



# INNOVÁCIÓK A RADIOAKTÍVHULLADÉK- ELHELYEZÉSBEN



**R H K**

RADIOAKTÍV HULLADÉKOKAT KEZELŐ KFT.

**JÖVŐNK BIZTONSÁGA, A JELEN FELELŐSSÉGE**



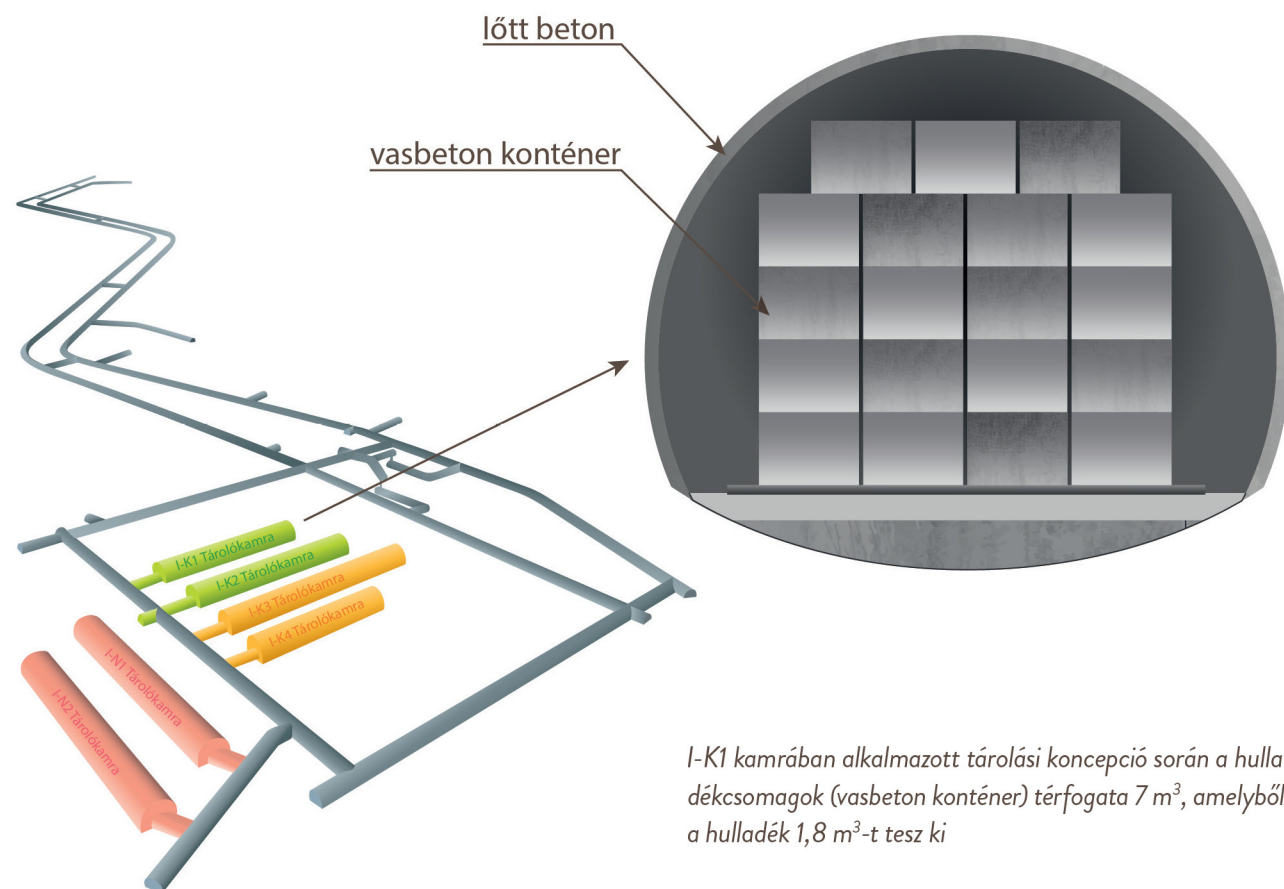
A Paksi Atomerőmű biztonságos, olcsó és környezetbarát villamosenergia-termelése több mint 30 éve biztosítja Magyarország villamosenergia-szükségletének jelentős hányadát. Napjainkban az atomerőmű a hazánkban megtermelt villamos energia körülbelül 50 százalékát nyújtja. A Paksi Atomerőmű üzemeltetése és majdani leszerelése során radioaktív hulladék keletkezik, amelynek biztonságos kezeléséről gondoskodni kell. Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (Atomtörvény) előírása szerint a radioaktív hulladékok elhelyezését a Kormány által kijelölt szerv végzi. Többek között e feladat végrehajtására alapították 1998-ban a mai nevén Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.-t (RHK Kft.), amely 100%-os állami tulajdonban lévő gazdasági társaság. A radioaktív hulladék végleges elhelyezésével összefüggő feladatok finanszírozásához szükséges pénzügyi keretet a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (KNPA) biztosítja.

