüÁ) részéről:

- Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet (OSSKI), Budapest (bázisintézet):
  - Lakossági és Környezeti Sugáregészségügyi Osztály,
  - Informatikai és Adatnyilvántartási Osztály
- ÁNTSZ Dél-dunántúli Regionális Intézete, Sugáregészségügyi Decentrum (izotóp laboratórium), Szekszárd

A Paksi Atomerőmű Zrt. (PA Zrt.) részéről:

- Sugárvédelmi Osztály



ANNEX

*List of the laboratories taking part in the monitoring:*

Ministry Rural Development (MRD) - Sector of the Environment and Water (SEV):

- *South-Trasdanubian Environmental, Nature Conservancy and Water Policy Inspectorate, Pécs*

Ministry Rural Development (MRD) - Sector of Agriculture (SA):

- *Central Agricultural Office Food and Feed Safety Directorate Radioanalytical Reference Laboratory*
- *Bács-Kiskun County Agricultural Administrative Office Regional Food Chain Laboratory*
- *Tolna County Agricultural Administrative Office Food Chain Radiochemical Laboratory*

Ministry of National Resources (MNR) - Sector of Health (SH):

- *National. Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, Budapest (central institute)*
  - *Environmental and Public Radiohygiene*
  - *Informatics and Data Centres*
- *Regional Institute of National Public Health and Officer Service (Radiochemical Laboratory), Szekszárd*

Nuclear Power Plant (NPP), Paks

- *Division of Radiation Protection*