

Jóváhagyom:



2026. 08.10.

**Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.
huszonhatodik közép- és hosszú távú terve**

Jóváhagyásra javasolta: a KNPA Szakbizottság



**AZ RHK Kft. HUSZONHATODIK
KÖZÉP- ÉS HOSSZÚ TÁVÚ TERVE**

**A KÖZPONTI NUKLEÁRIS PÉNZÜGYI ALAPBÓL
FINANSZÍROZANDÓ TEVÉKENYSÉGEKRE**

2026. március

Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	4
2. A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK ÉS A KIÉGETT NUKLEÁRIS ÜZEMANYAG FORRÁSOLDALÁNAK ÉS TÁROLÁSI LEHETŐSÉGEINEK ELEMZÉSE.....	8
2.1. DEFINÍCIÓK.....	8
2.2. TÁROLT ANYAGMENNYISÉGEK ÉS TÁROLÓKAPACITÁSOK.....	9
2.3. A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK ÉS A KIÉGETT ÜZEMANYAG KELETKEZÉSÉNEK ÜTEME, A TÁROLÁS HELYZETÉNEK VÁRHATÓ ALAKULÁSA	15
2.3.1. <i>Az atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok</i>	<i>15</i>
2.3.2. <i>Az atomerőművi eredetű nagy aktivitású radioaktív hulladékok keletkezése és tárolása, a tárolási kapacitás várható alakulása, a végleges tároló szükséges térfogatának becslése</i>	<i>19</i>
2.3.3. <i>A kiégett atomerőművi nukleáris üzemanyag keletkezése és átmeneti tárolása</i>	<i>20</i>
2.3.4. <i>A nem atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású, valamint hosszú élettartamú radioaktív hulladékok keletkezési üteme és elhelyezése.....</i>	<i>20</i>
2.3.5. <i>A nem atomerőművi eredetű kiégett üzemanyag keletkezése és átmeneti tárolása.....</i>	<i>22</i>
3. KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSE	23
3.1. KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSE AZ RHFT-BEN	23
3.1.1. <i>Előzmények.....</i>	<i>23</i>
3.1.2. <i>Stratégiai cél</i>	<i>27</i>
3.1.3. <i>A közeljövő feladatai</i>	<i>27</i>
3.1.4. <i>A feladatok ütemezése</i>	<i>28</i>
3.1.5. <i>Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez.....</i>	<i>29</i>
3.2. KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK ELHELYEZÉSE A BÁTAPÁTI NRHT-BAN.....	30
3.2.1. <i>Előzmények.....</i>	<i>30</i>
3.2.2. <i>Stratégiai cél</i>	<i>34</i>
3.2.3. <i>A közeljövő feladatai</i>	<i>34</i>
3.2.4. <i>A feladatok ütemezése</i>	<i>35</i>
3.2.5. <i>Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez.....</i>	<i>41</i>
3.3. NAGYON KIS AKTIVITÁSÚ HULLADÉKTÁROLÓ LÉTESÍTÉSÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSE	41
3.3.1. <i>Előzmények.....</i>	<i>41</i>
3.3.2. <i>Stratégiai cél</i>	<i>42</i>
3.3.3. <i>A közeljövő feladatai</i>	<i>42</i>
3.3.4. <i>A feladatok ütemezése</i>	<i>44</i>
3.3.5. <i>Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez.....</i>	<i>44</i>
4. A KIÉGETT NUKLEÁRIS ÜZEMANYAG ÁTMENETI TÁROLÁSA.....	46
4.1. ELŐZMÉNYEK	46
4.1.1. <i>Az atomerőművi kiégett üzemanyag átmeneti tárolása.....</i>	<i>46</i>
4.1.2. <i>A nem atomerőművi eredetű kiégett üzemanyag átmeneti tárolása és kezelése</i>	<i>48</i>
4.2. STRATÉGIAI CÉL.....	48
4.3. A KÖZELJÖVŐ FELADATAI.....	49
4.4. FELADATOK ÜTEMEZÉSE.....	50
4.5. FORRÁSADATOK ÉS INFORMÁCIÓK A GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK ELVÉGZÉSÉHEZ	50
5. A NAGY AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK ÉS A KIÉGETT NUKLEÁRIS ÜZEMANYAG VÉGLEGES ELHELYEZÉSE.....	52
5.1. ELŐZMÉNYEK	52
5.2. STRATÉGIAI CÉL.....	55
5.3. A KÖZELJÖVŐ FELADATAI.....	55
5.4. A FELADATOK ÜTEMEZÉSE	56
5.5. FORRÁSADATOK ÉS INFORMÁCIÓK A GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK ELVÉGZÉSÉHEZ	58

5.5.1. A kiégett nukleáris üzemanyag és a nagy aktivitású hulladékok elhelyezésének költsége.....	58
5.5.2. Összefüggések.....	59
6. A PAKSI ATOMERŐMŰ ÉS AZ EGYÉB NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK LESZERELÉSE.....	59
6.1. ELŐZMÉNYEK	59
6.2. STRATÉGIAI CÉL.....	61
6.3. A KÖZELJÖVŐ FELADATAI.....	61
6.4. FELADATOK ÜTEMEZÉSE.....	61
6.5. FORRÁSADATOK ÉS INFORMÁCIÓK A GAZDASÁGI SZÁMÍTÁSOK ELVÉGZÉSÉHEZ	62
7. A NEMZETI PROGRAM ÉS A NUKLEÁRISÜZEMANYAG-CIKLUS LEZÁRÁSI STRATÉGIA KIDOLGOZÁSA.....	62
7.1. ELŐZMÉNYEK	62
7.2. A VÉGREHAJTANDÓ FELADATOK	63
8. EGYÉB FELADATOK	64
8.1. BEVEZETÉS	64
8.2. AZ RHK KFT. MŰKÖDTETÉSE	64
8.3. AZ ALAPKEZELŐ KÖLTSÉGEI	64
8.4. A LAKOSSÁGI TÁMOGATÁS RENDSZERE.....	65
9. A TEVÉKENYSÉGEK FINANSZÍROZÁSA, AZ ALAPBA VALÓ 2026. ÉVI BEFIZETÉSEK SZÁMÍTÁSA.....	65
9.1. A PAKSI ATOMERŐMŰ BEFIZETÉSI KÖTELEZETTSÉGÉNEK SZÁMÍTÁSI MÓDSZERE.....	66
9.2. LÉNYEGESEBB VÁLTOZÁSOK A HUSZONHARMADIK KÖZÉP- ÉS HOSSZÚ TÁVÚ TERVBEN FOGLALT SZÁMÍTÁSOKHOZ KÉPEST	67
9.3. A KÖLTSÉGVETÉSI INTÉZMÉNYEK VÁRHATÓ KIADÁSAI ÉS AZOK IDŐZÍTÉSE	70
9.4. JAVASLAT AZ ALAPBA TÖRTÉNŐ 2026. ÉVI BEFIZETÉSI KÖTELEZETTSÉGEK MÉRTÉKÉRE	71
9.5. A KÖVETKEZŐKBEN FELÜLVIZSGÁLATRA KERÜLŐ TÉTELEK.....	72

Melléklet: Az új atomerőművi blokkokban keletkező kiégett üzemanyag és radioaktív hulladék kezelése

1. Bevezetés

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (a továbbiakban: Atomtörvény) 40. § (1) bekezdése szerint a radioaktív hulladék és a kiégett üzemanyag kezelésére vonatkozó nemzeti politika és nemzeti program kidolgozásáról, a radioaktív hulladék végleges elhelyezésével, valamint a kiégett üzemanyag átmeneti tárolásával, és a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárásával, továbbá a nukleáris létesítmény leszerelésével összefüggő feladatok elvégzéséről a Kormány által kijelölt szerv gondoskodik.

A Kormány 1998. július 1-jei határidővel bízta meg az Országos Atomenergia Hivatalt (a továbbiakban: OAH), hogy a feladatok ellátására alapítsa meg a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Társaságot. A gazdasági társaságokról szóló 2006. évi IV. törvény¹ előírta a közhasznú társaság, mint jogi személyiségű társasági forma megszüntetését, ezért a létrejött társaság 2008. január 7-től átalakult a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társasággá (a továbbiakban: RHK Kft.).

Az Atomtörvény 62. § (1) bekezdése szerint a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (a továbbiakban: Alap vagy KNPA) elkülönített állami pénzalapként finanszírozza a feladatok végrehajtását. Az Alappal az Atomtörvény 8. § (5) bekezdés b) pontja értelmében az energiapolitikáért felelős miniszter (jelenleg az energiaügyi miniszter) rendelkezik, az Alap kezelője az általa vezetett minisztérium.

A radioaktív hulladékokkal és a kiégett üzemanyaggal kapcsolatos egyes feladatokat ellátó szerv kijelöléséről, tevékenységéről és annak pénzügyi forrásáról szóló 215/2013. (VI. 21.) Korm. rendelet (a továbbiakban: 215/2013. Korm. rendelet) 2. § a) pont aa) alpontja a tervezési és beszámolási feladatok körében elrendelte az Alapból finanszírozandó tevékenységek közép- és hosszú távú tervének elkészítését, és annak évenkénti felülvizsgálatát, valamint elvégzi az Alapba történő befizetési kötelezettségek meghatározásához szükséges számításokat és költségbecsléseket, és javaslatot tesz az adott évi befizetési kötelezettségek mértékére.

A közép- és hosszú távú terv az atomerőművi eredetű radioaktív hulladék és kiégett nukleáris üzemanyag kezelése mellett külön tárgyalja a nem atomerőművi eredetű radioaktív hulladék, valamint a Magyar Tudományos Akadémia (a továbbiakban: MTA) által alapított költségvetési szerv, továbbá a felsőoktatási intézmény által üzemeltetett nukleáris létesítményekben, vagyis az HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont (a továbbiakban: HUN-REN EK) kutatóreaktorában (a továbbiakban: Budapesti Kutatóreaktor vagy BKR) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (a továbbiakban: BME) oktatóreaktorában keletkező kiégett nukleáris üzemanyag kezelésével kapcsolatos kérdéseket.

A közép- és hosszú távú terv legfontosabb célkitűzése az Alapba történő befizetések mértékének megalapozott, átlátható és egyértelmű meghatározása. A közép- és hosszú távú terv, és ezen belül a költségbecslés rendszeres felülvizsgálatát az indokolja, hogy a jövőben esedékes kiadásokra reális fedezetet biztosítson az Alap. Így valósul meg az az alapelv, hogy az atomenergiát felhasználó generáció fizesse meg a felhasználásból fakadó, jövőben esedékes tevékenységek költségeit, és ne háruljon az elfogadhatónál súlyosabb teher a jövő generációkra.

¹ A Polgári Törvénykönyvről szóló 2013. évi V. törvény hatálybalépésével összefüggő átmeneti és felhatalmazó rendelkezésekről szóló 2013. évi CLXXVII. törvény 67. § c) pontja hatályon kívül helyezte 2014. március 15-től.

Az RHK Kft. huszonhatodik közép- és hosszú távú terve támaszkodik a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikájáról szóló 21/2015. (V. 4.) OGY határozatra² (a továbbiakban: Nemzeti Politika), a Nemzeti Politika céljainak megvalósítását bemutató nemzeti programra,³ valamint a korábban elkészített közép- és hosszú távú tervekre, és szervesen illeszkedik az Alapba történő befizetési kötelezettségek meghatározásához szükséges korábbi számításokhoz, költségbecslésekhez. A 2016. évi Nemzeti Program felülvizsgálata még folyamatban van, de a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap Szakbizottság (a továbbiakban: KNPA Szakbizottság) által 2024. július 18-án elfogadott, szakértői szinten egyeztetett változat egyes elemeit, ahol ez szükséges a jelen közép- és hosszú távú tervben is figyelembe vesszük.

A Nemzeti Program szerint, a Paksi Atomerőmű négy üzemelő blokkját figyelembe véve a radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelésére és a nukleáris létesítmények leszerelésére vonatkozó referencia forgatókönyv megvalósításának időütemezését az 1. ábra mutatja. Az ábrán a mélységi geológiai tárolóhoz kapcsolódó felszíni és felszín alatti kutatás időütemezése részben aktualizálásra került. A három felszíni kutatási fázis aktualizálását az RHK Kft. az elmúlt évek előrehaladását figyelembe véve az I. felszíni fázisra kidolgozott telephelykutatási engedély kérelemben végezte el. Ehhez igazítottuk hozzá a felszín alatti kutatási terjedelmet, amelynek további aktualizálását a Nemzeti Program folyamatban lévő felülvizsgálatakor kell megtenni.

Az RHK Kft. alapfeladatait rögzítő 215/2013. (VI. 21.) Korm. rendelet módosítása 2025. januári 7-én hatályba lépett, amelynek értelmében a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékokkal kapcsolatos feladatok már expliciten megjelennek a létesítési és tárolási tevékenységek között. Ezért a huszonhatodik közép- és hosszú távú terv 3.3 fejezetében egy jövőbeli nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésére szolgáló tárolóval kapcsolatos feladatokat önállóan, más kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésére szolgáló tárolóktól elkülönítetten jelenítjük meg. Fontos megjegyeznünk azonban, hogy a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésére szolgáló tároló nemzeti program szerinti referencia forgatókönyvbe illesztése teljeskörűen, minden tárolói életciklus szakaszra kiterjedően csak a Nemzeti Program felülvizsgálata után tehető meg.

A referencia forgatókönyv figyelembe veszi az atomerőmű üzemidejének már engedélyezett 20 évvel történő meghosszabbítását (50 éves üzemidő), a kiégett üzemanyag és a nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú hulladékok közvetlen hazai elhelyezését, valamint a Paksi Atomerőmű késleltetett leszerelési stratégiáját, az atomerőművi primerkör 20 éves védett megőrzésével.

A referencia forgatókönyv egyelőre nem veszi figyelembe a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbítását⁴, továbbá Paks II. blokkjainak üzembe állását⁵. A Paksi Atomerőmű további

² Módosította a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikájáról szóló 21/2015. (V. 4.) OGY határozat módosításáról szóló 41/2020. (XII. 16.) OGY határozat, majd a 30/2023. (XII. 14.) OGY határozat.

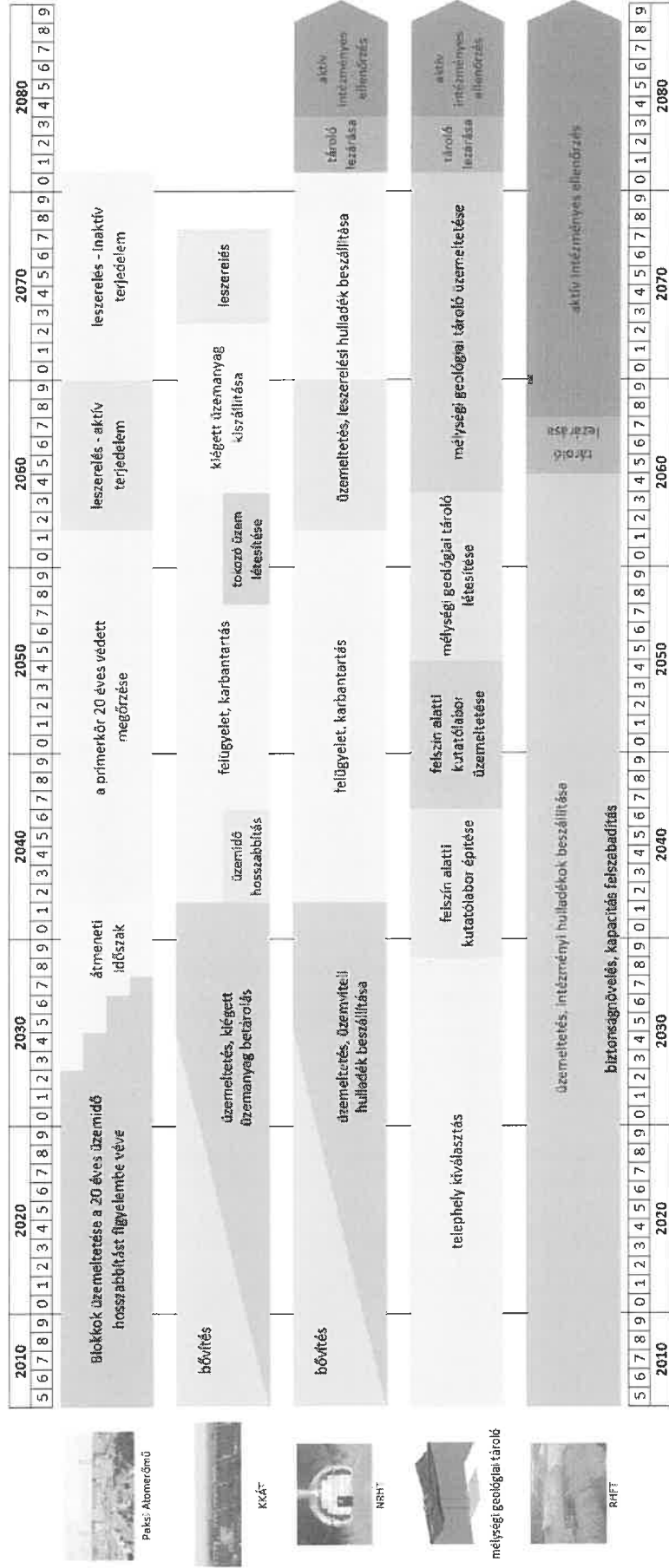
³ A Kormány a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezeléséről szóló nemzeti programról szóló 1459/2016. (VIII. 24.) Korm. határozatban hagyta jóvá az Atomtörvény 5/C. §-a alapján elkészített, „Magyarország nemzeti programja a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésére” című dokumentumot.

⁴ Az Országgyűlés 56/2022. (XII. 8.) OGY határozatával tudomásul vette a Paksi Atomerőmű meglévő blokkjai további üzemidő-hosszabbítását, de annak engedélyeztetése még csak előkészítés fázisában van.

⁵ Jelen terv törzsszövege egyelőre nem veszi figyelembe a Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya közötti nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről szóló Egyezmény kihirdetéséről szóló 2014. évi II. törvény alapján, a paksi telephelyen létesülő két új atomerőművi blokk üzemeltetése során keletkező kiégett üzemanyag és radioaktív hulladék kezelését, mert az új blokkok engedélyese csak azok üzembe helyezését követő évtől kezdődően köteles befizetés útján pénzügyi fedezetet biztosítani a fenti tevékenységek finanszírozására (ezen időpontot megelőzően a létesítéssel felmerülő költségeket eseti befizetéssel

üzemidő-hosszabbításával kapcsolatosan a többlet radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelésének megalapozására irányuló előkészítő feladatokat a tervben megjelenítjük, összhangban az Atomtörvény 63. § (2) bekezdés e) pontjával. A terv mellékletében megadjuk Paks II. radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelésének előkészítésével kapcsolatos összefüggéseket és a konkrét feladatokat a 2027. évre vonatkozóan a terv törzsszövegében is megjelenítjük az Atomtörvény 63. § (5) bekezdésével összhangban.

teljesíti az Alapba). A terv melléklete viszont tartalmazza a két új atomerőművi blokk radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelésével kapcsolatos koncepcionális megfontolásokat, amelyek a későbbiekben elvégzendő költségszámítás alapját képezhetik.



Jelmagyarázat: KKÁT: Kiegészítő Kiegészítő Átmeneti Tárolója;

NRHT: Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló;

RHFT: Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló

1. ábra: a radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelésére vonatkozó referencia forgatókönyvek időütemezése (megjegyzés: a jóváhagyott Nemzeti Programmal összhangban még nem tartalmazza a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló megvalósítását)

2. A radioaktív hulladékok és a kiegészített nukleáris üzemanyag forrásoldalának és tárolási lehetőségeinek elemzése

2.1. Definíciók

Radioaktív hulladék az Atomtörvény 2. § 15. pontja szerint további felhasználásra már nem kerülő olyan radioaktív anyag, amely sugárvédelmi jellemzők alapján nem kezelhető közönséges hulladékként.

Kiegészített üzemanyag az Atomtörvény 2. § 14. pontja szerint az atomreaktorban besugárazott és a reaktorból véglegesen eltávolított nukleáris üzemanyag, amely az atomreaktoron kívüli újrafeldolgozhatósága miatt nem minősül hulladéknak, vagy ha erre vonatkozó döntés alapján nem kerül újrafeldolgozásra, akkor a továbbiakban radioaktív hulladéknak minősül és a végleges elhelyezéséről gondoskodni kell.

A radioaktív hulladékok osztályozása az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 2/2022. (IV. 29.) OAH rendelet 12. melléklete alapján történik, amelyet jelen terv szempontjából az alábbiakban foglalunk össze.

Nagy aktivitású az a radioaktív hulladék, amelynek hőtermelését a tárolás és elhelyezés tervezése és üzemeltetése során figyelembe kell venni. Mindenképpen ide sorolandó az a radioaktív hulladék, amelynek hőtermelése nagyobb, mint 2 kW/m^3 , vagy a radioaktív hulladék csomag összaktivitása szerint a Fizvr.⁶ szerinti radioaktív hulladékok 1. kategóriájába sorolandó.

Kis vagy közepes aktivitású radioaktív hulladéknak minősül az a radioaktív hulladék, amely nem tekinthető nagy aktivitású radioaktív hulladéknak.

A radioaktív hulladék kis vagy közepes aktivitású osztályba sorolását a benne lévő radioizotóp aktivitás-koncentrációja és specifikus mentességi aktivitás-koncentrációja (SMEAK) alapján kell elvégezni az alábbiak szerint (2.1-1. táblázat).

2.1-1. táblázat – A radioaktív hulladékok besorolása

Radioaktív hulladék osztály	Aktivitás-koncentráció viszonyítás
Kis aktivitású	$\leq 10^3 \text{ SMEAK}$
Közepes aktivitású	$> 10^3 \text{ SMEAK}$

Ha a radioaktív hulladék többfajta radioizotópot is tartalmaz, akkor az osztályozást a 2.1-2. táblázat szerint kell elvégezni:

2.1-2. táblázat - A radioaktív hulladékok besorolása többfajta radioizotóp előfordulása esetén

Radioaktív hulladék osztály	Aktivitás-koncentráció viszonyítás
Kis aktivitású	$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} \leq 1000$
Közepes aktivitású	$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} > 1000$

⁶ Az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet

A hulladékban lévő radionuklidok felezési ideje szerinti osztályozást az alábbiak szerint kell elvégezni.

Rövid élettartamú az a kis vagy közepes aktivitású radioaktív hulladék, amely csak korlátozottan tartalmaz 30 évnél hosszabb felezési idejű radionuklidot. A teljes hulladék mennyiségre átlagolva a 30 évnél hosszabb felezési idejű izotópokra teljesül, hogy:

$$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} \leq 1$$

ahol AK_i a radioaktív hulladékban előforduló 30 évnél hosszabb felezési idejű (egész évre kerekítve) i -edik radioaktív izotóp aktivitás-koncentrációja, míg $SMEAK_i$ a radioaktív hulladékban előforduló 30 évnél hosszabb felezési idejű (egész évre kerekítve) i -edik radioaktív izotóp specifikus mentességi aktivitás-koncentrációja.

Hosszú élettartamú az a kis vagy közepes aktivitású radioaktív hulladék, amelyben a 30 évnél hosszabb felezési idejű radionuklid koncentrációja meghaladja a rövid élettartamú radioaktív hulladék határértékeit.

Nagyon kis aktivitású az a kis aktivitású rövid élettartamú radioaktív hulladék, amelynél a 30 évnél nem hosszabb felezési idejű (egész évre kerekítve) izotópra a benne lévő aktivitás-koncentráció nem nagyobb a specifikus mentességi aktivitás-koncentráció ($SMEAK$) ötvenszeresénél, valamint 30 évnél hosszabb felezési idejű (egész évre kerekítve) izotópra nem nagyobb az általános mentességi aktivitás-koncentráció ($\dot{A}MEAK$) értékénél. Amennyiben a radioaktív hulladék többfajta radioizotópot is tartalmaz, akkor az osztályozást a következő képletek szerint kell elvégezni:

- egész évre kerekített 30 évnél nem hosszabb felezési idejű izotópokra a következő képletnek kell teljesülnie:

$$\sum_i \frac{AK_i}{SMEAK_i} \leq 50$$

- és egész évre kerekített 30 évnél hosszabb felezési idejű izotópokra a következő képletnek kell teljesülnie:

$$\sum_i \frac{AK_i}{\dot{A}MEAK_i} \leq 1$$

ahol AK_i a radioaktív hulladékban előforduló i -edik radioizotóp aktivitás-koncentrációja, míg $SMEAK_i$ az i -edik radioizotóp specifikus mentességi aktivitás-koncentrációja, $\dot{A}MEAK_i$ pedig az i -edik radioizotóp általános mentességi aktivitás-koncentrációja.

Jelen dokumentumban a nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú radioaktív hulladékok – mivel azok azonos kezelést igényelnek hosszú távon – általában nagy aktivitású hulladékokként szerepelnek.

2.2. Tárolt anyagmennyiségek és tárolókapacitások

Ma az országban két telephelyen: a püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóban (a továbbiakban: RHFT) és a bátaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóban (a továbbiakban: NRHT) van véglegesen elhelyezett radioaktív hulladék. Az NRHT felszíni létesítményeiben jelenleg az atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású, szilárd halmazállapotú radioaktív

hulladékok ideiglenes tárolását végzik, a végleges elhelyezésre történő előkészítés céljából, de a jövőben várható intézményi eredetű hulladékok fogadása is. Az RHFT üzemi épületében történik – a felszíni tárolóban véglegesen el nem helyezhető – nukleáris anyagok, hosszú élettartamú radioaktív hulladékok, valamint zárt sugárforrások átmeneti tárolása. Átmeneti tárolásra szolgálnak továbbá a tárolóterületen elhelyezkedő 'B' és 'D' típusú csőkutak is.

A Paksi Atomerőmű telephelyén ideiglenesen tárolnak kis- és közepes, illetve nagy aktivitású radioaktív hulladékokat, továbbá kiégett fűtőelemeket. Az energiatermelés során elhasznált üzemanyag-kazetták (kazettatípustól függően) minimum 3-5 évre a pihentető medencékbe, majd ezt követően az – 1997-ben üzembe helyezett – Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (a továbbiakban: KKÁT) kerülnek 50 éves átmeneti tárolásra. A Szovjetunióba, ill. Oroszországba 1998-ig 2 331 db kiégett fűtőelem (ennek részleteit a 4.1.1. fejezet mutatja be), a 2014-ben a 2003. évi üzemzavar során megsérült 30 db besugárzott üzemanyag-kazetta, valamint 5 db fel nem használt, besugárzás nélküli friss kazetta került visszaszállításra. A fentiekben felsorolt, Oroszországba kiszállított kiégett, illetve friss üzemanyag kezeléséből Magyarország területére nem kerül vissza radioaktív hulladék.

Az országban ezen kívül az izotóp- és sugárforrás alkalmazók létesítményeiben is tárolnak elhasznált sugárforrásokat ideiglenesen (a későbbiekben az RHFT-ben kerülnek elhelyezésre), ám ezekkel a jelen összeállítás nem foglalkozik.

A három helyszínen a különféle intézményekben és létesítményekben véglegesen, előkészítő jelleggel, vagy ideiglenesen elhelyezett radioaktív hulladékok, valamint a kiégett üzemanyag mennyiségét és a tároló létesítmények kapacitását mutatja be a 2.2-1. táblázat a 2026. január 1-jei állapotnak megfelelően.

2.2-1. táblázat – Intézmények, létesítmények, tárolási kapacitások és anyagmennyiségek áttekintése (2026. január 1.)

HELYSZÍN	INTÉZMÉNY, LÉTESÍTMÉNY	KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ HULLADÉK				NAGY AKTIVITÁSÚ HULLADÉK		KIÉGETT NUKLEÁRIS ÜZEMANYAG			
		Tárolási kapacitás		Tárolt/elhelyezett mennyiség		Tárolási kapacitás	Elfoglalt tárolási kapacitás	Tárolási kapacitás		Tárolt mennyiség	
		bruttó m ³	db 200 l-es hordó	bruttó m ³	db 200 l-es hordó	m ³	m ³	db	t _{HM}	db	t _{HM}
PÜSPÖK-SZILÁGY, KISNÉMEDI	RHFT (végleges elhelyezés)	4 900	-	4 900	-	-	-	-	-	-	-
	RHFT (átmeneti tárolás)	340-415		~325							
	MVM PA Zrt. (szilárd hulladék)	2 171	10 855	2 104 ⁺	10 405	222,8	111,1	-	-	-	-
	MVM PA Zrt. (folyékony hulladék)	10 020	-	8 209	-	-	-	-	-	-	-
PAKS	MVM PA Zrt. pihentető medencék	-	-	-	-	-	-	2 600	320,97*	2 076	256,3*
	KKÁT	-	-	-	-	-	-	11 416	1 409,3*	11 317	1 397,1*
	NRHT (ideiglenes tárolás)	600	3 000	345,2	1 726	-	-	-	-	-	-
	NRHT (ideiglenes tárolás KHCS)	460**	-	5,4	-	-	-	-	-	-	-
BÁTAAPÁTI	NRHT (végleges elhelyezés I-K1)	966,6	4 833	966,6	4 833	-	-	-	-	-	-
	NRHT (végleges elhelyezés I-K2 KHCS)	2 646	-	64,8	-	-	-	-	-	-	-
	NRHT (végleges elhelyezés I-K2 hordó)	543,2	2 716	0	0	-	-	-	-	-	-

⁺ Tartalmazza a cézium és egyéb szűrőpatronok mennyiségét (23 m³), amelyeket nem hordóban, hanem speciális körszelvényű konténerekben tárolnak.

* A kiégett üzemanyag nehézfém egyenértékét (tájékoztató adat) kazetánként 123,45 kgU nehézfém-mennyiséggel számoltuk (ld. 2.3.3. fejezet).

** A kompakt hulladékesomagokból maximum 255 tárolható a hordók rovására (ekkor még 1624 db 200 l-es hordó tárolható)

Megjegyzések a 2.2-1. táblázathoz:

- A) A püspökszilágyi RHFT tárolókapacitása bruttó térfogattal van megadva. Ebben a tárolóban különféle alakú csomagokat helyeztek el (pl. 200 l-es hordó, speciális konténer, zsákos csomag, stb.). A nem tökéletes térkitöltés miatt az elhelyezett radioaktív hulladék több helyet foglal el, mint a hulladék valóságos térfogata.

A táblázatban megjelenítettük az RHFT esetében rendelkezésre álló átmeneti tárolási kapacitásokat is. A beérkező radioaktív hulladék átmeneti tárolására az átalakított üzemi épület szolgál, melynek két csarnokában összesen 912 db 200 l-es hordó helyezhető el. Ennek a tárolókapacitásnak a keretében (annak terhére) lehetőség van lemezkonténerek tárolására is. Egy lemezkonténer (1,2 m² alapterület, 1 m magasság) elhelyezése négy db 200 l-es hordónyi kapacitással csökkenti a tárolóteret. Szintén az RHFT-be történő hulladékbeszállítások fogadására átmeneti tárolási kapacitást biztosít a létesítmény A65 és A66 számú medencéje, egyenként 70 m³-es bruttó kapacitással. Az átmeneti tárolókban 2026. január 1-jén összesen 150 hordónyi szabad kapacitás állt rendelkezésre. 2025-ben megtörtént az I. medencesor (A01-A24) medencéinek végleges tárolóból átmeneti tárolóvá minősítése, de mivel ezek felbontása csak a jövőben valósul meg, a 2.2-1. táblázatban még végleges elhelyezési kapacitásként jelenítjük meg.

A csőkutakban tárolt sugárforrások száma meghaladja a 13 ezret, aktivitásuk adja a telephelyi összes aktivitás harmadát, azonban összes térfogatuk kevesebb, mint 3 m³. A csőkutakban további kb. 3 m³ tárolási kapacitás áll rendelkezésre, amely a korábbi évek beszállítási ütemét figyelembe véve több évtizedre elegendő. A nukleáris anyagok kis mennyiségű urán és tórium vegyületek, speciális konténerekben tárolt plutónium sugárforrások, valamint szegényített urán tartalmú munkatartók. A nukleáris anyagok összes térfogata sugárvédelmi árnyékolással együtt is csak kb. 10 m³. A nukleáris anyag tárolóban 5 m³ kapacitás áll rendelkezésre, amely a korábbi évek beszállítási ütemét figyelembe véve több évtizedre elegendő. 2025-ben üzembe helyezett kültéri Konténeres Sugárforrás Tárolóban, amelyben 10 db tároló konténer pozícióból 1 db-ot foglal egy 2025-ben beszállított újonnan kifejlesztett ólom árnyékolású tárolókonténer, amely jelentős aktivitású Co-60 sugárforrásokat tartalmaz. A konténerben elhelyezett torpedózott sugárforrások aktivitása adja a telephelyi aktivitás több, mint felét.