A kiadványban bemutatott innovációk a radioaktív hulladékok elhelyezésének optimalizálásán keresztül csökkentik a Paksi Atomerőmű által az Alapba befizetendő összeget, ezáltal hozzájárulnak a nukleáris alapú villamosenergia-termelés versenyképességéhez. Fontos hangsúlyozni, hogy a fejlesztések eredményeként a radioaktív hulladékok elhelyezésének biztonsági színvonala nem csökken, sőt, az innovációk környezetvédelmi és gazdasági szempontból is kedvezőbb állapotot teremtenek.





## Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló



I-K1 kamrában alkalmazott tárolási koncepció során a hulladékcsomagok (vasbeton konténer) térfogata  $7 \text{ m}^3$ , amelyből a hulladék  $1,8 \text{ m}^3$ -t tesz ki

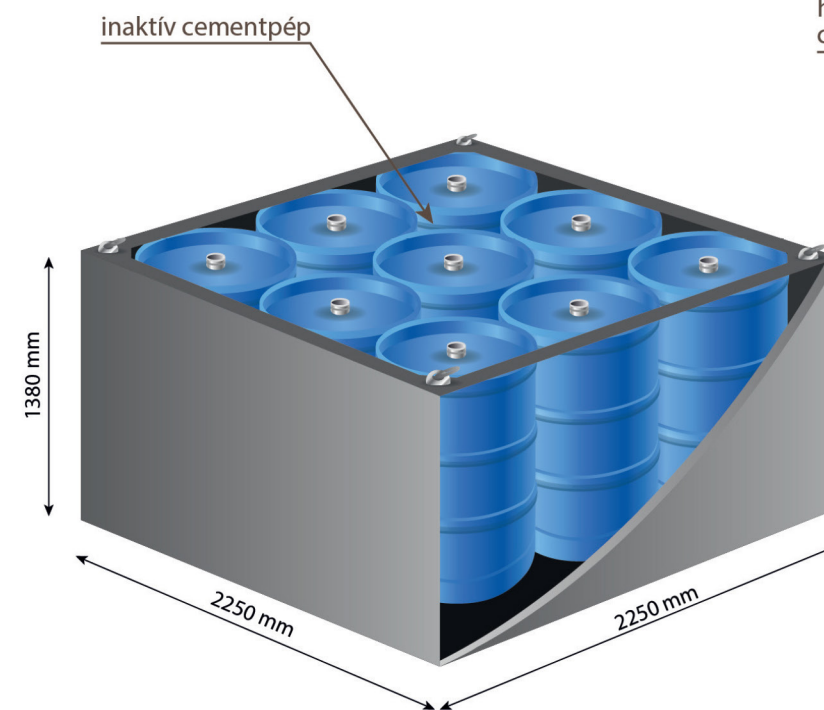
A Bataapáti településen található Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló (NRHT) fogadja a Paksi Atomerőmű kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékát, amelyet föld alatti tárolókamrákban tárolunk véglegesen, 250 méteres mélységben. Az eredeti koncepció szerint a hulladékkal teli hordók az atomerőműből érkeztek főként a tárolókamrákba, amelyeket kilencesével vasbeton konténerbe helyeztünk. A hordók között fennmaradt üres teret pedig inaktív cementpéppel töltöttük ki. Az RHK Kft. az I-K1 tárolókamrában 537 vasbeton konténerben 4833 db radioaktív hulladékot tartalmazó hordót helyezett el, amelyekkel a tárolókamra 2017-ben meg-

telt. Ennek a tárolási módnak az esetében a tárolókamra térfogatának mindössze kb. 13 %-át töltötte ki ténylegesen hulladék (ez megközelítőleg  $970 \text{ m}^3$  radioaktív hulladékot jelent).

