

# ZPRÁVY ZE SPRÁVY

ZPRAVODAJ SPRÁVY ÚLOŽIŠŤ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ

TÉMA

**Špičkový mezinárodní vědecký výzkum**

**7** Úložiště Richard  
se otevřelo veřejnosti

**13** Úložiště není skládka XI:  
příležitost pro průmysl

**15** Úložiště RAO  
jsou ve světě desítky

## Vážení čtenáři,

přípravy na předložení návrhu na zúžení počtu lokalit na čtyři vrcholí. SÚRAO je připravena dostát svým závazkům a v prosinci vládě tento návrh předložit. Jsou zpracovány veškeré podkladové dokumentace, to znamená pro každou z devíti lokalit Studie zadávací bezpečnostní zprávy, Studie umístitelnosti a Studie vlivu na životní prostředí. Základem přitom jsou 3D geologické modely každé lokality, vycházející ze všech doposud získaných geologických poznatků jak z předcházejících geologických průzkumů a výzkumů, tak i z nových mapovacích prací provedených v rámci geologických průzkumů či geofyzikálních výzkumů. Čeká nás ještě oponentní řízení a pak vyhodnocení dle kritérií, jak jsme vícekrát v minulosti avizovali.

Na faktu, že hlubinné úložiště (HÚ) je v současné době akceptováno jako jediné možné řešení konce palivového cyklu, se shodují odborníci všech zemí světa s vyspělým jaderným programem. O přístupu k ukládání radioaktivních odpadů ve světě se dočtete na str. 15.

Projekt hlubinného úložiště není jen o hledání vhodné lokality. Jedná se o dlouhodobý výzkum a vývoj. Snahou odborníků je samozřejmě minimalizovat objem všech odpadů, které nelze jinak zpracovat než právě uložením do hlubinného úložiště. Článek popisující nejvýznamnější mezinárodní projekty, na kterých se SÚRAO podílí, naleznete na str. 10–12. Celý projekt HÚ je rovněž příležitostí pro průmysl, kdy bude možné využít celou řadu špičkových technologií. S projektem využití robotů v úložišti se můžete seznámit na str. 13–14.

SÚRAO také dlouhodobě usiluje o co nejotevřenější informování veřejnosti v lokalitách s provozovanými úložišti radioaktivních odpadů. Tato komunikace je zajištěna nejen prostřednictvím pravidelných setkání tzv. občanských kontrolních komisí (OKK), ale rovněž se snažíme pravidelně informovat a umožňovat vstup do úložiště zájemcům z řad široké veřejnosti (více na str. 4–5). Za velkého zájmu tak proběhl další den otevřených dveří na úložišti Richard. O zajištění bezpečnosti provozovaného úložiště Richard a jeho monitorování se dočtete na str. 7–9. Stejně tak nechybí další část našeho pravidelného cyklu „Úložiště není skládka“.



Jiří Slovák

Věřím, že Vás nové číslo zaujme.  
Přeji příjemné čtení.

Váš Jiří Slovák,  
ředitel SÚRAO

- 3 aktuality**  
Britové a hlubinné úložiště, Letní škola SÚRAO, Den otevřených dveří Richard
- 7 seznamte se**  
Monitorování úložiště Richard
- 10 téma**  
Špičkový mezinárodní vědecký výzkum v oblasti nakládání s radioaktivními odpady
- 13 seriál**  
Úložiště není skládka XI: Hlubinné úložiště není skládka, ale příležitost pro průmysl
- 15 letem světem**  
Úložišť radioaktivních odpadů jsou ve světě desítky



Foto na obálce: Čihadlo

## Britský parlament posvětil vládě projekt hlubinného úložiště

**Výbor britského parlamentu pro obchod, energetiku a průmyslovou strategii vydal pozitivní stanovisko k vládnímu návrhu politiky v oblasti budování hlubinného úložiště radioaktivních odpadů. Vláda se v novém strategickém dokumentu podle výboru vypořádala s většinou výhrad, kvůli nimž byl projekt úložiště v minulosti některými politiky kritizován.**

Výbor posuzoval celou inovovanou vládní koncepci a soustředil se přitom zejména na 4 klíčové body:

- Možnost umístění úložiště v národních parcích a přírodních rezervacích;
- Množství radioaktivních odpadů z nových jaderných zdrojů;
- Zapojení lokálních komunit do procesu výběru lokality;
- Provázání projektu hlubinného úložiště s národní průmyslovou strategií a se socioekonomickými přínosy pro lokalitu, kde bude úložiště umístěno.

Jako celek byl výborem materiál odsouhlasen a vláda tak má nyní prostor pro pokračování v projektu. Výbor dokonce připustil, že úložiště může být vybudováno i v chráněných přírodních oblastech, protože stávající britská legislativa poskytuje dostatek pojištění, aby v rámci stavby nebylo poškozeno životní prostředí.

Zařízení by bylo umístěno v Anglii nebo ve Walesu, protože Skotsko upřednostňuje přípovrchové úložiště. Radioaktivní odpady jsou v současné době v Británii skladovány na přibližně třiceti místech, ale převážně v areálu přepracovacího závo-

du Sellafield v hrabství Cumbria.

Očekává se, že cena projektu hlubinného úložiště bude činit 12 miliard liber. Vláda bude hradit 55 % nákladů, majitelé nových elektráren, jako například EDF, dalších 35 % a konečně 10 % bude pokryto fondem odpovědnosti, vyčleněných předchozími provozovateli jaderných zařízení. Ministr pro energetiku Richard Harrington uvedl, že výstavba úložiště by vytvořila 1 000 pracovních míst a jeho provoz by pak přinesl dalších 600 míst.

Více na:  
<https://bit.ly/2LEaXlr>



Mezisklad vyhořelého jaderného paliva v lokalitě Sellafield

## Projekt „Letní školy SÚRAO“ dopadl na výbornou

Ve dnech 30. 7. – 3. 8. 2018 proběhl zkušební ročník „Letní školy SÚRAO“. Po pečlivém výběru zájemců školu nakonec absolvovalo 11 studentů z různých univerzit (UK, ČVUT, VŠCHT, MU, UP a dokonce i slovenská – STUBA). Součástí letní školy byly 2 exkurze a série přednášek. Studenti se tak mohli dozvědět více o nakládání s radioaktivními odpady v ČR.

Ještě jednou děkujeme všem, kteří se aktivně zapojili do této akce.



## Úložiště Richard se znovu otevřelo veřejnosti

Druhá sobota v září patřila zájemcům o návštěvu úložiště nízko a středněaktivních odpadů Richard. SÚRAO uspořádala v této lokalitě na okraji Litoměřic v pořadí druhý den otevřených dveří. V loňském roce byl zájem o návštěvu ukládacích prostor mimořádný a ne na všechny se z bezpečnostních důvodů dostalo. Proto SÚRAO akci zopakovala a tentokrát se do úložiště podívaly na dvě stovky lidí. Všichni měli možnost se přesvědčit, že radioaktivní odpady se v bývalém vápencovém dole ukládají za existence zcela striktních bezpečnostních opatření a vliv na okolí je nulový.