- B) A Paksi Atomerőmű szilárd halmazállapotú kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék elhelyezésére megvalósított ideiglenes tároló esetében a táblázatban bemutatott teljes kapacitás (2 171 m³, ami 10 855 db 200 l-es hordónak felel meg) egy közelítő értéknek minősül.

A táblázat nem ad számot a VK302/I-1 helyiség azon részéről, ahol 20 db szűrő oszlop tárolókonténer (szelektív szorbens tárolókonténer) tárolható (beton, körszelvényű tároló konténer, ø 1 300 mm, magasság 1 300 mm, elhelyezhető benne 7 patron: Cs-Treat, CsFix és TANNIX-MIX hulladékkal).

- C) Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. telephelyén folyékony halmazállapotú kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolásához az alábbi megjegyzéseket fűzzük:

- A megadott tárolási kapacitás (10 020 m³) az üzemszerűen igénybe vehető tároló térfogatra vonatkozik.
- Az üzemzavari tartályok térfogata ezen felül további 1 560 m³.
- Az atomerőműben összesen 8 209 m³ folyékony hulladékot tárolnak. Ez a mennyiség bepárlási maradék (sűrítmény), ioncserélő gyanták, evaporátor savazó oldat, dekontamináló oldat és iszap formájában jelenik meg.

D) Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. telephelyén a nagy aktivitású radioaktív hulladékok tárolásával kapcsolatban az alábbiakat kell megjegyezni:

- A feltüntetett kapacitás a nagy aktivitású radioaktív hulladék elhelyezésére kialakított ún. csőkutakra vonatkozik.
- A táblázatban feltüntetett hulladékmennyiség bruttó térfogatban (azaz elfoglalt tároló-térfogatban) jelenik meg.
- A csőkutakban méretük miatt el nem helyezhető nagy aktivitású radioaktív hulladékok tárolása más helyiségekben található ólom gyűjtőkonténerekben történhet. Jelenleg, 2026. január 1-jén, 2 db konténerben 2. blokki helyreállításból származó törmelék és 2 db konténerben a KKÁT-ból átszállított 5 db szűrőbetétet tárolnak. Az atomerőmű rendelkezik további 7 db konténerrel.

A nem energetikai célú reaktorokban alkalmazott fűtőelemek minden paraméterükben különböznek a Paksi Atomerőműben használatos fűtőelemektől. A kutató- és oktatóreaktorokban az üzemeltetés során eddig felhasznált, a most használatos és a jövőben bevezetni tervezett fűtőelemek paramétereit tartalmazza a 2.2-2. táblázat. Megjegyezzük, hogy az összes VVR típusú fűtőelem egy részét hármassával, mechanikailag összefogva, másik részét egyenként használják. Az egyszerűség kedvéért az összes VVR típusú fűtőelem esetében a nehézfém tömeg becslésekor a hármassával összefogott fűtőkötegek egyes fűtőelemeire lettek átszámolva.

2.2-2. táblázat – A HUN-REN EK kutatóreaktorában és a BME oktatóreaktorában felhasznált és a jövőben felhasználandó üzemanyag kazetták jellemzői

Intézmény	Felhasználás időtartama	Típus	Dúsítás [%]	Névleges U tömeg [gU] ($U^{235} + U^{238}$)	Kiégetés szintje [%]	Kiégett (besugárzott) kazetta átlagos nehézfém tartalma [g]
EK	2009 – üzemidő végéig	VVR-M2	< 20	250	60*	220
BME	teljes üzemidő során	EK-10 (módosított)	10	1 280	< 2	1 279

*A 41. kampánytól kezdve 70% a kiégetés maximális határa!

A HUN-REN EK telephelyén belül, a nukleáris létesítmény területén, a kiégett üzemanyagot vízzel feltöltött medencékben tárolják. Két ilyen medence áll a Reaktor Üzem rendelkezésére, a reaktor mellé telepített belső (reaktorcsarnoki), ideiglenes kiégett üzemanyag tároló és az épületen kívül megvalósított külső (hosszú távú tárolásra alkalmas) kiégett üzemanyag-tároló létesítmény medencéje.

A HUN-REN EK telephelyén található átmeneti tárolók kapacitását, az ott tárolt kiégett üzemanyag mennyiségét, az ennek megfelelő nehézfém mennyiségét, a tárolók kihasználtságát a 2026. január 1-jén érvényes betöltöttségi állapotnak megfelelően a 2.2-3. táblázat mutatja.

2.2-3. táblázat – A HUN-REN EK kiégett üzemanyag tároló létesítményeinek jellemzői és kihasználtságuk 2026. január 1-jén

	Teljes kapacitás egyes fűtőkötég [db]	Tárolt fűtőkötégek száma [db]	Elfoglalt tároló pozíciók száma egyes fűtőkötég [db]	Tárolt nehézfémmennyiség [kg U]
Külső tároló	2 256	0	0	0
Belső tároló	786	260 (VVR)	380* + 20**	83,6
Összesen	3 042	260	380	83,6

* A 2023-as zónarendezés során 20 db 1-es fűtőkötég és 6 db 3-as ($\Sigma 38$ db) fűtőkötég került áthelyezésre a belső tárolóba.

** 20 pozíciót foglal (a „Dummy” 3-as alumínium kizorító és 17 db berillium kizorító).

A külső tárolómedence jelenleg (2026. január 1-jén) üres, további használatra készen áll, tárolási kapacitása nem változik.

A belső tárolómedence 786 db (2x393 db) VVR típusú fűtőelem befogadására alkalmas. Jogszályi⁷ előírás szerint egy zónátöltetnek megfelelő helyet (jelenleg 190 db fűtőelem) szabadon kell hagyni, így biztosítva a zóna mindenkor üzemzavari kirakásának feltételét. A tárolóban elhelyezhető továbbá 12 db (egyes fűtőelemkötégben számolva) sérült, inhermetikus fűtőelem az erre a célra kialakított 4 db tároló konténerben. A belső tárolóban 2026. január 1-jén 60 db 3-as, valamint 200 db 1-es fűtőelemkötég van elhelyezve. Ezenkívül 20 pozíció foglalt (a „Dummy” 3-as alumínium kizorító és 17 db berillium kizorító).

A berillium kizorítók geometriai méretei azonosak az egyes fűtőelem méreteivel, feladatuk a flexibilis neutron reflektor réteg kiépíthetősége a zóna széleken. A belső tárolómedencében külön kialakított berillium tárolócsövekben 73 db berillium kizorító van tárolva, valamint 1 db sérült kizorító tárolókútba helyezve. Továbbá a zóna szélén 118 db normál kizorító és 19 db speciális berillium-alumínium kizorító van telepítve. Ezeken felül 11 db inaktív (új) berillium kizorító és ugyancsak 11 db inaktív (új) berillium-alumínium kizorítónk van tárolásban. Összesen tehát 250 db kizorítót tartanak nyilván, amelyek végleges elhelyezését a BKR üzemén kívül helyezésekor figyelembe kell venni.

A 4 db inhermetikus fűtőelem-tároló konténer helyből, az 1. sz. konténerfészekben, a sérült fejű 241-09 egyes fűtőelemkötég van.

Azaz a belső tároló teljes kapacitásából egyes fűtőelemekben számolva 380 db ($3 \times 60 + 200$) pozíciót a kiégett fűtőelemek, 20 pozíciót a „Dummy” 3-as alumínium kizorító és 17 db berillium kizorító foglal el, így marad (786-400) 386 db szabad tároló pozíció. Ebből az üzemzavari zónakirakás biztosíthatósága miatt felhasználható (386-190) 196 db pozíció.

A BME oktatóreaktorát magába foglaló tömb tartalmaz 25 db, megfelelő biológiai védelemmel ellátott csövet, melyet kiégett fűtőelemek elhelyezésére terveztek, de ezeket a csöveket még nem használták kiégett fűtőelemek tárolására. A telephelyen kiégett fűtőelemeket nem tárolnak.

⁷ a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 1/2022. (IV. 29.) OAH rendelet 5. melléklet 5.2.26.1700. pont h) alpontja

2.3. A radioaktív hulladékok és a kiégett üzemanyag keletkezésének üteme, a tárolás helyzetének várható alakulása

2.3.1. Az atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok

Az atomerőmű üzemeltetése során szilárd és folyékony kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok keletkeznek. Ezen hulladékokat az atomerőműben – a végleges tárolóba (az NRHT-ba) történő átszállításig – ideiglenesen tárolják. A szilárd halmazállapotú radioaktív hulladékok többségét 200 l-es acélhordókban, tömörített – a nem tömöríthető hulladékok esetében tömörítetlen – formában helyezik el. A folyékony hulladékokat tartályokban gyűjtik. A radioaktív hulladékokat csak szilárd formában lehet véglegesen elhelyezni, ezért a folyékony hulladékok szilárdítására is sor kerül az atomerőműben a végleges tárolóba történő átszállítást megelőzően. Az atomerőmű leszerelésekor is keletkeznek radioaktív hulladékok, melyeket feldolgozott, szilárd halmazállapotban véglegesen el kell helyezni, együtt az üzemviteli hulladékokkal.

A 2.3-1. táblázat az atomerőmű üzemeltetésével és leszerelésével kapcsolatban keletkező kis- és közepes aktivitású hulladékokról ad áttekintést. Az itt bemutatott mennyiségek figyelembe veszik:

- az atomerőmű 50 éves üzemidejét,
- a folyékony hulladékok feldolgozása során a folyékony hulladék feldolgozó technológia (a továbbiakban: FHF technológia) alkalmazását,
- az új, kompakt hulladéksomagra épülő elhelyezési koncepció bevezetését és
- az atomerőmű leszerelésére vonatkozó adatok tekintetében megfelelnek a legutolsó leszerelési dokumentumban bemutatott módszereknek és számolásoknak (lásd 6. fejezet),
- a blokkok végleges leállítását követően az utolsó kiégett üzemanyagok kiszállítására 2043-ban kerül sor;
- az első blokkok leállításától kezdődő és a pihentető medencék teljes kiürítéséig (2043) tartó időszakban 2041-ig megtörténik az üzemviteli hulladékok, illetve 2043-ig az egyes technológia rendszerek leürítéséből származó hulladékok teljes feldolgozása és kondicionálása.

A táblázat összegző adatai az NRHT szükséges tárolási és elhelyezési kapacitásának becslésére használhatók fel a továbbiakban.

2.3-1. táblázat – A Paksi Atomerőműben keletkező kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok leltára

Hulladéktípus		2026.01.01. [m³]		Keletkezés évente [m³]	Üzemidő végéig keletkezik [m³]	Kezelés	Elhelyezendő hulladék			
		Paks	NRHT				hulladékosomag	menyiség (db)	elhelyezendő térfogat [m³]	
SZILÁRD	Tömörített hulladék (elhelyezés vasbeton konténerben)	0	967	0	967	nincs	vasbeton konténer	537	967	
	Tömörített nem történelmi hulladék hordós elhelyezés	0	340	55	819	nincs	hordó	4090	818	
	Tömörített nem történelmi hulladék kompakt hulladékosomagban	1038	-		1495	kompakt hulladékosomagba helyezés	kompakt hulladékosomag	1869	3439	
	Nem tömörített hulladék	817	-		1636			2046	3765	
	Gyógykovafölddel felitatott és viztelenített iszapok	154	-	3	181			226	416	
	Co eltávolító utószűrő	72	-	14	522	nincs	konténer (4 m³)	50	200	
	Nagyméretű hulladék	-	-	-	200	nincs	konténer (1,7 m³)	54	92	
	Cs-oszlop tároló konténer	23	-	na	92	nincs	-	1566 részben a szilárd hulladéknál jelenik meg	2882	
	Normál üzemi bepárlási maradék	3612	-	200	9149	FHF technológia	kompakt hulladékosomagba cementezés (1,6-1,8-szoros térfogatnövekedés)	kompakt hulladékosomagban cementépítőként	1085	1997
	Üzemzavari bepárlási maradék (iszappal együtt)	2837	-	na	3385					
Ülepítő iszap és bepárlási maradék iszap	755	-	20	923						
Evaporátor savazó oldat (iszappal együtt)	147	-	0	147						
KÖNY	Dekontamináló oldat (iszappal együtt)	533	-	0	533	cementezés konténerbe (3,8-szoros térfogatnövekedés)	konténer (a kompakt hulladékosomaggal megegyező)	1085	1997	
	Ioncserező gyanta	325	-	5	513					
Leszerelési hulladék		na	na	na	na	nincs	Üzemvitel + üzemzavar		15 778	
							acél konténer (1,8 m³)	9718	28 085	
							acél konténer (3,6 m³)	2846	43 863	
Összes										

A táblázat **második oszlopa** bemutatja a 2026. január 1-jén meglévő hulladékok mennyiségét, elkülönítve egymástól a szilárd és folyékony halmazállapotú radioaktív hulladékokat. Ezen belül elkülönítve jelenik meg a 200 l-es acélhordókban tárolható szilárd tömörített, nem tömörített és Co-60 eltávolító utószűrő, szilárdított, illetve víztelenített iszap hulladékformák még az atomerőműben tárolt hányada, és az a rész, amely már a bátaapáti NRHT területére átszállításra került. Az atomerőműben tárolt szilárd tömörített és nem tömörített hulladékmennyiség 40%-a nagyon kis aktivitású hulladék kategóriába tartozik. Az atomerőmű területén tárolt nagyméretű radioaktív hulladékokat még nem helyezték el a VK302/I-1 helyiségben, így a nagyméretű hulladékok 2026 elején kumulált mennyiségét nem tartalmazza a táblázat második oszlopa. Hasonlóképpen – értelemszerűen – nincsenek adatok feltüntetve a leszerelési hulladékok mennyiségét illetően, hiszen ilyen hulladékok eddig még nem keletkeztek. A folyékony halmazállapotú hulladékok azon megjelenési formáinak (lásd 2.2. C pont) megfelelő mennyiségi megoszlást is tükrözi a második oszlop, amelyek végleges elhelyezésre kerülnek. A bepárlási maradékok esetében meg kell jegyezni, hogy a 2026. január 1-ig $5\,410\text{ m}^3$ keletkezett, de ebből $1\,798\text{ m}^3$ -t már feldolgoztak a folyékony hulladékkezelő technológiával, így a tárolt mennyiség $3\,612\text{ m}^3$. (A második oszlop mennyiségi adatai összesítve a 2.2-1. táblázatban is megjelennek.)

A táblázat **harmadik oszlopa** az atomerőmű normál üzemviteléből adódó hulladékmennyiségek éves keletkezési ütemét vázolja. Ebből látható, hogy éves rendszerességgel kb. 90 m^3 szilárd hulladék (kb. 450 db 200 l-es hordó) keletkezik, amelyhez további mintegy 10 m^3 (50 db hordó) várható az FHF technológia üzemeltetéséből. Így évente várhatóan kb. 500 db hordó keletkezik. A szilárd hulladékok között jelennek meg a nagyméretű szilárd hulladékok is. Ezen radioaktív hulladékokat nem lehet (vagy nem célszerű) 200 l-es hordókban elhelyezni, éves keletkezési ütemét nem lehet érdemben meghatározni. A szilárd hulladékok körében szerepelnek a cézium és egyéb szűrőpatronok, amiket speciális körszelvényű tároló konténerekben (szelektív szorbens tároló konténerekben) helyeznek el a későbbiekben. Ebből a hulladékformából is kevés keletkezik a teljes üzemidőre vetítve, ezért az éves keletkezési mennyiség nincs meghatározva.

Éves gyakorisággal 225 m^3 folyékony halmazállapotú hulladékkal kell számolni, melynek nagy része ($200\text{ m}^3/\text{év}$) bepárlási maradék (sűrítmény), de a folyékony hulladékok körében vannak nyilvántartva az evaporátor savazó oldatok, az ioncserélő gyanták ($5\text{ m}^3/\text{év}$ transzportvíz nélkül), az iszapok ($20\text{ m}^3/\text{év}$) és a dekontamináló oldatok is. A dekontamináló oldatok rendszertelen időközökben keletkeznek, így az éves keletkezési mennyiséget sem határozzuk meg. (Az evaporátor savazó oldatok mennyisége 147 m^3 , szelektív gyűjtésük megszüntetése miatt a továbbiakban keletkező térfogatot a bepárlási maradékoknál vesszük figyelembe.)

A fenti adatokat az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a korábbi évek során keletkezett hulladékmennyiségek trend-elemzéséből származtatta, és figyelembe vették a 15 hónapos kampányok bevezetésének hatását is. A 15 hónapos üzemanyag ciklus bevezetésével az évenkénti főjavítások száma négyről háromra csökkent, így a keletkező hulladékok mennyisége is csökken. A várható hulladékmennyiségek értéke továbbra is kellően konzervatívnak tekinthető.

A táblázat **negyedik oszlopa** az atomerőmű üzemidő-hosszabbítással együtt 50 éves üzemeltetését feltételezve összegezi a szilárd és folyékony radioaktív hulladékok mennyiségét. A hátralévő üzemidő és az egyes hulladékfajtákra definiált éves keletkezési ütem segít megbecsülni az üzemidő végéig keletkező teljes hulladékmennyiséget, ha figyelembe vesszük az eddig felhalmozott hulladékok mennyiségét is. Az üzemidő végéig keletkező teljes hulladékmennyiség azonban nem vezethető le mechanikusan az előzőekből. Hulladék fajtánként a fenti számolásokon túlmutató technológiai sajátosságokat is figyelembe kell venni, amelyek kis mértékben befolyásolják az üzemidő végéig keletkező teljes hulladékmennyiségeket. Befolyásolja még az üzemidő végéig keletkező teljes hulladékmennyiséget a 2003. évi üzemzavar. Ennek hatását a szilárd hulladékok

körében már nem tüntetjük fel, de a folyékony hulladékok tekintetében még külön kezeljük a bepárlási maradékok üzemzavarral összefüggő hányadát.

Az atomerőmű 50 éves üzemidejének végéig $4\,131\,200\text{ m}^3$ 200 l-es hordóban elhelyezhető tömörített és nem tömörített hulladék, valamint gyöngykovafölddel felitatott, illetve víztelenített iszap, továbbá 522 m^3 ugyancsak 200 l-es hordóban elhelyezhető Co-60 eltávolító utószűrőből adódó szilárd hulladék keletkezik. A Co-60 eltávolító utószűrők keletkezése összefügg az FHF technológia bevezetésével és az 522 m^3 -es mennyiség (ami megfelel 2 610 db 200 l-es hordónak) abból a feltételezésből indul ki, hogy hét utószűrő helyezhető el egy db 200 l-es hordóban. Ebben az oszlopban kerül megjelenítésre a kb. 200 m^3 -nyi nagyméretű hulladék és a mintegy 92 m^3 térfogatot kitevő cézium szelektív és egyéb szűrőpatron is.

A kis- és közepes aktivitású szilárd hulladékoknál figyelembe vettünk további mintegy 4000 hordónyi hulladékot, ami 2033 és 2043 között, az átmeneti időszakban keletkezik majd, részben a cementező technológia üzemeltetéséhez kapcsolódóan. Az atomerőmű üzemidejének végéig keletkező üzemviteli szilárd hulladékokhoz hasonlóan, e hulladékcsoportra is igaz, hogy kb. 40 %-a nagyon kis aktivitású hulladék kategóriába sorolható.

Ez az oszlop ad áttekintést a teljes üzemidő során keletkező folyékony hulladékmennyiségekről is. Ezek körében a legnagyobb mennyiséget a sűrítmények – bepárlási maradékok – jelentik. A sűrítmények mennyisége tartalmazza a blokkok leállítását követő időszakban leürítésre kerülő technológiai borsavoldatokból származó sűrítmény mennyiségét ($2\,100\text{ m}^3$) is. Az oszlopban megjelenik az összes többi folyékony hulladék járuléka is a teljes üzemidőre kivetítve. A gyanták térfogata itt is transzportvíz nélkül értendő. A gyanták térfogatára közölt 513 m^3 -es érték már figyelembe veszi az atomerőmű leállításakor kirakásra kerülő összes gyanta mennyiségét is.

A táblázat **ötödik oszlopa** jelzi a különböző típusú kis- és közepes aktivitású hulladékok esetében alkalmazott kezelési eljárásokat.

A normál üzemi bepárlási maradékok tekintetében feltételezzük az FHF technológia további üzemeltetését a Paksi Atomerőműben. Ezen technológia alkalmazása a hulladékok mennyiségét tekintve összességében kisebb térfogatú elhelyezendő hulladékot eredményez, ugyanakkor, mint azt korábban jeleztük, az FHF technológia alkalmazásának következtében egyéb járulékokkal (Co-60 utószűrők elhelyezésének figyelembevétele és szelektív szorbens tárolókonténer mennyiségének növekménye) is számolni kell.

A folyékony hulladékok kezelése tekintetében, a gyanták esetében csak a térfogatnövelő cementezési eljárásra számíthatunk, ahol a térfogatnövelés mértéke 3,8-as. A bepárlási maradékok közül a normál üzemi hulladékokra alkalmazzuk a térfogatcsökkentő FHF technológiát, így csak az iszaprészt kell cementezni. A vonatkozó cementezési eljárás térfogatnövelését 1,6-tal vesszük figyelembe. Az üzemzavari bepárlási maradékok (iszappal együtt), a dekontamináló oldatok és az evaporátor savazó oldatok esetén a cementezési eljárás térfogatnövelő hatása szintén 1,6 - 1,8 között változik. A folyékony hulladékok körében nyilvántartott iszapok esetében csak cementezési eljárást vehetünk figyelembe 1,6-os térfogatnöveléssel.

A táblázat **utolsó három oszlopa** már csak a szilárd, illetve a megszilárdított csomag típusokat és hulladékmennyiségeket adja meg. Ezek a mennyiségek alapvetően a kis- és közepes aktivitású hulladéktároló tervezésének kiinduló adatai. Az utolsó három oszlop közül az első az elhelyezendő hulladékcsoomag típusát, a második annak mennyiségét és végül a harmadik az elhelyezendő térfogatot tartalmazza. A cementezésre kerülő folyékony hulladékokkal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy azok egy része térkitöltésként szolgál a kompakt hulladékcsoomagokban, másik része – a kompakt hulladékcsoomaggal azonos geometriájú – acélkonténerbe kerül cementezésre (ez utóbbi acélkonténerek bruttó $2\,882\text{ m}^3$ térfogatot jelentenek). Ezekben az oszlopokban jelenik meg először a leszerelési hulladékmennyiség. (Az atomerőmű lebontásakor keletkező hulladékok

menyiségét a 6.5. fejezetben megjelölt tanulmány rögzíti.) Az utolsó oszlop a vasbeton konténeres elhelyezés esetén nettó (hiszen a konténer a mérnöki gátrendszer része), a többi hulladéksomag típus esetén bruttó hulladékmennyiségeket jelenít meg. Ehhez az oszlophoz tartozó összegzés szerint az atomerőmű teljes üzemi és leszerelési hulladékmennyisége $43\,863\text{ m}^3$.

A 2.2-1. táblázatból látható, hogy a 200 l-es hordók tárolására rendelkezésre álló szabad atomerőművi tárolókapacitás 2026. január 1-jére hogyan változott. A hulladékszállítások ütemezésének tervét a fentieket is figyelembe véve a 3.2.4 fejezet mutatja be.

A Paksi Atomerőműben kialakított tárolókapacitások lehetővé teszik a folyékony hulladékok gyűjtését és tárolását, azok térfogatcsökkentő feldolgozásának elvégzéséig. A térfogatcsökkentő feldolgozás és a szilárdítás következtében előálló radioaktív hulladékok keletkezésének és kiszállításának ütemezését szintén a 3.2.4. fejezet foglalja össze. A cementezés és az új végleges elhelyezési koncepció bevezetésének céldátuma 2027. év vége. A hulladék kiszállítások ennek megfelelően, ehhez az időponthoz kerültek igazításra. Ezzel kapcsolatban megjegyezzük, hogy az NRHT I-K2, illetve a további kamrák (I-K3, I-N1, I-N2) medencéiben tömegesen, a kamrák szakaszos lezárása után helyezhetők el hordók (lásd 3.2.4 fejezet). Így a hordók betárolásának előfeltétele bizonyos számú kompakt hulladéksomag (KHCS) elhelyezése a tárolókamra vasbeton medencéjében. Amíg kellő mennyiségű KHCS nem érkezik az NRHT-ba a hordós hulladékok beszállítására csak a felszíni ideiglenes tárolórész kapacitásának rovasára, annak mértékéig van lehetőség.

2.3.2. Az atomerőművi eredetű nagy aktivitású radioaktív hulladékok keletkezése és tárolása, a tárolási kapacitás várható alakulása, a végleges tároló szükséges térfogatának becslése

A Paksi Atomerőmű üzemeltetése során az atomerőmű adatszolgáltatása szerint, éves szinten viszonylag kis mennyiségben (nettó $5\text{ m}^3/\text{év}$) keletkezik nagy aktivitású radioaktív hulladék, melyet az atomerőmű területén ideiglenes jelleggel tárolnak az erre a célra kialakított csőkutakban. A 2.2-1. táblázat szerint $222,8\text{ m}^3$ -es tárolási kapacitásban 2026. január 1-jén $113,9\text{ m}^3$ -nyi hulladékot tárolnak. Az engedélyezett üzemidő végéig további 50 m^3 nagy aktivitású radioaktív hulladék keletkezésével kell számolni (ez a mennyiség már tartalmazza a 2. blokki üzemzavar során keletkezett nagy aktivitású radioaktív hulladékokat, de még nem veszi figyelembe, hogy a hátralevő üzemidő alatt kevesebb elnyelőtoldat válik nagy aktivitású hulladékká, mert a közelmúltban kapott engedély alapján a Paksi Atomerőmű megkezdte azok hosszabb üzemeltetését). Ezt a hulladékot a végső elhelyezés érdekében konténerekben gyűjtik össze és betonnal öntik ki. Arra való tekintettel, hogy a csőkutakban elhelyezett hulladék térkitöltése nem a legideálisabb, a konténerezett és tárolásra előkészített radioaktív hulladék térfogata ugyanannyinak tekinthető, mint amennyit a hulladék jelen állapotában a csőkutakban elfoglal.

Az elhelyezhető radioaktív hulladék méretét korlátozza a csőkutak geometriája. Egy-egy tárolócső jellemző méretei: átmérő 183 mm , magasság $6\,880\text{ mm}$. A tároló kutakban el nem helyezhető – nagyméretű – hulladékok gyűjtésére ólomkonténerekben van lehetőség.

Az atomerőmű későbbi lebontása során további 73 m^3 nagy aktivitású hulladék keletkezésével kell számolni. Ez a hulladékmennyiség a 6.5. fejezetben hivatkozott irodalom szerint bruttó mennyiségnek minősül, azaz a leszerelésből származó nagy aktivitású radioaktív hulladék elhelyezéséhez ekkora térfogatú tároló szükséges. A fenti hulladékmennyiséget 40 db nagyjából $1,8\text{ m}^3$ -es belső (effektív) térfogatú konténerben helyezik el. A jövőben megvalósítandó nagy aktivitású hulladéktároló szükséges térfogata az atomerőművi eredetű nagy aktivitású hulladékok befogadására tehát $113,9 + 50 + 73 = 236,9\text{ m}^3$.

A nagy aktivitású radioaktív hulladékok keletkezési ütemét figyelembe véve, a végleges elhelyezést a műszaki tervben foglaltak szerint csak a leszerelés fázisában kell megoldani.

2.3.3. A kiégett atomerőművi nukleáris üzemanyag keletkezése és átmeneti tárolása

A kiégett nukleáris üzemanyag átmeneti tárolása az atomerőmű szomszédságában létesített KKÁT-ban történik. Az atomerőmű normál üzemvitele során keletkező kiégett nukleáris üzemanyag-kazetták száma jól becsülhető. A Paksi Atomerőműben bevezetett 15 hónapos (C15) üzemanyag ciklus következtében egy-egy átrakás alkalmával blokkonként 96 db kiégett üzemanyag kazetta kirakásával kell számolni a pihentető medencébe, amióta 2025-re mind a 4. blokkon bevezetésre került a víz-urán viszonyra optimalizált üzemanyag használata. A 15 hónapos üzemanyag ciklus miatt, csak minden 5. évben (legközelebb 2030-ban) esedékes mind a 4 blokkon átrakás, míg az azt megelőző 4 évben csak 3 blokkon történik meg. Évenként és blokkonként így átlagosan 76,8 db kiégett kazetta kerül kirakásra.

Mai ismereteink szerint az atomerőmű tervezett 50 éves élettartamának végéig keletkező, hazánkban maradt kiégett nukleáris üzemanyag kazetták száma 17 477 db lesz. A teljes mennyiség – a további Oroszországba történő visszaszállítás lehetőségével nem számolva – az alábbi összetevőket tartalmazza:

2 076 db	pihentető medencékben	(2026.01.01.) lásd 2.2-1. táblázat
11 317 db	KKÁT-ban	(2026.01.01.) lásd 2.2-1. táblázat
4 084 db	2026 és 2038 között keletkező kiégett kazetta mennyiség, beleértve a blokkok leállításából adódó teljes zóna kirakásokat is.	

A fenti kazetta keletkezési ütemezés orosz típusú üzemanyagra vonatkozik, de az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. adatszolgáltatása alapján az üzemanyag-diverzifikációnak sincs mértékadó hatása a jelenleg prognosztizálható kiégett üzemanyag mennyiségekre és azok ütemezésre. A KKÁT-ban elhelyezendő kiégett üzemanyag-kazetták átlagos nehézfém tömege 123,45 kg.

2.3.4. A nem atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású, valamint hosszú élettartamú radioaktív hulladékok keletkezési üteme és elhelyezése

Az üzemelő atomerőművön kívül radioaktív hulladékok keletkeznek kutatóintézetekben, egészségügyi, ipari, mezőgazdasági intézményekben és laboratóriumokban. A nem atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok keletkezésének mennyisége kb. 5-10 m³/évre csökkent az elmúlt években. Ezt a radioaktív hulladékot a püspökszilágyi RHFT-ben helyezik el. A 2.2-1. táblázatból látható, hogy az RHFT szabad kapacitása gyakorlatilag kimerült. A végleges tárolótéren végrehajtandó kapacitás-felszabadítás elvégzéséig megoldást jelent az üzemi épület átalakításával kialakított központi átmeneti hulladéktároló épület, ahol 228 db hordkeret tárolására van lehetőség. Egy-egy tárolási pozíción hordkeretben 4 db 200 l-es hordó vagy 1 db 1,2 m³-es lemezkonténer helyezhető el, hordóban kifejezve így 912 db 200 l-es hordó tárolására van lehetőség.

Az üzemi épület átmeneti tárolóiban – a nukleárisanyag-tárolón kívül – 2026. január 1-jén 605 db 200 l-es hordót és 51 db lemezkonténert tároltak. Ez a hulladékmennyiség részben külső beszállítóktól érkezett a telephelyre, és ennek egy részét a továbbiakban véglegesen elhelyezik a megüresedő tároló medencékben. Egy másik része pedig a biztonságnövelő intézkedések (medencefeltárások) eredményeként keletkezett, de megfelelő kezelés és átválogatás után ezek egy részét is elhelyezik a tárolómedencékben, a maradék pedig – a válogatás eredményeként – átmeneti tárolásra kerül a központi épületben (lásd 3.1. fejezet). A fentiekből következik, hogy a

biztonságnövelő intézkedési tevékenységek során az átmeneti tároló szabad kapacitása állandóan változik, és nehezen definiálható, hogy az ott tárolt radioaktív hulladéknak pontosan mekkora hányada kerül vissza az RHFT medencébe végső elhelyezésre, és mekkora részét kell majd más tároló létesítményben véglegesen elhelyezni.

Magyarországon az ipari, mezőgazdasági és gyógyászati tevékenységek végzése éves szinten nagyon kis mennyiségű olyan hosszú élettartamú radioaktív hulladék keletkezésével jár, amely nem helyezhető el véglegesen a püspökszilági telephelyen. Ezen hulladékokat átmenetileg az RHFT telephelyén tárolják, vagy még a keletkezés helyén találhatók. Nem lehet ma ezen anyagfajták keletkezését illetően pontos éves mennyiségi adatot megadni, de az RHK Kft. jelenleg úgy tekinti, hogy a hosszú élettartamú radioaktív hulladékok teljes mennyisége az RHFT üzemidejének végéig várhatóan a 300-500 m³-es tartományba fog esni. Ezt az anyagfajtát együtt kell elhelyezni az atomerőművi eredetű nagy aktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékokkal, így az elhelyezésre kerülő összes mennyiséget ezzel a mennyiséggel növelni kell. A fenti számadat pontosítása az RHFT-ben esedékes biztonságnövelő intézkedések (medencefeltárások) végrehajtását követően válik esedékessé.

A Budapesti Kutatóreaktornál a normál működés alatt jellemzően két forrásból keletkeznek kis- és közepes aktivitású szilárd radioaktív hulladékok:

- az izotópgyártás során aktív alumínium tokmaradványok; valamint
- a rutin munkák és a karbantartás során elszennyeződött védőfelszerelés (gumikesztyűk, cipővédők, védőruhák stb.) és műanyag fólia, szűrőpapír.