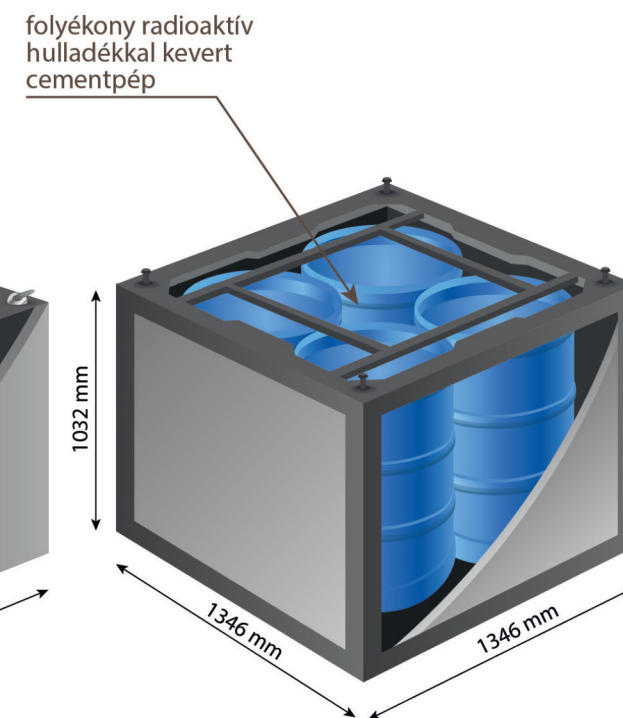
Társaságunk az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel közösen tűzte ki célul a hulladék elhelyezési-koncepció fejlesztését, amelyet a második kamrától alkalmazunk. A munka első lépése az új hulladékcsomag kialakításának koncepcionális megtervezése volt. Az ötlet alapja, hogy minél több radioaktív hulladék kerüljön egy csomagba úgy, hogy az illeszkedjen a végső elhelyezési

megoldáshoz. A vasbeton konténereket leváltottuk vékony falú merevített acélkonténerekre. Ezekbe, még az atomerőmű területén 4 db 200 l-es szilárd radioaktív hulladékot tartalmazó hordót helyeznek és a közöttük fennmaradt üres teret már folyékony radioaktív hulladékból készített cementpéppel töltik ki, a jobb helykihasználás érdekében. Ezt nevezzük kompakt hulladékcsomagnak (KHCS). A szilárdítás fontos mozzanat a radioaktív hulladék-kezelésben, hiszen a hulladékot nem lehetséges folyékony halmazállapotban véglegesen elhelyezni.

### RÉGI HULLADÉKCSOMAG



### ÚJ HULLADÉKCSOMAG



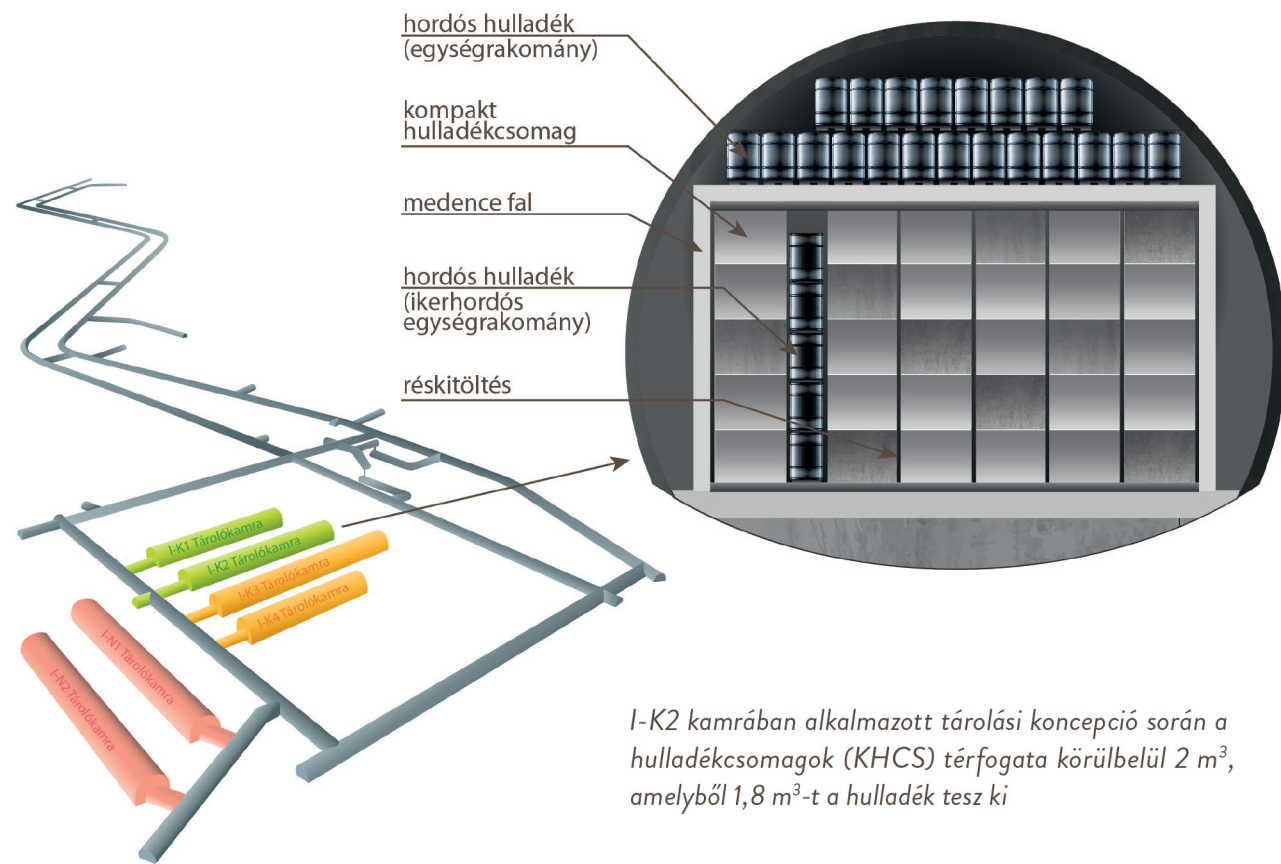
A 3,5-szer kisebb térfogatú KHCS-ban ugyanúgy  $1,8 \text{ m}^3$  térfogatú radioaktív hulladék helyezhető el, mint a korábbi koncepció szerinti vasbeton konténerben