Bylo to teprve podruhé, co se úložiště (které je v provozu od roku 1964) otevřelo návštěvníkům. Hlavním cílem SÚRAO bylo ukázat příchozím, že Richard nepředstavuje pro své okolí žádnou hrozbu, demonstrovat, jak probíhá přejímka radioaktivních odpadů a jejich uložení. Všichni, kteří navštívili podzemní prostory úložiště, navíc na svých osobních dozimetrech viděli, že míra ozáření je zcela minimální.

V rámci dne otevřených dveří se do útrob úložiště podívalo



192 lidí. To je skutečně maximum, které lze během jednoho dne „obsloužit“. Velikost skupiny návštěvníků je totiž limitována bezpečnostními pravidly. Navíc všichni musí ještě před vstupem absolvovat bezpečnostní školení, „nafasovat“ helmy, dozimetry, svítilny a záchrané dýchací přístroje. Teprve pak se mohou vydat na samotnou prohlídku.

V nadzemní části areálu Richard bylo zbudováno celkem 5 stanovišť, která byla tematicky cílena na různé aspekty vzniku a ukládání radioaktivních odpadů. Na každé zastávce byl k dispozici odborník SÚRAO, zaměřený na danou problematiku, připravený odpovídat na všetečné otázky. Krok za krokem se tak mohli návštěvníci seznámit s metodami zkoušek obalových souborů, se zajišťováním bezpečnosti na úložišti Richard, se zajímavou historií Richarda (bývalý vápencový důl

i tajná nacistická továrna), s dalšími úložišti v České republice, s měřením radioaktivity či s projektem hlubinného úložiště. Většina návštěvníků využila také atraktivní možnost vyfotografovat se před klíčovaným pozadím a získat tak snímek „přímo“ z vnitřku úložiště (kde se fotit nesmí). Nechyběl samozřejmě ani stánek s občerstvením.

Úložiště Richard je v provozu od roku 1964. Ukládací kapacity jsou zřízeny v prostorách bývalého vápencového dolu uvnitř vrchu Bídnice, nedaleko Litoměřic. Již od poloviny 19. století se zde těžil vápenc a v období 2. světové války zde nacisté zbudovali tajnou podzemní továrnu. Od roku 1964 jsou přibližně 2 kilometry chodeb (z celkových zhruba 40 km) využívány pro ukládání nízko a středněaktivních odpadů. Tyto takzvané institucionální odpady pocházejí například z průmyslu, laboratoří či nemocnic. Typicky se jedná třeba o rukavice,

vysloužilé zářiče, odpad z laboratoří apod. Samotné odpady jsou umístěny ve stolitrových sudech. Ty se potom vkládají do sudů o objemu 200 litrů. Prostor mezi oběma sudy je vyplněný betonem. Vnější stěna ochranného sudu je pozinkovaná a natřená antikoročním přípravkem. Ročně skončí v úložišti Richard 300 až 400 takových sudů.

Aktuálně je připraven projekt rekonstrukce dosud nevyužitých komor, které je třeba vyčistit od suti a technologicky připravit pro ukládání. Kvůli stavebním pracím se proto Richard pro další dva roky neotevře. Poté však bude úložiště připraveno přivítat znovu návštěvníky.

**Sledujte nás na Facebooku pro aktuální informace**



[facebook.com/suraocz](https://facebook.com/suraocz)



## Zahraniční i domácí odborníci se v parlamentu shodli na nutnosti hlubinného úložiště

**Hlubinné úložiště představuje nejlepší řešení pro oddělení vysokoaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva od životního prostředí. V rámci dosud největší mezinárodní konference v Česku týkající se likvidace vysokoaktivních odpadů s názvem „Jak efektivně řešit konec palivového cyklu?“ se na tom shodli nejen domácí odborníci, ale i experti z Francie, Finska, Slovenska a dalších zemí.**

„Česká republika není žádný ostrov. Tuto otázku řeší prakticky všechny země, které využívají jaderné elektrárny. Ale nejen ty, radioaktivní materiály jsou samozřejmě i v dalších státech,“ soudí europoslanec Jaromír Kohlíček.

Zahraniční experti v rámci konference na půdě parlamentu potvrdili, že proces plánování výstavby hlubinného úložiště je časově velmi náročný i mimo tuzemsko. „Ve Francii tuto otázku řešíme již od roku 1991, kdy se stal účinným speciální zákon o hlubinném úložišti. V roce 2005 bylo zákonem rozhodnuto o schválení současného projektu Cigéo. S pilotním ověřovacím provozem začneme po roce 2030, s plným provozem pak po roce 2040,“ uvedla Soraya Thabet, ředitelka divize pro zkoumání vlivů stavby na životní prostředí francouzské organizace ANDRA (obdobu české Správy úložišť radioaktivních odpadů). Francie přitom pokrývá z jaderných zdrojů zhruba tři čtvrtiny spotřeby elektřiny. Podobně reagoval i generální ředitel finské společnosti Posiva. Ta plánuje zprovoznit vůbec první hlubinné úložiště v lokalitě Olkiluoto již kolem roku 2023 v hloubce 450 metrů pod povrchem, s provozem do roku 2145. Slovensko nyní předpokládá finální rozhodnutí o hlubinném úložišti v roce 2030 a zprovoznění stejně jako v České republice v roce 2065. Klíčovou úlohu hlubinného úložiště pro tzv. uzavření jaderného palivového cyklu v ČR zdůraznila i ministryně průmyslu a obchodu Marta Nováková. „S provozem jaderných elektráren máme pozitivní zkušenosti, ale musíme také vyřešit dlouhodobé a bezpečné uložení radioaktivního odpadu. V této souvislosti je velmi důležité, abychom zlepšili komunikaci o budoucím hlubinném úložišti, především s dotčenými obcemi,“ řekla ministryně na konferenci. Aktuálně je v hledáčku Správy úložišť radioaktivních odpadů 9 lokalit, z nichž by měla Správa vytvořit a předložit vládě zúžený seznam 4 lokalit do konce roku 2018.

Prakticky všichni účastníci zdůraznili, že proces hledání a následné výstavby hlubinného úložiště se neobejde bez úzké komunikace mezi dotčenými obcemi a státem. „Komunikace je velmi živá a intenzivní,“ uvedla Anne Väättäinen, z finského Ministerstva hospodářství a zaměstnanosti, která několik let pracovala pro zastoupení Finska u OECD v Paříži a IAEA ve Vídni.



„Máme tu ovšem zásadní rozpor. Téměř všichni v Česku schvalují rozšiřování jaderných kapacit. Ale prakticky žádná z obcí nesouhlasí, aby v jejím katastru bylo vybudováno hlubinné úložiště,“ uvedl Vítězslav Jonáš, předseda sdružení Energetické Třebíčsko. Proti hlubinnému úložišti jsou velmi vyhraněné, až radikální názory i ve Francii, kde od letošního prosince do dubna příštího roku proběhne velká debata s přípravou konečného licencování v roce 2020.