Évente kb. 2 m³ szilárd radioaktív hulladék keletkezik, amit műanyag zsákban gyűjtenek össze, majd kézi hidraulikus présszel – kb. 50% térfogatúra – tömörítve 200 literes lemezhordóban tárolnak.

Az üzemeltetés során keletkező, enyhén radioaktívan szennyezett folyékony hulladékvizeket 2 darab 150 m³-es tartályban gyűjtik. Folyékony hulladékvízből – jellemzően a vízvisszatápláló rendszerek próbája esetén, valamint a dekontaminálási feladatok végrehajtásakor – normál esetben 10-20 m³ keletkezik évente, amelyet ioncserés tisztítás után a vonatkozó korlátok betartása mellett kibocsátanak.

Az üzemeltetés alatt éves átlagban kb. 100 liter radioaktív ioncserélő gyanta keletkezik, valamint a folyékonyhulladék-gyűjtő tartályok alján az üzemidő végéig néhány m³ iszap halmozódik fel. Az üzemeltetés során keletkező radioaktív hulladékokat az üzemeltető rendszeresen a püspökszilági RHFT-be szállíttatja el végleges elhelyezésre. 2026. január 1-jén a Budapesti Kutatóreaktor telephelyén 2 m³ (további ~ 3-4 m³ hulladék felmérése, kategorizálása jelenleg folyamatban van a hulladékkezelés javítóintézkedésének leírása szerint) szilárd és 0,5 m³ szilárdítandó radioaktív hulladékot tárolnak. A következő, mintegy 10 éves üzemeltetési periódusban, azaz 2033-ig, az eddigi tapasztalatoknak megfelelően, várhatóan kevesebb, mint 10 m³ kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék fog keletkezni.

A Budapesti Kutatóreaktor leszerelése során megközelítőleg 320 m³ kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék keletkezésével kell számolni.

A BME oktatóreaktora esetében a jövőbeli üzemeltetés és a majdani leszerelés során képződő kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék mennyiségére az előzetes becslések szerint 50-60 m³ adódott.

A nem energetikai reaktorok üzemeltetése és majdani leszerelése során nagy aktivitású, illetve hosszú élettartamú radioaktív hulladék várhatóan nem keletkezik.

2.3.5. A nem atomerőművi eredetű kiégett üzemanyag keletkezése és átmeneti tárolása

A Budapesti Kutatóreaktor (a továbbiakban: BKR) 1959 óta működik. Az 1986-ban megkezdett rekonstrukciót követően a reaktor 1992 óta működik újra. Az 1993-ban határozatlan időre kiadott üzemeltetési engedélyt a jogszabály alapján tízévente időszakos biztonsági felülvizsgálat keretében meg kell újítani. Az első felülvizsgálatra 2003-ban, a másodikra 2013-ban, majd 2023-ban került sor.

A BKR az OAH BKR-HA0074 számú határozatában megkapta a további üzemeltetési engedélyt. Az engedélyes az üzemeltetési engedélyt határozott időre, 2033. 12. 15-ig kapta meg az előírt kötelezések betartása és feltételek határidőre történő kidolgozása esetén. A HUN-REN EK adatszolgáltatása szerint így a reaktor tervezett üzemideje a rekonstrukciótól számított 30 év + a fent említett engedély szerint számítható további 10 év.

A biztonságos üzemvitel számára szükséges az aktuális rekonstrukció folytatása, illetve az azt követő 10 éves üzemeltetési periódus elvi és pénzügyi támogatása.

Évente (13-15 havonta) – a felhasznált üzemidő függvényében – átlagosan 38 db (VVR típusú) fűtőelem cseréjére kerül sor. A HUN-REN EK már nem rendelkezik friss nagy dúsítású (36%) fűtőelemekkel, mert a fel nem használt fűtőelemeket 2008-ban visszaszállították Oroszországba. A kiégett nagy dúsítású fűtőelemek visszaszállítása Oroszországba 2013-ban történt meg. A HUN-REN EK tulajdonában nincsen nagy dúsítású uránt tartalmazó fűtőelemköteg. A konverzió 2012 novemberében fejeződött be, ekkor kerültek ki az utolsó 36%-os dúsítású, kiégett fűtőelemek a zónából.

A <20 %-os dúsítású új VVR-M2 üzemanyagkötegek bevezetése megtörtént. A reaktor jelenleg 72 db egyes és 28 db hármas (összesen 156 db egyes fűtőelem) friss VVR-M2 <20 % dúsítású fűtőelemköteggel rendelkezik, továbbá 190 db fűtőelem (100 db egyes és 30 db hármas fűtőelemköteg) van a reaktorban, azaz a fűtőelemek teljes száma a 380 db kiégett fűtőelemmel együtt, 726 db.

A HUN-REN EK adatszolgáltatása alapján a 2.3-2. táblázat bemutatja a BKR-ben keletkezett, és eddig el nem szállított, valamint a jövőben várhatóan keletkező kiégett üzemanyag mennyiségét az üzemidő végéig.

2.3-2. táblázat – A BKR-ben keletkezett és eddig el nem szállított, illetve a jövőben várhatóan keletkező kiégett üzemanyag adatai

Idő, Mennyi- ségek Típus (dúsítás)	1959 – 2026. 01. 01.			1959 – 2033. 12. 15.*		
	kiégett fűtőköteg [db]	szükséges tároló pozíció [db]	nehézfém tömeg [kgU]	kiégett fűtőköteg [db]	szükséges tároló pozíció [db]	nehézfém tömeg [kgU]
VVR-M2 (20)	260	380	83,6	490	726	159,72
ÖSSZESEN		380	83,6		726	159,72

* Megjegyzés: A számítások a BKR-nél jelenleg rendelkezésre álló fűtőkötegekre vonatkoznak. A 2033-ig tervezett üzemidőhöz újabb fűtőkötegek beszerzése szükséges.

A 2.2-3. és a 2.3-2. táblázatok összevetéséből látszik, hogy az intézet a korábbi üzemanyag visszaszállítások következtében elegendő tároló kapacitással rendelkezik a tervezett üzemidő végéig, hiszen a teljes tároló kapacitás 2 852 db, szemben az üzemidő végéig szükségessé váló 726 db tároló kapacitással.

A BME oktatóreaktorában 1971. óta 24 db részben módosított EK-10-es kazetta üzemel. Ezen kazetták névleges betöltési nehézfém-tömege 29,52 kg volt, amiből idáig kb. 0,028 kg U-235 izotóp fogyott el. Az Oktatóreaktor üzemeltetési engedélyének meghosszabbítására 2027-ben várhatóan a jelenlegi üzemanyagföltétellel kerül sor. 2027-ig a tervezett üzemeltetés során az aktív zóna átrakására nem fog sor kerülni. Így a teljes üzemidő során maximum 68,91 kg nehézfém-tömegű kiégett üzemanyagra lehet számítani. A BME adatszolgáltatása alapján megjelenítettük azon „friss” kazetták számát is, melyet az 1970-es években alacsony teljesítményen végzett reaktorfizikai kísérletekhez használtak fel. Ezeket az adatokat foglalja össze a 2.3-3. táblázat.

2.3-3. táblázat – A BME által üzemeltetett oktatóreaktorban keletkező kiégett üzemanyag mennyisége

Idő, Mennyiségek Típus	1971 – 2026. 01. 01.			1971 – 2027.		
	kiégett kazetta [db]	szükséges tároló pozíció [db tok]	nehézfém tömeg [kgU]	kiégett kazetta [db]	szükséges tároló pozíció [db tok]	nehézfém tömeg [kgU]
EK-10	0	0	0	56	56	68,91

A két intézményi reaktor (EK, BME) tervezett élettartamának végéig 228,63 kgU mennyiségű (159,72+68,91) kiégett üzemanyag keletkezik. Az együttes tároló igény $726 + 56 = 782$ tároló pozícióra terjed ki, ha feltételezzük a BME kazettáinak a HUN-REN EK tárolójában történő átmeneti tárolását (1 tároló pozíció 3 db VVR „egyes”, vagy 1 db VVR „hármás” vagy 1 db EK-10 típusú fűtőelemköteg elhelyezésére alkalmas), de az ez irányú döntés esetén ennek engedélyeztetését még le kell folytatni. A tároló kapacitás iránti igényt csökkentheti a kiégett fűtőelemek egy részének esetleges újabb oroszországi visszaszállítása. Mivel a teljes tárolási kapacitás újabb oroszországi visszaszállítás nélkül is lehetőséget biztosít a fentiekben bemutatott mennyiségű kiégett fűtőelem átmeneti tárolására, a létesítmény üzemidejének végéig a tároló kapacitás elégségesnek tekinthető.

3. Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

3.1. Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezése az RHFT-ben

3.1.1. Előzmények

A radioaktív hulladékok az izotóptechnika hazai alkalmazásával egyidejűleg jelentek meg. Ezeket kezdetben az alkalmazásban élen járó MTA Izotóp Intézet területén tárolták. 1960-ra készült el a solymári kísérleti izotóp tároló, így a radioaktív hulladékok országos összegyűjtése 1960-ban kezdődhetett meg.

Az első, kísérleti radioaktív hulladék-tároló létesítmény helykiválasztása nem volt kellően megalapozott és a létesítmény műszaki megoldásai is hiányosak voltak. A kísérleti tároló

kapacitása hamar kimerült, így a létesítést követő tíz év elteltével egy új radioaktív hulladék-tároló (az RHFT) létesítése vált szükségessé.

Az új létesítmény Püspökszilágyon készült el 1976. december 22-én 3 540 m³ kapacitással. A tárolót műszakilag a földfelszín közelében épített medencés, illetve csökutas kialakítással valósították meg.

Az első szállítmányt az RHFT 1977. márciusában fogadta. A létesítmény végleges üzemeltetési engedélyét 1980-ban adta ki az Egészségügyi Minisztérium. Ellenkező rendelkezés hiányában az RHFT elhelyezésre átvett majd minden radioaktív hulladékot, ami a nukleáris technika alkalmazása során keletkezett, így kerültek oda hosszú élettartamú radioaktív hulladékok is.

Természetes elképzelésként adódott a Paksi Atomerőmű üzemelésekor, hogy az atomerőmű üzemeltetése és leszerelése következtében keletkező radioaktív hulladékot Püspökszilágyon lenne célszerű véglegesen elhelyezni, hiszen itt működött az ország egyetlen kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésére kijelölt létesítménye. Az atomerőművi eredetű hulladékok mennyisége azonban lényegesen meghaladta az RHFT kapacitását, a Paksi Atomerőmű kis aktivitású szilárd hulladékainak Püspökszilágyra történő szállítására ezért csak átmeneti megoldásként került sor. Ennek keretében 1983 és 1989, valamint 1992 és 1996 között az RHFT kapacitásából az atomerőmű mintegy 2 500 m³-t foglalt el. A beszállítások közötti időszakban megtörtént a püspökszilágyi RHFT tárolókapacitásának kibővítése. A létesítmény bővített tárolókapacitása összesen 5 040 m³.

További jelentős mérföldkőnek tekinthető az RHFT vonatkozásában, hogy a létesítmény üzemeltetését és engedélyesi feladatait 1998-ban átvette az RHK Kft. jogelődje az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Fővárosi Intézetétől. A munka a hulladéktároló biztonságának teljes körű értékelésével kezdődött. A 2002-ben elvégzett pontosított biztonsági elemzés ismeretében kimondható, hogy az RHFT üzemeltetése és a környezet biztonsága az intézményes ellenőrzési időszak végéig megfelelően garantált. A biztonsági értékelés alapján határozták meg azokat a feladatokat, amelyek a létesítmény hosszú távú biztonságának garantálásához szükségesek, és az értékelésre épült az Alappal rendelkező miniszter által 2002-ben jóváhagyott „A püspökszilágyi RHFT biztonságnövelő programja – 2002-2005” című dokumentum is. A biztonságnövelő program első ütemében került sor egyebek mellett az üzemi épület átalakítására és átmeneti tárolóként történő engedélyeztetésére, a III. és IV. sz. medencesor környezetének helyreállítására is.

A biztonságnövelő program első ütemét követően 2005-ben elkészült a „A püspökszilágyi RHFT biztonságnövelő programja, II. ütem (2006-2010)” című dokumentum, amelyet az Alap felett rendelkező miniszter még 2005 végén jóváhagyott, meghatározva a telephely további rekonstrukciós feladatait. A program első fázisának (II. ütem 1. fázis) fő feladata négy cella (A11, A12, A13, A14) demonstrációs célú kirakása, a kirakott radioaktív hulladék átválogatása volt, beleértve a szükséges infrastruktúra kialakítását és a munka engedélyeztetését is. A négy medence hulladékainak visszatermelésével, feldolgozásával, minősítésével és újra elhelyezésével megvalósított demonstrációs program 2010-ben sikeresen lezárult, beleértve a program folytatásához szükséges előkészítő tevékenységek egy részét is (a medencefeltáró munkák összegző értékelése, a további munkákat megalapozó biztonsági értékelés, hatósági engedély megszerzése a program folytatásához). Elkészült „A püspökszilágyi RHFT biztonságnövelő programjának eddigi eredményei és a további feladatok 2012-2017” című előterjesztés a KNPA Szakbizottság részére. Az előterjesztésben meghatározott feladatokat a KNPA Szakbizottság elfogadta. A vissza nem helyezett hulladékok jelenleg a központi átmeneti hulladéktároló épületben találhatók (lásd 2.3.4. fejezet). A demonstrációs cellabontási munkák keretében

elvégzett lépések eredményeként jelentős – a 280 m³ tároló térfogatból 55 m³ bruttó – tároló hely felszabadítására került sor.

A hulladék visszatermelés feltételeinek megteremtéséhez egy hosszabb időtartamra szolgáló, nagyméretű, könnyűszerkezetes csarnok – valamint abban egy belső „konténment” – felépítésére volt szükség, amelyek megfelelő munkakörülményeket biztosítanak, illetve kielégítik a munkavégzéshez szükséges radiológiai és környezetvédelmi követelményeket is. A szükséges engedélyek birtokában befejeződött a két épület megépítése, továbbá a konténment sugárvédelmi ellenőrző rendszeréhez tartozó berendezések és eszközök beszerzése és helyszíni telepítése is.



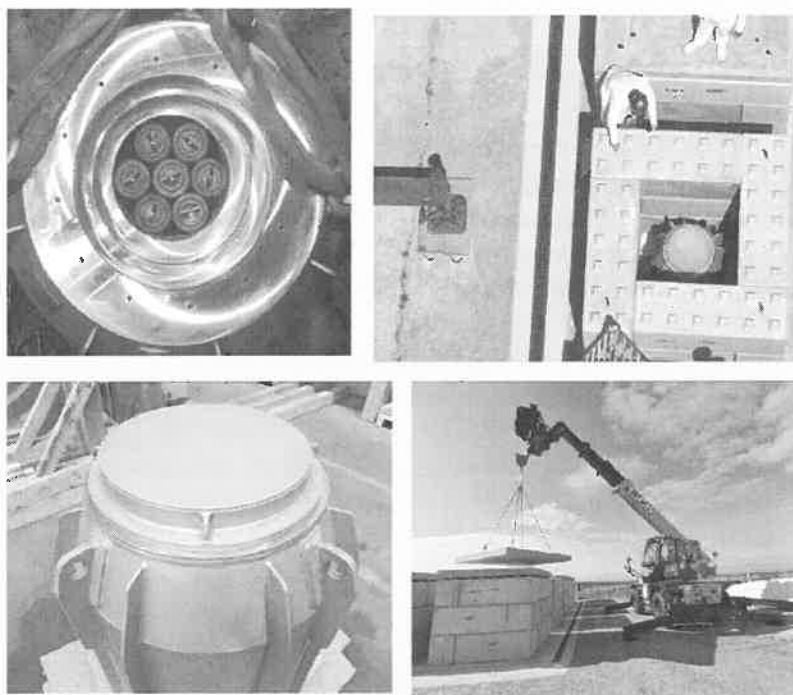
2. ábra: Az RHFT I. medencesora fölé telepített könnyűszerkezetes épület és konténment

A biztonságnövelő program megkezdéséhez – a hulladék visszatermelését követő, szétválogatásához, kezeléséhez, minősítéséhez – ideiglenes tárolókapacitásra van szükség. Mivel az RHFT telephelyén mintegy 150 hordónyi (30 m³) szabad tárolókapacitás áll rendelkezésre, az ideiglenes tárolókapacitás biztosítása csak bővítéssel lenne lehetséges. Ehhez el kellene végezni egy ideiglenes tároló létesítmény tervezését, engedélyeztetését, és kivitelezését, aminek jelentős idő- és költségigénye lenne. Ezt figyelembe véve az RHK Kft. által készített megalapozó tanulmány (SMI-014/19) az intézményi hulladékok egy részének NRHT-ba történő átszállítására tett javaslatot. A KNPA Szakbizottság állásfoglalása értelmében a kapcsolódó feladatokat – amelyek érintik az RHFT-t és az NRHT-t is – a közép- és hosszú távú tervekben kell megjeleníteni. Az RHK Kft. benyújtotta – az RHFT tekintetében – az átszállításhoz szükséges átalakítási engedély kérelmet, amelyet az OAH elbírált és a tevékenységre 2022. április 14-én kelt. RHKR-HA0072 számú határozatával engedélyt adott. Az átszállításhoz szükséges még a hulladék nyilvántartó rendszer átalakítása, ami szintén megtörtént. Annak érdekében, hogy az átszállított hordók – NRHT hulladék átvételi követelményeinek való – megfelelését igazolni lehessen az RHK Kft. egy hulladékminősítési programot dolgozott ki. 2024-ben 4 db hordó átszállításával megérkeztek az első hulladékcsomagok az NRHT telephelyére, amely további 21 db hordó átszállításával 2025-ben is folytatódott.

A Dispomedicor Zrt. debreceni telephelyén sugársterilizáló üzembe telepített AECL JS-9600 típusú, radioaktív sugárforrásokat tartalmazó besugárzó berendezést üzemeltetett. A cég

felszámolás alá került és a telephelyen található 206 db jelentős aktivitású Co-60 sugárforrást az OAH a 2021. március 9. napján kelt, OAH-2020-08610-0012/2021 iktatószámú, SVR-HA11097 határozatszámú döntésében elkobozta. Az összes sugárforrás átvételét és átmeneti tárolását az RHK Kft. az elkobzáskor nem tudta biztosítani, ezért a kormány felhatalmazása alapján 2021. december 1-jén szerződést kötött az Izotóp Intézet Kft.-vel a sugárforrások kiszerezésére, Debrecenből történő elszállítására és három évig (2024. november 22-ig) történő tárolására. Ezt a határidő – szintén kormányzati jóváhagyással – 2024 során további egy évvel (2025. november 15-ig) meghosszabbodott. Az RHK Kft. több alternatíva vizsgálata után a biztonság elsődlegességét szem előtt tartva azt a döntést hozta, hogy a jelentős aktivitású sugárforrások tárolását nem a meglévő csőkutakban, hanem egy megfelelő sugárvédelmi méretezéssel rendelkező nagy árnyékoló képességű tárolókonténerben oldja meg, amelyet az RHFT tároló területén elhelyezkedő Konténeres Sugárforrás Tárolóban helyeznek el. Ezzel a megoldással minimalizálhatók a torpedózott sugárforrások mozgatásából, átemeléséből származó sugárvédelmi kockázatok (sugárzás kiszórása, torpedók megszorulása stb.).

2024-ben elkészült az átmeneti konténeres sugárforrástároló építmény kiviteli terve és az Izotóp Intézet Kft.-vel együttműködve megkezdődött a tároló konténer és a torpedók beszerzése. A környezetvédelmi működési engedély módosítását követően, az RHK Kft. kezdeményezésére az OAH kiadott a konténeres sugárforrás tároló létesítésére egy építési és egy átalakítási, továbbá egy fizikai védelmi átalakítási engedélyt. Majd 2024 őszén az RHK Kft. benyújtotta az üzemeltetési engedély módosítására irányuló kérelmét, amelyet az OAH 2025-ben kiadott. Ezzel lehetővé vált az újonnan kialakított létesítményszegmens (külső sugárforrás tároló) üzembe vétele. Az Izotóp Intézet Kft. telephelyén tárolt Co-60 sugárforrásokat 2025. júniusában az újonnan beszerzett tárolókonténerbe helyezték, majd a 2025. június 26-án egy megfelelő engedéllyel rendelkező szállítókonténerben (overpack) az RHFT-be szállították és az újonnan kialakított 10 db kültéri tárolópozíciók egyikében helyezték el.



3. ábra: Az RHFT kültéri sugárforrás tároló építménye (jobb felső és alsó kép) és a PRM-2P tároló konténer (bal felső és alsó kép)

3.1.2. Stratégiai cél

A püspökszilágyi RHFT vonatkozásában kiemelt jelentősége van a folyamatos korszerűsítésének, így biztosítva az intézményi radioaktív hulladékok biztonságos átvételét, kezelését, átmeneti tárolását, illetve végleges elhelyezését. Folytatni kell a tárolómedencéken belüli térfogat-felszabadítás gyakorlatát, biztonsági, műszaki, gazdasági és lakossági elfogadási szempontokat is figyelembe véve.

Az RHFT vonatkozásában alapforgatókönyvként a folyamatos üzemeltetés a cél legalább 2064-ig, de a nagyon kis aktivitású tároló létesítésével kapcsolatos döntést követően felül kell vizsgálni az RHFT hosszú távú sorsát. Az RHFT a továbbiakban kizárólag a nem atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezését szolgálja, a hosszú élettartamú hulladékok tárolását csak átmenetileg oldja meg. A kis- és közepes aktivitású hulladékok elhelyezésére vonatkozó feladat ellátása szabad tárolási kapacitás nyerésével válik lehetségessé a jövőben, ezért a biztonságnövelő program végrehajtása, valamint bizonyos hulladékok NRHT-ba történő átszállítása kiemelt célnak minősül.

Az RHFT hosszabb távú üzemben tartásának stratégiáját alapvetően három tényező befolyásolja:

- A jelenleg érvényes Nemzeti Program 2064-ig veszi figyelembe az intézményi hulladékok fogadását, azonban a radioaktív anyagok és sugárforrások intézményi alkalmazásából származó radioaktív hulladék kezelését lényegesen hosszabb időtávlatban kell biztosítani.
- Meg kell oldani az országban található jelentős aktivitású sugárforrások tárolását és elhelyezését.
- A nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékok befogadására egy új felszín közeli tárolót kell létesíteni.

A biztonságnövelő program végrehajtásának befejezéséig (~20 év) az RHFT-t üzemben kell tartani, de a fenti három tényező figyelembevételével az alapforgatókönyv (üzemeltetés 2064-ig) mellett alternatív stratégiai forgatókönyvként meg kell vizsgálni az RHFT korábbi bezárásának – és hosszabb távon az intézményi eredetű hulladékok NRHT-ban történő kezelésének – lehetőségét.

3.1.3. A közeljövő feladatai

Folytatni kell az NRHT-ba átszállításra kijelölt hordók minősítését, majd – az I-K2-kamra feltöltésének függvényében – folytatni kell a hordók átszállítását az NRHT-ba.

A biztonságnövelő intézkedések keretében be kell szerezni a hulladékok visszatermeléséhez szükséges eszközöket, berendezéseket, le kell folytatni a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását vagy végleges elhelyezését biztosító tároló létesítmények biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 9/2022. (XII. 29.) OAH rendelet (a továbbiakban: 9/2022. OAH rendelet) szerinti átalakítási engedélyezési eljárást, majd meg kell kezdeni a hulladékcsomagok visszatermelését, átválogatását, újra minősítését és újra elhelyezését.

Az RHK Kft. az OAH felkérésére felkészülési stratégiát dolgozott ki az országban található további jelentős aktivitású sugárforrások kezelésére. A lehetséges stratégiai forgatókönyveket meg kell jeleníteni a Nemzeti Programban annak következő felülvizsgálatakor, és ezt követően el kell kezdeni a megvalósításukat. Folytatni kell a jelentős aktivitású sugárforrások tárolására alkalmas

tároló konténerek és torpedók beszerzését az elmúlt években kidolgozott és engedélyezett tárolási megoldáshoz igazodóan, hogy az RHFT megfelelő tartalékokkal rendelkezzen további sugárforrások RHFT-ben történő fogadásához.

A szükséges engedélyek megszerzése után a telephely egyéb korszerűsítési munkáit is folytatni kell: így a hulladékvizek kezelésével kapcsolatos berendezések, illetve technológiák rekonstrukcióját, valamint a tűzvédelmi rendszer korszerűsítését, továbbá a csapadékvíz elvezetési rendszer felújítását a biztonságnövelő program prioritását szem előtt tartva kell a jövőben megvalósítani.

3.1.4. A feladatok ütemezése

- 2027-2034 - A biztonságnövelő program végrehajtásához szükséges fejlesztések, eszköz beszerzések, valamint engedélyeztetési lépések, a létesítmény korszerűsítése.
 - A biztonságnövelés (kapacitás-felszabadítás) II. ütem 2. fázis kivitelezési munkáinak az I. számú medencesor A01-A24 medencéire vonatkozó végrehajtása (visszatermelés, feldolgozás, minősítés).
 - A fizikai védelmi kamerarendszer korszerűsítése.
 - A könnyűszerkezetes épület megépítése a II. medencesorra.
 - A nukleárisanyag-tároló átalakítása.
 - A létesítmény üzemeltetése, a hulladékok egy részének átszállítása az NRHT-ba, Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat (a továbbiakban: IBF) végrehajtása és karbantartása.
 - Felkészülés a kis reaktorok leszerelése (jelentősen nő az elhelyezendő hulladék mennyiség).
- 2035–2040 - A biztonságnövelés (kapacitás-felszabadítás) folytatása a II. számú medencesor tartalmának (A25-A48 medencék) feldolgozása, ezt követően a hulladékok újra elhelyezése. Az I-II. számú medencesor környezetének helyreállítása.
 - A könnyűszerkezetes épület megépítése a III. medencesorra.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása a hulladékok egy részének átszállítása az NRHT-ba, az IBF végrehajtása.
- 2041-2050 - A biztonságnövelés (kapacitás-felszabadítás) III. számú medencesor tartalmának feldolgozása, ezt követően a hulladékok újra elhelyezése.
 - A könnyűszerkezetes épület megépítése a IV. medencesorra.
 - A kapacitás-felszabadítás (biztonságnövelés) III. ütem előkészítése és kivitelezése (a III-as, és IV-es számú medencesorok tartalmának kondicionálása, térkitöltése, valamint a sekély mélységű tároló medencék felszámolása).
 - Kísérleti medencetakarás létesítése (a végleges lezárás módjának tesztelése, meghatározása), üzemeltetésének megkezdése.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása, a hulladékok egy részének átszállítása az NRHT-ba, IBF végrehajtása.
- 2051-2060 - Kísérleti medencetakarás üzemeltetése.
 - A kapacitás-felszabadítás (biztonságnövelés) IV. ütem előkészítése (a csökutak megszüntetéséhez szükséges feltételek meghatározása).
 - A végleges földtakarás előkészítése, felkészülés a telephely lezárására.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása, IBF végrehajtása.

- 2061–2064 - A kapacitás-felszabadítás (biztonságnövelés) IV. ütem végrehajtásához szükséges feltételek megteremtése (a csőkutak megszüntetéséhez, felszámoláshoz szükséges infrastruktúra kiépítése).
 - A kapacitás-felszabadítás (biztonságnövelés) IV. ütem kivitelezése (a csőkutak felszámolása, a sugárforrások előkészítése és átszállítása).
 - A létesítményben tárolt hosszú élettartamú radioaktív hulladékok előkészítése és átszállítása a nagy aktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok végleges tárolójába.
- 2065-2066 - A végleges földtakarás elkészítése.
- 2067 - A létesítmény végleges lezárásának befejezése, majd az aktív intézményes ellenőrzés megkezdése.

3.1.5. Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez

A biztonságnövelés (kapacitás-felszabadítás) II. ütemének keretében megvalósuló tevékenységek költségvonzatait és időbeli ütemezését „A püspökszilági RHFT biztonságnövelő programjának eddigi eredményei, és a további feladatok 2012-2017” című dokumentum határozza meg. A fenti dokumentum előirányzatai (a biztonságnövelő intézkedések II. ütem 2. fázis kivitelezési ütemezésére és a vonatkozó költségekre, valamint a III. és IV. ütem végrehajtásának költségeire és időbeli ütemezésére) részben a II. ütem 1. fázisa során szerzett tapasztalatok, részben pedig a könnyűszerkezetes épület és konténment kivitelezésére megkötött szerződés tényadatai alapján kerültek meghatározásra, egyidejűleg pontosításra került a feladatok ütemezése is.

A Paksi Atomerőmű telephelyén létesülő új atomerőművi blokkal (blokkokkal) kapcsolatos további feladatok meghatározásáról szóló 1194/2012. (VI. 18.) Korm. határozat⁸ 11. és 12. pontjaiban felsorolt feladatokhoz kötődően az RHK Kft. vállalta, hogy egy előterjesztést készít a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék kategória bevezetésének lehetőségéről, az ilyen hulladékok elhelyezhetőségéről. Elkészült az SMI-002/13 azonosítójú előterjesztés „A nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló hazai megvalósításával kapcsolatos stratégiáról”, melyben az RHFT hosszú távú feladatai és üzemeltetési költségei is pontosításra kerültek. Az RHFT hosszú távú költségbecslésénél (elsősorban az intézményes ellenőrzés fázisára vonatkozóan) a fenti pontosítást figyelembe vettük.

Az RHFT működtetési költségei tartalmazzák a biztonságnövelési program keretében megvalósuló üzemeltetési tevékenységek költségeit is. Az RHFT működési költségei részét képezik az RHK Kft. működési költségeinek (lásd 8. fejezet). A püspökszilági tároló költségei között jelenik meg – 2064 és 2067 között, három évre elosztva – a létesítményben tárolt hosszú élettartamú hulladékok kondicionálási költsége is műszaki becslés alapján.

Az RHFT bezárását követő intézményes felügyelet magába foglalja a létesítmény aktív és passzív felügyeletét, és a létesítményre vonatkozó adatok megőrzését. Az ezzel kapcsolatos költségeket a létesítmény bezárásának évéhez kapcsolva jelenítjük meg műszaki becslés alapján.

Az RHFT üzemeltetése függ a nagy aktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok tárolójának projektjétől is, mivel a létesítmény lezárásának legkorábbi időpontját az határozza

⁸ A Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásával kapcsolatos egyes feladatok meghatározásáról szóló 1836/2014. (XII. 29.) Korm. határozat 9. pontja 2014. december 30. napjával visszavonta a határozatot.

meg, hogy mikor nyílik meg az a létesítmény, ahová az átmenetileg Püspökszilágyon tárolt hosszú élettartamú radioaktív hulladékokat át lehet szállítani.

3.2. Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése a bátaapáti NRHT-ban

3.2.1. Előzmények

Miután a püspökszilágyi létesítmény oly mértékű bővítése, ami az atomerőmű teljes igényét kielégítené nem volt megvalósítható, 1993-tól elindult a Tárcaközi Célprojekt (később Nemzeti Projekt), melynek célkitűzése az atomerőművi eredetű kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésének megoldása lett. Ennek keretében – a térségben élő lakosság véleményét is figyelembe véve – megkezdődött a telephely-kiválasztás előkészítése.

1996-ban a földtani, műszaki, biztonsági és gazdasági vizsgálatok záródokumentuma Üveghuta térségében javasolt további vizsgálatokat a felszín alatti, gránitban történő elhelyezésre, melyek 1997-ben kezdődtek meg. A földtani kutatásokról zárójelentés készült 2003 végén, melynek fő megállapítása szerint „A Bátaapáti (Üveghuta) telephely a rendeletben megfogalmazott valamennyi követelményt teljesíti, így földtanilag alkalmas kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére.” Ezt a dokumentumot az illetékes földtani hatóság, a Magyar Geológiai Szolgálat Dél-Dunántúli Területi Hivatala véleményezte, és határozattal elfogadta.

A 2004-2007 közötti időszakra készült földalatti kutatási terv célkitűzése a tárolót befogadó köztérzfogat kijelölésére irányult. A földalatti kutatási munkák 2005 februárjában a lejtaknák mélyítésével megkezdődtek. 2005-ben Bátaapáti képviselőtestülete kezdeményezésére véleménynyilvánító népszavazást tartottak a községben. Magas (75%-os) részvétellel a szavazók közel 90,7%-a egyetértett azzal, hogy Bátaapátiban kis- és közepes aktivitású hulladéktároló épüljön. A magyar Országgyűlés – 85/2005. (XI. 23.) OGY határozatával⁹ – 2005. november 21-én az Atomtörvény 7. § (2) bekezdése alapján előzetes, elvi hozzájárulást adott a földtanilag már korábban alkalmasnak minősített területen kis- és közepes aktivitású hulladéktároló létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez.

