

RADIOAKTÍV HULLADÉKOKAT KEZELŐ KÖZHASZNÚ NONPROFIT KFT.

HÍRLEVÉL

JÖVŐNK BIZTONSÁGA, A JELEN FELELŐSSÉGE

- Extra – Más szemmel az RHK Kft.-ről
- Radioaktivitást „evő” gombák?
- Nukleáris technológiával a Covid-19 ellen
- Nukleáris körkép az Európai Unióban – Szlovákia
- Bogdán László emlékére



RHK

Extra – Más szemmel az RHK Kft.-ről

Ezúttal a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft. létesítményeivel, telephelyeivel kicsit másképp, jobbra mondhatni extra tényeket bemutatva foglalkozunk. Mert a „száraz” adatok sem feltétlenül unalmasak...

Kezdjük mindjárt az NRHT-val. A bátaapátiban működő Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló a Paksi Atomerőmű kis és közepes aktivitású hulladékának végleges elhelyezésére épült. A jelenleg meglévő négy felszín alatti kamra és a vágatok bányászati kialakításához 2005-től kezdődően mintegy 500 tonna (a világ legnagyobb teherszállító repülőgépe – Antonov 225 – 250 tonna hasznos teher szállítására képes) robbanóanyagot használtak fel. A kitermelt kőzet mennyisége 226 ezer köbmétert tett ki. Hogy az olvasónak fogalma lehessen, ez milyen hatalmas mennyiség, képzeljen el egy focipályát, amelyet 10 emeletnyi magasságban tömör közzel leplek el. A mögötte lévő irdatlan munka tekintélyt parancsoló, főként, ha hozzávesszük, hogy a felszín alatti munkálatok során a legsúlyosabb üzemi baleset egy kartörés volt, egy esés következtében.

Folytatva a tények sorát: a vágatok hossza összesen 6 kilométer és az első három, átlagosan száz méter hosszú kamra mindegyikébe beférne a világ egyik legnagyobb (emeletes) utasszállító repülőgépének, az AIRBUS A380-nak a törzse.

Az NRHT felszíni épülete 2008-ban kezdett üzemelni, a föld alatti első kamra 2012-ben készült el, és már meg is telt a hulladékkal teli vasbeton konténerekkel, a második, új tárolási elképzelés alapján kialakított kamrába pedig az engedélyezési eljárások lefolytatását követően kezdődhet meg a kompakt hulladékcsoomagok beszállítása.

A Paksi Atomerőmű teljes üzemideje alatt – beleértve a leszerelést is – több mint 20 000 köbméter kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék keletkezett majd (mintha egy kosárpálya lenne beépítve 20 emeletes lakóházzal), illetve

a leszerelés után felszabadítható több mint 860 ezer tonna hulladék, aminek háromnegyede újra hasznosítható beton, a maradék nagy része pedig újra hasznosítható acél és színesfém lesz.

Radioaktív hulladék Magyarországon már az 1950-es években is keletkezett az izotóptechnika alkalmazásának következtében. A püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló 1976. december 22-én kezdett üzemelni az intézményi hulladékok ideiglenes és végleges elhelyezésére. A kezdeti időkben, még az RHK Kft. megalakulása előtt ide került, úgynevezett történelmi hulladékok átválogatására, tömörítésére, újracsomogolására évekkel ezelőtt kidolgozott biztonságnövelő programhoz elkészült már egy mozgatható, több mint kétszáz négyzetméteres belső konténment, amelyben a legmodernebb technika szolgálja a biztonságos munkavégzést.

Az RHFT-ben egyébként ma hozzávetőleg 32 000 darab zárt sugárforrás, 5 000 köbméter szilárd és 10 köbméter egyéb hulladék van. Az iparból, a mezőgazdaságból, a kutatásból, az oktatásból és a gyógyászatból származó intézményi hulladék mennyisége egy magyar lakosra számítva éves átlagban két pohár joghurtnyi (27 dekányi). Összehasonlítva: a háztartásban keletkező hulladékból 1 főre kb. 400 kilogramm jut évente (egy kisebb utánfutónyi), míg az építési bontási hulladékot – ha levetítjük egy lakosra – akkor körülbelül 700 kilogramm.



A vágatok kihajtása folyamán egyetlen robbantáshoz kb. 200-300 kilogramm robbanóanyagot használtak fel, amellyel kb. 2-3 métert lehetett haladni a gránitban.