V České republice panuje jednoznačný zájem jít stejnou cestou jako jiné země v západní a severní Evropě. Tj. sladit v maximální možné míře výběr finální lokality pro hlubinné úložiště s postoji veřejnosti v příslušných lokalitách. „Jednoznačným záměrem je, aby co nejdříve vznikl zákon o hlubinném úložišti,“ uvedl zmocněnec vlády České republiky pro jadernou energetiku Ján Štuller. Náměstek MPO René Neděla zdůraznil, že vše, co se v této oblasti koná, má být v souladu s předpisy Evropské unie a dalších mezinárodních organizací, zejména Organizace pro spolupráci a rozvoj (OECD) se sídlem v Paříži a Mezinárodní atomové agentury (IAEA) ve Vídni.

# Monitorování úložiště Richard

**Bezpečné ukládání radioaktivních odpadů je pro SÚRAO absolutní prioritou. Při ukládání se pracovníci Správy řídí přísnými limity a podmínkami provozu. Nedílnou součástí bezpečného provozu je i pravidelné monitorování úložiště a jeho okolí.**

Do úložiště Richard jsou ukládány nízko a středněaktivní odpady, které vznikly při využívání zdrojů ionizujícího záření (například ve zdravotnictví, výzkumu a v průmyslu). Cílem je oddělení odpadů od člověka a jeho životního prostředí.

Podmínky přijatelnosti stanovují vlastnosti každého obalového souboru, které musí původce splnit, aby daný obalový soubor bylo možné akceptovat k uložení do úložiště. Jedná se například o hmotnost obalového souboru, maximální limit pro obsah jednotlivých radionuklidů a způsob zpracování. Na dodržování pravidel bezpečného provozu dohlíží na pravidelných kontrolách Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Jelikož se rovněž jedná o důlní dílo, Obvodní báňský úřad (OBÚ) dohlíží na dodržování báňské bezpečnosti.

## Monitorování úložiště

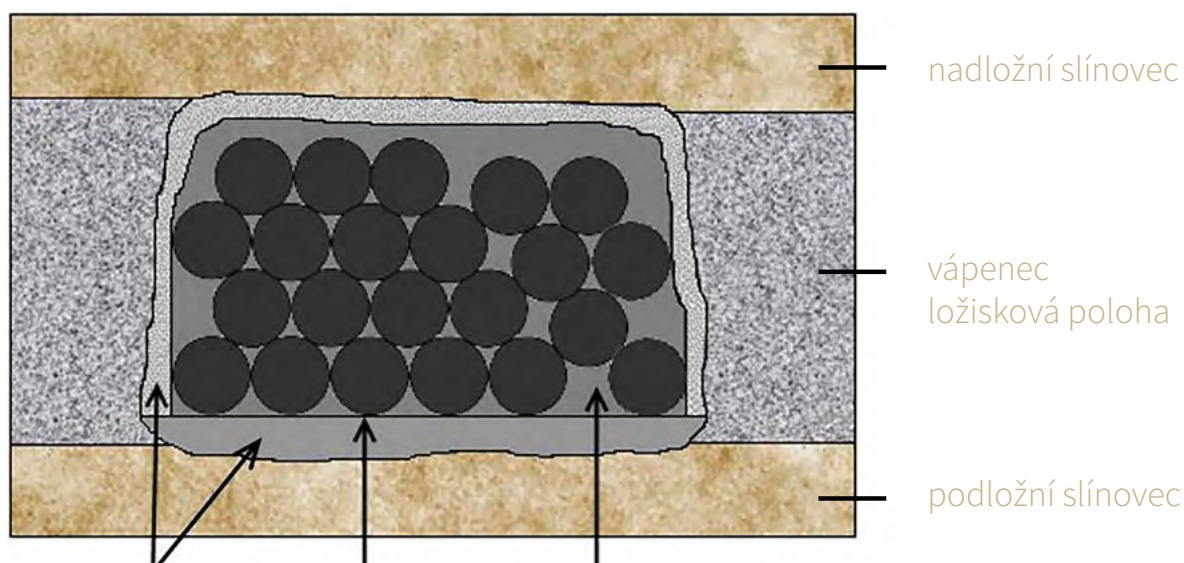
Aby SÚRAO prokázala dlouhodobou bezpečnost úložiště a zároveň ochránila zaměstnance na úložišti, má pro úložiště vyvinutý sofistikovaný systém monitorování. Tento systém se řídí Programem monitorování, schváleným SÚJB. Monitorování lze rozdělit do třech hlavních kategorií.

## Monitorování osob

V případě monitorování osob sledujeme vnitřní a vnější ozáření. Monitorování vnějšího ozáření pracovníků SÚRAO je prováděno vyhodnocováním dávek z osobních dozimetrů. Vnitřní ozáření může být způsobeno přítomností radonu v ovzduší úložiště. Před vstupem osob do dolu je vždy ovzduší zkontrolováno a odvětráno. Vstup je možný pouze za předpokladu, že koncentrace radonu v ovzduší nepřekračuje stanovenou mez. Zároveň jsou hodnoty koncentrace radonu v kontrolovaném pásmu pravidelně vyhodnocovány a na jejich základě a době pobytu pracovníků SÚRAO jsou stanovovány jejich dávky z vnitřního ozáření. Celková hodnota ozáření pracovníka je dána součtem příspěvků od vnitřního a vnějšího ozáření. Roční obdržené dávky pracovníků SÚRAO jsou hluboko pod povolenými limity.

## Monitorování pracoviště

Podle Programu monitorování jsou v pravidelných intervalech prováděny odběry vzorků důlních vod, které jsou analyzovány na obsah stanovených radionuklidů v akreditované laboratoři. Při provozních činnostech v kontrolovaném pásmu jsou zaznamenávány hodnoty koncentrace radonu ve třech pevně stanovených bodech. Před vykonávanou činností, v jejím průběhu a po



upravené povrchy  
betonový nástřík stěn,  
stropu, podlahy

uložený RAO    stabilizační beton

Ukázka vystrojení komory, konečné uložení sudů ve stabilizované ukládací komoře



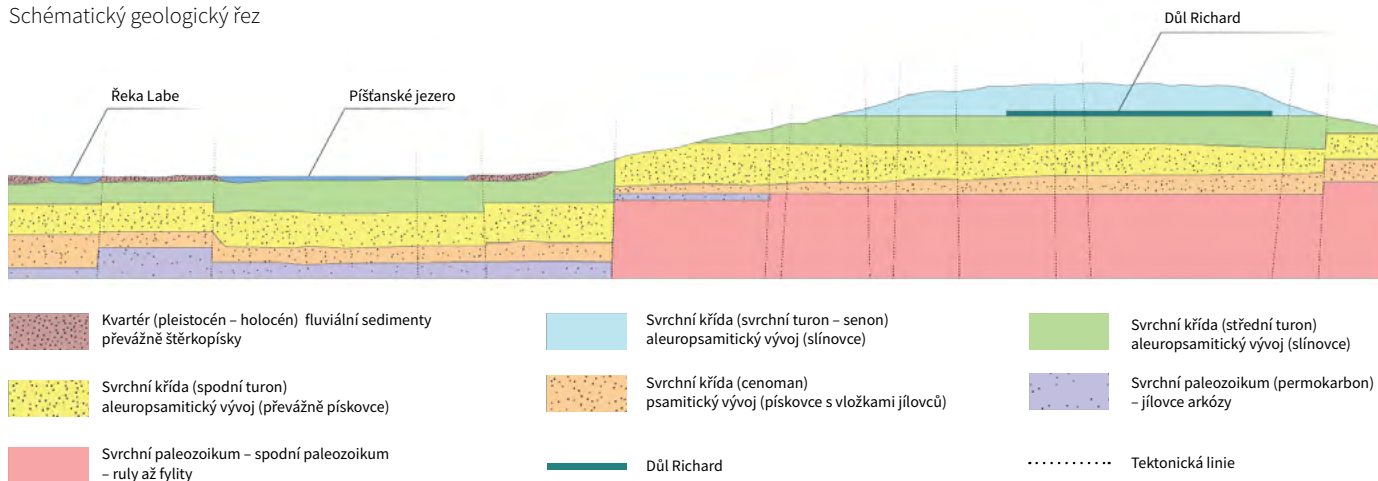
Nácvik zdolávání mimořádné události



Pod vrchem Bídnice u Litoměřic se těžil vápenc již od první poloviny 19. století.