A földalatti és felszíni beruházási és építési tevékenységekkel párhuzamosan az alábbi meghatározó jelentőségű engedélyek kiadására került sor:

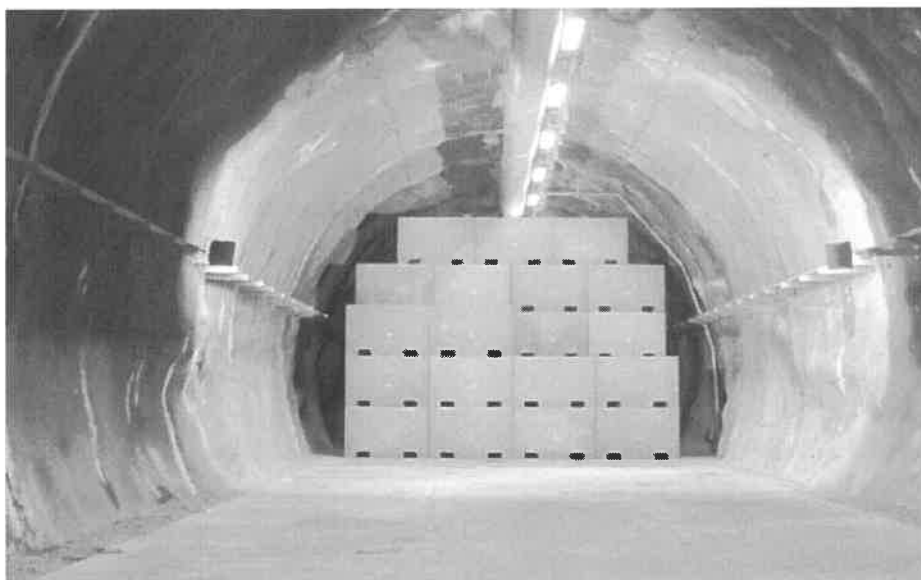
- A környezetvédelmi engedélyt első fokon 2007. május 15-én adta ki a Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség, de az eljárásba ügyfélként bejelentkezett Magyar Energia Klub fellebbezést nyújtott be az elsőfokú határozat ellen. A másodfokú eljárásban az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség jóváhagyta az elsőfokú határozatot, ami 2007. október 18-án jogerőre emelkedett.
- 2008. május 14-én az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Dél-dunántúli Regionális Intézete (a továbbiakban: ÁNTSZ DDRI) kiadta az NRHT létesítési engedélyt.

Az NRHT létesítése több ütemben valósul meg, és ehhez a szakaszolt létesítéshez igazodik az egyes elkészült létesítményrészek üzembe helyezése és üzemeltetési engedélyezése.

⁹ A kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolójának létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez szükséges előzetes, elvi hozzájárulásról és a paksi atomerőmű üzemidejének meghosszabbításáról szóló 85/2005. (XI. 23.) OGY határozat

Első ütemben 2008. közepére elkészültek az NRHT felszíni létesítményei: a központi és a technológiai épület. Az ÁNTSZ DDRI Sugáregészségügyi Decentrum (a továbbiakban: SD) a 2008. szeptember 25-én kiadott, 3623-30/2008. iktatószámú határozatában engedélyt adott a bátaapáti NRHT felszíni létesítményeinek üzembe helyezésére. Az I. ütemben elkészültek a felszíni telephely mindazon létesítményei és rendszerei, amelyek lehetővé tették a Paksi Atomerőműben felhalmozódott szilárd hulladékok egy részének (tömörített vegyes szilárd hulladék, 200 l-es hordókba csomagolva) átvételét és a felszín alatti elhelyezésük előkészítését az átvett hulladékos hordók betárolásával a technológiai épület e célt szolgáló csarnokában. A felszíni létesítmények hivatalos átadása 2008. október 6-án, az első hulladékszállítás a technológiai épületbe pedig 2008. december 2-án valósult meg.

A létesítés második ütemében, 2012-re megvalósult az első két kamra (I-K1 és I-K2) és megépültek az ezeket kiszolgáló technológiai rendszerek. Az RHK Kft. engedélykérelmet nyújtott be az NRHT I-K1 kamrájába történő radioaktív hulladék beszállítására, végleges elhelyezésére, tárolására, és az ezt kiszolgáló létesítmények, technológiai rendszerek üzemeltetésére vonatkozóan. Az engedélyezési eljárást követően az SD az XVII-084/00982-45/2012. iktatószámú határozatában engedélyt adott az I-K1 tárolókamra és a hulladékbeszállítást biztosító ellenőrzött zóna vágatainak üzembe helyezésére. Az üzemeltetési engedély 2012. szeptember 10-én vált jogerőssé. Az I-K1 kamra ünnepélyes átadására és az első vasbeton konténer végleges elhelyezésére 2012. december 5-én került sor. Az átadás óta a vasbeton konténerek végleges elhelyezése az ütemterveknek megfelelően megtörtént, az I-K1 tárolókamra megtelt.



4. ábra: Vasbeton konténerek végleges elhelyezése az I-K1 tárolókamrában

Az első tárolókamra üzembe vételével párhuzamosan elindult az NRHT továbbépítésének megalapozása: mindez egy olyan új tárolókonceptió és elhelyezési rendszer kidolgozását és létesítési engedélyeztetését jelenti, amely lehetővé teszi minél több tárolótér kialakítását, valamint a tárolókamrák minél hatékonyabb helykihasználását a rendelkezésre álló térrészben. Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. és az RHK Kft. elkezdett egy közös munkát, mely – a jelenlegi vasbeton konténeres elhelyezés helyett – egy új típusú kompakt hulladékcsomagnak (acélkonténereknek) a tárolókamrákban kialakított vasbeton medencében történő elhelyezését irányozta elő. A projekt eredményeként az OAH, a korábbi Magyar Villamos Művek Zrt. és az RHK Kft. által egyeztetett előterjesztés készült (SMI-012/12), mellyel a KNPA Szakbizottság 2012. december 20-i ülésén egyetértett.

Az új elhelyezési koncepció a kompakt hulladéksomaghoz igazodó kamrageometria kialakítását irányozta elő az I-K3 kamrától kezdődően. Az új kamrageometria megfelelőségének vizsgálatára statikai számítások készültek, melyek alapján összeállításra került az NRHT létesítési engedélyének 4. számú módosítását megalapozó műszaki tervdokumentáció felülvizsgált változata. Az RHK Kft. által benyújtott létesítési engedély módosítási kérelmet az SD az XVII-R-084/00003-42/2013 számon 2013. március 8-án jóváhagyta.

Az RHK Kft. elkészítette „A Bátaapáti NRHT-ban alkalmazott hulladékelhelyezési technológia tervezett módosításának környezetvédelmi vonatkozásai” című hatástanulmányt, amely alapján a Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség 82431/2013. iktatószámon kiadott határozatával az NRHT környezetvédelmi engedélyét 2013. szeptemberében módosította.

2014-ben elkészült az új hulladék-elhelyezési rendszerre vonatkozó biztonsági jelentés, amelynek alapján az SD a TOR/084/00710-41/2014 iktatószámon, 2014. június 25-én kiadott határozatával módosította az NRHT létesítési engedélyét, amely így már kiterjed a kompakt hulladéksomagok vasbeton medencében történő elhelyezésére, a vasbeton medencék szakaszos lezárására, valamint a hordózott hulladék medencetetőn történő elhelyezésére.

Az NRHT továbbépítésének harmadik üteme terjedelmében az SD által a létesítési engedély 4. módosítása keretében jóváhagyott műszaki tervdokumentáció alapján elkészültek az I-K3 és I-K4 kamrák kiviteli tervei. 2015-ben elkészült az I-K3 és I-K4 tároló kamra, a Nyugati feltáró vágat és a lezárási koncepció igazolásához szükséges 3. sz. vizsgálati kamra kialakítása, elvégzésre kerültek az ezekhez kapcsolódó vizsgálatok.

2017-ben befejeződött az I-K2 tároló kamrában a vasbeton medence, valamint a kapcsolódó technológiai rendszerek kiépítése. Az OAH 2017. szeptember 5-én kiadta az RHKN-HA0014 számú üzemeltetési engedélyt, amely már kiterjed a kompakt hulladéksomagok átvételére és az I-K2 tárolókamrában létesített vasbeton medencében történő végleges elhelyezésére is.

2019-ben megkezdődött a vasbeton medence kiépítése az I-K3 tárolókamrában.

Az RHK Kft. projektet indított, amely az NRHT kiépítésének közép- és hosszú távú stratégiáját alapozza meg, előkészítve a létesítési engedély módosítását. Az engedélyezés legfontosabb alapidokumentumai a létesítést megalapozó biztonsági jelentés (LMBJ-2020), valamint az alapjául szolgáló műszaki tervdokumentációk. Az engedély módosítás legfontosabb területei műszaki kialakítás szempontjából az alábbiak:

- az I-K4 tárolókamra referencia esetének számító függő híddarus betárolás műszaki megalapozása, az ioncserélő gyantát tartalmazó fémkonténerek és a cézium szelektív és egyéb szűrőpatronokat tartalmazó betonkonténerek elrendezési koncepciójának kidolgozása;
- az I-N1, I-N2 szelvényméret módosításának megalapozása, ami lehetőséget biztosít 6×8 db kompakt hulladéksomag elhelyezésére egy szelvényben, és egyúttal optimális a Paks II. kis- és közepes aktivitású hulladékait tartalmazó kisméretű vasbeton konténerek betárolására is (lásd melléklet);
- az NRHT bővítését célzó második kamramező koncepcionális tervének kidolgozása.

Az RHK Kft. a fenti módosításokat megalapozó létesítési engedély kérelmet 2021. május 26-án benyújtotta az OAH-hoz. Az OAH 2022. december 9-én RHKN-HA0100 számú határozatával kiadta az NRHT új létesítési engedélyét.

Az RHK Kft. megalapozó tanulmányt (SMI-014/19) készített, amely az RHFT biztonságnövelő programjának megkezdéséhez szükséges kapacitás biztosítása érdekében igazolta, hogy az RHFT-ben történő ideiglenes tárolókapacitás kiépítése helyett célszerű megkezdni az intézményi eredetű hulladékok egy részének átszállítását az NRHT-ba végleges elhelyezés céljából. Az RHK Kft. fenti stratégia megvalósításának előkészítése érdekében

- elkészítette az NRHT környezetvédelmi engedély módosítását megalapozó dokumentációt a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint (az illetékes környezetvédelmi hatóság a Baranya Megyei Kormányhivatal, Agrárügyi és Környezetvédelmi Főosztály, Környezetvédelmi és Természetvédelmi Osztály 2020. augusztus 14-i határozatával jóváhagyta az NRHT környezetvédelmi engedélyének módosítását);
- elkészítette az NRHT üzemeltetési engedély módosításának megalapozását az akkor hatályos 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet szerint (az OAH 2022. március 18-i határozatával jóváhagyta az NRHT üzemeltetési engedélyének módosítását).

Az RHFT-ben a megfelelő minősítési eljárások lefolytatása után, az intézményi eredetű hulladékok átszállításának első lépéseként, 2024-ben megérkeztek az első hordók (4 db 200 l-es hordó) az NRHT telephelyére, amelyeket 2025-ben további 21 db hordó követett.

Az NRHT tárolókamráiban a vasbeton medencék szakaszos feltöltéséhez igazodó tevékenységek – vasbeton medence réskitöltés és földmépítés, valamint medence feletti tömedékelés – nagy volumenű beton bedolgozását igénylik, amelyek miatt szükségessé vált a felszín alatti tároló összekötő vágatban egy új ellenőrzött zónai be- és kilépési pontot nyitni. Ehhez kapcsolódóan az RHK Kft. elkészítette a műszaki terveket és a szükséges engedélyezési dokumentációt, majd ezek alapján benyújtotta az engedélyek (üzemeltetési, építési, fizikai védelmi átalakítási) módosítását, amelyet az OAH jóváhagyott. A kiadott engedélyek alapján elkészült a felszín alatti ellenőrzött zónai be- és kilépési pont, amelynek teljes körű üzembe vétele az I-K2 tárolókamra szakaszos feltöltéséhez igazodóan történik majd meg.

Az NRHT hosszú távú radiológiai biztonsága szempontjából kiemelt szerepük van a lejtősaknak mentén a tároló lezárásának részeként kialakítandó ún. torlasztói záródugóknak. Ezek kialakítására az RHK Kft. demonstrációs programot tervez végrehajtani, amelyre vonatkozóan a műszaki tervdokumentációk elkészültek. A torlasztói záródugó építése során a jövőben alkalmazandó agyagblokkok jellemzőinek laboratóriumi vizsgálatokkal alátámasztott pontosítása megtörtént.

2024-ben újabb fontos mérföldkőhöz ért az NRHT üzemeltetése. A Paksi Atomerőműből a felszíni ideiglenes tárolórészbe beszállított kompakt hulladékcsomagokból az első alkalommal történt leszállítás a hulladékcsomagok (26 db KHCS) végleges helyét jelentő I-K2 kamrába. 2025-ben Paksi Atomerőműből további 2 db KHCS érkezett; 2026. január 1-én a telephelyen összesen 39 db kompakt hulladékcsomag volt, amelyből 36 db már leszállításra került a felszín alatti végleges elhelyezési pozícióban.

Az I-K3 tárolókamrában 2025 végén folytatódtak a vasbeton medence teljes kiépítésére irányuló szerelési és építési munkák.

2025. év végén, az EURATOM szerződés 41. cikk szerinti bejelentési kötelezettség teljesítése, illetve a 492/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet szerinti minősített beszerzési eljárást követően az új I-N1 és I-N2 kamrák felszín alatti tereinek kialakítására az RHK Kft. szerződést kötött a kiválasztott vállalkozóval, a Mecsekérc Zrt.-vel.

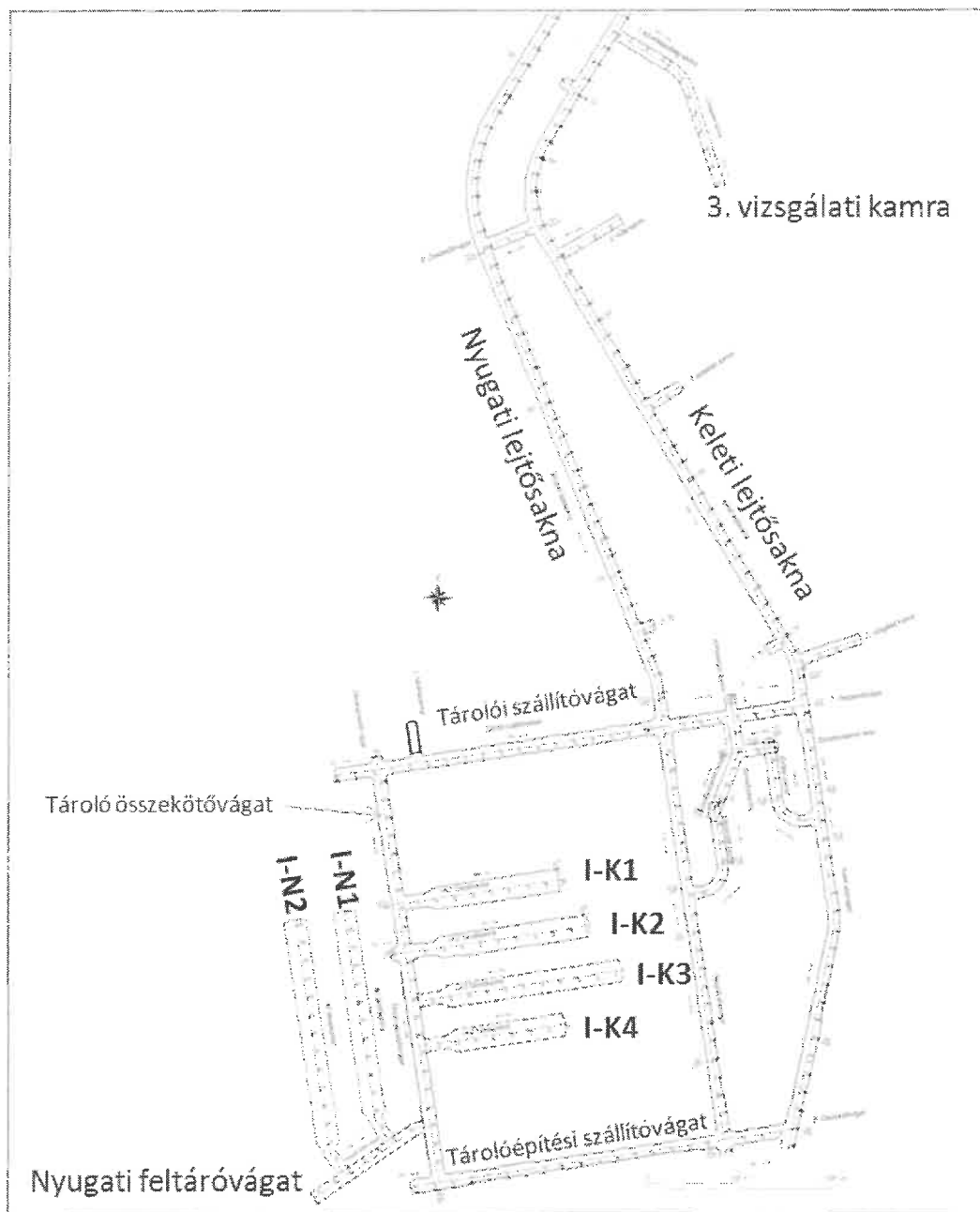
3.2.2. Stratégiai cél

A kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére – beleértve az atomerőmű leszereléséből származó hulladékokat is – egy, valamennyi műszaki és biztonsági szempontnak megfelelő létesítményben – a bátaapáti NRHT-ban – kerül sor. A létesítmény tervezését, méretezését, megvalósításának és üzemeltetésének időbeli ütemezését hozzá kell igazítani a Paksi Atomerőmű követelményeihez, és figyelembe kell venni tervezési szinten a tároló bővíthetőségét is. A létesítményben biztosítani kell az intézményi hulladékok fogadását, végleges elhelyezését.

3.2.3. A közeljövő feladatai

Az NRHT tárolókamráiban a vasbeton medencék szakaszos feltöltéséhez igazodó tevékenységek kiszolgálása miatt a tároló összekötővágatban (lásd 5. ábra) kialakított felszín alatti be- és kiléptető pontnál el kell végezni a teljeskörű (komplex) üzembehelyezést.

Folytatni kell a 3. vizsgálati kamrában (lásd 5. ábra) létesítendő torlasztói záródugó előkészítését, újra meg kell kérni a torlasztói záródugó, valamint a Keleti Hidrogeológiai- Geomechanikai Monitoring kamra homlokbiztosításának kialakítására vonatkozó 2025-ben lejárt építési engedélyt.



5. ábra: Az I. kamramező vágatrendszere és a 3. vizsgáló kamra

Az I-K3 tárolókamrában be kell fejezni a vasbeton medence kiépítését, valamint a kiszolgáló technológiai rendszerek bővítését, átalakítását célzó munkákat.

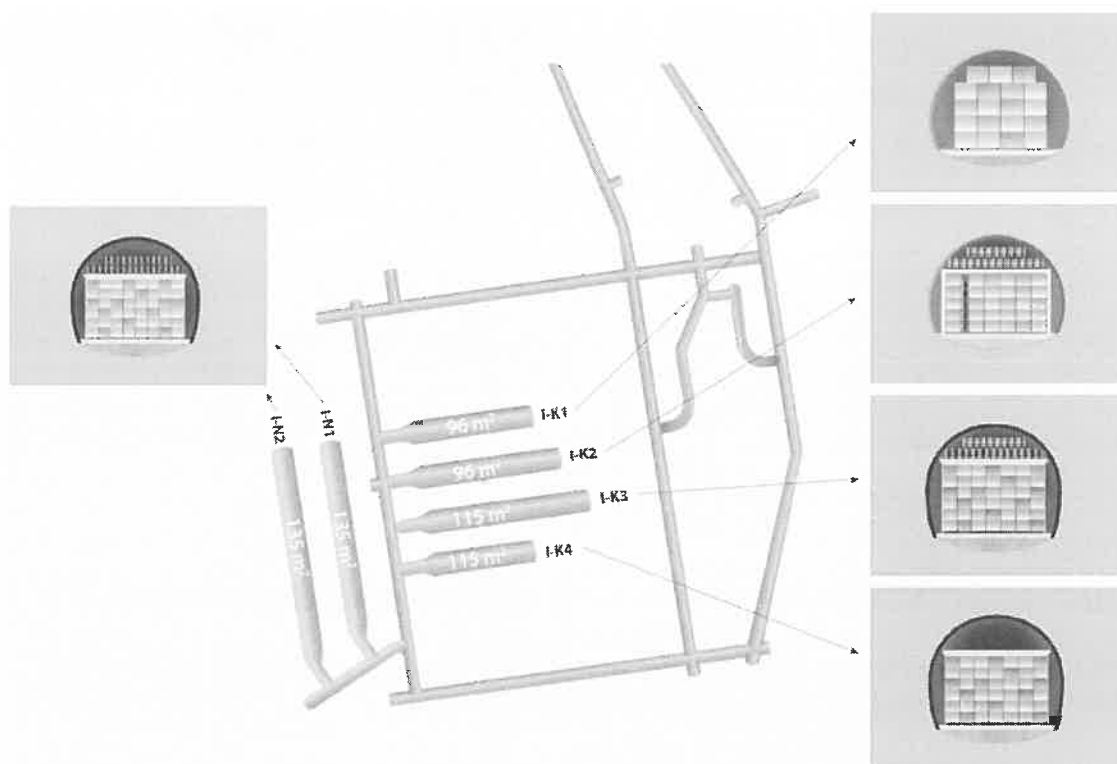
Meg kell kezdeni az I-N1, I-N2 tárolókamrák vágathajtását.

3.2.4. A feladatok ütemezése

A feladatok ütemezésének legfontosabb lépése a kamraigény alakulásának felmérése, alapvetően az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. üzemviteli radioaktív hulladékainak kiszállítási ütemezése, valamint a Paksi Atomerőmű előzetes leszerelési terve alapján. Ez a két fő forrás a kis- és közepes aktivitású, atomerőművi eredetű radioaktív hulladékok tekintetében.

Az NRHT I. kamramezőjében kialakítandó tárolókamrákat a 6. ábra mutatja be. Az NRHT egyes tárolókamráiban a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése az alábbiak szerint valósul meg. Az I-K1 tárolókamrát 2012-ben üzembe helyezték, és abban a tömörített szilárd radioaktív hulladékokat vasbeton konténerekben helyezték el, a kamra megtelt. Az I-K2 tárolókamra ugyanolyan szelvénytérrel került kialakításra, de ebben az RHK Kft. már az új, kompakt hulladékcsomagok vasbeton medencében történő elhelyezését figyelembe vevő elhelyezési koncepciót valósítja meg. Az I-K3, I-K4 kamrákat a hatékonyabb térkihasználás érdekében nagyobb szelvénytérrel alakították ki. Jelen terv a nyugati oldal kamráit (I-N1, I-N2) már az új létesítési engedélyben kiadott nagyobb szelvénytérrel veszi figyelembe, amely egy szelvényben, a vasbeton medencében 6×8 kompakt hulladékcsomag, a medencetetőn pedig 27 db 200 l-es hordó elhelyezésére ad lehetőséget.

A Paksi Atomerőmű 50 éves üzemidejéből származó üzemviteli radioaktív hulladékok elhelyezhetők az I. kamramező keleti oldalán elhelyezkedő tárolókamrákban, és a nyugati oldalon az I-N1 kamra egy részében. A tárolókamrákban kialakított vasbeton medencékbe elhelyezésre kerülő kompakt hulladékcsomagok – melyek a Paksi Atomerőműben készülnek – mellett további, 200 l-es hordókba tömörített, szilárd radioaktív hulladékok elhelyezését irányozták elő a vasbeton medencék tetején, valamint az I-K2 tárolókamrában. Az I. kamramező egyes kamráiban a jelen tervben figyelembe vett hulladék elhelyezési rendszer keresztmetszeteit az 6. ábra mutatja.



6. ábra: Az I. kamramező kamráiban alkalmazott hulladék elhelyezési rendszer

Az I. kamramező egyes tárolókamráiban (az I-K1 tárolókamrába kerülő 4 833 db hordón felül) elhelyezhető hulladék típusát és mennyiségét a 3.2-1. táblázat tartalmazza.

3.2-1. táblázat: Az I. kamramezőben elhelyezhető hulladéksomagok száma

kamra	medencében					medencetetőn		
	szelvény (db)	KHCS (db)/szelvény	összes KHCS (db)	hordó (db)/szelvény	összes hordó (db)	szelvény (db)	hordó (db)/szelvény	összes hordó (db)
I-K2	49	30	1 470	10	490	106	21	2 226
I-K3	58	42	2 436	-	-	123	23	2 829
I-K4	33	42	1 386	-	-	-	-	-
I-N1	64	48	3 072	-	-	138	27	3 726
I-N2	66	48	3 168	-	-	142	27	3 834
összesen:			11 532		490			12 615

Az egyes tárolókamrák üzembe vételi időpontjának becsléséhez kiindulási alapként az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. adatszolgáltatását használtuk fel, amelyet a 3.2-2. táblázat foglal össze.

Az üzembe vételi időpontok meghatározásánál azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a kedvező vízföldtani adottságok miatt az I-K4 tárolókamrában történik az összes ioncserélő gyantát tartalmazó konténer, valamint a Cs-szelektív oszlopok tárolókonténereinek az elhelyezése. Ebben a kamrában hordók medencetetőn történő elhelyezését nem irányoztuk elő.

Jelen tervben a kamrák üzembe vételének ütemezésénél az intézményi eredetű hulladékok átszállítását már figyelembe vettük. Összességében 4 100 db 200 l-es hordóba csomagolt szilárd hulladék átszállításával számoltunk. Az intézményi hulladékok elhelyezése, az atomerőművi eredetű 200 l-es hordóba tömörített hulladékokhoz hasonlóan, az I-K2 vasbeton medencében, illetve a medencék tetején lesz lehetséges.

3.2-2. táblázat – A Paksi Atomerőmű üzemviteli radioktív hulladékaiknak kiszállítási ütemezéséhez illeszkedő kamraigények

év	Átállítás RHFT-ből 200 l-es hordó	Beszállítási ütemezés						Elhelyezési kapacitás				Kamrák üzembe vételének igénye	
		200 l-es hordó	Kompakt hulladéksomag (KHCS)			Cs- szelektív oszlopok tároló konténerei	hordó			KHCS	ioncserélő gyanta fémkonténer + Cs-szelektív konténer (helyigény 81 KHCS egyenérték)		
			Kompakt hulladéksomag	ioncserélő gyanta fémkonténerben	Összes évente		I-K1 (vb konénerben)	I-K2 medence	medence- tetőn				
2025-ig*	25	6534	39	0	39	0	0						
2026	21	0	2	0	2	41					2226	1470	
2027	30	0	170	0	170	211							
2028	30	30	410	0	410	621							
2029	300	0	410	0	410	1031							
2030	300	279	410	0	410	1441	15						I-K3 üzembe vétel (2436)
2031	400	200	376	0	376	1817					5055	3906	
2032	400	200	410	0	410	2227							
2033	400	200	414	0	414	2641							
2034	400	200	419	0	419	3060			4833	490		10146	I-N1, I-N2 üzembe vétel (6240)
2035	429	0	490	0	490	3550	15						
2036	300	200	468	0	468	4018							
2037	250	206	461	0	461	4479							
2038	200	200	543	0	543	5022							
2039	200	200	436	0	436	5458							
2040	200	200	356	106	462	5920	20						
2041	200	173	139	338	477	6397					12615	10366	I-K4 üzembe vétel (1386)
2042	15	27	174	317	491	6888							
2043	0	80	233	324	557	7445	4						
Szumma	4100	8929	6360	1085	7445	54	54	4833	490	12615	10366	1166	

* A 2025. december 31-ig összesen kiszállított hulladéksomagok száma.

A Paksi Atomerőmű 50 éves üzemideje során keletkezik összesen 8 929 db 200 l-es hordó, 7 445 db kompakt hulladécsomag, illetve cementpépet tartalmazó acélkonténer, továbbá 54 db Cs-szelektív szűrőt tartalmazó betonkonténer, amely 81 kompakt hulladécsomagnak megfelelő elhelyezési térfogatot igényel. Azaz a 4 100 db 200 l-es hordónyi intézményi eredetű hulladékkal együtt összesen 13 029 db 200 l-es hordó és 7 526 db kompakt hulladécsomagnak megfelelő számú konténer számára kell elhelyezési lehetőséget biztosítani. A korábbiakban bemutatottak szerint ez a mennyiség elfér az I. kamramező kamráiban úgy, hogy az I-N1 és I-N2 kamrákban elhelyezhető még további 4 006 db kompakt hulladécsomag (1,8 m³-es térfogatú), valamint a medencetetőn 4 909 db 200 l-es hordó a vasbeton medencében történő elhelyezést figyelembe véve.

A leszerelés során keletkező radioaktív hulladékok mennyiségét a Paksi Atomerőmű aktualizált leszerelési terve (lásd 6. fejezet) tartalmazza, amelyet összefoglalóan a 3.2-3. táblázat mutat be.

3.2-3. táblázat – A Paksi Atomerőmű leszerelési radioaktív hulladékainak mennyisége

Hulladék kategória	Kompakt hulladécsomag 1,8 m ³ -es (db)	Kompakt hulladécsomag 3,6 m ³ -es (db)	Összes bruttó elhelyezési térfogat (m ³)
Nagyon kis aktivitású hulladék	6 564	2 484	21 017
Kis aktivitású hulladék	2 532	0	4 615
Közepes aktivitású hulladék	622	362	2 453

A 3.2-3. táblázat adataiból kiindulva a leszerelés során keletkező kis aktivitású és közepes aktivitású kategóriába eső radioaktív hulladékok 362 db kétszeres méretű (nettó: 3,6 m³-es, bruttó: 3,645 m³) és 3154 db egyszeres méretű (1,8 m³-es, bruttó: 1,8225 m³) kompakt hulladécsomagban férnek el. Ez a mennyiség elhelyezhető az I-N1 és I-N2 tárolókamrákban az atomerőmű leállítását követően átadásra kerülő 200 m³ térfogatú nagyméretű hulladékkal együtt.

A leszerelési terv alapján a nagyon kis aktivitásúként megjelölt radioaktív hulladék az összes leszerelési radioaktív hulladék mennyiség közel 75%-át teszi ki. Jelen dokumentumban a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésére többlet tárolókamra kialakítását nem irányozzuk elő az NRHT-ban. A nagyon kis aktivitású hulladékok, más telephelyen történő végleges elhelyezésével kapcsolatos jövőbeli feladatokat a 3.3 fejezetben tárgyaljuk.

A fentiekben ismertetett kamra üzembe vételi időpontok alapján a feladatok hosszú távú ütemezése az alábbiaknak megfelelően alakul:

- 2027-2029
- Vasbeton medence kivitelezésének befejezése az I-K3 kamrában.
 - Az I-N1, I-N-2 tárolókamrák térkiképzése.
 - El kell végezni az NRHT – Paks II. kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékainak majdani elhelyezését biztosító – bővítését (II. kamramező kialakítását) megalapozó földtudományi vizsgálatokat.
 - A felszíni többpakkeres észlelőrendszer javítása és átalakítása, valamint a továbbiakban már nem szükséges vízföldtani észlelő rendszerek felszámolása.
 - Üzemeltetési engedély megalapozása és az engedély kérelem összeállítása az I-K3 kamrára vonatkozóan, az üzemeltetési engedélyezési eljárás lefolytatása.
 - Az I-K3 kamra üzembe vétele.
 - Az I-N1, I-N2 kamrákba kiépítendő vasbeton medencék engedélyezési- és kiviteli terveinek elkészítése.
 - A 3. vizsgálati kamrában a demonstrációs tömedékelés és záródugó

- kialakítása.
- Szakaszos medence lezárás (3.2-2. táblázat szerinti ütemezésben), hordós hulladék elhelyezése a medence tetején, szakaszolt tömedékelés.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása. Az atomerőművi eredetű üzemviteli hulladékok beszállítása, valamint a hulladékok egy részének átszállítása az RHFT-ből, a hulladékok végleges elhelyezése, monitoring üzemeltetése.
- 2030-2032
- Vasbeton medencék kiépítése, technológiai rendszerek telepítése az I-N1, I-N2 kamrákba.
 - Üzemeltetési engedély megalapozása és az üzemeltetési engedélyezés lefolytatása az I-N1, I-N2 kamrákra vonatkozóan. Az I-N1, I-N2 tárolókamrák üzembe vétele.
 - Szakaszos medence lezárás (3.2-2. táblázat szerinti ütemezésben), hordós hulladék elhelyezése a medence tetején, szakaszolt tömedékelés.
 - A 3. vizsgálati kamrában kialakított demonstrációs záródugóhoz kapcsolódó középtávú vizsgálati program végrehajtása.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása, IBF végrehajtása, monitoring üzemeltetése. Az atomerőművi eredetű üzemviteli hulladékok beszállítása, valamint a hulladékok egy részének átszállítása az RHFT-ből, a hulladékok végleges elhelyezése, monitoring üzemeltetése.
- 2033-2035
- Az I-K4 kamrába tervezett vasbeton medence kiviteli tervének elkészítése.
 - Vasbeton medence kivitelezése az I-K4 kamrában.
 - Üzemeltetési engedély megalapozása és az engedély kérelem összeállítása az I-K4 kamrára vonatkozóan, az engedély iránti kérelem benyújtása.
 - Szakaszos medence lezárás (3.2-2. táblázat szerinti ütemezésben), hordós hulladék elhelyezése a medence tetején, szakaszolt tömedékelés.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása. Az atomerőművi eredetű üzemviteli hulladékok beszállítása, valamint a hulladékok egy részének átszállítása az RHFT-ből, a hulladékok végleges elhelyezése, monitoring üzemeltetése.
- 2036-2042
- Az I-K4 kamra üzembe vétele.
 - Szakaszos medence lezárás (3.2-2. táblázat szerinti ütemezésben), szakaszolt tömedékelés.
 - A létesítmény üzemeltetése és karbantartása, IBF végrehajtása. Az atomerőművi eredetű üzemviteli hulladékok beszállítása, valamint a hulladékok egy részének átszállítása az RHFT-ből, a hulladékok végleges elhelyezése, monitoring üzemeltetése.
- 2043-2060
- Pihentetés, állagmegóvás, monitoring üzemeltetése, IBF végrehajtása.
- 2061
- Biztonsági értékelés megkezdése a leszerelési hulladékok elhelyezhetőségének megalapozásához.
 - Pihentetés, állagmegóvás, monitoring üzemeltetése, IBF végrehajtása.
- 2062
- Az üzemeltetési engedélyezési dokumentum összeállítása, az I-N1 és I-N2 kamrákban történő leszerelési hulladék elhelyezésre vonatkozó üzemeltetési engedélykérelem benyújtása.
 - Leszerelési hulladék beszállításának megkezdése az I-N1 kamrába.