Természetesen a vasbeton konténer nyújtotta, hosszú távú védelemről sem feledkeztek meg szakembereink, a második kamrába egyetlen, nagy vasbeton medencét építettünk és ebbe kerülnek az új hulladékcsomagok (a további kamrák technológiai kiépíté-

se is így történik majd). A vasbeton fedlappal lezárt medence tetejére hulladékkal teli hordókat helyezünk, valamint a KHCS-k közötti teret inaktív betonnal (réskitöltéssel) kell kiönteni annak érdekében, hogy a KHCS-k korrózió elleni védelmét biztosítsuk.

A medence feletti térben a hordók és a vágatfal közötti teret betonnal tömedékeljük. Az innováció eredményeképpen a második kamrának már a 39%-át tölti ki hulladék ( $3190 \text{ m}^3$  radioaktív hulladék helyezhető el).

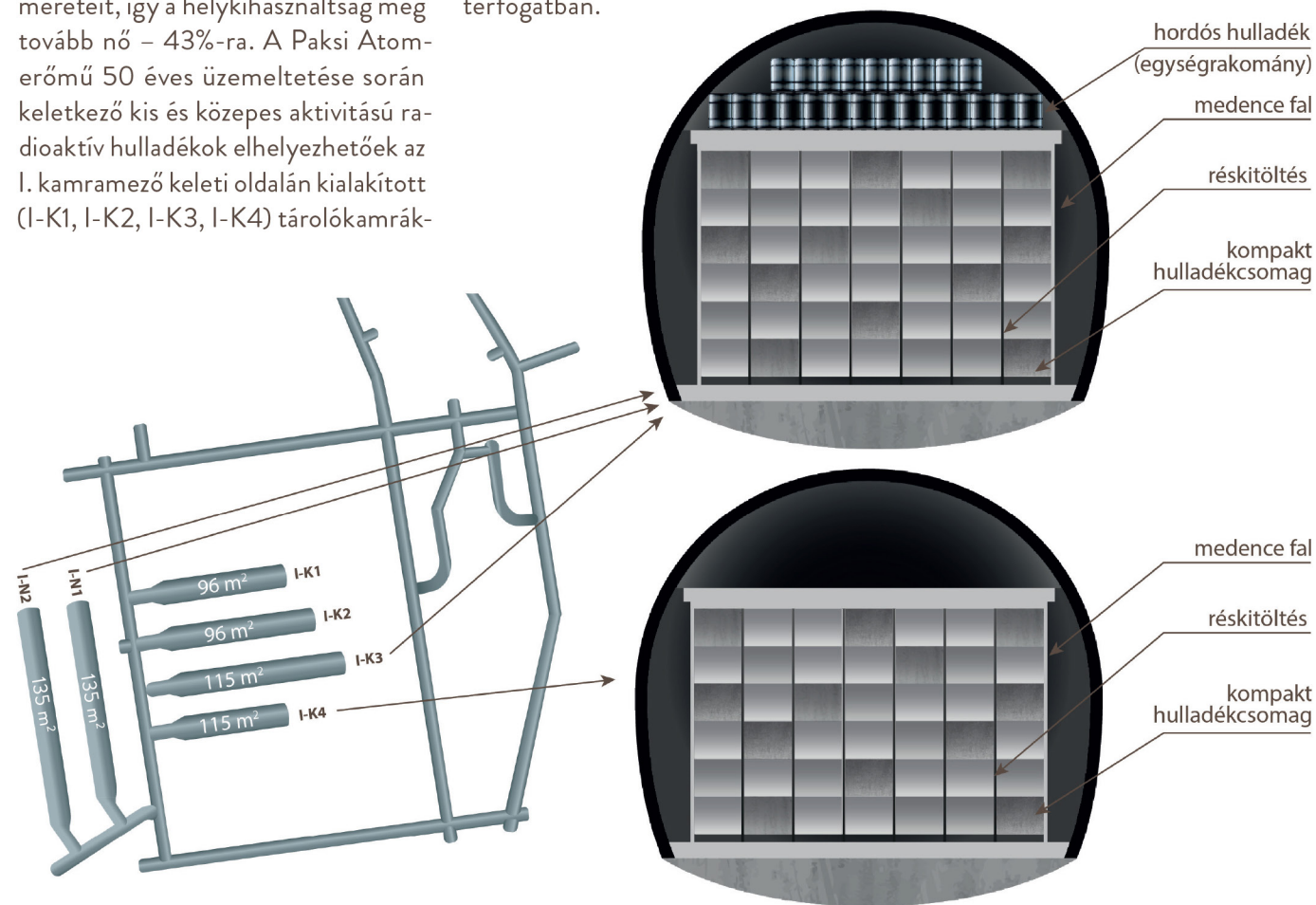




I-K2 kamrában alkalmazott tárolási koncepció során a hulladécsomagok (KHCS) térfogata körülbelül 2 m<sup>3</sup>, amelyből 1,8 m<sup>3</sup>-t a hulladék tesz ki

A 3-6. kamra esetében már a bányászati kialakítás során az új hulladécsomagokhoz optimalizáltuk a kamrák méreteit, így a helykihasználtság még tovább nő – 43%-ra. A Paksi Atomerőmű 50 éves üzemeltetése során keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezhetőek az I. kamramező keleti oldalán kialakított (I-K1, I-K2, I-K3, I-K4) tárolókamrák-

ban, valamint a nyugati oldalon később megépítendő I-N1 tárolókamra felében, azaz összesen 4,5 tárolókamra térfogatban.