A paksi Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának (KKÁT) üzemeltetését 2000-ben vette át az atomerőműtől az akkor 2 éves RHK Kft. A több mint három méter hosszú, 220 kilós kiégett kazettákból jelenleg több mint 9 800 darab van a modulszerűen bővíthető létesítményben. A meglévő 24 mellé négy újabb, a tárolócsöveket körülölelő vasbeton kamra kialakítása kezdődött el a tavalyi évben. A kamrákat tartalmazó modulok 30 méter magasak, mint Rio de Janeioban a kitárt karú Megváltó Krisztus szobor. Ám míg a szobor súlya 700 tonna, ehhez képest az utolsó elkészült modulba 1364 tonna acélszerkezetet és 857 tonna betonacélt építettek bele.

Végül némi extra az uránpasztilákról, amelyek a fűtőelemekben sorakoznak. Két ilyen ceruzaradírnyi nagyságú pasztillával biztosítható egy átlagos magyar család éves villamosenergia szükséglete. Ugyanezen mennyiséget 4 tonnányi, azaz egy kisteherautónyi mennyiségű szénből lehetne megtermelni, földgázból pedig 900 köbméterre lenne szükségünk, amivel egy olimpiai úszómedence negyedét lehetne

megtölteni. Ha még ehhez hozzá vesszük, hogy a Paksi Atomerőmű teljes üzemideje alatt felhasznált 17 716 fűtőelem több mint 550 millió (!) uránpasztilát jelent, belátható, milyen irdatlan nagyságú környezetterhelést sikerül ezzel kiváltani, miközben a keletkező sugárzó hulladék biztonságos, átmeneti elhelyezését néhány háztömbnyi területen meg lehet oldani. A végleges tároló kialakításához pedig ez az átmeneti időszak elegendő.

A végleges nagy aktivitású tároló helyének megtalálására az RHK Kft. a kétezres évek elejétől folytatott célzott kutatásokat a Nyugat-Mecsekben. A területen a nagy kiterjedésű Bodai Agyagkő Formációt jelenleg is vizsgálják a szakemberek, mivel a 260 millió éves kőzet alkalmas lehet egy tároló befogadására. A befogadókőzet megfelelőségének igazolása kiemelten fontos feladat, hiszen egyes hulladéktípusokat akár egymillió évre is el kell szigetelni az élővilágtól. A legutóbbi kutatások alapján a kőzet porozitása átlagosan 1 százalék alatt van, tehát nagyon jó vízzáró kőzetről van szó, ami kiemelten fontos a radioaktív hulladék

tárolásának esetében. Az is biztató, hogy a függőleges kéregmozgás – kiemelkedés, süllyedés – az adatok szerint elenyésző, több százezer év alatt sem haladta meg éves szinten a kettőszázad millimétert. Vagyis egy 500 méteres mélységbe tervezett tároló 1 millió év alatt sem kerülhetne a felszínre. Végezetül pedig ki kell emelni a kőzet rendkívül jó radionuklid visszatartó képességét: ép kőzetben a leggyorsabban mozgó komponensek is százezer év alatt csupán mintegy 6 m távolságra jutnak.

Az RHK Kft. 2003 és 2004, valamint 2014-2017 között közel 3 400 folyóméter felszíni kutatófúrást mélyített. A második etapban létesült egy 700 méter hosszúságú, 2-6 méter mélységű kutatóárok is. A tervek szerint 2032-ig, a további sokirányú vizsgálat alapján fogják tovább szűkíteni azt a jelenleg 87 négyzetkilométeres kutatási területet, ahova, a megfelelő eredmények esetén, a nagyaktivitású tároló felépíthető lesz.

A KKÁT-nak eddig hat modulja készült el, a hetedik építés alatt van. Az utolsó elkészült modulban 1 364 tonna acélszerkezetet és 857 tonna betonacélt építettek be.



Radioaktivitást „evő” gombák?

A radioaktivitást sok esetben csak egyszerűen negatív jelzőkkel kötik össze a hétköznapiakban, pedig számos esetben hasznunkra válik életünkben, a hétköznapijaink része. Ráadásul a jövőben is tartogathat lehetőséget az emberiség számára, amelyben a gombáknak is fontos szerepe lehet.

1986. április 26-án a Pripjaty külterületén lévő atomerőműben az egyik reaktor felrobbant és radioaktív anyagot bocsátott ki a környezetbe. A baleset következtében több mint 300 000 lakost kellett kitelepíteni, a környék radioaktív szellemvárossá vált. Öt évvel később az atomerőműben fekete gombákat találtak, amelyek sugárzással teli reaktor falán csíráztak ki. A gombákat robotok gyűjtötték be, melyeket Nelli Zhdanova, a kijevi Mikrobiológiai és Víruskutató Intézet mikrobiológusa és kollégái küldtek az atomerőműhöz. A kutatók nem csak arra jöttek rá, hogy a 30 kilométeres elzárt zónában élnek ezek a gombák, hanem hogy egyes fajaik még a radioaktivitás felé is nőnek.