- A létesítmény üzemeltetése és karbantartása. Leszerelési hulladékok beszállítása és végleges elhelyezése, monitoring üzemeltetése.
- 2063-2079 - A létesítmény üzemeltetése, IBF végrehajtása és karbantartása. Leszerelési hulladékok beszállítása és végleges elhelyezése, monitoring üzemeltetése.
- 2080-2083 - A létesítmény lezárása.
- 2084-től - Aktív intézményes ellenőrzés.

3.2.5. Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez

Az NRHT megvalósítására irányuló feladatok költségeinek meghatározásához az alapot „A bátaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló továbbépítésének felülvizsgált koncepciója” című, SMI-012/12 azonosítójú tanulmány képezte, mellyel a KNPA Szakbizottság 2012. december 20-i ülésén egyetértett.

Az I-N1, I-N2 tárolókamrák térkiképzésének költségét az I-K3, I-K4 tárolókamrák kivitelezési tényköltségéből kiindulva határozták meg a nagyobb szelvénymérethez arányosítva, 2013-tól a KSH építőipari árindex-szel korrigálva. A vasbetonmedencék kivitelezési költségeit az I-K3 tárolókamrában létesített vasbeton medence költségéhez arányosítva határozták meg.

Az elhelyezendő radioaktív hulladék mennyiséget az atomerőmű üzemeltetése és leszerelése során keletkező kis- és közepes aktivitású kondicionált radioaktív hulladék mennyiségekből számolta ki az RHK Kft., figyelembe véve a 3.2.4. pontban leírtakat.

A mennyiségi adatok egy részének frissítése évente történik. Ezen adatok tükrözik a Paksi Atomerőmű üzemeltetéséből adódó radioaktív hulladék keletkezési tényt számokat és a radioaktív hulladékkezelés technológiájában történt fejlesztések eredményeit (FHF technológia, kompakt hulladéksomag). A mennyiségi adatokat döntően befolyásolja az atomerőmű leszereléséből adódó kis- és közepes aktivitású hulladékmennyiség. A leszerelési hulladékokkal összefüggő adatok rendszeres felülvizsgálata a 6. fejezetben leírtak szerint történik.

A hulladéktároló bezárását követő intézményes felügyelet magába foglalja a létesítmény aktív és passzív felügyeletét, és a létesítményre vonatkozó adatok megőrzését. Az ezzel kapcsolatos költségeket a létesítmény bezárásának évéhez kapcsolva jelenítjük meg műszaki becslés alapján.

3.3 Nagyon kis aktivitású hulladéktároló létesítésének előkészítése

3.3.1. Előzmények

A nagyon kis aktivitású hulladékok elkülönítését a kis- és közepes aktivitású hulladékoktól elsősorban gazdaságossági és költséghatékonysági szempontok indokolják. Ez a hulladékkategória csak kis mértékben és viszonylag rövid időtartamon keresztül jelent kockázatot az emberre és a környezetre, ezért biztonságos végleges elhelyezése nem igényel olyan mértékű elzárást és elszigetelést, mint amit a kis- és közepes aktivitású hulladéktárolók tudnak biztosítani.

Magyarországon jelenleg két, kis- és közepes aktivitású hulladéktároló: a püspökszikágyi RHFT, illetve a bátaapáti NRHT üzemel. Noha e két létesítmény a műszaki alkalmasság és biztonsági jellemzőik tekintetében megfelelnek a nagyon kis aktivitású hulladékok végleges

elhelyezésére, azonban az RHFT esetében a bővítés kivitelezhetetlensége miatt nem lehet, míg az NRHT esetében gazdaságossági okok miatt nem célszerű ezt megtenni. Ezért mindenképpen indokolt a nagyon kis aktivitású hulladékok szeparált elhelyezéséről egy külön, egyszerűbb felszíni tároló üzembehelyezésével gondoskodni Magyarországon.

Ezt felismerve, a 2023 decemberében elfogadott, felülvizsgált Nemzeti Politikával a döntéshozó olyan irányt határozott meg, amely szerint az elkülöníthető nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékokat a hulladék által jelentett potenciális kockázathoz igazodó, egyszerű felszíni tárolóban kell véglegesen elhelyezni.

Az új tároló telephelyének kiválasztásához és megvalósításához kapcsolódó feladatokat, azok időütemezését, amint azt a Nemzeti Politika is rögzíti, a Nemzeti Program felülvizsgálata során kell meghatározni.

A radioaktív hulladék-tároló megvalósításának, majd üzembehelyezésének időzítését hozzá kell igazítani a hulladékarám keletkezési üteméhez. Tekintettel arra, hogy Magyarországon nagyon kis aktivitású hulladék tömegesen az atomerőmű leszerelésének éveiben fog keletkezni (lásd 3.2-3. táblázat), ezért egy hazai nagyon kis aktivitású tároló üzembehelyezését elsődlegesen a Paksi Atomerőmű lebontási időszakára célszerű ütemezni.

Mindazonáltal a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbítása (a továbbiakban: TÜH) hatással van erre az ütemezésre. Egyfelől az atomerőmű leszerelésének időpontját a TÜH kitolja, attól függően, hogy a további üzemidő-hosszabbítás után milyen leszerelési stratégiát választunk (azonnali vagy halasztott leszerelés), másfelől – mivel ez alkalommal a második, az 50. üzemévet is meghaladó további üzemidő-kiterjesztésére készül a Paksi Atomerőmű – a TÜH során jelentős technológiai rekonstrukciós átalakításra lesz szükség. E tevékenységek várhatóan 2028-2036. közötti időszakban fognak zajlani, így ebben az időszakban jelentős mennyiségű nagyon kis aktivitású hulladék keletkezésére kell felkészülnünk.

A fentiek alapján feltételezzük, hogy 2035-re szükségessé válik jelentős mennyiségű nagyon kis aktivitású hulladék kiszállítása az atomerőmű területéről egy új tárolólétesítménybe, attól is függően, hogy mekkora lesz az atomerőmű telephelyén elérhető ideiglenes tárolási kapacitás, valamint milyen felszabadítási gyakorlatot tervez a Paksi Atomerőmű a rekonstrukciós munkák hulladékaival kapcsolatban.

3.3.2. Stratégiai cél

A nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékok, főként a további üzemidő-hosszabbításhoz kapcsolódó technológiai rekonstrukcióból, valamint a leszerelésből származó ilyen hulladékok, végleges elhelyezésére egy új, valamennyi műszaki és biztonsági szempontnak megfelelő felszíni létesítményben kerül sor. A létesítmény tervezését, méretezését, megvalósításának és üzemeltetésének időbeli ütemezését hozzá kell igazítani az országban keletkező nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezési igényeihez és figyelembe kell venni tervezési szinten a tároló bővíthetőségét is. (A létesítményben lehetőség szerint biztosítani kell az egyidejűleg veszélyes és radioaktív hulladékok fogadását és végleges elhelyezését is.)

3.3.3. A közeljövő feladatai

A hatályos szabályozás alapján (9/2022. OAH rendelet) egy radioaktív hulladék-tároló, így egy nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló helyszínének kiválasztásához is, még a telepítés

megkezdése előtt telephelykutatási keretprogram végrehajtását kell lefolytatni. E kutatási keretprogram magába foglalja a telephely földtani alkalmasságának igazolására irányuló földtani kutatási programot is.

A kutatási keretprogram elkészítéséhez, a kapcsolódó engedélykérelem benyújtásához szükség van a kutatásra kiválasztott terület előzetes jellemzésére, bizonyos környezeti adatok összegyűjtésére és elemzésére.

Annak érdekében, hogy az RHK Kft. felkészüljön a majdani telephelykutatásra, ún. módszertani vizsgálatokat indított el 2024 őszén Tengelic térségében és hasonló vizsgálatokat tervez az RHK Kft. 2026 második felében Bátaszék térségében is, amelynek célja adatgyűjtés a nagyon kis aktivitású hulladéktároló előzetes vízföldtani modellezéséhez. A jövőben alkalmazandó módszer együttes véglegesítését célzó földtani kutatáshoz a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságának (a továbbiakban: SZTFH) engedélye szükséges, amely során főként a felszínközeli agyagos képződmények kimutatására, lehatárolására és jellemzésére alkalmas technikák, módszerek kerülnek kipróbálására.

A tároló létesítményszintű fő engedélyezési lépéseinek tekintetében, az RHK Kft. rendkívül fontosnak tartja, hogy mielőbb megtörténjen a 9/2022. OAH rendelet és egyéb kapcsolódó jogszabályok olyan tartalmú módosítása, amely lehetővé tenné, hogy a nagyon kis aktivitású hulladékok tárolójának telephelykutatását egyetlen összevont fázisban lehessen lefolytatni.

Kulcsfontosságú továbbá, hogy a kiválasztandó telephely földtani adottságaira, illetve a műszaki gátakra vonatkozó követelményeket optimális módon lehessen meghatározni, így az RHK Kft. és a Paksi Atomerőmű szakemberei elkezdtek a nagyon kis aktivitású hulladékáram részletes mennyiségi és minőségi (radiológiai és nem radiológiai) jellemzését.

Az első feladatok között alapvető fontosságú a nagyon kis aktivitású hulladékok mennyiségére vonatkozó becslések és prognózisok elkészítése. Tekintettel arra, hogy jelenleg a nagyon kis aktivitású hulladéktároló telephelykiválasztása még csak előkészítő fázisban van, illetve a nagyon kis aktivitású hulladékok a kis- és közepes aktivitású hulladékok alkategóriájához tartoznak, így a jelen közép- és hosszú távú tervben az üzemviteli a nagyon kis aktivitású hulladékok mennyiségi becsléseket a 2.3 fejezetben a kis és közepes aktivitású hulladékok mennyiségekhez kapcsolódóan jelenítettük meg.

A TÜH rekonstrukciós munkákból származó nagyon kis aktivitású hulladék kategóriába sorolható hulladékmennyiséget illetően még jelentős bizonytalanság van, azonban a Paksi Atomerőmű által szolgáltatott adatokat az üzemviteli és a leszerelési hulladékok vonatkozásában a 3.3-1. táblázat szerinti becslés készíthető a nagyon kis aktivitású hulladékok (NKAH) várható mennyiségek tekintetében.

3.3-1 táblázat: Nagyon kis aktivitású hulladékok mennyiségének becslése

NKAH keletkezése	NKAH mennyiség 2026.01.01-én (m ³)	Keletkezési időszak	NKAH mennyiség a teljes időszak alatt (m ³)
Üzemeltetés	830	2026-2037	1 502
Leszerelés	na	2061-2080	21 017
TÜH rekonstrukciós munkák	na	2028-2037	500
Összesen			23 019

3.3.4. A feladatok ütemezése

Az előzetes tervezés során kialakított becslés alapján, egy egyszerű felszíni létesítmény telephelykutatásának megkezdésétől számolva mintegy 9 évre van szükség, hogy a nagyon kis aktivitású tárolót üzembe lehessen venni, ha a telephelykutatást a létesítmény sajátosságaihoz igazodó, a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezését biztosító létesítményre vonatkozó követelményrendszerhez képest egyszerűsítő jogszabály-módosítási javaslat elfogadásra kerül.

- | | |
|-----------|---|
| 2027-2029 | <ul style="list-style-type: none">- Módszertani kutatás befejezése- Nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék tároló kutatási helyszín kiválasztásának megalapozása- Telephelykutatás végrehajtása- Tároló műszaki koncepciójának kidolgozása- Lakossági dózismegszorítás engedélyeztetését megalapozó dokumentum összeállítása |
| 2030-2031 | <ul style="list-style-type: none">- Lakossági dózismegszorítás hatósági engedélyeztetése- Országgyűlés előzetes elvi állásfoglalása a nagyon kis aktivitású hulladéktároló létesítés előkészítő tevékenységének megkezdéséről- Terület vásárlás- Környezeti hatástanulmány összeállítása, műszaki koncepció kidolgozása, környezetvédelmi engedélyeztetés- Földtani kutatási zárójelentés és telepítés megalapozó biztonsági értékelés- Telepítési engedélyeztetés- Euratom-Szerződés 37. cikke szerinti adatszolgáltatás összeállítása és benyújtása |
| 2032-2034 | <ul style="list-style-type: none">- Infrastruktúra kialakítása, telepítés- Létesítési engedélyt megalapozó dokumentáció összeállítása, a létesítési engedélyeztetési eljárás lefolytatás- Létesítéshez kapcsolódó közbeszerzés lefolytatása, egyéb engedélyek megszerzése- Létesítés végrehajtása- Üzemeltetést engedélyeztetés megalapozó dokumentáció összeállítása, az engedélyeztetési eljárás lefolytatás |

3.3.5. Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez

A nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló megvalósításához szükséges feladatok költségeit a Nemzeti Program szakmai felülvizsgálata keretében elvégzett költségbecslés alapján adjuk meg az alábbi feltételezésekkel:

- A nagyon kis aktivitású hulladékok elhelyezését a francia gyakorlatnak (CIRES) és a veszélyes hulladéktárolók létesítésére, üzemeltetésére és lezárására vonatkozóan a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről szóló 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendeletben megfogalmazott követelmények szerint kialakított megfelelő rétegrenddel ellátott földmedrű prizmából álló tárolóban irányoztuk elő.
- Nem számoltunk fegyveres biztonsági őrsgel, amelyet jelenleg a 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet 13. §-a még előír. Itt szükséges a jogszabály módosítása, hogy a nagyon

kis aktivitású radioaktív hulladékokat befogadó tároló – hasonlóan az 1 MW hőteljesítmény alatti reaktorról szerelt nukleáris létesítményhez – kivétel legyen az előírás hatálya alól. Ezt indokolja biztonsági és védettségi szempontból az elhelyezett hulladék jellemzője, illetve számtalan nemzetközi példa.

- Jelen számítás során a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló esetében nem vettünk figyelembe lakossági támogatást. Abban az esetben, ha a létesítmény valamely meglévő telephely közelében (Pl.: Pakshoz közel) valósul meg, akkor ez reális feltételezés, de ez a meglévő jogszabályi környezet (pl.: az Atomtörvény és a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapból az ellenőrzési és információs célú önkormányzati társulásoknak nyújtott támogatások szabályairól szóló 214/2013. (VI. 21.) Korm. rendelet) módosítását, valamint politikai döntést igényel.
- Jelen számítás során a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló vonatkozásában az Atomtörvény 19. § (4b) bekezdése alapján a felügyeleti díj éves mértékére a felszíni tároló esetén meghatározott 100 millió Ft hatósági felügyeleti díjjal számoltunk.
- A nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló megvalósítása nem jelent akkora többlet feladatot, amely indokolta volna az RHK Kft. központi üzemeltetési költségének, illetve az alapkezelői díjnak a módosítását, így ezeket a költségelemeket továbbra is a 25. Közép- és Hosszú Távú Tervben rögzítettek szerint vettük figyelembe. Ebben akkor lehet változás, ha a tervezésnél figyelembe vetthez képest lényegesen szigorúbb jogszabályi előírások kerülnek bevezetésre a tároló tekintetében.
- A létesítmény aktív intézményes ellenőrzési időszakát 50 évben határoztuk meg. Ennek költségét a lezárást követő évben (2084) egy összegben 3%-os diszkontrátával számolva azonos jelenértéken jelenítettük meg.

4. A kiégett nukleáris üzemanyag átmeneti tárolása

A nukleárisüzemanyag-ciklus minden változatában a ciklus elemeként figyelembe kell venni a kiégett kazetták néhány évtizednyi átmeneti tárolását, ami lehetővé teszi a kiégett kazetták további kezelését, mivel az idő múlásával a kiégett kazetták remanens hőteljesítménye és sugárzása megfelelő mértékben csökken.

4.1. Előzmények

4.1.1. Az atomerőművi kiégett üzemanyag átmeneti tárolása

Magyarországon a Paksi Atomerőmű üzembe helyezését megelőzően is keletkezett kiégett nukleáris üzemanyag egyrészt a HUN-REN EK kutatóreaktorában 1959 óta, másrészt a BME oktatóreaktorában 1971 óta, bár az oktatóreaktorból nem raktak még ki kiégett fűtőelemeket (lásd 2.3.5. pont). Mennyiségi és minőségi változást hozott a Paksi Atomerőmű üzembe helyezése, ahol 1982-ben megkezdődött az energetikai célú reaktorokban a nukleáris üzemanyag kiégetése.

A Paksi Atomerőmű műszaki tervének elfogadásakor érvényes előirányzat az volt, hogy az atomerőmű pihentető medencéiben tárolt kiégett üzemanyag-kazettákat 3 éves pihentetés után a Szovjetunió térítésmentesen visszafogadja és reprocessálja úgy, hogy a feldolgozás minden végterméke a Szovjetunióban marad.

Az atomerőmű első blokkjának üzembe helyezését követően a visszaszállítási feltételeket a Szovjetunió többször módosította. A Paksi Atomerőmű a változó feltételeknek megfelelően 1989-1998 között összesen 2 331 db kiégett üzemanyagköteget szállított vissza a Szovjetunióba (később Oroszországba).

A visszaszállítás első éveiben Európában, illetve a Szovjetunióban bekövetkezett politikai és gazdasági változások miatt felmerült, hogy a kiégett kazetták visszaszállításának gyakorlata az egyre szigorodó feltételek fenntartásával nem folytatható sokáig. Döntés született arról, hogy a Szovjetunióba történő kiégett üzemanyag visszaszállítás lehetőségének megtartása mellett valóságos hazai alternatívát kell előkészíteni. A KKÁT létesítésére a GEC Alstom MVDS (Modular Vault Dry Storage: moduláris, aknás száraz tároló) típusát választották az atomerőmű szakemberei. A KKÁT létesítését kezdetben a Paksi Atomerőmű finanszírozta. Később az Alapból ezt a ráfordítást az atomerőmű visszakapta. A tervezés, engedélyezés és az építés 1992-től 1996 végéig tartott.

A megfelelő engedélyek birtokában a KKÁT üzembe helyezése 1997-ben megtörtént és kiégett üzemanyaggal történő feltöltése is megkezdődött.

Ezek után a KKÁT folyamatos üzemeltetése párhuzamosan zajlott a bővítéssel és ez a tevékenység ma is folyamatban van. Az Alap felett rendelkező miniszter 2008. március 17-én hagyta jóvá a KKÁT további bővítésére vonatkozó beruházási programot, amelyet 2009 októberében aktualizáltak. Döntés született arról, hogy a KKÁT további bővítése (a keleti szárny megépítésével) továbbra is az MVDS technológia alkalmazásával, de 527 kazetta befogadására alkalmas kamrákkal folytatódjék. A KKÁT keleti irányú bővítését megelőzően el kellett végezni a leendő tároló kamrák első fele (2,5 modul) alatti talaj teljes mélységű, 10 méter vastagságban való cseréjét.

2012-ben elkészült a keleti szárnyon a KKÁT 17-20. kamrája, ezzel a létesítményben elhelyezhető kiégett üzemanyag-kazetták száma 9 308-ra bővült. A tárolóépület használatbavételi

engedélye 2012. február 23-án, az üzembe helyezési engedélye 2012. június 7-én került kiadásra. Ezt követően 2013. június 7-én az OAH kiadta a létesítmény 1-20. számú kamráinak üzemeltetési engedélyét is.

A kiégett üzemanyag kazetták átmeneti tárolásához szükséges tárolókapacitás folyamatos rendelkezésre állása érdekében – az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. kiszállítási ütemtervéhez illeszkedve – a 20 kamrás kiépítés folytatásaként 2017. év II. negyedévének végére egy új tároló modul (a 21-24. számú tároló kamra) épült fel. A létesítmény 1-24 kamrás kiépítésére az üzemeltetési engedélyt az OAH RHKK-HA0035 számon, 2018. november 27-én adta ki, így a létesítmény teljes tárolási kapacitása 11 416 kiégett üzemanyag-kazetta lett.

Az RHK Kft. elkészítette, és benyújtotta az OAH-hoz az új, víz-urán arányra optimalizált kazetták KKÁT-ban történő tárolhatóságához az üzemeltetési engedély módosítási kérelmét, amelynek elbírálását követően a hatóság 2020. november 11-én kiadta a KKÁT új üzemeltetési engedélyét, amely így már kiterjed a Paksi Atomerőmű által bevezetett új kazetta típusra is.

Az MVM Zrt. és az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. szakembereivel közösen döntés-előkészítő tanulmány készült, amely megvizsgálta, hogy gazdaságosan megvalósítható-e a KKÁT bővítése alternatív (pl.: konténeres) tárolási módszerrel, legalább azonos biztonsági és műszaki színvonalon.

A döntés-előkészítő tanulmány készítése során felmerült egy olyan megoldás, mely szerint az egy kamrában lévő tároló csövek számát tovább lehetne növelni a KKÁT 25. kamrájától kezdődően (KKÁT kapacitásnövelés). Az engedélyezés első lépéseként lezajlott a KKÁT környezetvédelmi működési engedélyének módosítása, majd ezt követően 2016 februárjában az RHK Kft. kezdeményezte a KKÁT kapacitásnövelésére vonatkozó létesítési engedély módosítását, amely a létesítmény 25. kamrájától kezdődően kamránként 703 kiégett kazetta betárolását teszi lehetővé. Az OAH 2017. május 31-én kelt, RHKK-HA0006 számú határozatával a fentiek szerint módosította a KKÁT létesítési engedélyét a 25-33. kamrák vonatkozásában.

A KKÁT 25-28. kamrák (III. ütem 3. fázis) kivitelezése és üzembe helyezése 2024-re befejeződött, megtörtént az átrakógép átalakítása és megkezdődött az üzembehelyezési engedélyeztetés. Az RHK Kft. kialakította a KKÁT létesítményi biztosítéki rendszerét, amely megfelel a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (a továbbiakban: NAÜ), az EURATOM és az OAH felelősségi körébe tartozó hazai biztosítéki rendszer előírásainak.

A KKÁT telephelyén található Beléptető és Operatív Irányító Épület bővítésére 2018-ban lefolytatott közbeszerzési eljárás fedezethiány miatt eredménytelen lett. Azonban az RHK Kft. számára továbbra is szükséges egy többfunkciójú helyiségekkel, irodákkal, irat- és tervtárral ellátott új épület kialakítása, a KKÁT Látogató- és irodaépületének megépítése. A bővítés előkészítése folyamatban van.

Az RHK Kft. a Paksi Atomerőművel együttműködve egy nemzetközi referenciával (Németország) rendelkező koncepció hazai körülményekre történő adaptálását végezte el az inhermetikus kazetták kezelésére. A koncepció szerint az inhermetikus kazetták tokozását és vákuumszárazítását a blokkok leállítását követően a Paksi Atomerőműben végzik. A lehegesztett tokok tárolására a Castor V/19 konténer típus került kiválasztásra. A feltöltött konténereket a tervek szerint át kell szállítani a KKÁT-ba és a végleges elhelyezést megelőzően az átmeneti tárolásukat a kiszállító épületben kialakítandó térrészben kell biztosítani. Ehhez szükséges a KKÁT alapengedélyeinek módosítása, amelynek ütemezését az RHK Kft. a Paksi Atomerőművel egyeztetve fogja elvégezni.

Az Országgyűlés 2022 decemberében OGY határozat elfogadásával tudomásul vette a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbítását (TÜH). Az RHK Kft. a Paksi Atomerőmű felkérésére elkezdte a további üzemidő-hosszabbításból származó többlet kiégett üzemanyag átmeneti tárolására vonatkozó műszaki koncepció kidolgozását. A KKÁT bővítéseként a jelenlegi MVDS technológiák mellett VVER-440 referenciával rendelkező konténeres tárolási megoldásokat (HI-STORM, SKODA 440/84, CASTOR 440/84M), amelyek műszaki, stratégiai szempontból előnyöket jelenthetnek, különösen abból a szempontból, hogy a telephely jogi határán belül vasúti kiszolgálással Paks II. számára is jelentős tárolási kapacitás kialakítását tennék lehetővé (a Paksi Atomerőmű TÜH többlet kiégett kazetta mennyiségéhez igazodó MVDS technológiával való bővítés a Paks II. tárolóterület közúton történő megközelítését tenné csak lehetővé). A három potenciális beszállítót a Paksi Atomerőművel együttműködve indikatív árajánlat megtételére kértük fel annak érdekében, hogy az alternatívák gazdasági szempontból is összehasonlíthatók legyenek. Az így elkészített értékelés és döntés-előkészítő elemzés a 2025. október 2-i TÜH projekt irányító testületi ülésén került bemutatásra, ahol a Paksi Atomerőmű, a Paks II. Zrt., az RHK Kft. és az Energiaügyi Minisztérium bevonásával történt meg a műszaki-gazdasági döntéshozatal, amely a KKÁT bővítésére a konténeres megoldást jelölte meg alkalmazandónak.

4.1.2. A nem atomerőművi eredetű kiégett üzemanyag átmeneti tárolása és kezelése

A 2.3.5. fejezetben bemutatottak alapján, az EK-ban üzemeltetett kutatóreaktorban (BKR) és a BME oktatóreaktorában keletkező kiégett üzemanyag kezelésének kérdése további lépéseket igényel.

A HUN-REN EK adatszolgáltatása szerint a nagy dúsítású kiégett fűtőelemkötegek Oroszországba történő visszaszállítása 2008 és 2013 folyamán megvalósult. A BKR jelenleg engedélyezett üzemidejének végéig (2033. 12. 15-ig) keletkező további kiégett fűtőelemek ideiglenes tárolására az oroszországi visszaszállítások figyelembevételével elegendő hely szabadult fel, illetve áll rendelkezésre.

A Magyarországon maradó kis dúsítású kiégett kutatóreaktori fűtőelemek jövőben esedékes oroszországi kiszállítását, vagy ugyanezen kazetták hazai átmeneti tárolását és azt követő végleges elhelyezését a továbbiakban kell előkészíteni, illetve megvalósítani.

A BME tekintetében ki kell dolgozni a kiégett üzemanyagkötegek épületből történő kiszállítási technológiáját. Célszerűnek látszik a reaktorból kiemelendő besugárzott üzemanyagkötegek oroszországi kiszállítása a HUN-REN EK kiégett fűtőelemeivel együtt. Ahhoz, hogy a zónából kikerülő besugárzott fűtőelemeket átmenetileg tárolni lehessen, szükség van az eljárás megtervezésére, engedélyeztetésére. A BME besugárzott fűtőelemei így a továbbiakban együtt kezelhetők a HUN-REN EK kiégett fűtőelemeivel. Az együttes tárolásra vonatkozóan döntés vagy megegyezés még nem született meg.

4.2. Stratégiai cél

Az atomerőművi kiégett üzemanyag-kazetták átmeneti tárolása az üzemanyagciklus elválaszthatatlan része, függetlenül attól, hogy az üzemanyagciklus zárásának melyik változata kerül kiválasztásra a jövőben.

Az atomerőművi kiégett nukleáris üzemanyag átmeneti tárolását a létesítmény (KKÁT) bővítésével és folyamatos üzemeltetésével biztosítani kell. Gondoskodni kell a KKÁT

bővítéséről új konténeres tárolási megoldás alkalmazásával úgy, hogy igazodjon az atomerőmű üzemidejének további meghosszabbításához. Ennek megalapozásaként meg kell kérni az illetékes hatóságoktól a KKÁT új környezetvédelmi és létesítési engedélyét.

Az 1. fejezetben ismertetett, és az 1. ábrán bemutatott referencia szcenárió – hazai közvetlen elhelyezés, rövid leszerelés (Primer kör védett megőrzése 20 évig/ PRK VM 20 év) – azzal számol, hogy a kiégett kazetták végleges elhelyezését megelőző tokozás a KKÁT keleti szárnyának végéhez illesztett létesítményben valósul meg, de ennek a koncepciónak a felülvizsgálata folyamatban van. Gondoskodni kell a vonatkozó létesítmények kialakításáról és az ehhez szükséges tevékenységek elvégzéséről, beleértve a lakossági támogatás biztosítását is.

4.3. A közeljövő feladatai

A KKÁT 25-28. kamrákkal (III. ütem 3. fázis) egységesen meg kell kérni a létesítmény üzemeltetési engedélyét. Ezzel párhuzamosan folytatni kell a 29-33. kamrák (III. ütem 4. fázis) létesítését.

A létesítmény több mint 20 éve üzemel, ezért több rendszer cserére, átalakításra szorul. A biztonságos üzemmenet szem előtt tartása alapján meghatározott prioritásokat figyelembe véve ütemezetten meg kell valósítani a szükséges átalakításokat. Az RHK Kft. nukleáris anyagokat érintő feladatait, különös tekintettel az átalakításokat a nemzetközi és hazai biztosítéki követelmények figyelembevételével hajtja végre.

A speciális tárolást igénylő (inhermetikus) kazetták jellemzőivel kapcsolatos legújabb ismeretek alapján pontosított koncepcióterv alapján a Paksi Atomerőművel egyeztetett módon meg kell határozni a szükséges engedélyezési lépéseket és azok időütemezését.

Aktualizálni kell a kiégett kazetták kiszállító- és tokozó létesítményének a koncepcióját abban a tekintetben, hogy mely létesítményrészről célszerű a KKÁT és melyet a majdani mélységi geológiai tároló telephelyén megvalósítani. A kiszállító épület alatt szükség lesz a talajcsere megvalósítására, ennek időzítése függ attól, hogy a kiszállító épülettel kapcsolatban milyen koncepció kerül elfogadásra.

Mind az inhermetikus kazettákkal, mind a kiszállító épülettel kapcsolatos műszaki koncepciót a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbításából származó többlet kiégett üzemanyag mennyiség átmeneti tárolására kidolgozott műszaki megoldáshoz illeszkedve felül kell vizsgálni.

Korábban elkészültek az RHK Kft. paksi telephely Látogató- és irodaépület bővítéséhez kapcsolódó biztonsági elemzések, valamint a komplex engedélyezési és kiviteli tervdokumentációk. A közbeszerzési eljárás lefolytatása után el kell végezni a Látogató- és irodaépület bővítését.

Az OAH 2021. március 12-én kiadta a felülvizsgált KKÁT tervezési alapfenyegetettséget. Az ennek való megfelelés, valamint a jogszabályokban előírt feladatok ellátása érdekében 2022-től létszámfejlesztés vált szükségessé az őrség állományánál. A jelenlegi Őrszövédelmi Központ épület földszinti helyiségeinek átalakításával önmagában nem biztosítható elegendő alapterület a megnövekedett létszám fogadására, ezért a meglévő épület átalakítása és új épület Fegyveres Biztonsági Őrszolgálat Kiszolgáló Épület építése vált szükségessé. A megkötött szerződés alapján meg kell építeni a létesítményt, annak üzembe helyezéséig a megemelt létszám elhelyezését konténerek telepítésével oldotta meg az RHK Kft.

A Paksi Atomerőmű adatszolgáltatása szerint a keletkező kiégett üzemanyag mennyisége üzemanyag diverzifikáció esetén sincs befolyással a jelenlegi kiszállítási ütemezésre. Az RHK Kft.-nek fel kell készülnie viszont az új típusú kiégett üzemanyagok átmeneti tárolásának engedélyeztetésére, amely feladatot a Paksi Atomerőmű üzemanyag jellemzőket tartalmazó részletes adatszolgáltatása alapján tudja megkezdni.