Vápenc zde tvoří v hloubce 70–80 m pod povrchem asi 5 m silnou vrstvu. Úložiště tvoří malá část bývalého důlního komplexu Richard I, II a III, který má více než 40 km chodeb a překopů. Úložiště bylo vybudováno v subhorizontální vrstvě jílovitého vápence o mocnosti cca 5 m. Nadloží i podloží důlního komplexu je tvořeno nepropustnými slínovci, jejichž mocnost přesahuje 50 m. Pod slínovci jsou jemnozrnné pískovce. Úložiště se nachází nad hladinou podzemních vod a je klasifikováno jako podpovrchové. Pro vybudování vlastního úložiště byly využity prostory bývalého vápencového dolu Richard II, které byly dalšími hornickými pracemi v letech 1960–1964 rozšířeny do dnešní podoby. Obslužné chodby úložiště jsou 6–8 m široké a jejich výška se pohybuje v rozmezí 3–4 m. Stabilita chodeb je zajištěna železobetonovými rámy ve tvaru rozevřeného obráceného lomeného U. Stěny obslužné chodby jsou pokryty stříkaným betonem – takzvaným torkretem. V podlaze zpevněné betonem je umístěna důlní kanalizace s průběžnými retenčními jímkami. Kanalizace ústí do vnější retenční jímky. Podél obslužné chodby o celkové délce 630 m jsou vybudovány jednotlivé ukládací komory, které jsou zabezpečeny vstupními železobetonovými výztužemi. Odvětrání prostoru úložiště je zajištěno ventilátorem. V úložišti je po celý rok stabilní teplota (cca 10 °C).

Schématický geologický řez





ukončení činnosti je monitorován dávkový příkon, jsou odebírány stěry z podlah (zjištění povrchové kontaminace), je prováděna kontrola pracovních pomůcek a dopravních prostředků.

### Monitorování okolí

V areálu úložiště a jeho okolí jsou na šestnácti místech odebírány vzorky podzemních vod. Přímo v areálu úložiště se nacházejí dva hydrogeologické vrty, dalších sedm vrtů se nachází v blízkém okolí úložiště. Kromě těchto vrtů jsou vzorky vod odebírány také v litoměřické čističce odpadních vod, v Labi, v píšťanské pískovně a v přilehlých vrtech areálu SČVAK – Píšťany. Vyhodnocení odebraných vzorků vod na obsah vybraných radionuklidů provádí nezávislá akreditovaná laboratoř.

Radiační situace v okolí úložiště je monitorována prostřednictvím sítě termoluminiscenčních dozimetru rozmístěných na

volném prostranství na hranici areálu úložiště. Na základě naměřených hodnot je stanovována průměrná hodnota příkonu prostorového dávkového ekvivalentu za hodinu. Dlouhodobě je tak ověřováno, že hodnoty naměřené na hranici areálu odpovídají hodnotám přírodního pozadí, a úložiště Richard tedy na obyvatelstvo nemá vliv.

Výsledky všech analýz jsou sledovány a archivovány. Stanovené hodnoty se dlouhodobě pohybují hluboko pod limity stanovené Programem monitorování. Každoročně se konají havarijní cvičení, zaměřená na nácvik zvládnání mimořádných událostí (radiální ochrana, báňská bezpečnost). Na základě prováděných vyhodnocení můžeme zodpovědně říci, že úložiště Richard je bezpečné a v něm uložené odpady nemají vliv na své okolí. Ostatně, provoz vyhovuje náročným kritériím v celosvětovém měřítku.



Použití mobilního pracoviště pro dekontaminaci osob



Nácvik zvládnání mimořádné události

### Ing. Petr Pavlovič

Správce úložišť radioaktivních odpadů Richard a Bratrství

Po studiích na ČVUT na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské, Univerzity Jana Evangelisty Purkyně a na University of The West of Scotland nastoupil do soukromé společnosti zabývající se recyklací kovů a plastů. Od roku 2015 se v nadnárodní společnosti věnoval přípravě a výrobě obalů zajišťujících zachování čerstvosti potravin.

Petr do SÚRAO nastoupil v roce 2016 jako technik provozu úložiště



Richard a Bratrství. Věnoval se převážně procesům spojenými s kontrolou a přejímkou radioaktivních odpadů. Následně byl jmenován do funkce zástupce Vedoucího evidence jaderných materiálů. Od 1. dubna 2017 zastává funkci Správce úložišť radioaktivních odpadů Richard a Bratrství. Jeho hlavní pracovní náplní je řádné zajištění chodu úložišť v souladu s atomovým zákonem, s ním spojených vyhlášek a báňskou legislativou.

# Špičkový mezinárodní vědecký výzkum v oblasti nakládání s radioaktivními odpady

**Více než třetina elektřiny v ČR pochází z jaderných elektráren. Při jejich provozu vzniká radioaktivní odpad. Česko, stejně jako jiné jaderné země, proto hledá optimální řešení, jak se o něj bezpečně postarat.**

Ročně v České republice vznikne zhruba 550 tun radioaktivních odpadů, nejen v elektrárnách, ale například i v průmyslu, nemocnicích nebo ve výzkumných ústavech. Zhruba 85 % tvoří nízko a středněaktivní odpady, které jsou umísťovány do tří stávajících úložišť provozovaných v ČR. Zbylá šestina připadá na vysokoaktivní odpady, které je nutné izolovat od životního prostředí mnohem déle. Odborníci napříč zeměmi se shodují, že v současnosti nejoptimálnější řešení, jak vysokoaktivní odpady zabezpečit, je výstavba hlubinného úložiště (HÚ).

Hlubinné úložiště, jehož provoz se v současné době plánuje až po roce 2065, se projektuje pro zhruba 10 000 t vyhořelého jaderného paliva a dalších vysokoaktivních odpadů. Může se to zdát mnoho, ale je potřeba si uvědomit, že toto množství představuje odpady za čtyřicet let provozu obou českých jaderných elektráren.

Systematický proces přípravy hlubinného úložiště v ČR začal v roce 1989. Již v roce 1993 bylo navrženo řešení, založené na švédském multibariérovém bezpečnostním konceptu. Základní bariérou je korozivzdorný ukládací obalový soubor, další bariérou jsou nepropustné jílové materiály (bentonit) a třetí bariéru tvoří stabilní horninové prostředí cca 500 m pod povrchem země.