A gombák ránézésre a zuhanyfüggönyön megtalálható penészgombákra emlékeztetnek. Ellenálló képességüket, akár csak sötét színüket a melaninnak köszönhetik. Ez az anyag felelős az emberi bőr sötét pigmentjeiért is. A bőrséges melanin elnyeli a káros sugárzást, kémiai energiává alakítva azt, ugyanúgy, mint ahogyan a növények alakítják át a széndioxidot és a klorofillt oxigénné és glükózzá a fotoszintézis során. Ezt a folyamatot hívják radioszintézisnek, amelyet a tudósok szerint az emberek szolgálatába lehet állítani. A tudósok hangsúlyozták, a gombák nem eszik meg a radioaktív részecskéket, és nem tisztítják meg azokat, hanem inkább egyszerűen befogják azt az energiát, amelyet a radioaktív részecskék kiadnak.

2007-ben az Albert Einstein Orvosi Egyetem munkatársai is kutatták a gombákat. Dr. Arturo Casadevall immunológus úgy fogalmazott: „Ez pusztán spekuláció, de lehetséges, hogy a melanin a gombák birodalmán kívül is képes energiát adni a bőrsejteknek. Nem annyi energiát, hogy elég legyen arra, hogy a tengerparton rohangásszunk, de elég lehet arra, hogy ki tudjuk nyitni a szemhéjunkt”. Ekaterina Dadachova a kutatócsoport egy másik tagja pedig azt állította, „hogy ezeket a melanizált gombákat táplálékként használhatják az űrhajósok hosszú űrutazásaik során”. A NASA-t is elkezdtek érdekelni a fekete gombák. Kasthuri Venkateswaran a



A melanin a sötét színű pigmentek összefoglaló neve, amelyet az élőlények szinte minden csoportja termel. Az emberekben a melanin határozza meg a bőr, a haj és a szem színét. Vannak, akik egyáltalán nem termelnek melanint (vagy csak nagyon keveset), ők az albínók.

NASA Jet Propulsion Laboratóriumának kutatója, arról számolt be, hogy azoknak a gombáknak, amelyeket a csernobili baleset helyszínéről gyűjtöttek be magasabb volt a melanin tartalmuk, mint azoknak a gombáknak, amelyek a robbanás zónáján kívül szedtek. Magyarázata szerint ez azt jelenti, „hogy a gombák alkalmazkodtak a radioaktív környezethez, és 20 százalékuk radiotrofussá vált – a radioaktív sugárzás közelében nőnek, vagyis szeretik,

hasznosítják a radioaktív sugárzást”. Amiatt is fontosak lehetnek a gombák az űrutazások szempontjából, mert mint egy pajzs, megvédhetik az űrhajósokat a kozmikus sugárzástól. Ez a legnagyobb akadálya annak, hogy a tudósok biztonságosan tudjanak embereket az űrbe küldeni. A világegyetem tele van magas radioaktivitással kozmikus sugárzás formájában. A Föld mágneses pajzsa és az atmoszféra megvéd minket ettől a sugárzástól, de az űrben az űrhajósok

folyamatosan ki vannak téve neki, amely akár rákos megbetegedéshez is vezethet. 2016. július 18-án néhány Csernobilből származó gomba spóráját elküldték a Nemzetközi Űrállomásra, hogy további vizsgálatokat végezhesse el rajtuk. A stresszes környezetben – az űrben a földi átlagos körülményeknél magasabb sugárzásnak és mikrogravitációnak vagyunk kitéve – a gombák a túlélés érdekében másodlagos metabolitokat (anyagcseretermék) termelnek. A



másodlagos metabolitok olyan szerves vegyületek, amelyek közvetlenül nem játszanak szerepet az élőlények növekedésében, fejlődésében, vagy a szaporodásban. Hozzájárulnak egy adott faj környezeti hatásokkal szembeni védelméhez, de az elsődleges anyagcseretermékekkel ellentétben hiányuk nem vezet az élőlények gyors pusztulásához. A másodlagos anyagcsere-termékek számos gyógyszer (pl. penicillin), aromaanyag, növényvédőszer előállításának alapanyagai. A 14 napra az űrbe küldött gombák esetében változást

találtak a metabolit termelésében a földön maradtakhoz képest, amely új lehetőségeket nyithat a tudomány számára.