4.4. Feladatok ütemezése

- 2027–2031 - Az új típusú kiégett üzemanyagok átmeneti tárolásának biztosítása érdekében meg kell alapozni és kezdeményezni kell a KKÁT környezetvédelmi és üzemeltetési engedélyének módosítását.
 - KKÁT III. ütem 4. fázis bővítésének (29-33. kamra kivitelezése) befejezése.
 - Le kell folytatni a TÜH és Paks II. kiégett üzemanyag tárolási koncepció engedélyezésének megalapozását, előkészítését. El kell végezni az új kiégett üzemanyag tárolási megoldások műszaki tervezéséhez szükséges földtudományi vizsgálatokat.
 - A Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbításából származó többlet kiégett üzemanyag átmeneti tárolását biztosító létesítmény műszaki terveinek és engedélyezést megalapozó dokumentumainak elkészítése.
 - KKÁT Látogató- és irodaépület (többfunkciójú helyiségekkel, irodákkal, irat- és tervtárral) bővítésének végrehajtása.
 - A létesítmény üzembiztonságát szolgáló átalakítások végrehajtása.
 - A létesítmény üzemeltetése, IBF végrehajtása.
- 2032–2040 - Folyamatos üzemeltetés, IBF végrehajtása.
- 2041–2046 - A KKÁT üzemidejének meghosszabbítása.
 - Folyamatos üzemeltetés.
- 2042–2057 - Védett megőrzés a leállított atomerőművel együtt, felügyelet és a szükségekhez mért karbantartás, IBF végrehajtása.
- 2058–2063 - A kiszállító- és tokozó épület megépítése a KKÁT keleti végpontján.
- 2064–2072 - A feltöltött kamrák kiürítése, a kiégett üzemanyagok betokozása és elszállítása a nagy aktivitású hulladékok tárolójába, IBF végrehajtása.
- 2073–2079 - Leszerelés az atomerőmű leszerelésével együtt.

4.5. Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez

A KKÁT modulárisan bővíthető létesítmény. A szükséges tárolókapacitás bővítése az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. igényeinek felel meg. Tekintettel az atomerőműre és egyszer meghosszabbított üzemidejére (50 év) és az éves szinten keletkező kiégett üzemanyag mennyiségére (figyelembe véve a 15 hónapos (C15) üzemanyag ciklust, valamint a víz-urán viszonyra optimalizált üzemanyag bevezetését), az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. adatszolgáltatása alapján az üzemidő végéig összesen 17 477 db kiégett fűtőelem átmeneti tárolását kell biztosítani (lásd 2.3.3. fejezet). Ehhez a kiégett üzemanyag mennyiséghez összesen 33 kamra felépítésére van szükség. Az első 24 kamra 11 416 db kiégett üzemanyagköteg befogadására alkalmas, a további kamrákban egyenként 703 db kiégett üzemanyagköteget lehet elhelyezni, így a 33 kamrás kiépítés 17 743 db kiégett fűtőelem befogadását teszi lehetővé.

A KKÁT következő bővítési ütemére (III. ütem 4. fázis) megkötött szerződéssel rendelkezik az RHK Kft., a felmerülő költségeket ez alapján tartalmazza a terv. A bővítési költség magában foglalja a felmerülő engedélyezési költségeket is.

A KKÁT üzemidejének meghosszabbításával összefüggő költségek meghatározása műszaki becsléssel történt.

A kiégett üzemanyag átmeneti tárolása és az egyéb hulladékkezelési feladatok között érdemi összefüggések az alábbiak szerint állnak fenn:

- A KKÁT területéről 2064 és 2072 között kiszállítják a kiégett üzemanyagot a mélységi geológiai tárolóba. A betokozási és szállítási költségeket a TS(R)6/25rev1. jelű dokumentum – a korábbiakban elkészített koncepcióterv (lásd 5.1. fejezet) – tartalmazza. Elkészült a koncepcióterv aktualizálása, amelynek eredményeit a Nemzeti Program felülvizsgálata során, majd azt követően a további közép- és hosszú távú tervek készítésénél tudjuk figyelembe venni.
- A KKÁT leszerelése és a hulladék elszállítása 2073-tól az atomerőmű lebontásával együtt történik. A vonatkozó költségeket a 6. fejezet tartalmazza.

5. A nagy aktivitású radioaktív hulladékok és a kiégett nukleáris üzemanyag végleges elhelyezése

Ez a fejezet a Nemzeti Program referencia forгатókönyvének (lásd 1. fejezet) megfelelően a nagy aktivitású radioaktív hulladékok és a kiégett nukleáris üzemanyag végleges hazai elhelyezésével kapcsolatos tevékenységeket foglalja össze.

5.1. Előzmények

Magyarországon nagy aktivitású radioaktív hulladékok az 1960-as évektől kezdődően keletkeznek. A Paksi Atomerőmű üzembe helyezése új helyzetet teremtett, mivel az atomerőmű üzemeltetése és leszerelése meghatározó módon hozzájárul a hazai nagy aktivitású radioaktív hulladékok és az országban keletkező kiégett üzemanyag mennyiségéhez.

A hazánkban rendelkezésre álló – atomerőművi és nem atomerőművi – kiégett nukleáris üzemanyaggal kapcsolatos előzményeket a 4. fejezetben találjuk.

Magyarországon a nagy aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére irányuló kutatási program 1993 végén a Nemzeti Projekt kereteiben – a Bodai Agyagkő Formáció (a továbbiakban: BAF) vizsgálatával – kezdődött, majd annak 1995 márciusában történő befejeződése után egy önálló kutatási program (rövidtávú program) keretében folytatódott. Ennek középpontjában (1996-1998 között) a BAF-ban létesített földalatti laboratóriumban végzett vizsgálatok álltak. Az uránbánya bezárására vonatkozó kormányzati döntés következtében a bányából megközelíthető földalatti laboratórium 1998 végén bezárássra került. Az akkori zárójelentés szerint nem merült fel olyan körülmény, amely a nagy aktivitású radioaktív hulladékok BAF-ban történő végleges elhelyezése ellen szólna.

A kialakult helyzetben az RHK Kft. újragondolta a nagy aktivitású hulladéktároló kialakítására irányuló tevékenységeket, és 2000-ben egy – az ország teljes területére kiterjedő – földtani pásztázó kutatást (screeninget) bonyolított le. Összességében az ország területének 3-5%-án találtak a mélységi geológiai tároló kialakítása szempontjából figyelembe vehető geológiai képződményt. A vizsgálati eredmények alapján továbbra is a BAF bizonyult a nagy aktivitású hulladéktároló legígéretesebb befogadó kőzetének.

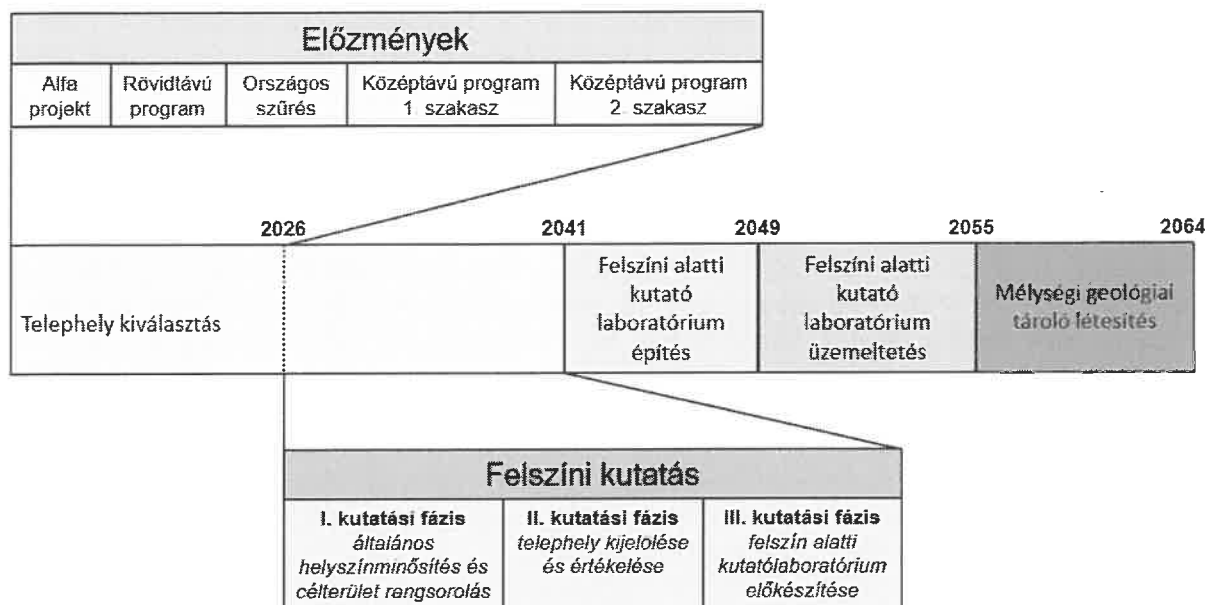
A fentiek alapján az RHK Kft. kutatási programot készített a magyarországi nagy aktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok elhelyezésére alkalmas telephely és egy új földalatti kutatólaboratórium helyszínének kijelölésére a Nyugat-Mecsekben. A programot az Alap felett rendelkező miniszter 2003-ban elfogadta és a munkák ennek alapján megkezdődtek.

2004-ben készült el a kiégett atomerőművi és egyéb üzemanyag kazetták, valamint a nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésére vonatkozó koncepcióterv (TS(R)/6/25), amelynek aktualizálása folyamatban van. A rendelkezésre álló pénzügyi eszközök 2006-2010-ben már csak a környezeti monitoring, a meglévő infrastruktúra és az informatikai rendszer folyamatos üzemeltetését és néhány tanulmány elkészítését tették lehetővé.

2008-ban készült el „A BAF kutatás hosszú távú programját aktualizáló tartalmi, pénzügyi és ütemezési koncepció” (RHK-N-016/08 2008. december). Ezt a dokumentumot az RHK Kft. felkérésére a svájci NAGRA 2009-ben véleményezte. A koncepció megállapításai 2009-ben beépültek a „Megalapozás a hazai radioaktív hulladékok és kiégett fűtőelemek kezelésének és elhelyezésének új programjához” című dokumentumba. Ezzel egyidejűleg a koncepció

megállapításainak további felülvizsgálatát a fentiekben jelzett dokumentum megalapozottan előírta.

2010-ben egy zárójelentés elkészítésével – bár az eredetileg kitűzött célját a pénzügyi korlátok miatt nem érte el – lezárult a 2003-ban indult kutatási program. Ezt tekintjük a Középtávú Program – melynek célja általános helyszínminősítés és célterület rangsorolás volt – 1. szakaszának (a kutatás fázisokra tagolását a 7. ábra szemlélteti).



7. ábra: a BAF kutatás előzményei és fázisokra tagolása

2011-2012-ben folytatódott a monitorozás, és az RHK Kft. projektet indított, melynek első feladata a Középtávú Program 2. szakaszára vonatkozó kutatási terv összeállítása volt. Ennek első lépéseként a korábban az egész Középtávú Programra elkészített kutatási terv szakmai és módszertani felülvizsgálata készült el, amelynek alapján az RHK Kft. összeállította a kutatási tervet (RHK-N-005/12). Ez a kutatási terv teljes mértékben a NAGRA felülvizsgálat megállapításainak szellemében készült, és alapvető célja a kutatást követő integrált értelmezési (beleértve a biztonsági értékelést is) szakasz információigényének kiszolgálása, mely alapján majd a potenciálisan alkalmas térrész szűkíthető.

A kutatási tervet az illetékes hatóság (Pécsi Bányakapitányság) jóváhagyta. A kutatási terv két és fél éves intenzív terepi tevékenységgel számolt, de a munkát – a pénzügyi forrásokhoz igazodva – át kellett ütemezni. Így a tervezett kutatólétesítmények közül 2018 végéig három mélyfúrás (BAF-1, BAF-1Af és BAF-2), valamint a B-3 kutatóárok valósult meg. A fúrásokban elkészültek a helyszíni geofizikai és hidraulikai vizsgálatok. A fúrások maganyagán a dokumentálást követően lezajlott a mintázási program, elkészültek a laboratóriumi- és transzportvizsgálatok. 2014-2016-ban került sor a tervezett felszíni vizsgálatokra (földtani, geomorfológiai és vízföldtani térképezés).

2017 őszén 2D szeizmikus reflexiós szelvényezés történt két szelvény mentén, majd 2018-ban elkészült a mérések kiértékelése. 2018-ban kezdődött a nyugat-mecseki karszt fejlődéstörténetének vizsgálata, 2019-ben befejeződött a BAF-ból a pórúsvíz kinyerési lehetőségének szakértői vizsgálata is.

A tároló létesítmény telephelyének vizsgálatához és értékeléséhez telephelykutatási keretprogramot kell kidolgozni és engedélyeztetni, illetve az egyes kutatási fázisokra kutatási engedély iránti kérelmet kell benyújtani. Ennek megfelelően az RHK Kft. 2018-ban elkészítette a BAF telephelykutatási keretprogramját, amelyet 2019. február 7-én nyújtott be a hatósághoz. Az engedélyezési eljárás keretében 2019. április 25-én, Bodán közmeghallgatásra került sor. Az OAH 2019. július 8-án kelt RHKB-HA0004 sz. határozatával a telephelykutatási keretprogram engedélyt megadta.

Még a 2013. évi kutatási engedély hatálya alatt, 2016-ban megtörtént a tervezett BAF-3, BAF-3A és BAF-4 fúrások építési engedélyezése a bányafelügyelet hatáskörébe tartozó egyes sajátos építményekre vonatkozó építésügyi hatósági eljárások szabályairól szóló 53/2012. (III. 28.) Korm. rendelet előírásai szerint. Mivel engedélyeztetésük a Középtávú Program 2. szakaszában teljes körűen megtörtént, ezért kivitelezésüket a telephelykutatási keretprogram előzményei közé soroltuk. Az RHK Kft. 2020-ban szerződést kötött a már építési engedéllyel rendelkező BAF-3, BAF-3A és BAF-4 kutatófúrás mélyítésére és helyszíni vizsgálatára (Középtávú Program 3. szakasza). A fúrások kivitelezése 2020 szeptemberében megkezdődött és határidőben, 2021 szeptemberére lezárult. Összesen 3 065 m fúróluk létesült. Az RHK Kft. befejezte a kutatófúrások eredményeinek feldolgozását, és összeállította a fúrások záródokumentációját, amelyet benyújtott az OAH-nak és a SZTFH-nak.

Az RHK Kft. nagyfelbontású 3D szeizmikus méréseket hajtott végre, vállalkozó bevonásával. A szeizmikus mérések előkészítését (a terület előzetes régészeti vizsgálata és a vízbázisok érintettségének értékelése) követően 2022 őszén Boda térségében, 49 km² területen került sor a nagyfelbontású 3D reflexiós szeizmikus felvételezésre.

A keretprogram engedély (RHKB-HA0004) alapján az RHK Kft. összeállította és engedélyezésre benyújtotta a 2022-2027. között tervezett I. felszíni kutatási fázis kutatási tervét, amelyet az OAH tájékoztatókérésére nyomán visszavont.

Az RHK Kft. 2023-ban befejezte a nagy aktivitású radioaktív hulladék-tároló hulladékelhelyezési rendszerének, a felszíni telephely és a felszín alatti tárolórész kialakításának felülvizsgálatát és koncepcionális terveinek kidolgozását, amely egy új költségbecslés alapjául szolgál.

Az RHK Kft. megkötötte a korábbi 3D szeizmikus mérésekre épülő további, az SZTFH által korábban engedélyezett terepi kutatási munkák kivitelezésére irányuló szerződéseket. Így 2024 őszén elindultak az S_H-hullám szeizmikus reflexiós szelvényezés munkái, majd 2024 végén a B-4 kutatóárok geofizikai előkészítéséhez kapcsolódó mérések. A földtudományi mérések kiértékelése 2025-re megtörtént.

A BAF-ban létesítendő mélységi geológiai tárolóval összefüggésben legutóbb 2005-ben készült egyszerűsített biztonsági elemzés. Az elmúlt évtizedek során összegyűjtött sokrétű információ bázisán és a folyamatban lévő kutatások eredményeire építve az RHK Kft. megkezdte egy Előzetes Biztonsági Jelentés (EBJ) elkészítését. A projekt elsődleges célja a BAF alkalmasságának általános megítélése egy integrált értékelés keretében, amellyel a további kutatási és tervezési feladatok pontosíthatók lesznek. A feladat hangsúlyosan tudásmenedzsment célokat is szolgál, ugyanis alkalmat ad az RHK Kft. fiatal szakemberei számára, hogy a jelenleg a kutatásban kulcsszerepet játszó, nyugdíj előtt álló kollégákkal együtt készíthessék el ezt az átfogó, az elmúlt 20 év ismereteit rendszerező, összegző munkát.

A 2000-ben készített országos szűrés alapján a szakértők a figyelembe vett szűrési kritériumok alapján a BAF-ot a lista 1. és 5. helyére, míg a Kiscelli Agyag Formáció (a továbbiakban: KAF) észak-magyarországi előfordulásait a 2., 3. és 6. helyre rangsorolták. Jelenleg kizárólag a Nyugat-Mecsek térségében zajlik a mélységi geológiai tároló telephelyének kutatása, de a nemzetközi példák és a társadalmi elfogadás szempontjai is indokoltá tehetik egy alternatív formáció figyelembevételét. Az RHK Kft. javaslatot tett az ezzel kapcsolatos feladatok Nemzeti Programba történő beépítésére.

Folyamatosan biztosítani kell a fűrómagok tárolását a kővágószőlősi bérelt magraktárban. Itt folyik a BAF kutatása során mélyített fúrásokból nyert fűrómag minták tárolása, amelyek megőrzését a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény végrehajtásának egyes szabályairól szóló 20/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet 23. § (4) bekezdése írja elő.

5.2. Stratégiai cél

Kezdetől fogva egyértelmű, hogy a nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésének minden problémáját Magyarországon kell megoldani, függetlenül a szakmai szempontból azonos kategóriába sorolható kiégett nukleáris üzemanyag kezelésének módjától, azaz attól, hogy milyen üzemanyagciklus-zárási stratégiát választ az ország.

A nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése érdekében az ország területén stabil, mélységi geológiai formációban kialakítandó tároló létesítésére kell felkészülni. Az egységes nemzetközi álláspont szerint egy ilyen tároló felhasználható a kiégett üzemanyag közvetlen elhelyezésére, de alkalmas a kiégett üzemanyag reprocesszási hulladékainak befogadására is. A referencia szcenárió az üzemanyag-ciklus lezárására a kiégett üzemanyag-kazetták közvetlen hazai elhelyezése.

Akkor nevezhetünk egy műszaki megoldást referencia szcenáriónak, ha az adott megoldást több elképzelhető alternatíva közül választottuk, az eljárás megvalósítható és költsége reálisan megbecsülhető, az eljárás bevezetésére irányuló rövid távú tevékenységek nem vezetnek visszafordíthatatlan állapot eléréséhez, és a fentiek miatt a gazdasági számításokat észszerű a kiválasztott alternatívára alapozni.

Nyilvánvaló azonban, hogy az üzemanyagciklus-zárási stratégia kiválasztására vonatkozó tevékenységet nem lehet elhanyagolni, a Nemzeti Politikában elfogadott „do and see” (mérlegelve haladj előre) elvnek megfelelően folyamatosan nyomon kell követni a kiégett üzemanyag kezelése területén bekövetkező fejleményekre. A referencia szcenárió folyamatos ellenőrzése vezethet el annak esetleges alapvető revíziójához, támaszkodva a cikluszárási tevékenységekkel összefüggő – Magyarország számára is releváns – nemzetközi gyakorlatra.

5.3. A közeljövő feladatai

Folytatni kell a Nyugat-Mecsek térségében a monitoring tevékenységet és az ahhoz kapcsolódó munkákat. A BAF kutatási terület monitoring rendszeréhez tartozó, mélyfúrásokba telepített többpakkeres észlelőrendszereknél egyre gyakoribb a meghibásodások miatti adatvesztés, ezért a korábban beépített rendszerek helyett egy korszerűbb mérőeszköz rendszer telepítése szükséges. A korábbi előkészületek alapján végre kell hajtani a többpakkeres rendszerek rekonstrukcióját.

Folytatni kell az Előzetes Biztonsági Jelentés (EBJ) készítését, a BAF a további kutatási és tervezési feladatok pontosításához, végső soron a BAF általános megítéléséhez.

Folytatni kell a Kiscelli Agyag Formációval kapcsolatos általános földtani adatgyűjtést annak érdekében, hogy a jövőben döntést lehessen hozni alternatív formációként való figyelembevételéről. Ennek részeként le kell mélyíteni egy 400 m-nél sekélyebb fúrást, amihez az RHK Kft. a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény 22/D. §-a szerinti földtani kutatási engedély kérelmet állít össze és nyújt be az SZTFH-hoz.

A közelmúltban egyre több nemzetközi fórumon publikálták a nagy aktivitású hulladékok mély fúrólyukban történő elhelyezésének koncepcióját. Az RHK Kft. belső erőforrásaival megvizsgálja, hogy milyen feltételek mellett jöhet szóba a hazai peremfeltételek mellett ez a megoldás.

5.4. A feladatok ütemezése

A feladatok ütemezését jelen tervben az RHKB-HA0004 sz. határozattal jóváhagyott telephelykutatói keretprogram fázisai alapján végezzük el. A 2015-ben készített és 2016-ban jóváhagyott Nemzeti Program a fő teljesítménymutatókat (key performance indicators) bemutató 10. fejezetében még azt írja, hogy 2020-ig „le kell zárni az I. felszíni kutatási fázist, és ennek eredményei alapján össze kell állítani a II. felszíni kutatási fázis tervét.” A 2018-ban elkészített, majd 2022-ben aktualizált telephelykutatói keretprogram az első három fázis ütemezésére az 5.4-1. táblázatban szereplő időtartományokat adja meg.

A 2022-ben az I. felszíni kutatási fázis telephely kutatási engedély kérelmének részeként az OAH-hoz benyújtott aktualizált telephelykutatói keretprogram ütemezése még azzal számolt, hogy az I. felszíni fázis terepi munkáit 2022-ben az RHK Kft. meg tudja kezdeni, azonban ez nem történt meg. Amennyiben a Nemzeti Program e téren nem hoz változást és a projekt folytatása 2026 végén telephely kutatás engedélyt kaphat, akkor az I. fázis felszíni terepi munkáit legkorábban 2027 végén lesz lehetséges megkezdeni. Jelen tervben a közeljövő tevékenységeit azzal a feltételezéssel tervezzük, hogy a fázisengedélyt igénylő, mélyfúrásokat is tartalmazó terepi kutatás 2028-ban újraindulhat, ami a 2022-ben aktualizált keretprogramhoz képest további öt év csúszást jelent.

5.4-1. táblázat – A telephely kutatás felszíni kutatási fázisainak időütemezése

Forrásdokumentum	I. fázis	II. fázis	III. fázis
telephelykutatói keretprogram [2018]	2019-2023	2024-2029	2030-2032
aktualizált telephelykutatói keretprogram [2022]	2022-2027	2028-2033	2034-2036

A mélységi geológiai tároló telephely kutatásának jelentős csúszása (a Nemzeti Programhoz képest 12 év, a jóvágyott keretprogramhoz képest 9 év) kihat a Nemzeti Program teljes időütemezésére, amit jelen tervben nem tudunk módosítani, de a Nemzeti Program jelenleg zajló felülvizsgálata keretében érvényesíteni kell. A csúszás eredményeként a telephelykutatói keretprogram által lefedett három felszíni kutatási fázis a jelenlegi ütemezés szerint legkorábban 2040-ben fejezhető be, így a felszín alatti kutatólaboratórium kialakítása 2041-ben kezdhető meg. Annak érdekében, hogy a Nemzeti Programban a mélységi geológiai tároló építésének kezdetére és üzembe vételére megadott időpontokon ne kelljen módosítani, jelen tervben a felszín alatti kutatási fázis időtartamát 6 évvel rövidítettük, azonban ezt az ütemezést a Nemzeti Program felülvizsgálata keretében aktualizálni kell, mert ennyi idő alatt a felszín alatti kutatást nem lehet elvégezni.

2027-2031 - Végre kell hajtani a BAF I. felszíni kutatási fázis (általános helyszínminősítés

- és célterületek rangsorolása) terepi tevékenységeit.
 - Biztosítani kell a terepi munkák műszaki felügyeletét.
 - Felül kell vizsgálni az elhelyezési koncepciót, pontosítani kell a hulladékfeltárt.
 - A fázis végére el kell készíteni az I. fázisra vonatkozó kutatási zárójelentést és az előzetes biztonsági jelentést.
 - Folytatni kell a térségben a monitoring tevékenységet és a fúrási maganyag tárolását.
- 2032-2037
- Össze kell állítani a BAF II. felszíni kutatási fázis (telephely kijelölése és minősítése) telephelykutatási tervét, és le kell folytatni a telephelykutatási engedélyezési eljárást.
 - El kell végezni a BAF II. felszíni kutatási fázis terepi tevékenységeit.
 - Biztosítani kell a terepi munkák műszaki felügyeletét.
 - A biztonsági értékelés támogatásához el kell végezni a műszaki gátak viselkedésére és a hulladékfeltár pontosítására irányuló kutatás-fejlesztési tevékenységeket.
 - A fázis végére el kell készíteni a II. fázisra vonatkozó kutatási zárójelentést és az előzetes biztonsági jelentést.
 - Folytatni kell a térségben a monitoring tevékenységet és a fúrási maganyag tárolását.
- 2038-2040
- Össze kell állítani a BAF III. felszíni kutatási fázis (felszín alatti kutatólaboratórium előkészítése) telephelykutatási tervét, és le kell folytatni a telephelykutatási engedélyezési eljárást.
 - El kell végezni a BAF III. felszíni kutatási fázis terepi tevékenységeit.
 - Biztosítani kell a terepi munkák műszaki felügyeletét.
 - A biztonsági értékelés támogatásához el kell végezni a műszaki gátak viselkedésére és a hulladékfeltár pontosítására irányuló kutatás-fejlesztési tevékenységeket.
 - A fázis végére el kell készíteni a komplex kutatási zárójelentést és a telepítést megalapozó biztonsági jelentést.
 - A földalatti laboratórium kiviteli terveinek és vizsgálati programjának elkészítése, a kivitelezésre irányuló közbeszerzési eljárás lefolytatása.
 - Folyamatos monitorozás.
- 2041-2048
- Telepítési- és környezetvédelmi engedélyezés lefolytatása a felszín alatti kutatólaboratórium megvalósítására, az Országgyűlés előzetes elvi jóváhagyása a mélységi geológiai tároló létesítését előkészítő tevékenység megkezdésére.
 - A felszín alatti kutatólaboratórium megépítése.
 - A felszín alatti kutatólaboratórium kutatási programjának a megtervezése.
 - A kutatási program hatósági engedélyeztetése.
 - A kutatási program végrehajtásának megpályáztatása.
 - A felszín alatti kutatólaboratórium megvalósulási terveinek (I.) elkészítése.
 - Folyamatos monitorozás.
- 2049-2054
- A felszín alatti kutatólaboratórium üzemeltetése.
 - A felszín alatti kutatólaboratórium kutatási programjának a végrehajtása.
 - A felszín alatti kutatólaboratórium kutatási programját lezáró biztonsági értékelés elvégzése és az ezt ismertető biztonsági jelentés elkészítése.
 - A biztonsági jelentés „validálása” nemzetközi peer-review igénybevételével.
 - A BAF kutatás hosszú távú programjára vonatkozó tartalmi, pénzügyi és ütemezési koncepció felülvizsgálata.
 - A mélységi geológiai tároló létesítési engedélykérelmét megalapozó biztonsági

- értékelés elvégzése, a biztonsági jelentés elkészítése.
 - A létesítési engedély megszerzése.
 - A felszín alatti kutatólaboratórium megvalósulási terveinek (II.) elkészítése.
 - Folyamatos monitorozás.
- 2055-2063
- A mélységi geológiai tároló megépítése.
 - A tároló üzemeltetési engedélykérelmét megalapozó biztonsági értékelés elvégzése, a biztonsági jelentés elkészítése.
 - Az üzemeltetési engedély megszerzése.
 - A tároló megvalósulási terveinek (I.) elkészítése.
 - Folyamatos monitorozás.
- 2064-2079
- A KKÁT-ban tárolt kiégett üzemanyag átszállítása a tárolóba.
 - Az atomerőmű bontási hulladékának beszállítása a tárolóba.
 - Az RHFT-ben tárolt hosszú élettartamú radioaktív hulladékok átszállítása a tárolóba.
 - Biztonsági értékelések készítése.
 - A tároló megvalósulási terveinek (II.) elkészítése.
 - Folyamatos monitorozás és a tároló üzemeltetése.
- 2080-2083
- A tároló bezárása.
 - Biztonsági értékelés készítése.
 - Nemzetközi peer-review.
 - A bezáráshoz szükséges hatósági engedélyek megszerzése.
 - A tároló megvalósulási terveinek aktualizálása.
 - Folyamatos monitorozás.
- 2084-2133
- Biztonsági értékelések készítése.
 - Folyamatos monitorozás.
 - Döntés az intézményes ellenőrzés folytatásáról, vagy befejezéséről.

5.5. Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez

5.5.1. A kiégett nukleáris üzemanyag és a nagy aktivitású hulladékok elhelyezésének költsége

A kiégett atomerőművi fűtőelemkötegek, valamint a nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésének költsége „A BAF kutatás hosszú távú programját aktualizáló tartalmi, pénzügyi és ütemezési koncepció” (RHK-N-016/08 2008. december) című dokumentum alapján számolható. Ezt a dokumentumot, mint azt korábban jeleztük, az RHK Kft. felkérésére, a svájci NAGRA véleményezte. (A kutatás tervezése és irányítása szempontjából két mértékadó észrevételük az volt, hogy az RHK Kft.-n belül létre kell hozni a kutatás irányítását, koordinálását végző szakmai szervezeti egységet, illetve, hogy a feladatok tervezését felülről építkezve inkább az egyes fázisok végén elérendő célokhoz kellene igazítani, mint alulról építkezve tevékenység alapon felépíteni a kutatási programot.) Az átfogó kutatási program felülvizsgálatát a felszín alatti kutatás vonatkozásában, a felszíni kutatás végrehajtása során szerzett tapasztalatok alapján a NAGRA által tett észrevételek figyelembevételével végzi majd el az RHK Kft.

A nem atomerőművi eredetű kiégett fűtőelemkötegek elhelyezésének költsége a 2004-ben elkészült (lásd 5.1. pont) koncepciótervből – TS(R)/6/25 – származtatható. Ezeket a költségeket mutatja be a 9.4-1. táblázat 2026. évi áron.

A hazai végleges elhelyezési költség számításaira vonatkozó rendszeresen felülvizsgálandó bemenő adatokat az MVM Paksi Atomerőmű Zrt., a BME és a HUN-REN EK adatszolgáltatására épülő 2.3. fejezet foglalja össze.

A költségbecslés nem terjed ki a püspökszilágyi RHFT-ben átmenetileg tárolt hosszú élettartamú hulladék kondicionálásával kapcsolatos tevékenységekre. Ezek a költségek az RHFT költségei között vannak nyilvántartva (lásd 3.1.5. fejezet).

5.5.2. Összefüggések

A nagy aktivitású radioaktív hulladékok és a kiégett üzemanyag végső elhelyezésére vonatkozó tervek az 1. ábrán szemléltetett módon szorosan kapcsolódnak:

- az atomerőmű lebontásának időpontjához, ami meghatározza a nagy aktivitású radioaktív hulladék-tároló létesítmény üzemeltetésének és lezárásának időzítését,
- a KKÁT üzemidejéhez és kirakásához, ami összefügg a tároló üzembeállításának időpontjával,
- az RHFT üzemeltetésének időzítéséhez, mivel az RHFT-ből kikerülő hosszú élettartamú hulladékok elhelyezése a nagy aktivitású radioaktív hulladék-tárolóban van előírányozva.

6. A Paksi Atomerőmű és az egyéb nukleáris létesítmények leszerelése

6.1. Előzmények

A Paksi Atomerőmű első blokkját 1982-ben kapcsolták az országos villamosenergia átviteli-hálózatra, a negyedik blokk üzembe helyezésére pedig 1987-ben került sor. Az atomerőmű eredetileg tervezett üzemideje 30 év volt, amelyet időközben minden blokkra további 20 évvel meghosszabbítottak. Ebben a tervben az atomerőmű – 20 éves üzemidő hosszabbítást tartalmazó – 50 éves üzemidejével számolunk. Ennek alapján az atomerőmű negyedik blokkját várhatóan 2037-ben állítják le.

Az atomerőmű leszerelésére vonatkozó első tanulmányt a DECOM Slovakia Ltd. készítette 1993-ban. Ebben a tanulmányban a vizsgálat tárgyát csak az első kiépítés (1-2. blokk) képezte. Az 1997-ben készített változat már kiterjedt mind a 4 blokk és a KKÁT leszerelésére is.