Az RHK Kft. és az atomerőmű szakembereinek közös, innovatív megoldásának köszönhetően a Magyarországon keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékot – beleértve a Paksi Atomerőmű 4 blokkjának üzemeltési és leszerelési hulladékát is – az eredeti tervekhez képest fele annyi kamrában lehet véglegesen elhelyezni.

Az új elhelyezési koncepció hatásait mind környezetvédelmi, mind gazdasági szempontból is részletesen elemezték a szakemberek.

A fentiekben bemutatott számok tükrében kijelenthető, hogy az innovációnak köszönhetően a térkiképzéshez kapcsolódó minden környezeti hatás (zaj, rezgés, kőzet kiszállítása és deponálása) közel a harmadára csökken, valamint a közúti szállítások száma is – az ehhez kapcsolódó környezeti hatásokkal együtt – több mint felére csökken.

A jelen innováció keretében kidolgozott új hulladék elhelyezési koncepció bevezetése jelentős gazdasági előnnyel is jár: 2024. évi bázisáron több mint 57 milliárd

forint megtakarítást eredményez a régi elhelyezési koncepcióhoz képest. Ha a Paksi Atomerőmű leállításáig hátralévő 14 éves üzemidőre egyenletesen elosztjuk ezt a megtakarítást, átlagosan minden évre körülbelül 4 milliárd forint jut. Ez is mutatja, hogy az innováció bevezetése nemzetgazdasági szinten is jelentős megtakarítást eredményez, ami tartósan segít a Paksi Atomerőműben megtermelt villamos energia önköltségi árának alacsony szinten tartását.