Végül összegezzük, hogy a gombákkal foglalkozó számtalan tudós milyen jövőbeni lehetőségeket vizionál a kutatásokkal kapcsolatban.

Védelmet jelenthetnek az űrhajósok számára a sugárzásokkal szemben, táplálékforrásként is szolgálhatnak az űrben, de akár olyan termény kifejlesztésére is irányt mutathatnak,

amely például a Marson is megterem. Egy másik lehetséges felhasználási módja a gombafonalaknak az energia tárolása lenne. Lehetővé tenné a rákos betegeknek, hogy a sugárkezelés folyamán, a nukleáris iparban dolgozóknak munkájuk során ne kelljen félniük a halálos dózisú sugárzástól. Rák és depresszió elleni gyógyszereket is lehetne gyártani a gombákból. Napkrémet lehet készíteni belőlük, amelyek védenek a káros napsugaraktól. Illetve hatalmas előrelépést jelenthetnek a biotechnológiában.

Nukleáris technológiával a Covid-19 ellen

Amikor a COVID-19 betegséget okozó vírus világszerte elterjedt, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezetével összefogásban felajánlotta támogatását és szakértelmét az országoknak, hogy használni tudják a valós idejű reverz-transzkripció polimeráz láncreakciót (valós idejű RT-PCR-t) az egyik legpontosabb laboratóriumi módszert a koronavírus tanulmányozására, követésére, kimutatására.

De mi is az a valós idejű RT-PCR?

Hogyan működik? Hogyan kapcsolódik a nukleáris technológiához? Itt most a módszer rövid praktikus összefoglalóját adjuk az Ön kezébe, amelyben elolvashatja, hogy mi is ez a módszer, valamint néhány részletet a vírusokkal és a genetikával kapcsolatban.

A valós idejű RT-PCR egy nukleáris eredetű módszer, amely arra szolgál, hogy kimutassa valamilyen kórokozó, beleértve a vírusok sajátos genetikai anyagának a jelenlétét. Eredetileg a módszert radioaktív izotóp markerként alkalmazták, azért, hogy célzott genetikai anyagokat mutassanak ki, aztán a finomítások eredményeként az izotóp jelölőket

különleges markereke, leggyakrabban fluoreszkáló festékre cserélték. Ennek a módszernek a segítségével a tudósok szinte azonnal látják az eredményeket, még a folyamat közben; míg a hagyományos RT-PCR-nél csak akkor, amikor a folyamat befejeződik. Bár a valós idejű RT-PCR jelenleg a legszélesebb körben alkalmazott módszer a koronavírus kimutatására, mégis számos országnak még mindig támogatásra van szüksége a technika használatához.

Mi a vírus? Mi az az örökítő anyag?

A vírus egy genetikai anyagból álló mikroszkopikus csomag, amelyet egy molekuláris burok vesz körül. A genetikai anyag DNS és RNS is lehet.

A DNS két szálból álló molekula, amely minden szervezetben megtalálható, állatokban, növényekben, vírusokban is és a genetikai kódot hordozza; vagyis egy program, arra vonatkozólag, hogy ezek a szervezetek hogyan épüljenek fel és hogyan fejlődjenek.

Az RNS általában egy szálas molekula, amely a genetikai kódok részeit másolja, leírja, átadja a proteineknek, melyek így összegzik és hajtják végre a szervezet életben tartásához és fejlődéséhez szükséges funkciókat. Az RNS-nek különböző változatai vannak, némelyik a másolást, másik változata a leírását, és van, amelyik az átadást végzi.



Néhány vírus, mint például a **koronavírus** (SARS-Cov2) csak RNS-t tartalmaz, ami azt jelenti, hogy az egészséges sejtekbe szivárog be, azért, hogy sokszorozódhasson és túlélhessen. Mihelyt a sejtben van, a vírus a saját genetikai kódját használja – a koronavírus esetében az RNS-t – hogy átvegye az irányítást, és „újraprogramozza” a sejtet, amely így vírusokat előállító gyárként működik. Annak érdekében, hogy a vírusokat, így a koronavírus is már a korai megjelenésekor ki lehessen mutatni a szervezetben, a valós idejű RT-PCR-t használva a tudósoknak az RNS-t át kell alakítaniuk DNS-é. Ezt a folyamatot hívjuk „reverz transzkripciónak”. Azért kell ezt az átalakítást elvégezni, mert csak a DNS-t lehet másolni – vagy amplifikálni –, mely kulcsfontosságú a valós idejű RT-PCR vírus-kimutató folyamatában. A tudósok az átírt vírusos DNS egy meghatározott részét több százszorosra is amplifikálják. Az amplifikáció azért fontos, mert ahelyett, hogy a tudósok elenyésző mennyiségű vírust próbálnának meg észrevenni a milliónyi genetikai információelem között, a vírusos DNS elég nagy mennyiségű célzott szakasza áll rendelkezésre ahhoz, hogy pontosan meg tudják erősíteni a vírus jelenlétét.