Nagy előrelépésnek számított, hogy 2003-ban a DECOM Slovakia Ltd. és a TS-ENERCON Kft. elkészítették a Paksi Atomerőmű és a KKÁT Előzetes Leszerelési Tervének első változatát. Ez a dokumentum ugyanazokat a leszerelési változatokat vizsgálta, mint az 1997-es tanulmány. A 2003-as KKÁT Előzetes Leszerelési Terv már terv mélységű szinten készült, és messzemenően figyelembe vette a NAÜ ide vonatkozó ajánlásait.

Az eddigi nemzetközi gyakorlat azt mutatja, hogy azoknál a nukleáris létesítményeknél, melyeket korábban terveztek, és a tervezés során nem használtak korszerű számítógépes tervezési eszközöket, nagyon nagy gondot jelent az ún. tervezési input adatok korrekt, ellenőrizhető formában történő megjelenítése, és az ún. tervezési adatbázis létrehozása rendkívül idő- és költség igényes. A tervezési adatbázisnak helyiség orientálnak kell lennie, mivel a leszerelési munkákat helyiségenként és nem rendszerenként fogják elvégezni. A Paksi Atomerőmű leszerelési adatbázisának struktúráját, illetve az adatbázist az RHK Kft. 2004-ben elkészítette. Ezt az OAH felkérésére a NAÜ 2005-ben regionális program keretében német, illetve szlovák

szakértők bevonásával véleményezte. Az adatok első körének az összegyűjtése 2006-ban kezdődött el és 2009-ben fejeződött be.

A nukleáris létesítmények leszerelési tervét ötévente felül kell vizsgálni. A Paksi Atomerőmű Előzetes Leszerelési Tervével kapcsolatban az OAH 2009-ben észrevételeket és ajánlásokat tett, valamint kérte annak kiegészítését. Ezek alapján 2014-ben készült el a leszerelési terv következő felülvizsgálata, melynek keretében megtörtént:

- a „Paksi Atomerőmű reaktor berendezéseinek és sugárvédő betonszerkezeteinek felaktiválódása és bomlása” című kutatási jelentés felülvizsgálata;
- a Paksi Atomerőmű leszerelési adatbázisának a felülvizsgálata;
- a leszerelési költségek és a radioaktív hulladékok mennyiségének meghatározásához szükséges radiológiai felmérés elvégzése;
- a Paksi Atomerőmű aktualizált leszerelési tervének összeállítása.

A terv két opció – az azonnali leszerelés, valamint a primerkör 20 évig tartó védett megőrzését tartalmazó változat – esetén adja meg a várható költségeket és a keletkező radioaktív hulladékok mennyiségét. A Nemzeti Programban a primerkör 20 évig tartó védett megőrzését tartalmazó változatot vették figyelembe, így jelen terv is ez alapján készült. Az előzetes leszerelési tervet 2016 decemberében nyújtotta be a Paksi Atomerőmű az OAH-hoz. A hatóság OAH-2017-00067-0003/2017 számú levelében a tervhez észrevételeket tett.

A leszerelési terv legutóbbi aktualizálását a Paksi Atomerőmű 2021-ben készítette el (dokumentum azonosító: 000000A00463SSE). Ez a tervváltozat az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII.30.) Korm. rendelet által módosított radioaktív hulladék kategória definíciók bevezetését (12. melléklet, radioaktív hulladékok osztályozása), valamint az azzal összefüggő módosításokat tartalmazza. További lényeges elem a fizikai védelmi tervfejezet (LT 14) felülvizsgálatának elvégzése. A tervváltozat az OAH-2017-00067-0003/2017 számú hatósági levélben előírtak figyelembevételével készült.

A KKÁT vonatkozásában 2011-ben készült el az előzetes leszerelési terv felülvizsgálata (SOM (R) 3/346 Rev. 1.), amely illeszkedik az atomerőmű leszerelési tervéhez. Ennek a tervnek az aktualizálása történt meg 2016-ban (SOM (R) 3/1062 Rev. 1.), majd 2021-ben (SOM(R)3/1761 Rev. 1. 1. függelék).

A BME oktatóreaktorát 1971-ben helyezték üzembe, a hazai nukleáris szakemberképzés oktatási igényeinek kielégítésére. A reaktor ma maximum 100 kW névleges hőteljesítménnyel működik, és 2027-ig rendelkezik érvényes üzemeltetési engedéllyel. A létesítménynek nincs tervezett élettartama. A BME Nukleáris Technikai Intézet (BME NTI) adatszolgáltatása alapján a létesítmény műszaki állapota lehetővé teszi egy további 10 éves (vagy akár hosszabb) üzemeltetés megalapozását. Az Oktatóreaktor üzemeltetéséért felelős BME NTI megkezdte az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat elvégzését, amelyet 2026. július 30-ig be fognak nyújtani az OAH-hoz. Fentiek alapján a létesítmény leszerelésével - a hatósági eljárás sikeres lefolytatása esetén - 2037 után kell számolni. 2014-ben elkészült az oktatóreaktor előzetes leszerelési terve, amelyet utoljára 2023-ban aktualizáltak (NTI-VBJ-21-2.3/2023) Ez a dokumentum a reaktor azonnali leszerelését irányozza elő úgy, hogy a reaktorépületben bizonyos funkciók (pl.: laboratóriumok) a leszerelést követően is megmaradnának.

A Budapesti Kutatóreaktort 1959-ben építették. A zóna módosítására 1967-ben került sor, új fűtőelem bevezetésével. A létesítményt 1986 és 1992 között felújították, új tartályt építettek be és a hőtéljesítményt 10 MW-ra növelték. A létesítmény kutatási és izotópgyártási feladatokat lát el, amihez az aktív zónában maximum $1,9 \times 10^{14}$ n/cm²s termikus neutronfluxus áll rendelkezésre. A Budapesti Kutatóreaktor a 2023-ban lefolytatott IBF alapján BKR-HA0074 számú határozattal 2033. 12. 15-ig határozott időre megkapta a további üzemeltetés engedélyét az előírt kötelezések betartása és feltételek határidőre történő kidolgozása esetén.

A HUN-REN EK utoljára 2024-ben aktualizálta a BKR leszerelési költségbecslését, amelyet a 9.3 fejezetben használtunk fel a kutatóreaktor kiegészített üzemanyagainak kezelésével és leszerelésével kapcsolatos költségek meghatározására. A kutatóreaktor leszerelésének költsége az átmeneti időszakban 7,611 milliárd Ft; a leszerelési időszakban 2,014 milliárd Ft. Mindösszesen 9,625 milliárd Ft. Az átmeneti időszak költségei között szerepel a kiegészített fűtőkötegek és a berillium elszállításának költsége 3,9 milliárd Ft értékkel.

A további 6.2.-6.5. pontok csak a Paksi Atomerőműre és a KKÁT-ra vonatkoznak, a kutató- és oktatóreaktorra a közép- és hosszú távú terv későbbi felülvizsgálatai során lehet kitérni, több adat birtokában.

6.2. Stratégiai cél

A Paksi Atomerőmű leszerelésére rövid „védett megőrzési” időtartam figyelembevételével kell felkészülni. A referencia szcenárió szerint a védett megőrzés időtartama minden blokkra 20 évet tesz ki. A KKÁT leszerelése illeszkedik a Paksi Atomerőmű leszereléséhez.

Annak érdekében, hogy a világban végbemenő műszaki fejlesztések és a szerzett tapasztalatok beépüljenek a hazai gyakorlatba, rendszeresen (ötévente) felül kell vizsgálni az előzetes leszerelési terveket.

6.3. A közeljövő feladatai

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 1/2022. (IV. 29.) OAH rendelet (a továbbiakban: 1/2022. (IV. 29.) OAH rendelet) előírásainak megfelelően elő kell készíteni a Paksi Atomerőmű és a KKÁT leszerelési tervének a következő felülvizsgálatát. A leszerelési tervek felülvizsgálata során figyelembe kell venni a nemzetközi és hazai biztosítéki előírásokat és a 3S (safety, security, safeguards) összhangját biztosítani kell.

6.4. Feladatok ütemezése

2027–2032 - A Paksi Atomerőmű és a KKÁT előzetes leszerelési tervének rendszeres aktualizálása.

2033-2041 Átmeneti időszak:

- A Paksi Atomerőmű blokkjainak szakaszos leállítása, a kiegészített fűtőelemek hűtése.
- A létesítmény üzemeltetésének befejezése és felkészítése a védett megőrzésre.
- A kiegészített üzemanyag-kazetták átszállítása a KKÁT-ba.
- A Paksi Atomerőmű és a KKÁT előzetes leszerelési tervének rendszeres felülvizsgálata, majd a végleges leszerelési tervek elkészítése és engedélyeztetése.

- 2042-2061 Védett megőrzés
- A Paksi Atomerőmű primerkör védett megőrzése és a KKÁT felügyelete és karbantartása.
 - Szabad zóna leszerelése, bontása, átalakítása.
- 2062–2080
- Az atomerőmű aktív részeinek leszerelése.
 - A kiégett üzemanyag-kazetták elszállítása a KKÁT-ból.
 - A KKÁT leszerelése.

6.5. Forrásadatok és információk a gazdasági számítások elvégzéséhez

A Paksi Atomerőmű leszerelésére vonatkozó költségadatok „A Paksi Atomerőmű Leszerelési Terve” megnevezésű (azonosító: 000000A00463SSE) dokumentumból származnak, amely 2021-ben került benyújtásra az OAH-hoz. A Paksi Atomerőmű leszerelése, – mint a törvényben nevesített feladatok időben legkésőbb esedékes mozzanata – érdemi összefüggésben áll a következő hulladékkezelési feladatokkal:

- Az atomerőmű leszereléséből jelentős mennyiségű különböző aktivitású radioaktív hulladék származik, így a különféle tárolók kapacitásának tervezésekor ezt figyelembe kell venni. A tárolók zárásának időzítését szintén a leszereléséhez kell igazítani.
- Az atomerőmű leszereléséhez hozzá kell igazítani a KKÁT felügyeletét, és a kiégett kazetták KKÁT-ból történő kirakását és kiszállítását is.

A KKÁT leszerelésére vonatkozó költségek a SOM(R)3/1761 Rev. 1. azonosító számú dokumentum 1. függelékéből származnak.

7. A Nemzeti Program és a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárási stratégia kidolgozása

7.1. Előzmények

A kiégett fűtőelemek és a radioaktív hulladékok felelősségteljes és biztonságos kezelését szolgáló közösségi keret létrehozásáról szóló, 2011. július 19-i 2011/70/Euratom tanácsi irányelv (a továbbiakban: Irányelv) 4. cikkében előírja, hogy a tagállamoknak a kiégett fűtőelemek és a radioaktív hulladékok kezelésére vonatkozóan Nemzeti Politikát kell kidolgozniuk és fenntartaniuk. Az Országgyűlés a fenti előírásnak megfelelően a 21/2015. (V. 4.) OGY határozatával elfogadta a Nemzeti Politikát. Az Atomtörvény 5/B. § (2) bekezdésének előírása alapján a Nemzeti Politika felülvizsgálata 2020-ban megtörtént, a módosításokat az Országgyűlés a 41/2020. (XII. 16.) OGY határozattal elfogadta. A Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbításának előkészítése, a Paks II. projekt előrehaladása, az OAH jogállásának változása és az ARTEMIS nemzetközi felülvizsgálati misszió megállapításai indokoltá tették a Nemzeti Politika soron kívüli felülvizsgálatát. Az Országgyűlés a 30/2023. (XII. 14.) OGY határozattal elfogadta a felülvizsgált Nemzeti Politikát. A Nemzeti Politika bemutatja a radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezelése, valamint a nukleáris létesítmények leszerelése során alkalmazandó alapelveket, és rögzíti a Nemzeti Program peremfeltételeit.

Az Irányelv 11. cikkében előírja, hogy minden országnak rendelkeznie kell Nemzeti Programmal, és azt naprakészen kell tartania. Az Irányelv 12. cikke írja elő azt, hogy a Nemzeti Programot milyen tartalommal kell elkészíteni. Az Irányelv előírásai és az Európai Nukleáris Energia Fórum munkacsoportja (ENEF NAPRO) által kiadott ajánlás (Guidelines for the establishment and notification of National Programmes) alapján – az RHK Kft. közreműködésével – elkészült a

Nemzeti Program műszaki tervezete, amely a 2015. augusztus 23-i határidőre be lett nyújtva az Európai Bizottsághoz. Ezzel egyidejűleg az Irányelv hazai alkalmazásáról szóló nemzeti jelentést is benyújtotta az OAH az Európai Bizottságnak. 2016-ban befejeződött a Nemzeti Programnak a bizonyos tervek és programok környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról szóló, 2001. június 27-i 2001/42/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv szerinti stratégiai környezeti vizsgálata, amely alapján a dokumentum kis mértékben módosult. Az ily módon aktualizált Nemzeti Programot a Kormány 1459/2016. (VIII. 24.) Korm. határozattal fogadta el.

A nukleárisüzemanyag-ciklus lezárása – több egyéb stratégiai kérdéssel együtt – a Nemzeti Program szerves részét képezi, ezért az RHK Kft. álláspontja szerint azt a Nemzeti Program felülvizsgálatai során kell kialakítani.

Az Irányelv 14. cikke előírja a tagállamok számára, hogy rendszeresen, de legalább tízévente megszervezzék Nemzeti Programjuknak és végrehajtásának önellenőrzését, továbbá azt „peer review”-nak (nemzetközi szakértői felülvizsgálatnak) vessék alá. A felülvizsgálatra a NAÜ ARTEMIS-missziója (Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation) keretében került sor 2022. márciusában. Első lépésként Magyarország elvégezte a Nemzeti Program megvalósításának önellenőrzését, amelynek dokumentációját megküldte a NAÜ-nek. Az önellenőrzés dokumentációja, az ahhoz fűzött kérdésekre adott válaszok, valamint a tíznapos felülvizsgálati értekezleten elhangzottak alapján a NAÜ által felkért szakértők egy ajánlást és öt javaslatot fogalmaztak meg, továbbá azonosítottak egy „jó gyakorlatot” is.

7.2. A végrehajtandó feladatok

Az Atomtörvény 5/C. § (2) bekezdése szerint a Kormány ötévente felülvizsgálja a hatályos Nemzeti Programot. Az RHK Kft. kiemelten fontosnak tarja az alábbi szempontok figyelme vételét a Nemzeti Program jelenleg folyamatban lévő felülvizsgálata során:

- Különös tekintettel a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbítására, valamint a Budapesti Kutatóreaktor üzemidő hosszabbítására szükséges a nukleáris létesítmények üzemeltetési időtávlatait, a keletkező radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag mennyiségét az ezek kezeléséhez szükséges műszaki koncepciókat és a Nemzeti Program tevékenységeinek időütemezését felülvizsgálni.
- Összhangban az ARTEMIS felülvizsgálati misszió S1 javaslatával, szükségesnek tartjuk a nagyon kis aktivitású tároló megvalósíthatóságát biztosító jogszabályi keret kialakítását. Ezzel összefüggésben javasoljuk a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékok befogadására szolgáló tároló megvalósítására irányuló feladatsor megjelenítését a Nemzeti Programban, ami azért is fontos, mert a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbításához szükséges műszaki rekonstrukciós terjedelemből jelentős mennyiségű nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék kerülhet ki.
- A nagyon kis aktivitású radioaktív hulladéktároló hazai programban történő figyelembe vételével párhuzamosan javasoljuk a kis- és közepes aktivitású hulladékok elhelyezésének rendszerszintű optimalizálását és az üzemelő hulladéktárolók (RHFT, NRHT) hosszú távú üzemeltetésének lehetséges forgatókönyveit a Nemzeti Programban megjeleníteni. A javasolt stratégiai forgatókönyveknek ki kell térniük az országban található jelentős aktivitású sugárforrások kezelésének, tárolásának, elhelyezésének lehetséges megoldásaira is.

- Javasoljuk egyértelműen rögzíteni a mélységi geológiai tároló telephely kiválasztásával kapcsolatos tevékenységeket (kutatás folytatása a Nyugat-Mecsekben, alternatív formáció figyelembe vétele a tervekben).
- Javasoljuk a Kutató- és Oktatóreaktor kiégett üzemanyag kezelésére vonatkozó referencia forgatókönyv felülvizsgálatát és indokolt esetben – az oroszországi visszaszállítás mellett – alternatív stratégiai forgatókönyv megjelenítését is.

A felülvizsgálat jelenleg folyamatban van, amelyhez az RHK Kft. a fentiekkel összhangban a szövegjavaslatait elkészítette és megküldte az Energiaügyi Minisztérium részére. A Nemzeti Program szakmai tervezetét a KNPA Szakbizottság 2024. július 18-i ülésén megtárgyalta és elfogadta.

A nukleárisüzemanyag-ciklus záró szakaszára vonatkozóan több stratégiai lehetőség kínálkozik. Az üzemanyag ciklus zárása a nukleáris ipar egyik legnagyobb kihívása, amelynek megoldása intenzívebb kutatás-fejlesztési tevékenységet igényel. Ezekbe a munkákba Magyarország is igyekszik bekapcsolódni. A stratégiai lehetőségek összehasonlítását lehetővé tevő megalapozó munkát az RHK Kft. a források rendelkezésre állásához igazodóan tudja finanszírozni.

Az új blokkok üzemanyagciklusának záró szakaszára vonatkozó terveket is figyelembe vevő, részletes, összehasonlító biztonsági, műszaki, gazdasági elemzés segítségével értékelni kell a feldolgozási opció megvalósíthatóságát.

Az Irányelv hazai alkalmazásáról és a Nemzeti Program megvalósításáról készítendő jelentést háromévente kell elkészíteni és az Európai Bizottságnak benyújtani. Ezen kívül tízévente el kell végezni a Nemzeti Program végrehajtására irányuló önellenőrzést, amelyet nemzetközi szakértői felülvizsgálat (NAÜ ARTEMIS Peer Review) követ.

8. Egyéb feladatok

8.1. Bevezetés

Az Atomtörvényben és végrehajtási rendeleteiben megfogalmazott fő szakmai feladatokkal összefüggő terveket az előző fejezetek tartalmazzák. Ebben a fejezetben azok a tevékenységek szerepelnek, amelyek a fő feladatok ellátásához szükségesek és a közép- és hosszú távú tervekbe pénzügyileg is beépülnek. Ide tartozik az RHK Kft. működtetése, az Alapkezelő finanszírozása, a hatósági felügyeleti díj és a lakosság támogatása.

8.2. Az RHK Kft. működtetése

Az RHK Kft. alapító okiratának kelte 1998. június 2. Az RHK Kft. működését és így finanszírozását a közép- és hosszú távú tervben foglalt utolsó feladat végrehajtásáig – 2083-ig – kell figyelembe venni. Az RHK Kft. éves működési költsége 2027. júliusi árszinten 12 033,5 millió forint, mely magába foglalja az RHK Kft. működési kiadásait, a püspökszilágyi RHFT üzemeltetési költségeit, a KKÁT üzemeltetését, a bátaapáti NRHT működési költségét, beleértve az elhelyezési költségeket is, valamint a hatósági felügyeleti díjat és az építményadót.

8.3. Az Alapkezelő költségei

Az Atomtörvény 62. § (2) bekezdése szerint az Alap kezelő szerve az energiapolitikáért felelős miniszter által vezetett minisztérium (jelenleg az Energiaügyi Minisztérium).

Az Atomtörvény 62. § (3) bekezdése szerint az Energiaügyi Minisztériumnak az Alap kezelésével kapcsolatos, az Atomtörvényben felsorolt finanszírozó, engedélyező, ellenőrző és nyilvántartó feladatait az Alap terhére kell finanszírozni.

Az Alapkezelő költségeinek előirányzata 2027-ben 86,5 millió Ft. Alapkezelői költséggel az Alap fennállásig, az Alapból finanszírozott utolsó feladattal bezárólag – 2083-ig – számolni kell. Az Alapkezelő működési költségeinek felülvizsgálata évenként indokolt.

8.4. A lakossági támogatás rendszere

Az Atomtörvény 10/A. § (2) bekezdése lehetőséget biztosít az ellenőrzési és információs célú önkormányzati társulások által ellátott feladatok támogatására, az Atomtörvény 67. § o) pontja pedig felhatalmazást ad a Kormánynak, hogy rendeletben szabályozza a társulások tájékoztatási és ellenőrzési feladatait, a támogatás elosztását, folyósítását és az elszámolás rendjét. A támogatás tájékoztatási, ellenőrzési, működési és településfejlesztési célokra használható fel.

A Központi Nukleáris Pénzügyi Alapból az ellenőrzési és információs célú önkormányzati társulásoknak nyújtott támogatások szabályairól szóló 214/2013. (VI. 21.) Korm. rendelet 2014. január 1-jén hatályba lépett, amely alapján 2014-től a támogatási szerződések megkötésében és végrehajtásában az Alap kezelője, mint támogató, az egyes társulások, mint kedvezményezettek, az RHK Kft., mint közreműködő vesz részt.

Az ellenőrzési és információs célú önkormányzati társulások támogatása a korábbi közép- és hosszú távú tervekben a „Megalapozás a hazai radioaktív hulladékok és kiégett fűtőelemek kezelésének és elhelyezésének új programjához (2010. január)” című dokumentumban részletezett koncepciót követte. Ez a koncepció a jövőben több elkülönített időpontban markáns változást irányozott elő a támogatás összegében, amelyek nem egyeztethetők össze a 214/2013. (VI. 21.) Korm. rendelet társulások közötti elosztási elveivel. Emiatt jelen közép- és hosszú távú tervben a jövőre nézve egyenletes támogatási összeget irányoztunk elő, ami alapján az ellenőrzési és információs célú önkormányzati társulások támogatásának 2027. évi előirányzata 1 498,6 millió forint.

9. A tevékenységek finanszírozása, az Alapba való 2027. évi befizetések számítása

Az atomenergia azon alkalmazói, melyek tevékenysége során radioaktív hulladék vagy kiégett üzemanyag keletkezik, kötelesek azok kezelésének költségeit – nukleáris létesítmény esetén, annak leszerelési költségét is – viselni.

Az Atomtörvény előírásai alapján az Alap – elkülönített állami pénzalapként – finanszírozza a radioaktív hulladék végleges elhelyezésével, valamint a kiégett üzemanyag átmeneti tárolásával és a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárásával, továbbá a nukleáris létesítmény leszerelésével összefüggő feladatok végrehajtását. Az Alap pénzeszközei kizárólag e tevékenységek finanszírozására fordíthatók.

A Paksi Atomerőműben keletkező radioaktív hulladék és kiégett üzemanyag kezeléséhez, valamint a létesítmény leszereléséhez szükséges hosszú távú pénzügyi fedezet biztosításának módszerét, a Paksi Atomerőmű Alapba történő befizetési kötelezettségének meghatározását a 9.1. fejezet ismerteti részletesen.

Az új atomerőművi blokkok vonatkozásában a radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére, valamint a kiégett üzemanyag átmeneti tárolására és a nukleárisüzemanyag-ciklus záró

szakaszára, továbbá a blokkok leszerelésére vonatkozó hosszú távú programokat (lásd melléklet) és költségbecsléseket – a meglévő létesítményeket is figyelembe véve – kell kidolgozni, amely alapján a leendő engedélyesnek az Alapba történő befizetést az első új blokk üzemeltetési engedélyének kiadását követő évben meg kell kezdenie. Az új atomerőművi blokkok engedélyese az üzemeltetési engedély hatálybalépését megelőzően, a radioaktív hulladék kezeléssel és kiégett üzemanyag kezeléssel összefüggő előkészítő feladatokkal kapcsolatban felmerülő költségeket eseti befizetéssel teljesíti az Alapba.

Az MTA által alapított költségvetési szerv, valamint a felsőoktatási intézmény vagy a központi költségvetésből finanszírozott más szerv által működtetett nukleáris létesítmények – így a BKR és az Oktatóreaktor – esetében a kiégett üzemanyag átmeneti tárolásával, a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárásával, valamint a nukleáris létesítmény leszerelésével kapcsolatos költségeket azok felmerülésekor kell befizetni az Alapba. A BKR és az Oktatóreaktor üzemideje alatt a radioaktív hulladék végleges elhelyezésével kapcsolatos költségeket a hulladéktárolóba történő beszállításakor kell megfizetni az Atomtörvény 1. mellékletben meghatározottak szerint. Az Alap javára történő befizetés forrását a központi költségvetés biztosítja a működtető intézmény éves költségvetésében.

Az atomenergia olyan alkalmazójának – amely nem tartozik az előbbiek közé – az intézményi eredetű radioaktív hulladék végleges elhelyezésével kapcsolatos befizetési kötelezettségét az RHFT-be történő beszállításakor kell teljesíteni az Atomtörvény 1. mellékletében meghatározott befizetési kötelezettségek szerint.

Az Alap pénzeszközeit a kincstári egységes számlán elkülönítetten tartják nyilván, és az értékállóságának biztosítása érdekében az előző évi átlagos pénzállományra vetített, a Központi Statisztikai Hivatal által közölt, előző évi fogyasztói árindex három százalékponttal megnövelt mértékével számított összegű központi költségvetési értékállósági hozzájárulásban részesül, amely összeget havi egyenlő részletekben kell az Alap rendelkezésére bocsátani.

9.1. A Paksi Atomerőmű befizetési kötelezettségének számítási módszere

A Paksi Atomerőmű befizetési kötelezettségének számítása az Atomtörvényben, valamint az Országos Atomenergia Bizottság Szakbizottságának 2000. január 18-i ülésén elfogadott „A Központi Nukleáris Pénzügyi Alapból finanszírozandó tevékenységek hosszú távú terveinek és a vonatkozó költségbecslés kialakításának szabályai” című dokumentumban leírt számítási algoritmus (nettó jelenérték számítás) szerint készült. A számítási módszertan aktualizálása a Nemzeti Program jelenleg zajló felülvizsgálata keretében folyamatban van, de ennek során érdemi módosítás nem várható.

A számítás alapja, hogy a Paksi Atomerőmű radioaktív hulladékának és kiégett üzemanyagának kezelésével, valamint a létesítmény leszerelésével összefüggő feladatok végrehajtása kapcsán felmerülő költségek fedezetére a Paksi Atomerőműnek az üzemideje végéig évente egyenletesen elosztva befizetést kell teljesítenie az Alapba. A befizetési kötelezettség meghatározását a nettó jelenérték számítás módszerével kell elvégezni, melynek lényege, hogy a jövőben jelentkező költségek jelenértéke meg kell, hogy egyezzen az Alap állományából, a központi költségvetési értékállósági hozzájárulásból és a Paksi Atomerőmű befizetéseiből képzett összeg jelenértékével. A Paksi Atomerőmű éves befizetési kötelezettségét az alábbi képlet szerint kell meghatározni.

$$F_0 + \sum_{i=0}^{n-1} \frac{B_i}{(1+d)^i} - \sum_{i=0}^{m-1} \frac{K_i}{(1+d)^i} = 0$$

Ahol: F_0 : a számítás időpontjáig az Alapban felhalmozott pénzösszeg (2027.07.01.)
 B_i : a Paksi Atomerőmű befizetési kötelezettsége az „i-edik” évben
 n : a befizetés éveinek a száma
 K_i : az Alapból finanszírozott tevékenységek költségigénye az „i-edik” évben
 m : a kifizetés éveinek száma
 d : a diszkontráta

Az Alap nem folytat befektetési tevékenységet, ezért a befektetési politikájával összhangban a pénzállományának Atomtörvényben meghatározott hozamához, a központi költségvetési értékállósági hozzájáruláshoz illeszthető a diszkontráta mértéke. A nettó jelenérték számításban a diszkontráta az Alap értékállóságát biztosító költségvetési hozzájárulás „reálkamat” tartalma, azaz az inflációt meghaladó része. Ennek megfelelően – az Atomtörvény 63. § (2a) bekezdése értelmében – a nettó jelenérték számítás 3%-os reáldiszkontráta alkalmazásával kell elvégezni.

9.2. Lényegesebb változások a huszonötödik közép- és hosszú távú tervben foglalt számításokhoz képest

A Magyar Nemzeti Bank 2025. decemberi inflációs jelentése alapján az előző év azonos időszakához mért 2027. június / 2026. június inflációs ráta várható értékét 3,25 %-nak tekintjük.

A 25. közép- és hosszú távú tervben foglaltakhoz képest a Nemzeti Program végrehajtásában a 2027 és 2084 közötti 58 éves időtartamban az alábbi költségelemek változtak:

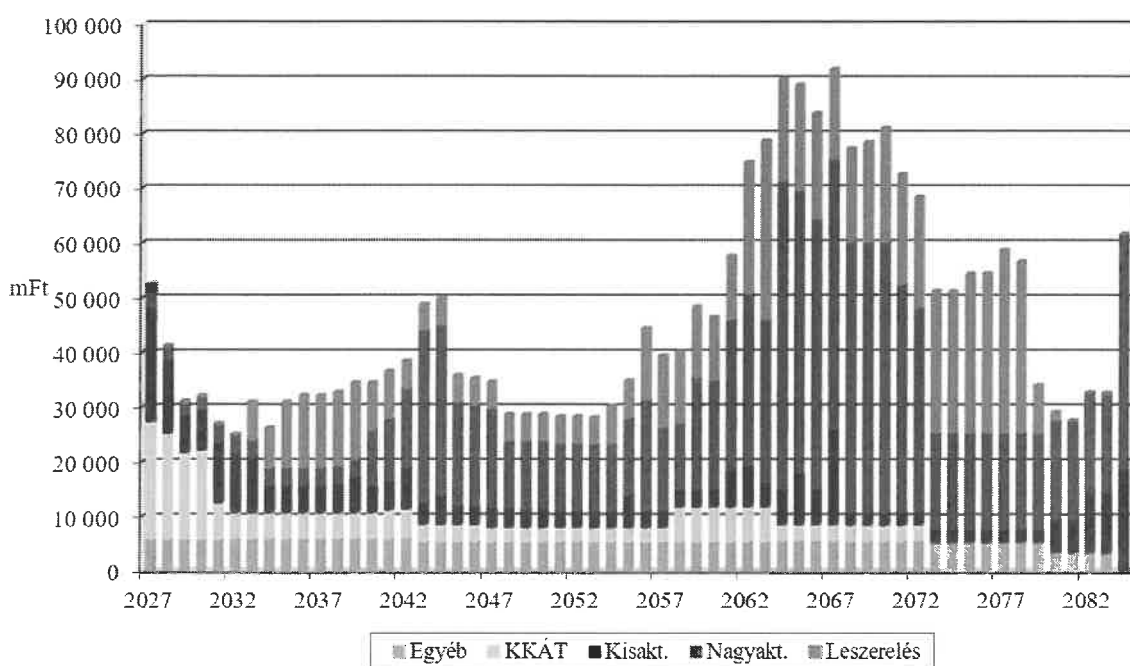
- Az NRHT létesítésével összefüggő költségelemek az infláción felül nem változtak, csak egyes feladatok (I-N2 szakaszos feltöltéséhez szükséges torlasztói záródugó demonstrációs vizsgálatok) időütemezésén történt kisebb módosítások jelentenek csekély növekedést (758,5 millió Ft).
- Az RHFT beruházásai költség soron az infláción felüli növekedés elsősorban a biztonságnövelő program soron következő szakaszához (II. ütem 2. fázis) kapcsolódó költségek felülvizsgálatának következménye (4 596,6 millió Ft).
- A KKÁT bővítése, felújítása költség soron az infláción felüli növekedést (7 461,5 millió Ft) elsősorban a KKÁT III. ütem 4. fázis (29-33. tárolókamrák) kivitelezéséhez szükséges szerződések tervezetthez képest később történő megkötése és ennek okán a feladatok 2026-ról a további évekre való átcusúzása jelenti.
- Az RHK Kft. működési kiadásai a fentiekben említett 58 éves időtartamra vetítve szintén az infláció felett emelkedtek (összesen 31 190,3 millió Ft) elsősorban a KKÁT működési költségeinek távlati aktualizálása (korábban ez csak 4 évre történt meg) és az RHK Kft. feladatainak bővüléséhez (Paksi Atomerőmű TÜH és Paks II.) igazodó létszám emelkedés figyelembe vétele miatt.

Az Alapból finanszírozandó tevékenységek hosszú távú költségütemezését a 9.2-1. táblázat, a költségek összefoglalását a 9.2-2. táblázat tartalmazza, a pénzáramlás időbeli eloszlását pedig a 8. ábra szemlélteti.