Vyhořelé jaderné palivo a vysokoaktivní odpady již v ČR existují. I kdybychom dnes odstavili všechny reaktory, nevyřešený problém s odpady zůstane. Posláním Správy úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) je zajišťovat bezpečné ukládání radioaktivních odpadů dosud vyprodukovaných i budoucích v souladu s požadavky na jadernou bezpečnost a ochranu člověka i životního prostředí.

Výzkum a vývoj v oblasti nakládání s radioaktivními odpady je kontinuální proces. Snahou vědců je objem odpadů určených k trvalému uložení minimalizovat.

V rámci přípravy hlubinného úložiště vysokoaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva SÚRAO realizuje řadu výzkumných a demonstračních projektů. Mezi tři nejvýznamnější projekty patří Výzkumná podpora pro hodnocení bezpečnosti hlubinného úložiště, Výzkumná podpora pro projektové řešení hlubinného úložiště a Výzkum a vývoj ukládacího obalového

souboru. V rámci bezpečnosti se jedná o podrobný výzkum jevů, procesů a událostí, které se mohou vyskytnout v úložišti po dobu tisíců let, je nezbytný pro porozumění jejich vlivu na bezpečnost úložiště. Jak z hlediska časového, tak i z hlediska komplexnosti jde o jeden z nejnáročnějších výzkumných úkolů SÚRAO, na kterém se však podílí více jak 200 odborníků z různých, nejen českých vědeckých institucí. Cílem je získat informace o proveditelnosti úložiště a dlouhodobém chování úložného systému a okolního horninového masívu v různých podmínkách. Tyto údaje slouží k nezbytným bezpečnostním rozborům. Dalším významným domácím projektem je i výzkum a vývoj vlastního ukládacího obalového souboru. Pro získání dat o chování horninového prostředí a charakterizace horninového podloží v předpokládané hloubce úložiště slouží vědcům i podzemní výzkumné pracoviště (PVP) Bukov. Prostředí PVP Bukov představuje ideální příležitost pro studium chování, odolnosti a použitelnosti materiálových složek plánovaných pro použití v HÚ. SÚRAO se rovněž účastní řady mezinárodních výzkumných projektů.



1

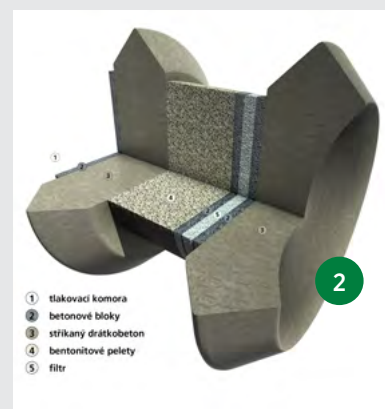
## MATERIAL CORROSION TEST (MACOTE)

Ukládací obalové soubory mají, vzhledem k materiálu, který je v nich uložen, zvýšené požadavky na životnost. Proto jsou zkoumány materiály vhodné k výrobě těchto kontejnerů, a to nejen v laboratorních podmínkách, ale také in-situ, tedy v podmínkách obdobných, jaké očekáváme v hlubinném úložišti.

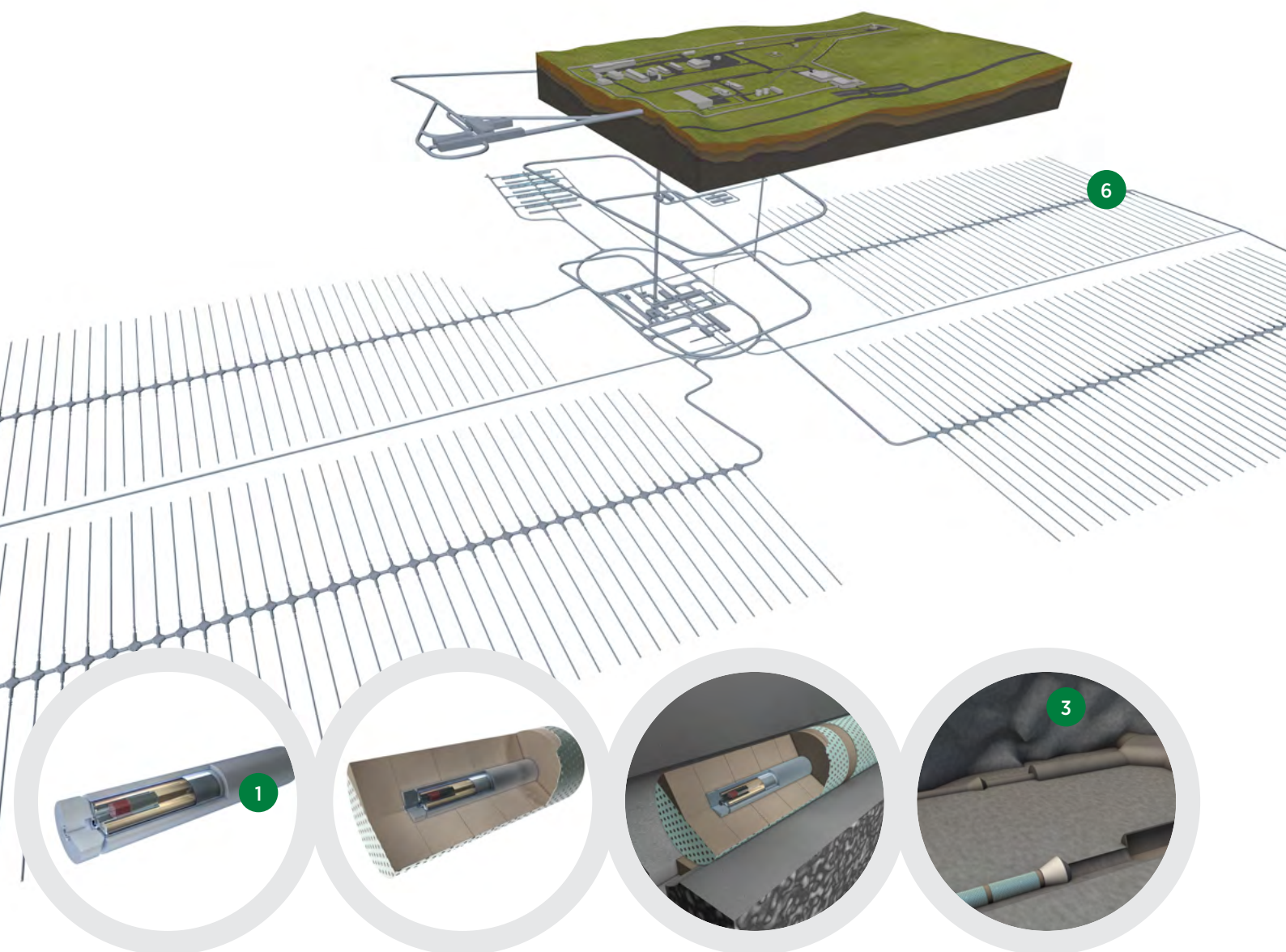
2

## DEMONSTRATION OF PLUGS AND SEALS (DOPAS)

Mezinárodní projekt DOPAS byl zaměřen na konstrukční řešení zátek pro potřeby hlubinného úložiště radioaktivních odpadů. Na projektu spolufinancovaném Evropskou unií se podílelo 14 organizací ze čtyř evropských zemí.