Hogyan működik a valós idejű RT-PCR a koronavírus esetében?

Mintát kell venni a szervezet azon részeiről, ahol a vírus összegyűlt, például az orrból vagy torokból. A mintát számos kémiai oldattal kezelik, amely bizonyos anyagokat (például proteinek, zsírok, kivonatokat) távolít el, hogy csak az RNS maradjon a mintában. A kivont RNS az ember saját genetikai anyagának, és ha jelen van, akkor a koronavírus RNS-ének a keveréke. Az RNS a reverz transzkripció folyamán válik DNS-sé, amely egy speciális enzim révén valósul meg. Ezután az RNS-hez a tudósok további rövid DNS

töredékeket adnak, amelyek kiegészítik az átírt vírusos DNS bizonyos részeit. Ezek a töredékek maguktól kapcsolódnak a vírusos DNS célzott szakaszaihoz, amennyiben a vírus jelen van a mintában. A hozzáadott genetikai töredékek egy része az amplifikáció során építi fel a DNS szálát, míg más része csak simán a DNS-t építi fel, és marker jelzőket ad a szálakhoz, ez utóbbiakat használják arra, hogy kimutassák a vírust.

A keveréket ezután egy RT-PCR gépbe helyezik. A gép hőmérséklettel ciklizál, amely melegíti és hűti a keveréket, ezzel előidézve bizonyos kémiai reakciókat, amelyek a vírusos DNS célzott szakaszának új, azzal megegyező másolatát hozzák létre. A ciklust számtalanszor megismétlik, annak érdekében, hogy folytatódjon a vírusos DNS célzott szakaszának a másolása. Minden ciklus megduplázza az előző mennyiséget: két másolatból négy lesz, négyből nyolc és így tovább. Egy szabványos/sztenderd valós idejű RT-PCR berendezés általában 35 ciklust hoz létre, ami azt jelenti, hogy a folyamat végén a minden szálban létrejött vírusos DNS szakasznak körülbelül 35 billió új másolata lesz jelen a mintában. Amint a vírusos DNS új másolatai felépültek, a marker jelzők kapcsolódnak a DNS szálhoz, és fluoreszkáló festéket eresztenek ki. A festéket méri a gép számítógépe és a kibocsátás idejekor megjelenik a képernyőn. A számítógép minden egyes ciklusban méri a mintában megjelenő fluoreszkáló festék mennyiségét. Ha a fluoreszkáló festék mennyisége átlép egy bizonyos szintet, az azt erősíti meg, hogy a vírus megtalálható a mintában. A tudósok megfigyelik, hogy hány ciklusnak kell lezajlania ahhoz, hogy elérje ezt a szintet azért, hogy meg tudják becsülni a fertőzés komolyságát: a kevesebb ciklus enyhébb, a több, súlyosabb vírusfertőzöttséget jelent.

Miért alkalmazzuk a technológiát?

A valós idejű RT-PCR technika nagyon érzékeny, speciális, és megbízható diagnózist ad három órán belül, míg a laboratóriumoknak általában átlagosan ez 6-8 órát vesz igénybe. Összehasonlítva más elérhető vírus izolációs módszerekkel, a valós idejű RT-PCR jelentősen gyorsabb és kisebb az esély a lehetséges fertőződésre vagy meghibásodásra, mert az egész folyamat egy zárt csőben zajlik. Továbbá ez a legpontosabb elérhető módszer a koronavírus kimutatására. A korábbi fertőzések kimutatása, amely szintén fontos a vírus kialakulásának és elterjedésének megértéséhez, nem lehetséges a valós idejű RT-PCR-rel, mert a vírus csak egy meghatározott ideig van jelen a szervezetben. Más diagnosztikai módszerekre van szükség olyan személyek esetében, akik már túlestek a fertőzésen, főleg azok esetében, akikben kialakult és tünetmentesen terjesztették a vírust. A NAÜ együttműködésben az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Szervezetével már 20 éve képez és készít fel szakembereket világszerte a valós idejű RT-PCR használatára, főleg a VETLAB hálózatan keresztül, amely az állatorvosi diagnosztikai laborok hálózata. Manapság ezt a technikát alkalmazzák más betegségek, mint például az Ebola, Zika, MERS-Cov, SARS-Cov1 és más jelentős zoonózis és állati betegségek diagnosztizálásában. A zoonózis betegségek olyan állati betegségek, melyekkel az állatok az embert is megfertőzhetik.