[illegible]

**9.2-2. táblázat - Az Alapból finanszírozott tevékenységek költségeinek összefoglaló táblázata
millió Ft-ban 2027. évi bázisáron ÁFA-val**

Létesítmény, tevékenység	Költség
Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló (NRHT)	195 606,7
Létesítés, bővítés	58 308,2
Üzemeltetés	64 084,7
Pihentetés	30 289,6
Lezárás, intézményes ellenőrzés	42 924,2
Püspökszilágyi RHFT	102 258,8
Beruházás	21 910,9
Lezárás, intézményes felügyelet	21 639,3
Üzemeltetés	58 708,6
Nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló	40 954,1
Létesítés	20 923,5
Üzemeltetés	11 605,3
Lezárás, intézményes ellenőrzés	8 425,3
Nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezése	1 141 417,8
Telephely-kutatás	39 206,0
Létesítés	431 312,7
Üzemeltetés	555 981,2
Lezárás, intézményes ellenőrzés	114 917,9
Kiégett kazetták átmeneti tárolása	234 740,7
Létesítés, bővítés	93 954,4
KKÁT üzemeltetés	140 786,4
PAE és KKÁT leszerelése	653 293,6
Egyéb költségek	314 958,9
Önkormányzatok támogatása	79 425,8
Alapkezelő	4 930,5
Felügyeleti díj	36 500,0
RHK Kft. működési költsége	194 102,6
Nemzeti Program és Nukleárisüzemanyag-ciklus zárása	952,2
MINDÖSSZESEN	2 684 182,8



8. ábra: Az Alapból finanszírozott tevékenységek költségei

9.3. A költségvetési intézmények várható kiadásai és azok időzítése

A 9.3-1. táblázat összefoglalja a költségvetési intézmények kiégett üzemanyag kezeléssel és leszereléssel kapcsolatos költségeit és a költségek felmerülésének várható időpontját.

9.3-1. táblázat¹⁰ – A költségvetési intézmények várható kiadásai a kiégett nukleáris üzemanyag kezelésével és a létesítmények leszerelésével kapcsolatban 2027. évi áron

EK	Kiégett üzemanyag hazai elhelyezésének megalapozása	Esedékes: oroszországi visszaszállítás megkezdése esetén (2027 után) Költség: 23,2 M Ft
	Kiégett üzemanyag hazai elhelyezése	Esedékes: oroszországi visszaszállítás megkezdése esetén (2064 után) Költség: 10 686,4 M Ft
	Kutatóreaktor leszerelése	Esedékes: 2027 után Költség: 5 911,1 M Ft
BME	A kiégett üzemanyag kiszállításának megalapozása	Esedékes: 2027 után Költség: 100 M Ft
	Kiégett üzemanyag hazai elhelyezése	Esedékes: 2064 után Költség: 967,7 M Ft
	Oktatóreaktor lebontása	Esedékes: 2037 után Költség: ~ 1 214,0 M Ft

¹⁰ A táblázat nem veszi figyelembe a kiégett üzemanyag-kazetták esetleges oroszországi visszaszállítását, illetve annak költségeit.

A 9.3-1. táblázatban szereplő kiadásokat a költségvetés a felmerülés évében fizeti. Megjegyzendő, hogy a költségeket az esetleges oroszországi visszaszállítások után ténylegesen hazánkban maradó kiegészített üzemanyag mennyiségére pontosítani kell.

9.4. Javaslat az Alapba történő 2027. évi befizetési kötelezettségek mértékére

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. befizetési kötelezettségét 2027. évre vonatkozóan a 2026. évben esedékes befizetés inflációs korrekciójával határoztuk meg. Ez alapján az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-nek 36 356,1 millió forint befizetést kell teljesítenie az Alapba 2027-ben. A 9.2-1. táblázatban a nettó jelenérték számítás módszerét a 2028. évtől kezdődően esedékes befizetésekre alkalmaztuk.

A BKR és az Oktatóreaktor esetében a kiegészített üzemanyag átmeneti tárolásával, a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárásával, valamint a nukleáris létesítmény leszerelésével kapcsolatban 2027-ben kiadás nem merül fel, ezért ezeket a költségvetési intézményeket befizetési kötelezettség sem terheli.

A Paks II. Atomerőmű Zrt.-nek az új blokkok kiegészített üzemanyagának átmeneti tárolásával, a kis- és közepes aktivitású hulladékok végleges elhelyezésével kapcsolatos előkészítő feladatok (részletesen lásd a mellékletet) fedezetére összesen 268,4 millió Ft eseti befizetést kell teljesítenie az Alapba 2027-ben.

Az Alap a 2027. évben 48 115,3 millió forint központi költségvetési értékállósági hozzájárulásban (költségvetési támogatás) részesül. A radioaktív hulladékok végleges, eseti elhelyezéséből (RHFT-ben) származó bevételekre 3,1 millió forintot irányoztunk elő 2027-re.

A 9.4-1. táblázat összefoglalóan tartalmazza az Alap 2027. évi költségvetési kiadásaira, valamint bevételeire vonatkozó javaslatot.

9.4-1. táblázat – Javaslat az Alap 2027. évi költségvetési kiadási és bevételi előirányzataira

	millió forint
Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék-tárolók beruházása, fejlesztése	17 658,4
Nagy aktivitású radioaktív hulladék-tároló telephely kiválasztása	4 090,6
Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának bővítése, felújítása	17 056,5
Nukleáris létesítmények leszerelésének előkészítése	0,0
RHK Kft. működése, radioaktív hulladék-tárolók és a KKÁT üzemeltetési kiadásai	12 033,5
Ellenőrzési és információs célú önkormányzati társulások támogatása	1 498,6
Alapkezelőnek működési célra	86,5
Nukleáris üzemanyag-ciklus lezárása	25,1
KIADÁSOK ÖSSZESEN:	52 449,2
MVM Paksi Atomerőmű Zrt. befizetése	36 356,1
Paks II. Atomerőmű Zrt. befizetése	268,4
Radioaktív hulladékok végleges, eseti elhelyezése	3,1
Költségvetési támogatás	48 115,3
BEVÉTELEK ÖSSZESEN:	84 742,8
EGYENLEG:	32 293,6

9.5. A következőkben felülvizsgálatra kerülő tételek

Az elkövetkező években a költségbecslés pontosítása az alábbi területen várható.

- A vonatkozó jogszabályi környezet elfogadása (hatályba lépése) után felül kell vizsgálni a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezési koncepcióját.
- A nettó jelenérték számítás módszertanának felülvizsgálatát – azaz a felülvizsgált Nemzeti Program elfogadását – követően a számítást az aktualizált szabályok szerint kell végrehajtani.
- A KKÁT kapacitásnöveléséhez szükséges létesítményen belüli kazetta áttárolásokhoz igazodó üzemeltetési koncepciót a következő években kell véglegesíteni.
- Be kell vezetni a tervbe az inhermetikus kazetták kezelésének költségeit és aktualizálni kell a tokozó üzem elhelyezését.
- A Paksi Atomerőmű leszerelési tervének 2026-ban esedékes aktualizálása keretében összhangba kell hozni az átmenti időszak hosszát a kiégett üzemanyag kiszállítás ütemezésével.
- A mélységi geológiai tároló telephely kiválasztására irányuló program a korábbi tervekhez képest jelentős csúszásban van. A tároló megvalósításához szükséges munkák átütemezését el kell végezni a Nemzeti Program soron következő felülvizsgálata keretében.

***Melléklet: Az új atomerőművi blokkokban keletkező kiégett
üzemanyag és radioaktív hulladék kezelése***

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	2
2. KIÉGETT ÜZEMANYAG KEZELÉSE	3
2.1. A KELETKEZŐ KIÉGETT ÜZEMANYAG MENNYISÉGE	3
2.2. A KIÉGETT ÜZEMANYAG ÁTMENETI TÁROLÁSA	3
2.3. A NUKLEÁRISÜZEMANYAG-CIKLUS ZÁRÁSA	4
3. KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE	6
3.1. KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK MENNYISÉGE	6
3.1.1. <i>Az üzemviteli kis- és közepes aktivitású hulladékok mennyisége</i>	6
3.1.2. <i>A leszerelési kis- és közepes aktivitású hulladékok mennyisége</i>	7
3.2. KIS- ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSE	8
4. NAGY AKTIVITÁSÚ ÉS/VAGY HOSSZÚ ÉLETTARTAMÚ HULLADÉKOK KEZELÉSE	8
4.1. NAGY AKTIVITÁSÚ ÉS/VAGY HOSSZÚ ÉLETTARTAMÚ HULLADÉKOK MENNYISÉGE	8
4.2. NAGY AKTIVITÁSÚ ÉS/VAGY HOSSZÚ ÉLETTARTAMÚ HULLADÉKOK ELHELYEZÉSE	9
1. FÜGGELÉK: AZ NRHT OPTIMALIZÁLT SZELVÉNYMÉRETŰ KAMRÁI	10
2. FÜGGELÉK: AZ NRHT II. KAMRAMEZŐJÉNEK LEHETSÉGES KAMRAELRENDEZÉSI VÁLTOZATAI	11

1. Bevezetés

Az Országgyűlés az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (a továbbiakban: Atomtörvény) 7. § (2) bekezdése alapján, a paksi atomerőmű telephelyén új atomerőművi blokk(ok) létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez szükséges előzetes, elvi hozzájárulás megadásáról szóló 25/2009. (IV. 2.) OGY határozatban előzetes, elvi hozzájárulást adott a Paksi Atomerőmű telephelyén új blokkok létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez, majd két évvel később a Nemzeti Energiastratégiáról szóló 77/2011. (X. 14.) OGY határozatával elfogadta a Nemzeti Energiastratégiát, amely 2030-ig számol a paksi telephelyen két új atomerőművi blokk létesítésével.¹¹ A 2024-ben felülvizsgált Nemzeti Energia és Klímaterv szerint Magyarország villamosenergia-termelésének közel felét a karbonsemleges nukleáris energia adja. A Paks II. beruházás 2030-at követő években történő megvalósításával ez az arány hosszú távon is fenntartható, a két új blokk megépülése azért kulcsfontosságú, mert a megnövekedett energiaigények kielégítéséhez jelentősen hozzájárul.

A Nemzeti Energiastratégiával összhangban Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya a nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről Egyezményt írt alá, amelyet a Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya közötti nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről szóló Egyezmény kihirdetéséről szóló 2014. évi II. törvény hirdetett ki. Az Egyezmény hatálya alatt három megvalósítási szerződés megkötésére került sor, és elindult a Paks II. projekt keretében létesítendő új atomerőművi blokkok engedélyeztetése. A létesítmény szintű engedélyek közül a telephely-, a környezetvédelmi, valamint a létesítési engedélyt már kiadták az illetékes hatóságok.

A kiégett fűtőelemek és a radioaktív hulladékok felelősségteljes és biztonságos kezelését szolgáló közösségi keret létrehozásáról szóló, 2011. július 19-i 2011/70/Euratom tanácsi irányelv (a továbbiakban: Irányelv) 4. cikkében előírja, hogy a tagállamoknak a kiégett fűtőelemek és a radioaktív hulladékok kezelésére vonatkozóan Nemzeti Politikát kell kidolgozniuk és fenntartaniuk. A magyar Országgyűlés a fenti előírásnak megfelelően a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikájáról szóló 21/2015. (V. 4.) OGY határozatával¹² elfogadta a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikájáról szóló dokumentumot (a továbbiakban: Nemzeti Politika).

Az Irányelv 11. cikkében foglalt előírásnak megfelelően a Kormány a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezeléséről szóló nemzeti programról szóló 1459/2016. (VIII. 24.) Korm. határozattal fogadta el a Nemzeti Politika céljainak megvalósítását bemutató Nemzeti Programot (Magyarország nemzeti programja a kiégett nukleáris üzemanyag és a radioaktív

¹¹ Hosszabb stratégiai tervezés és egyeztetés után 2020 januárjában fogadta el a Kormány az új Nemzeti Energiastratégiát és Nemzeti Energia- és Klímatervet (2030-ig, kitekintéssel 2040-ig). A felülvizsgált stratégiai keret három stratégiai pillérre épül: tiszta, intelligens és megfizethető energia. A stratégiai keret a nukleáris energiát továbbra is alapvető fontosságúnak tartja az ágazati integráció és a klímasemleges gazdaság elérése érdekében. A nukleáris termelési kapacitás megőrzése egy kiemelt stratégiai intézkedés, amely a villamosenergia-ágazat további dekarbonizációját célozza.

¹² Módosította a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikájáról szóló 21/2015. (V. 4.) OGY határozat módosításáról szóló 41/2020. (XII. 16.) OGY határozat, majd a 30/2023. (XII. 14.) OGY határozat.

hulladék kezelésére). A Nemzeti Program már tartalmazott előzetes becslést az új paksi blokkok üzemeltetése és leszerelése során képződő kiégett fűtőelem-kazetták és radioaktív hulladékok mennyiségére, valamint vázlatosan bemutatta ezek kezelésének hatását a jelenleg üzemelő négy blokkra alkalmazott referencia forgatókönyvekre vonatkozóan.

Az Atomtörvény 38. §-ának előírása szerint: „Az atomenergia alkalmazására engedély csak akkor adható, ha biztosított a keletkező radioaktív hulladék és a kiégett üzemanyag biztonságos elhelyezése, összhangban a tudomány legújabb igazolt eredményeivel, a nemzetközi elvárásokkal, valamint tapasztalatokkal”. E követelmény teljesülését új atomerőmű létesítése esetén az üzembe helyezési engedély iránti kérelem benyújtásával egyidejűleg kell igazolni.

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 1/2022. (IV. 29.) OAH rendelet a létesítési engedély kérelemmel kapcsolatban előírja, hogy „az engedélykérelem részeként be kell nyújtani a kiégett üzemanyag kezelésére – a pihentető medencéből való kikerüléstől a végleges elhelyezésig tartó – vonatkozó, hosszú távú stratégiát tartalmazó koncepciótervet”.

Fenti követelményekre is tekintettel a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap Szakbizottság 2019. február 28-i ülésén javasolta, hogy a közép- és hosszú távú tervekben (a továbbiakban: KHTT) az új atomerőművi blokkok üzembe állásának radioaktív hulladékok és kiégett fűtőelemek kezelésére gyakorolt hatását a KHTT mellékletben kell bemutatni.

2. Kiégett üzemanyag kezelése

2.1. A keletkező kiégett üzemanyag mennyisége

Az új atomerőművi blokkok üzemeltetése során keletkező kiégett üzemanyag mennyiségét a Nemzeti Program ismerteti. Ez alapján az új reaktorok aktív zónája 163 darab üzemanyag fűtőelemkötegből fog állni. A kazetták jellemzőit a Nemzeti Program 12. táblázata foglalja össze, amelyből kiemelhető, hogy kiegészítés után a fűtőelemkötegek nehézfém tömege 471 kg körül alakul (összehasonlításként a Paksi Atomerőmű kiégett kazettái esetében ez ~122 kg átlagosan).

Paks II. blokkjai a kezdeti két 12 hónapos kampány után átállnak a 18 hónapos átrakási ciklusokra. Ez utóbbi esetben kampányonként 72-73 darab kiégett fűtőelemköteget vesznek ki egy reaktorból. Ez másfél évente 144-146 kazettát jelent a két blokkra. A Nemzeti Program a blokkok tervezett élettartamának végére a két blokk vonatkozásában összesen konzervatívan 6 100 db kiégett fűtőelemköteg keletkezésével számol, amit a továbbiakban is érvényesnek tartunk.

2.2. A kiégett üzemanyag átmeneti tárolása

A kiégett fűtőelemkötegek a reaktorból történő eltávolítást követően a pihentető medencébe kerülnek, ahol biztosított a remanens hő eltávolítása, míg annak mértéke le nem csökken arra az értékre, hogy a fűtőelemköteg száraz átmeneti tárolásra alkalmas legyen. A pihentető medencében a fűtőelemköteg maximum 10 évet tölthet el. A pihentető medencében történő tárolást követően a kiégett fűtőelemkötegek átmeneti tárolásra kerülnek. Erre vonatkozóan a Paks II. projekt 78-140/2016 számú határozattal megadott környezetvédelmi engedélyének alapjául szolgáló környezeti hatástanulmányban az új blokkok tervezett üzemidejét és az

államközi szerződésben rögzített időtartamokat tekintve **a kiégett fűtőelemkötegek átmeneti tárolására a hazai átmeneti tárolás került figyelembevételre** a blokkok telephelyén vagy annak közvetlen szomszédságában.

A környezeti hatástanulmányban elemezték a kiégett fűtőelemkötegek átmeneti tárolására a világban alkalmazott megoldásokat, és az ott ismertetett előnyei alapján előzetesen **a konténeres száraz tárolás került kiválasztásra.**

A Paks II. Atomerőmű Zrt. a létesítési engedély iránti kérelemi dokumentációban bemutatta az új paksi blokkok üzemeltetése során keletkező kiégett fűtőelemkötegek hosszú távú kezelési stratégiáját, valamint részletesen ismertette az egyes átmeneti tárolótípusokat, és a Paks II. környezeti hatástanulmánnyal összhangban bemutatta egy paksi telephelyen létesülő betonkonténeres átmeneti tároló megvalósításának időigényét.

Az RHK Kft. a Paksi Atomerőmű további üzemidő-hosszabbításával szinergiában megvizsgálta Paks II. üzemeltetéséből származó kiégett üzemanyag átmeneti tárolási lehetőségének biztosítását a KKÁT telephelyen belül a létesítmény konténeres technológiával történő bővítésével. Az előzetes koncepciótervben a helyigények elemzése alátámasztotta, hogy a Paksi Atomerőmű 20 éves további üzemidő-hosszabbításából származó többlet kiégett üzemanyag átmeneti tárolása mellett a telephely jogi határán belül Paks II. két blokkjának nagyjából 40 évig tartó üzemeltetése során keletkező kiégett üzemanyag mennyisége tárolható, a bővítést a távoli jövőben a telephely kiterjesztésével kell megvalósítani. A kiégett üzemanyag tárolási koncepcióhoz kapcsolódóan Paks II. atomerőmű területén végrehajtandó tevékenységekre (konténer szárítás, zárás) megvalósíthatósági tanulmány készül.

Annak érdekében, hogy biztosítani lehessen Paks II. üzembe helyezési engedélyének benyújtásáig az Atomtörvény 38. §-ban foglalt követelmény teljesítését, meg kell kezdeni a koncepció engedélyezésének megalapozását, előkészítését. Ennek keretében szükség lesz a KKÁT környezetvédelmi működési engedélyének módosítására, amelynek megalapozását a 2026. évben folytatni kell. A tárolóépület műszaki tervezésének előkészítéséhez a telephelyen kiegészítő földtudományi vizsgálat szükséges, elsősorban a felszínközeli üledékrétegek összetételének, szerkezetének pontosítása céljából, valamint a felszíni és mélyebb rétegek rugalmas hullámterjedési tulajdonságainak pontosítására. A 2027. évre vonatkozóan a 9.4-1. táblázatban részben ezen költségek fedezetére irányoztunk elő (95,2 Ft M forint) eseti befizetést Paks II. részéről.

Mind a kiégett üzemanyag átmeneti tárolójának kialakításánál, mind a 2.3. pontban tárgyalt végleges elhelyezésnél a nemzetközi és hazai biztosítéki követelményeket figyelembe kell venni és a tervezés minden fázisában a safeguards by design módszert kell követni.

2.3. A nukleárisüzemanyag-ciklus zárása

A Paks II. projekt **környezeti hatástanulmányában** – az átmeneti tárolást követően – **a kiégett fűtőelemkötegek közvetlen hazai végleges elhelyezésével számolnak.**

A Nemzeti Politika az energetikai reaktorok üzemanyagciklus zárásával kapcsolatban még nem tartalmazott végső döntést, viszont azt rögzítette, hogy mélységi geológiai tárolóra az országnak az üzemanyagciklus zárási módjától függetlenül szüksége van. A Nemzeti Politika a nukleárisüzemanyag-ciklus zárására a „mérlegelve haladj előre” elv alkalmazását irányozta elő. Ez azt jelenti, hogy **a nukleárisüzemanyag-ciklus zárására a nyílt üzemanyag-ciklus –**

azaz az atomerőművi eredetű kiégett üzemanyag közvetlen hazai elhelyezése –, mint referencia forgatókönyv kerül meghatározásra.

E cikluszárási politika az előrehaladást a mélységi geológiai tároló telephely vizsgálata és értékelése területén várja el. A mérlegelés részeként az új blokkok kiégett üzemanyagának átmeneti tárolására és a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárására vonatkozó megoldás kialakítása során üzembiztonsági, stratégiai, ellátás-biztonsági, környezetvédelmi, fenntarthatósági, garanciális és gazdaságossági szempontok figyelembevételét irányozza elő.

A Nemzeti Program a nukleárisüzemanyag-ciklus záró szakaszára vonatkozóan két – a nemzetközi gyakorlatban létező – elképzelést vett figyelembe:

- a kiégett üzemanyag közvetlen elhelyezését (nyílt üzemanyagciklus), illetve
- valamilyen mértékű újrafeldolgozást (reprocesszálás).

Nyílt üzemanyagciklus esetében a kiégett üzemanyagot a szükséges pihentetési időt követően közvetlenül, bármilyen további feldolgozás nélkül speciális hermetikus konténerekben véglegesen helyezik el egy erre a célra kialakított mélységi geológiai tárolóban. A nyílt üzemanyagciklus legfontosabb előnye, hogy nem igényel bonyolult technológiai műveleteket, így azonban nem hasznosul a kiégett üzemanyagban lévő, nem elhanyagolható mennyiségű hasadóanyag. A feldolgozás nélkül elhelyezett kiégett fűtőelemkötegek ebben az esetben nagy aktivitású radioaktív hulladéknak minősülnek, amelyek a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékokhoz képest számottevő hőtermeléssel rendelkeznek.

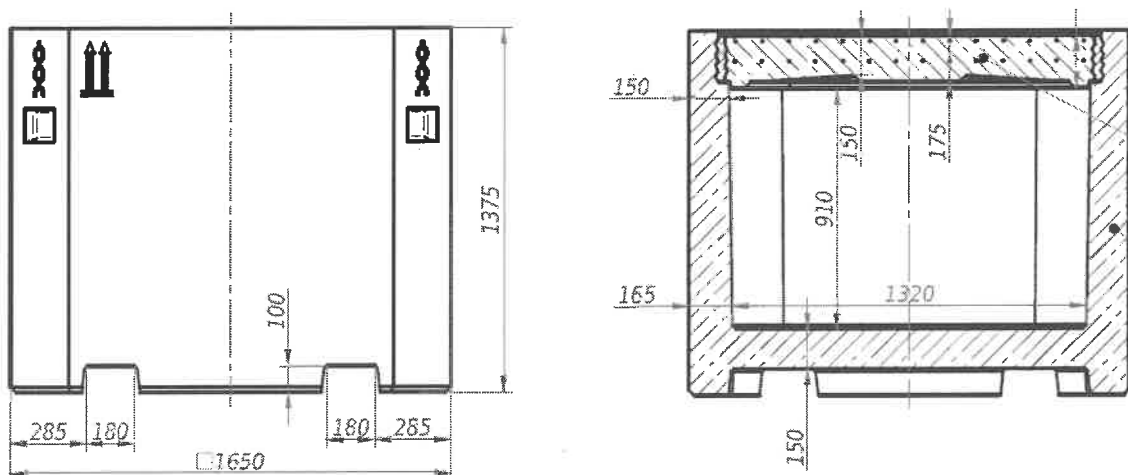
A kiégett üzemanyagok jelenleg már ipari méretekben folytatott részleges újrafeldolgozása (**reprocesszálás**) során a további energiatermelésre alkalmas urán és plutónium izotópokat elválasztják, és a feldolgozás melléktermékeként nagy aktivitású és hosszú élettartamú hulladék marad vissza, amely azonban jelentősen kisebb térfogatú, mint a feldolgozás előtti kiégett üzemanyag. A hulladékot a kiégett üzemanyaghoz hasonlóan, mélységi geológiai tárolóban kell véglegesen elhelyezni, ugyanakkor a hulladéksomag kialakítása, izotópösszetétele, hulladékformája, hőtermelésének mértéke jelentősen eltér a kiégett üzemanyagétól, így a feldolgozott hulladék tárolására létesített mélységi geológiai tároló mérete számottevően kisebb lehet.

Fontos kiemelni a Nemzeti Politika azon elvárását, hogy a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárása vonatkozásában a megoldás optimalizálását a hat blokk üzeme során keletkező kiégett üzemanyag kérdéseit együtt kezelve célszerű elvégezni. A Nemzeti Program azonosította azokat a döntési pontokat (lásd alábbi M1. ábra) a kiégett fűtőelemkötegek átmeneti tárolásától kezdődően a nagy aktivitású radioaktív hulladékok mélységi geológiai tárolóban történő végső elhelyezéséig, amelyek a nukleárisüzemanyag-ciklus zárása során elképzelhetők.

Az új paksi blokkok vonatkozásában a környezeti hatástanulmányban és a Nemzeti Programban kerültek először rögzítésre hulladék mennyiségi adatok. Az új blokkok jelenleg zajló műszaki tervezése keretében a Nemzeti Programban foglaltakhoz képest felülvizsgálatra kerültek a keletkező hulladékmennyiségek, amelyek alapján normál üzemben kis- és közepes aktivitású hulladékból évente blokkonként 62 hordónyi szilárd hulladék (tartalmazza a nagyon kis aktivitású hulladékok mennyiségét is) és 25 db kondicionált folyékony hulladékot tartalmazó kisméretű vasbeton konténer (lásd. M2. ábra) keletkezésével lehet számolni az alábbi megoszlásban:

- 14 db szilárdított folyékony hulladékot tartalmazó konténer;
- 7 db szárított ioncserélő gyantát/szorbenst tartalmazó konténer¹³;
- 4 db nagydarabos hulladékot tartalmazó szilárdított folyékony hulladékos konténer.

Bizonyos várható üzemi események esetén a blokkonként keletkező betonkonténerek száma 39 db is lehet.



M2. ábra: Paks II kondicionált folyékony hulladékait befogadó kisméretű vasbeton konténerek

Ezen kiinduló adatokat figyelembe véve évente blokkonként 62 db hordó és 25 db betonkonténer keletkezésével számolva a két blokk 60 éves üzemidejére vetítve összesen 7 440 db hordó (1 488 m³) szilárd hulladék és 3 000 db kondicionált folyékony hulladékot tartalmazó betonkonténer keletkezésével számolhatunk.

3.1.2. A leszerelési kis- és közepes aktivitású hulladékok mennyisége

Az új atomerőmű blokkok tervezésénél a nemzetközi ajánlásokat is figyelembe véve fontos követelmény, hogy az atomerőmű leszerelése során a lehető legkevesebb radioaktív hulladék keletkezzen. A nemzetközi gyakorlattal összhangban az új blokkok leszerelésére a Nemzeti Program az azonnali leszerelési opciót veszi figyelembe.

A jelenleg rendelkezésre álló adatszolgáltatás alapján egy orosz tervezésű, VVER-1200 típusú nyomottvizes atomerőmű leszerelésénél várhatóan 25 625 m³ nagyon kis aktivitású,

¹³ az ioncserélő gyanták szárítással történő kezelése még nem véglegesített, így a választott kezelési módtól (cementezés/szárítás) függően a hulladéksomagok száma kis mértékben változhat

11 070 m³ kis aktivitású és 2 870 m³ közepes aktivitású radioaktív hulladék keletkezésével számolhatunk a két új blokk vonatkozásában.

3.2. Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

Az új paksi blokkok üzemeltetése során keletkező kis- és közepes aktivitású hulladékok kezelését, kondicionálását a blokkok üzemeltetőjének kell megoldania úgy, hogy azok kielégítsék a hulladék átvételi követelményrendszert. A Nemzeti Politikában is rögzített elvárásnak megfelelően, mely szerint „az új atomerőművi blokkok vonatkozásában a radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére (...) vonatkozó hosszú távú programokat a meglévő létesítményeket is figyelembe véve kell kidolgozni...” a kis- és közepes aktivitású hulladékok elhelyezését a Bataapáti Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló (a továbbiakban: NRHT) megfelelő bővítésével kell megoldani.

Az egyes hulladékáramok NRHT-ba történő beszállításának vizsgálata alapján megállapítható, hogy az új blokkok üzemeltetéséből származó hulladékok elhelyezési igénye előbb várható, mint a Paksi Atomerőmű leszerelési hulladékaié, ebből az következik, hogy az **NRHT jelenleg létesítési engedéllyel rendelkező I. kamramezőjében már fel kell készülni az új blokkok hulladékainak fogadására.**

Ennek szellemében az RHK Kft. elindított egy olyan projektet, amely az NRHT I. kamramező nyugati oldalán elhelyezkedő I-N2 kamrájának olyan flexibilis kialakítását teszi lehetővé, amely biztosítani tudja a Paksi Atomerőműben keletkező kompakt hulladéksomagok 6 sorban és 8 oszlopban történő elhelyezését (valamint a medencetetőn egy szelvényben 27 hordó elhelyezését), és egyúttal Paks II. kisméretű betonkonténereinek (lásd. M2. ábra) fogadását 40 konténer/szelvény mértékben. A két elrendezéshez igazodó keresztmetszeti képeket az 1. függelék tartalmazza.

A projekt másik fontos tervezési iránya az NRHT bővítési koncepciójának pontosítása, a II. kamramező helyszínének optimális kijelölése által. A tervezés jelenlegi fázisában a 2. függelékben bemutatott két elrendezési változat megvalósíthatóságának elemzése zajlik. Meg kell kezdeni az NRHT bővítést (II. kamramező kialakítását) megalapozó földtudományi vizsgálatokat, elő kell készíteni a tároló új környezeti hatástanulmányát, amelyek költségigénye 82,5 M forint a 2026. évben, amelyet a 9.4-1. táblázat tartalmaz.

Jelen terv 3.3. fejezetében rögzítettek szerint az RHK Kft. megkezdte a nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék-tároló telephely kutatására való felkészülést. Tekintettel arra, hogy a Paks II. majdani üzemeltetése és elsősorban leszerelése során jelentős mennyiségű nagyon kis aktivitású radioaktív hulladék keletkezik e költségek is megosztásra kerülnek a Paksi Atomerőmű és Paks II. között. Ez a költségelem 2027. évre vonatkozóan 90,7 M forint, amelyet a 9.4-1. táblázat tartalmaz.

4. Nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú hulladékok kezelése

4.1. Nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú hulladékok mennyisége

Az új blokkok 60 éves üzemideje alatt képződő nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú radioaktív hulladékok (a továbbiakban: NAH) mennyiségét a létesítési engedély kérelem előkészítésének jelenlegi fázisában ~0,5m³/blokk/év-re becsülik összhangban a Nemzeti Programmal. Ez alapján a két új blokk 60 éves üzemideje alatt mindössze 60 m³ NAH

keletkezik. Az új blokkok leszerelése során keletkező NAH mennyiségét Paks II. adatszolgáltatása alapján 200 m³-re becsültük.

Fenti számok jól mutatják, hogy **az új blokkok üzemeltetése és leszerelése során keletkező NAH mennyisége összességében 260 m³**, amely nagyságrendileg kisebb a nukleárisüzemanyag-ciklus zárásából származó NAH-hoz (kiégett üzemanyag vagy a feldolgozása során képződő NAH) képest.

4.2. Nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú hulladékok elhelyezése

A Nemzeti Politika szerint **a nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezését Magyarországon, egy stabil, mélységi geológiai formációban kialakítandó tárolóban kell megoldani.** Az egységes nemzetközi álláspont szerint egy ilyen tároló felhasználható a kiégett üzemanyag közvetlen elhelyezésére, de alkalmas a kiégett üzemanyag feldolgozása során keletkezett hulladékok befogadására is annak függvényében, hogy milyen üzemanyagciklus-zárási politika kiválasztására kerül sor. Ezen a ponton a radioaktív hulladék elhelyezésének politikája összekapcsolódik az üzemanyagciklus-zárás politikájával; a mélységi geológiai radioaktív hulladék-tárolót úgy kell megtervezni és kialakítani, hogy abban elhelyezhető legyen a nagy aktivitású és a hosszú élettartamú radioaktív hulladék, valamint a kiégett nukleáris üzemanyag is.

A mélységi geológiai tároló megvalósítási folyamat jelenleg a telephely vizsgálat és értékelés fázisában van. A program előzményeit, jelenlegi helyzetét és a jövőbeli terveket jelen terv 5. fejezete foglalja össze. Az új atomerőművi blokkok három szempontból gyakorolnak mértékadó hatást a mélységi geológiai tároló kialakítására. Egyrészt a kiégett üzemanyag megnövekedő mennyiségét, valamint a nagyobb méretű kiégett kazettákat figyelembe kell venni a tároló tervezésénél; a bővíthetőség fontos szempont kell, hogy legyen. Másrészt az új blokkok tervezett üzemideje okán, és mivel a kiégett üzemanyag – vagy a reprocesszálasból származó nagy aktivitású hulladék – még több évtizedes hűtést igényel, a mélységi tároló várható üzemideje nem 20 év, hanem akár 50-60 év is lehet. A harmadik szempont a nukleárisüzemanyag-ciklus lezárásának lehetőségeivel függ össze. Fontos megemlíteni továbbá azt a körülményt, hogy a mélységi geológiai tároló megvalósításának fajlagos költségei 6 blokk figyelembevételével lényegesen kedvezőbben alakulnak, mint 4 blokk esetében.

2. Függelék: az NRHT II. kamramezőjének lehetséges kamraelrendezési változatai