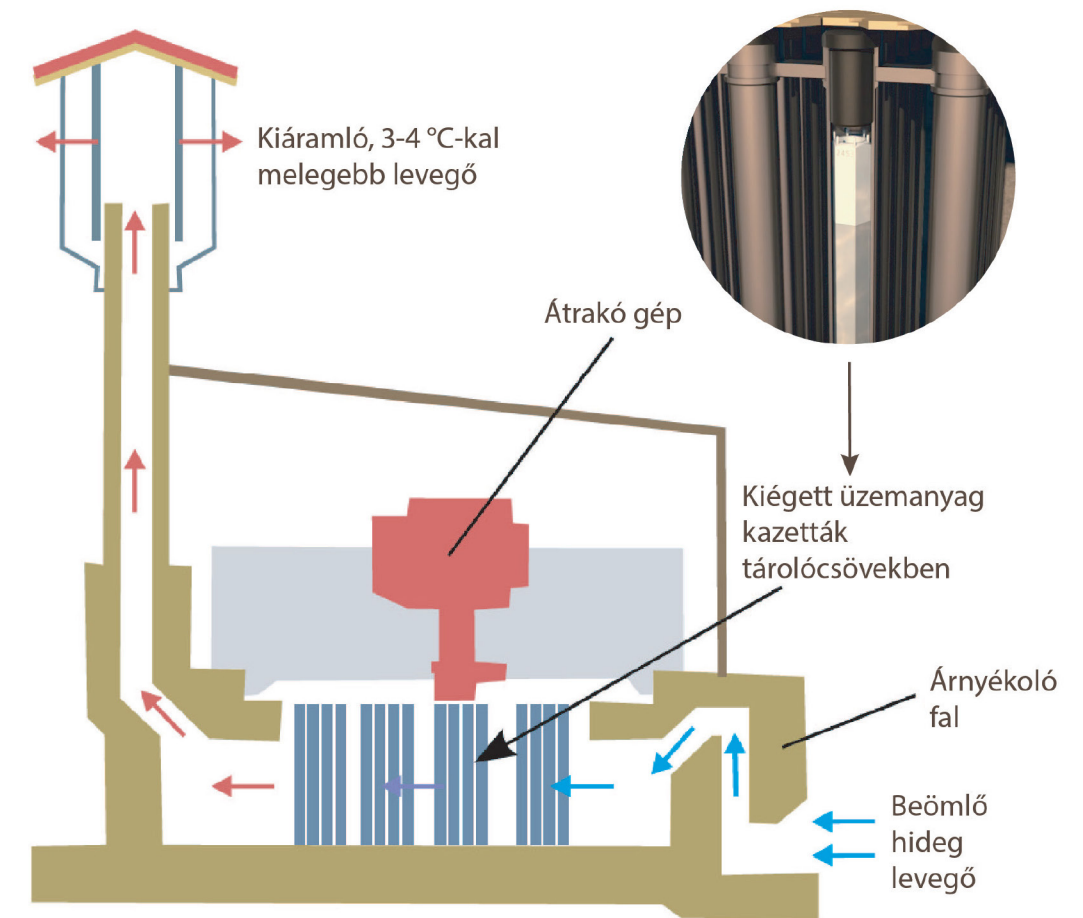
## Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója

A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának (KKÁT) esetében ugyancsak innovatív megoldásokat vezetünk be.

Az atomerőművek működésének egyik következménye, hogy a kis és közepes

aktivitású radioaktív hulladék mellett, elhasznált (kiégett) fűtőelemek is keletkeznek, melyek kezeléséről és elhelyezéséről gondoskodni kell. Miután eltávolítják a Paksi Atomerőmű reaktorából a kiégett üzemanyagot, azt 3-5

éven keresztül pihentető medencébe helyezik és ezt követően átszállítják az atomerőmű szomszédságában található tárolóba. A KKÁT egy moduláris, kamrás típusú létesítmény, mely a kiégett fűtőelem-kazetták száraz tárolását biztosítja.



A Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának keresztmetszete





Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója

A tároló földfelszíni épület, amelyben a kazettákat a vízzel telt konténerből kivéve egy szárító berendezés segítségével teljesen megszáritjuk, majd egyenként, az átrakógép segítségével hermetikusan zárt acélcsövekben helyezük el. A

tárolócsövek vasbetonfalakkal körülvett kamrákban sorakoznak, függőleges helyzetben. A tárolócsövek körüli, majdnem 2 méter vastag falazatú vasbetonkamra megfelelő árnyékolást biztosít a radioaktív sugárzás ellen. A termelődő maradék

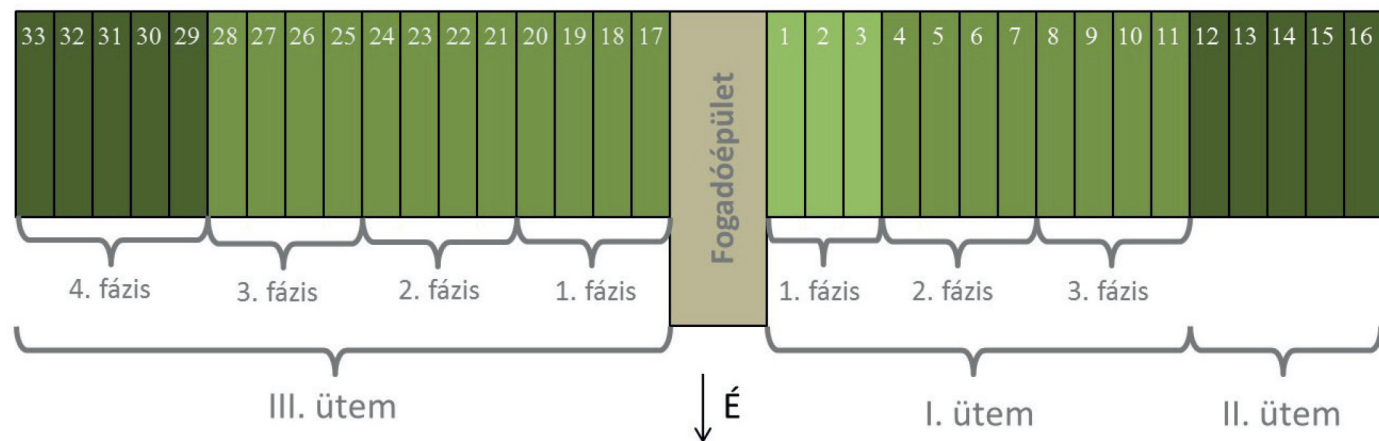
hőt a levegő természetes huzathatásán alapuló hűtési rendszer szállítja el. A tárolócsövekben semleges gázkörnyezetet (nitrogén) biztosítunk, amelynek a nyomását folyamatosan ellenőrizzük.

A modulrendszer előnye, hogy az átmeneti tároló kapacitása az atomerőmű igényeihez igazodva lehet bővíteni, ezzel biztosítva a reaktorok üzemeltethetőségét, a villamosenergia ellátás folyamatosságát.

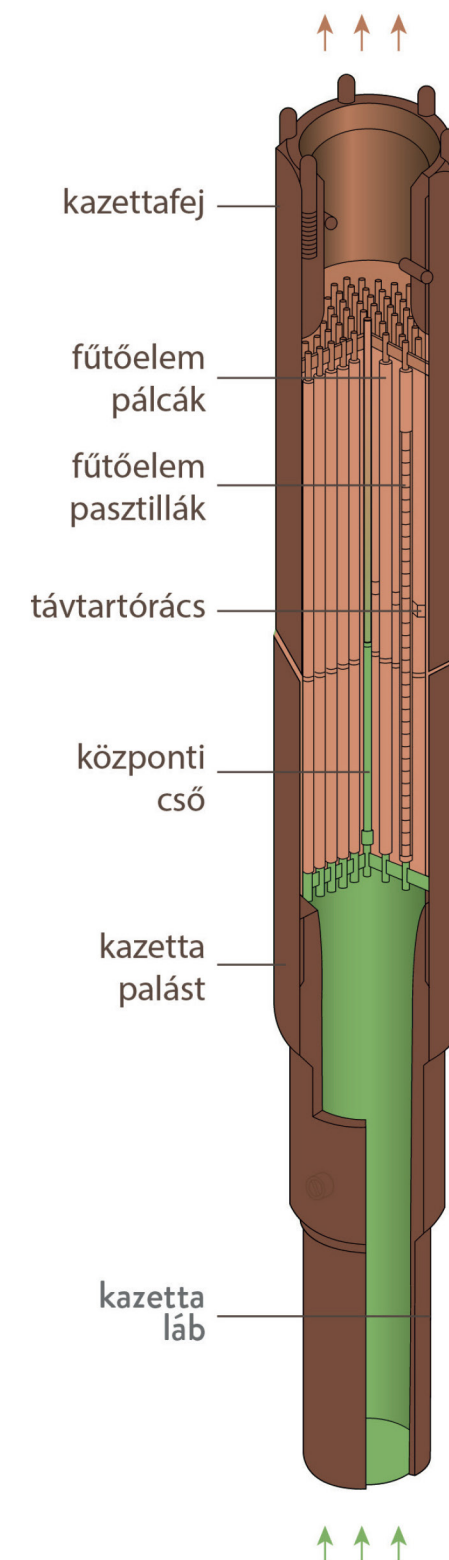
2012-ben az RHK Kft. döntés előkészítési munkát indított, hogy megalapozza a kiegészítő kazetták költségvetésének megvalósíthatóságát, összehangolva a KKÁT további építésének ütemével. Minden szempontot figyelembe véve megvizsgáltuk a technológiaváltás és a tárolókapacitás-bővítés lehetőségeit. A legfontosabb következtetés az volt, hogy a leg gazdaságosabb megoldás a KKÁT kapacitásnövelése.