6



3

3

### LARGE SCALE MONITORING (LASMO)

Projekt je zaměřen na multidisciplinární monitoring chování horninového masívu při jeho náhlém odlehčení. Monitorovací experiment je instalován v podzemní laboratoři Grimsel Test Site. Podílí se na něm instituce ze Švýcarska (NAGRA, University of Bern), Anglie (RWM) a České republiky (UGN, ÚSMH a ČGS).

6

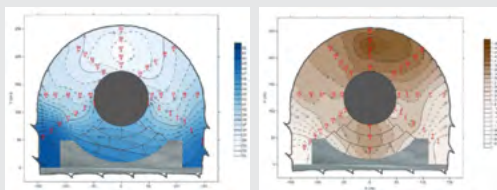
### MONITORING DEVELOPMENTS FOR SAFE REPOSITORY OPERATION AND STAGED CLOSURE (MODERN) 2020

Projekt Modern 2020 navazuje na výstupy projektu MoDeRn v 7. rámcovém programu, který probíhal v období 2009–2013. Tématikou je monitoring hlubinného úložiště v různých fázích provozu a po jeho uzavření.

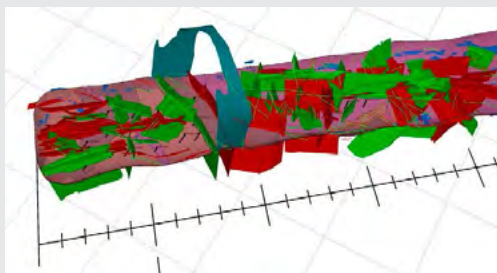
9

### DEVELOPMENT OF COUPLED MODELS AND THEIR VALIDATION AGAINST EXPERIMENTS (DECOVALEX)

Projekt představuje mezinárodní spolupráci v oblasti rozvoje metodik matematického modelování sdružených termo-hydro-mechanických (THM) procesů v geologickém prostředí a jeho cílem je pochopení a správné předvídání procesů v horninovém prostředí a jejich významu v souvislosti s úniky a transportem radionuklidů z úložiště do okolí.



Rozložení objemového obsahu vody a suché hustoty bentonitu v řezu B2 po 10 letech (Gens, 2016).



Vizualizace puklin. Zelená barva tvoří uzavřené pukliny, červená otevřené.

4

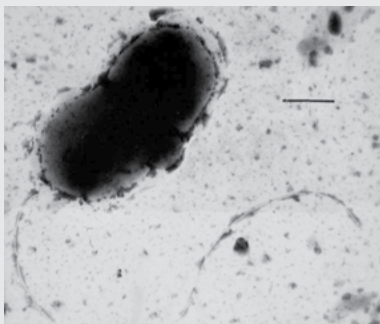
### LONG TERM DIFFUSION (LTD)

Difúze do neporušené horninové matrice je považována za jeden z nejdůležitějších procesů retardace radionuklidů v horninovém prostředí hlubinného úložiště v granitoidních horninách.

7

### MICROBIOLOGY IN NUCLEAR WASTE DISPOSAL (MIND)

Projekt sleduje výskyt mikroorganismů v bentonitu. Tyto mikroorganismy mají prokazatelný vliv na korozi materiálů použitých pro ukládací obalový soubor.

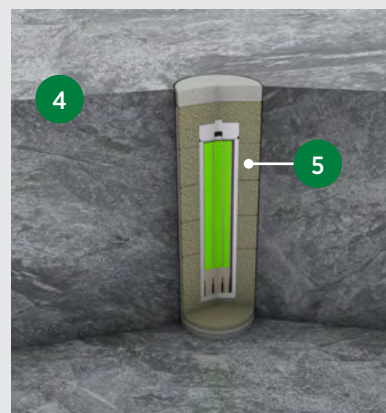


Síran redukující bakterie

5

### FULL-SCALE ENGINEERED BARRIER EXPERIMENT IN CRYSTALLINE HOST ROCK (FEBEX)

Úkolem projektu FEBEX je testování inženýrských bariér pro hlubinné úložiště (zejména bentonitu typu FEBEX). Experiment byl umístěn do podzemní výzkumné laboratoře v Grimselu v roce 1997.



8

### BENTONITE MECHANICAL EVOLUTION (BEACON)

Cílem projektu je vývoj požadavků na homogenitu bentonitové bariéry z pohledu dlouhodobé bezpečnosti.

10

### CEMENT-BASED MATERIALS, PROPERTIES, EVOLUTION, BARRIER FUNCTIONS (CEBAMA)

Výzkum je zaměřen na studium vlastností betonových vzorků, které jsou zatíženy různými vlivy – teplotou (10 a 95 °C), podzemní vodou a bentonitovou suspenzí. Pro porovnání jsou testovány betony s klasickým pH a se sníženým pH. Doplňkovým výzkumem je také studium vlastností bentonitu, který byl v interakci s betonovými vzorky.

# Úložiště není skládka XI: Hlubinné úložiště není skládka, ale příležitost pro průmysl:

**Ukládání radioaktivních odpadů bude probíhat v plně robotizovaném režimu.**

**Manipulace s vyhořelým jaderným palivem a radioaktivními odpady v budoucím hlubinném úložišti (HÚ) bude probíhat dálkově řízenými manipulacemi. Současný rozvoj plně automatizovaných – robotických – technologií však ukazuje na jejich využitelnost i v tomto případě. Podle studií by mohly být manipulace s ukládacími kontejnery prováděny v plně automatickém režimu za použití robotických zařízení. První studie pro variantu horizontálního ukládání má Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) již k dispozici, na dalších se pracuje.**

Ukládání vyhořelého jaderného paliva by mohly v HÚ zajišťovat stroje. Celý systém je navržen jako plně automatizovaný, se zajištěním maximální bezpečnosti při všech manipulacích s kontejnery. Robotický způsob ukládání by navíc mohl být i velmi úsporný z hlediska prostoru v podzemí a nároků na energii.

## Náročné požadavky na bezpečnost

Hlavní důraz celého projektu hlubinného úložiště je kladen na bezpečnost. Právě z tohoto důvodu SÚRAO již mnoho let hledá pro umístění úložiště nevhodnější geologické prostředí, vyvíjí se a testují ukládací obalové soubory (UOS) a probíhají desítky laboratorních výzkumů. Další nedílnou součástí snahy o maximální bezpečnost je koncepce manipulací s radioaktivním materiálem. Na základě toho SÚRAO definovala i základní požadavky na logistiku manipulací uvnitř úložiště. Jde zejména o:

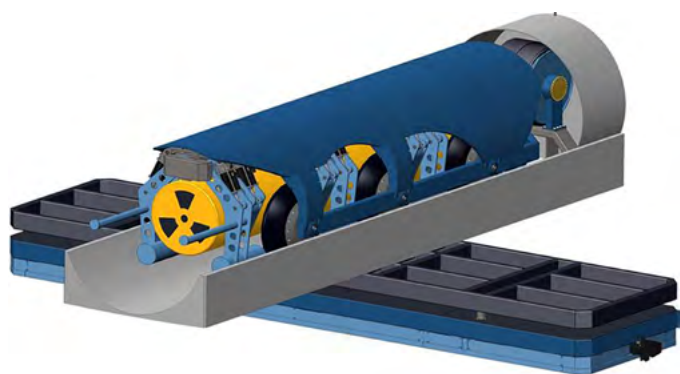
- bezpečnost (minimalizace rizik),
- minimalizaci manipulačních operací,
- minimalizaci potřebného prostoru,
- minimalizaci energetické náročnosti,
- minimalizaci počtu speciálních jednoúčelových strojů,
- úplnou robotizaci procesu.