Forrás: Az eredeti cikket az RHK Kft. fordította a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség honlapjáról.



Nukleáris körkép az Európai Unióban – Szlovákia

Társaságunk cikksorozatot indít, amelyben az Európai Unió országainak nukleáris iparát és radioaktív hulladék-kezelését vesszük sorra. Az első részben Szlovákiát mutatjuk be.

A Szlovák Köztársaság körülbelül 49 000 négyzetkilométeren terül el, lakossága körülbelül 5 400 000 fő. Két működő atomerőműük négy blokkja (a paksi reaktorokkal megegyező típusúak) az elektromos energiaellátás több mint felét biztosítja az országban. Mint minden

felelős államnak, így Szlovákiának is, a nukleáris ipar alkalmazása során keletkező radioaktív hulladék kezelését, tárolását, végleges elhelyezését meg kell oldania. E cél megvalósítása érdekében a Nukleáris és Leszerelési Társaság – Jadrová a vyraďovaci spoločnosť (JAVYS) – 5

különböző telephelyet, programot tart fenn. A Szlovák Köztársaság Nukleáris Szabályozó Hatósága felelős egyaránt az atomerőművek és a hulladéktárolók, feldolgozóüzemek felügyeletéért, akárcsak hazánkban az Országos Atomenergia Hivatal.

Szlovákia atomerőművei

Név	Állapot	Reaktorok típusa	Reaktorok száma	Üzemelés ideje	Termelés blokkonként
V-2 Atomerőmű	Működő	VVER 440/V-213	2	1. blokk: 1984-től 2. blokk: 1985-től	505 MW
V-1 Atomerőmű	Leszerelés alatt	VVER 440/V-230	2	1. blokk: 1978-2006 2. blokk: 1980-2008	440 MW
A-1 Atomerőmű	Leszerelés alatt	KS-150	1	1972-1977	150 MW
Mohi atomerőmű (1-es és 2-es blokk)	Működő	VVER 440/V-213	2	1. blokk: 1998-től 2. blokk: 2000-től	470 MW
Mohi atomerőmű (3-as és 4-es blokk)	Épülő	VVER 440/V-213	2	Várhatóan 2021-től	470 MW

A JAVYS az atomerőművek, nukleáris létesítmények leszereléséért, (a leszereléséhez kapcsolódó adminisztratív és műszaki tevékenységet, a szükséges pénzügyi eszközök biztosítását is beleértve); az intézményi és más

radioaktív hulladék, valamint a kiégett üzemanyag szállításáért és kezeléséért is felelős – beleértve a végleges elhelyezést egy mélységi geológiai tárolóban. Kereskedelmi tevékenységet is folytat: 2013 óta sikeres szereplő a nemzetközi

nukleáris szolgáltatások piacán, felhasználva a folyamatban lévő A-1 és V-1 atomerőművek leszerelése, valamint a radioaktív hulladék és a kiégett nukleáris fűtőelemek kezelése során szerzett tapasztalatokat.

A JAVYS létesítményei

Név	Helyszín
Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója	Bohunice
Radioaktív hulladék-kezelő Központ	Bohunice
Radioaktív Hulladékok Átmeneti Tárolója	Bohunice
A Folyékony Radioaktív Hulladék Végso Feldolgozásának Létesítménye	Mohi
Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló	Mohi



Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója:

A nukleárisüzemanyag-ciklus lezárásának két módját különböztetjük meg. Nyílt ciklus esetén a kiégett üzemanyag további feldolgozás nélkül, közvetlenül kerül radioaktív hulladék-tárolóba végleges elhelyezésre. Zárt ciklus esetén a kiégett üzemanyagot reprocesszálják, tehát az energiatermelésre még felhasználható összetevőket kivonják és a visszamaradó radioaktív hulladékot helyezik el végleges tárolóban. A gyakorlatban Szlovákiában és hazánkban is ugyanazt az elvet követik: a kiégett fűtőelemeket átmeneti tárolóban helyezik el legalább 50 évre (ez a lépés mind két megoldás esetén szükséges), majd a későbbiekben döntenek, hogy a közvetlen elhelyezést vagy a feldolgozást alkalmazzák. Hazánkban a referencia-forgatókönyv a közvetlen elhelyezéssel számol.