Az eredeti tervek szerint 33 kamrában 14 850 db tárolócső sorakozott volna,

mindegyikben 1-1 kiegészítő fűtőelem (450 db tárolócső/kamra). A Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbítását is figyelembe véve az atomerőmű teljes 50 éves üzemideje alatt összesen 17 483 db kiegészítő üzemanyag kazetta keletkezik majd, amelyek átmeneti tárolását biztosítani kell. A kapacitásnövelés tervezése során szempont volt az, hogy a megemelkedett darabszám elférjen az eredetileg tervezett 33 kamrában. Ez úgy valósul meg, hogy az első 16 kamrában 450 db tárolócső/kamra található, a 17-24. számú kamrák már 527 db fűtőelemet képesek befogadni kamránként, míg a 25-33. számú kamrák már 703 db kiegészítő kazetta tárolását teszik lehetővé. Mivel a kamrák térfogata változatlan, ezért a tárolócsövek közelebb kerülnek egymáshoz, így különösen oda kell figyelni a kazetták hőtermelésére a tárolás folyamán.



A 33 kamra építésének ütemezési terve



Üzemanyag kazetta



A tervezésénél a 3 éves pihentetésű kazettákkal szemben, több mint 20 éves pihentetésű kazettákat vettünk figyelembe, amelyek viszonylag kis maradványhőből eredő teljesítménnyel rendelkeznek. Így a megnövelt kapacitású 25-33. számú kamrákba a legrégebben pihentetett kazetták kerülnének áthelyezésre, míg a kiürített helyekre (1-15. számú kamrákba) kerülnek az erőműből frissen beszállított kazetták.

Az engedélykérelem megalapozását szolgáló dokumentumok műszaki szempontból megfelelően támasztják alá a KKÁT bővítését. Kijelenthető, hogy a növelt kapacitású tárolókamrák létesítése nem veszélyezteti a nukleáris biztonságot, kialakítást követően az érvényes előírások betartása mellett a tároló biztonságosan üzemeltethető. A kapacitásnövelés

következtében a radiológiai hatásokban nem várható érdemi változás, és továbbra is megfelelő tartalék áll rendelkezésre, hogy a vonatkozó sugárvédelmi határérték (dózismegszorítás) betartható legyen.

Magyarországon a radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezése az RHK Kft. felelőssége. Cégünk az új elhelyezési koncepciók megvalósításával, a korábbiakkal azonos biztonsági színvonalon, de jóval költséghatékonyabban és a környezetre is kedvezőbb módon, ugyanakkor a jogszabályi követelményeknek és a hatósági előírásoknak megfelelően biztosítja a radioaktív hulladékok fogadását és végleges tárolását.

„Jövőnk biztonsága, a jelen felelőssége!”



Ha megtekintené paksi bemutatótermünket vagy bátaapáti látogatóközpontunkat, akkor a [www.rhk.hu](http://www.rhk.hu) weboldalon, a „Látogatás” menüpont alatt tájékozódjon a részletekről, vagy vegye fel a kapcsolatot Kommunikációs Osztályunkkal az alábbi elérhetőségek egyikén!  
E-mail: [latogat@rhk.hu](mailto:latogat@rhk.hu)  
Telefon: 06-75/519-567





**RHK**

RADIOAKTÍV HULLADÉKOKAT KEZELŐ KFT.

Felelős kiadó: Nős Bálint  
Szerkesztő: Honti Gabriella  
Grafika: SBH Solution Kft.  
Nyomda: FERLING Kft.  
2025