Navržené řešení musí splňovat všechny tyto aspekty. Robotické manipulace musí plně vyhovovat těmto požadavkům.

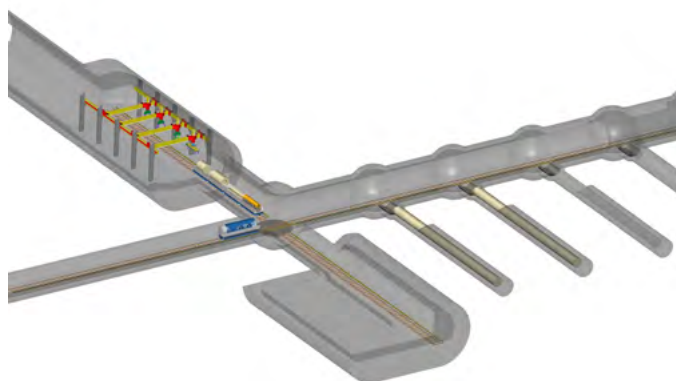
## Jak robotické manipulace mohou probíhat

Koncepční studie pro horizontální variantu ukládání kontejnerů s odpady odpovídá výše zmíněným náročným kritériím. Klíčovými součástmi této koncepce jsou:

- Z hlediska bezpečnosti je využita varianta soupravy robotických vozů na bázi kolejové dopravy. Kolejová doprava má jasně definovaný směr jízdy a může zajistit autonomní režim provozu.
- Navržený systém zahrnuje vytvoření soustavy 5 vozů, z nichž jeden je určen přímo k převozu – kontejneru, následující obsahuje ukládací robot s manipulatorem k ukládání kontejneru v ukládacím vrtu a další tři slouží pro umístění těsnicího materiálu, který zajistí utěsnění kontejneru v ukládacím vrtu – v tomto případě s použitím bentonitových bloků.



Ukládací robot na otočné plošině transportního vozu



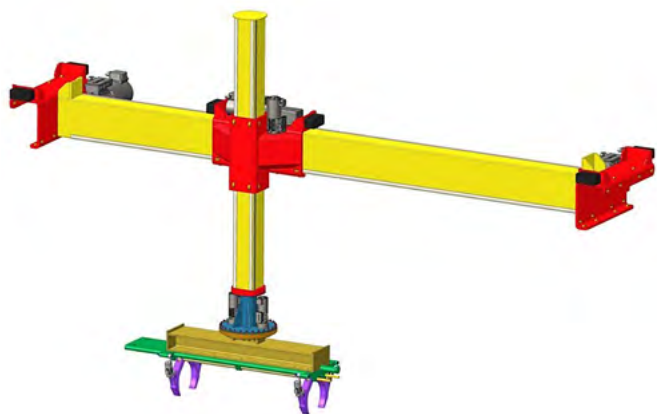
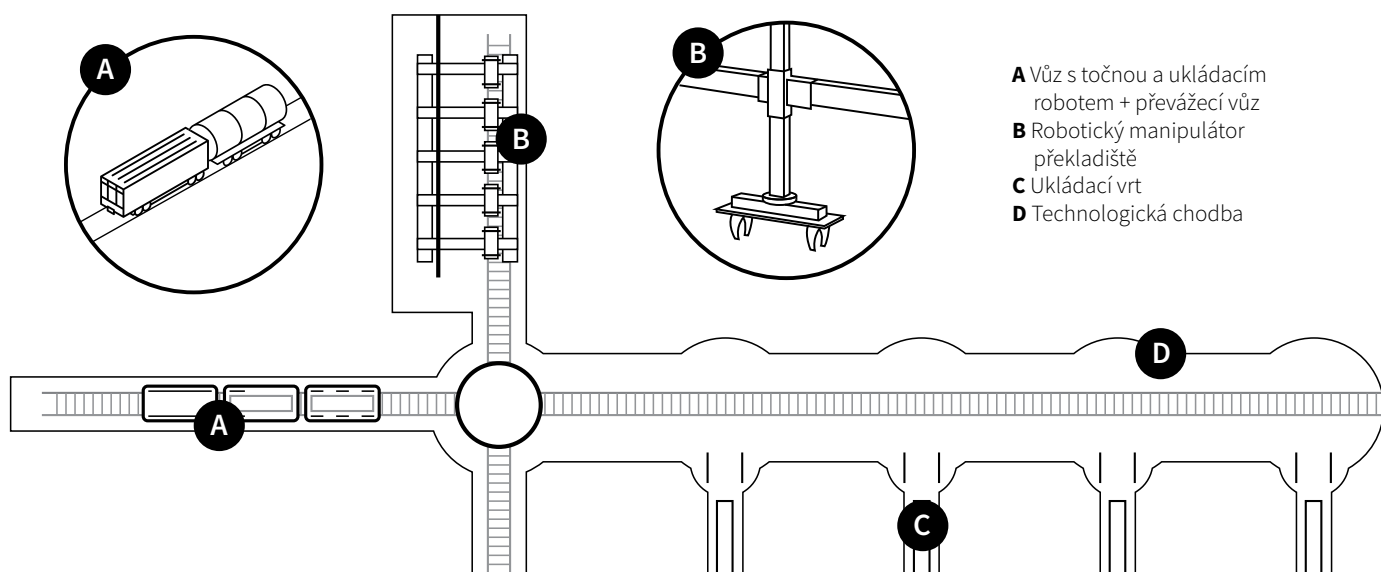
Koncepční model hlubinného úložiště

## Jak to bude probíhat?

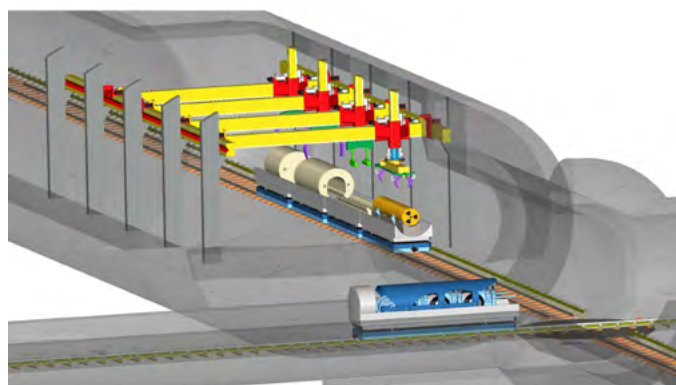
Zjednodušeně řečeno: první vůz bude obsahovat vlastní úložný kontejner s radioaktivními odpady, druhý vůz pak poveze bentonitové lože, na něž má být kontejner uložen. Do soupravy se následně zapojí třetí/robotický modul s vybavením, které zajistí vlastní manipulaci s kontejnerem. A konečně budou následovat další dva vozy s bentonitovým těsněním pro dotěsnění vlastního kontejneru. Bentonit je speciálním druhem jílovité horniny, která mimořádně dobře saje vlhkost. Do ukládacího vrtu je bentonitový blok vkládán jako suchý, zhuťněný blok, který je schopný pohlcovat vlhkost a tím zvětšit objem a zaplnit veškerý prázdný prostor v ukládacím vrtu. Tím bude zajištěna ochrana kontejneru před stykem s vodou a dále slouží jako další ochranná bariéra. Celá soustava robotických vozů je koncipována tak, aby uložení kontejneru s odpady do ukládacího vrtu i jeho „obložení“ ochrannou bentonitovou vrstvou

proběhlo během jednoho závozu. Frekvence provozu na ukládacím horizontu tedy bude minimalizována na nejnižší možnou úroveň.