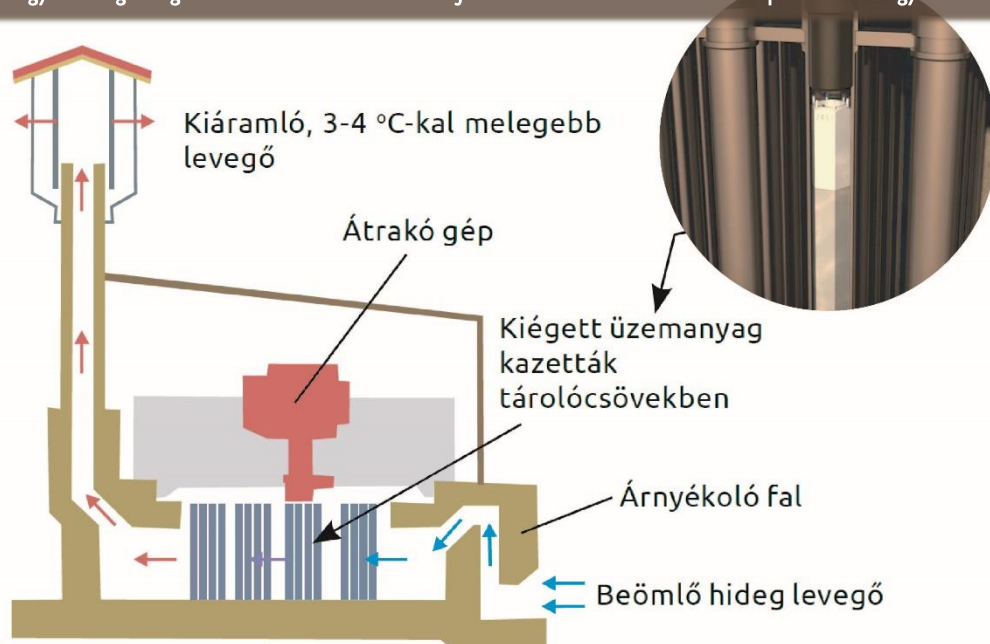
Szlovákiában, mint Magyarországon is, a kiégett fűtőelemeket legalább 3 évig az atomerőműben tárolják pihentető-medencében, majd átszállítják azokat az átmeneti tárolóba. A jelentős különbség a két nemzet átmeneti tárolója között, hogy míg a szlovák megoldás nedves típusú tárolást alkalmaz – a fűtőelemek konténerekbe kerülnek, amelyek ioncserélt víz árnyékoló rétege alatt helyezkednek el, így megoldva a maradék hő elvezetését is – addig a magyar megoldás száraz típusú tárolás mellett tette le a voksát – a természetes kéményhatás elvén valósítjuk meg a hőelvezetést.

A szomszédaink létesítményének maximális tervezett kapacitása 14 112 kiégett fűtőelem. A jövőben szükségessé válik a tároló bővítése, melyet két

lépésben terveznek megvalósítani: elsőként 10 100, később további 8 500 kiégett fűtőelem számára. Ez a kapacitás már elég lesz az ország kiégett fűtőelemeinek tárolására, beleértve a még épülő atomerőművek szükségleteit is. A JAVYS javaslata szerint a bővítés szerkezetiileg kapcsolódna a jelenlegi épülethez, azonban a nedves tárolás helyett már száraz típusú, föld alatti vasbeton tárolómodulokba helyezett, hermetikus tartályokat terveznek alkalmazni.

Az üzemanyag-ciklus lezárása folyamán végül mindenképpen szükség lesz mélységi geológiai tárolóra, mely megoldásán Szlovákia is dolgozik 1996 óta a nemzetközi ajánlásokat követve.

A magyarországi Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójának (moduláris kamrás száraz típusú tároló) egyszerű működési elve



A JAVYS a radioaktív hulladék-feldolgozás folyamatát két különböző telephelyen, míg az RHK Kft. csak az intézményi hulladékok számára fenntartott Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolóban végzi. A bohunicei **Radioaktív hulladék-kezelő Központban** az atomerőművek leszereléséből és üzemeltetéséből származó folyékony és szilárd hulladékokat, az intézményi hulladékokat, valamint a további kereskedelmi szolgáltatások nyújtásából származó radioaktív hulladékokat kezelik és dolgozzák fel. A nukleáris létesítmény