V současné době hledáme optimální řešení. Zároveň bude důležité se dále zaměřit na vertikální ukládání a dořešit celou řadu věcí, jako například překládání vyhořelého jaderného paliva do úložného kontejneru a jeho dopravu do podzemí k ukládacím vrtům. Studie ale naznačuje, že je to problematika zvládnutelná robotickými manipulátory. Je to tak skutečnou příležitostí pro aplikace na úrovni Průmyslu 4.0, výzvou pro vědce a průmysl v nejrůznějších oborech, od strojařů přes materiálové inženýry až po elektrotechniky a bezpečnostní inženýry.



↑ Koncepce robotického manipulátoru pro manipulaci s ÚOS



↑ Naložená souprava čtyř převážecích vozů v překladišti

## Úložiště radioaktivních odpadů jsou ve světě desítky

Laikovi by se mohlo zdát, že ukládání radioaktivních odpadů je činností, s níž se setkáte jen zřídka a jen v zemích, které provozují jaderné elektrárny. Opak je ale pravdou. Radioaktivní odpady totiž nevznikají jen v energetice, ale i v desítkách dalších odvětví – v medicíně, průmyslu, zemědělství a dalších.

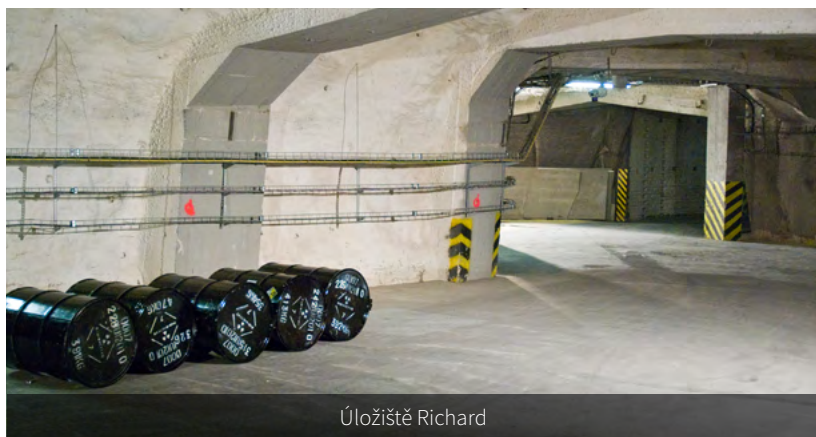
U nízko a středněaktivních odpadů se ročně jedná o desítky tisíc tun. Jen v Evropě je podle odhadů 3,3 milionu metrů krychlových radioaktivních odpadů. Na nejnebezpečnější vysoce radioaktivní materiály, které tvoří ve velké míře vyhořelé jaderné palivo, z toho připadají pouze 0,2 procenta.

Všechny tyto materiály je třeba důsledně a na dlouhou dobu oddělit od životního prostředí. Úložiště proto nejsou ve světě žádnou vzácností, ale naopak jsou velmi četná. Podle oficiálních statistik švýcarské organizace Nuklearforum je nyní v provozu, ve výstavbě nebo alespoň před jejím zahájením celkem 62 úložišť různých typů. Jedná se o úložiště nízko a středněaktivních odpadů, mezisklady vyhořelé jaderné palivo a samozřejmě také plánovaná hlubinná úložiště. Nejvíce těchto zařízení nalezneme v Evropě a Severní Americe. V Česku jsou

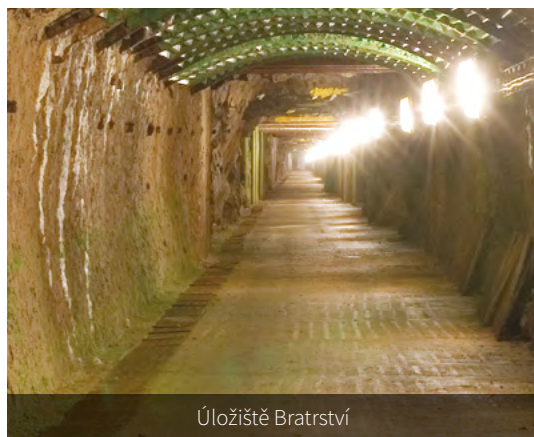
provozována úložiště Richard u Litoměřic, Bratrství v Jáchymově a v areálu jaderné elektrárny Dukovany. Pochopitelně také v tuzemsku máme mezisklady vyhořelé jaderné palivo. Je třeba ovšem říci, že mnohem méně informací o nakládání s radioaktivními materiály je k dispozici z Ruska, Číny, či dokonce Afriky.

Problematiku radioaktivních odpadů řeší dokonce i Rakousko, dlouhodobě jeden z největších odpůrců jaderné energetiky. I v Rakousku totiž mají takzvané institucionální radioaktivní odpady. Dočasně je zhruba 11 m<sup>3</sup> odpadu v barelech uloženo v lokalitě Seibersdorf. Kabinet ovšem ve svých návrzích počítá také s vybudováním dlouhodobého skladu.

**Úložiště nejsou ve světě žádnou vzácností, naopak jsou velmi četná.**



Úložiště Richard



Úložiště Bratrství



Úložiště Dukovany



Úložiště Dukovany

„Zprávy ze Správy“ vydává čtvrtletně Správa úložišť radioaktivních odpadů, Dlážděná 6, Praha 1, IČO: 66000769.  
Vydávání tohoto zpravodaje je povoleno Ministerstvem kultury a bylo mu přiděleno evidenční číslo MK ČR E 20612.  
ISSN 2533-5073

Vaše nápady a náměty zasílejte na e-mail: [zpravyzespravy@surao.cz](mailto:zpravyzespravy@surao.cz)



**SÚRAO**

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ  
RADIOAKTIVNÍCH  
ODPADŮ

**Redakce:**

Mgr. Nikol Novotná, Ivana Škvorová, Mgr. Lucie Steinerová, Jan Karlovský, Šimon Hradní  
tel.: 221 421 522, fax: 221 421 544, e-mail: [zpravyzespravy@surao.cz](mailto:zpravyzespravy@surao.cz)

**[www.surao.cz](http://www.surao.cz)**