többek között az alábbi folyamatoknak ad helyet: hulladékválogatás, -tömörítés, -égetés, -szilárdítás és térfogatcsökkentés. A folyamatok végeredménye cementkeveréket is tartalmazó fémszálas vasbeton konténer, melyekben 200 literes hordók vannak. A konténerek végleges tárolása a mohi Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóban történik. A mohi **Folyékony Radioaktív Hulladék Végző Feldolgozásának Létesítménye** elsősorban a mohi atomerőmű üzemelése során keletkező folyékony radioaktív hulladék feldolgozására szolgál. A

nukleáris létesítmény célja radioaktív koncentrátumok, telített abszorbensek vagy iszap feldolgozása, létrehozva egy bitumen mátrixot, amelyet ezután 200 l-es hordóba helyeznek. Ezt követően a hordókat hetesével szálerezítésű tartályokba helyezik, melyeket cementtel töltenek fel. Mindezek mellett a létesítményben lehetőség van a bohunicei és mohi atomerőműben keletkező szilárd radioaktív hulladék kezelésére is, amelyet a szilárdított hulladékkal együtt végül a Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóba szállítanak.



A **Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló** felszíni létesítmény, amelynek célja az atomerőmű működéséből és leszereléséből, az intézményekből, laboratóriumokból, illetve az egész Szlovák Köztársaságból származó szilárd és szilárdított kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges tárolása. (Magyarországon jelenleg a kis és közepes aktivitású hulladékot –attól függően, hogy atomerőműből, vagy egyéb intézményből származik- más-más telephelyen tároljuk. Az atomerőművi hulladék felszín alatti tárolóba, az intézményi hulladék felszínközeli tárolóba kerül.) A kis aktivitású radioaktív

hulladékot többnyire cementbe vagy bitumenbe szilárdítva fémvasbeton konténerben (1,7×1,7×17 m) szállítják a telephelyre. A telephelyre beérkező konténereket áthelyezik az acél-vasbeton medencékbe (18×6×5,5 m). A tároló teljes kapacitása 10 800 konténer, összterfoglata 33 480 köbméter.

A **Radioaktív Hulladékok Átmeneti Tárolójában** szilárd vagy szilárdított radioaktív hulladékot tárolnak addig, amíg a Javys cég valamelyik telephelyére nem kerül további feldolgozásra. Továbbá, a leszerelés alatt álló nukleáris létesítményekből különböző

technológiákkal szilárdított formába alakított hulladékot addig tárolják, amíg nem kerülhet végleges elhelyezésre. Ezenkívül olyan szilárd hulladékot is tárolnak itt, amely esetében azt várják, hogy az aktivitása olyan szintre csökkenjen, hogy felszabadítható legyen. A telephely egy csarnokból, kiegészítő üzemekből, melléképületből áll. A létesítmény teljes kapacitása 13 ezer köbméter. A szilárd radioaktív hulladékokat vasbeton konténerekben, konténerekben és hordókban tárolják a telephelyen.

Bogdán László emlékére

Megrendülve gyászolnak a nyugat-mecseki falvak vezetői, képviselői, lakói: elhunyt Bogdán László, a Baranyai megyei Cserdi független polgármestere.



A fiatal faluvezető településének, a benne élő emberek sorsának kovácsaként szenvedélyes harcosa volt a roma felzárkóztatásnak. Megnyilvánulásaira, cselekedeteire, programjaira nemcsak országosan, külföldön is felfigyeltek. Bogdán László 1974-ben született Pécsen. Apja bányászként dolgozott. Gyermekkorában költöztek családjával Cserdibe. Miután anyagi okokból nem tanulhatott tovább, saját magát képezte, fejlesztette. 2002-ben független jelöltként lett Cserdi alpolgármestere, 2006 óta pedig polgármestere, ahol vezetésével egy mintafalu jött létre. Oktatási programot indított, hogy a családok elsajátíthassák a háztáji gazdálkodáshoz szükséges ismereteket.

A falu mezőgazdasági termelésbe kezdett, és kertészeti közmunka-lehetőséget biztosítottak. A megtermelt felesleget rászorulókat segítettek.

Polgármestersége alatt, az addig nagyon rossz bűnügyi statisztikákat felmutató faluban gyakorlatilag megszűnt a bűnözés. 2015 óta Magyarország tehetséggondozó nagykövete volt. Bogdán László a cigányságért tett lépése miatt idén januárban vehette át a Wallenberg-díjat. Életútját, küldetését több elismerés is övezte, szűkebb hazájában, Baranyában a megyei napilap, Dunántúli Napló szavazásán néhány éve az Év Embere díjat érdemelte ki.

Forrás: Nyugat-Mecseki Tájékoztató

