

**SÚRAO**SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH
ODPADŮ

Hlubinné úložiště

Všechny země provozující jaderné reaktory řeší otázku, jak naložit s vysokoaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem. Odborníci napříč světem se shodují, že nejbezpečnějším řešením je výstavba hlubinného úložiště, které tyto odpady bezpečně oddělí od životního prostředí na stovky tisíc let.

Hlubinné úložiště funguje na základě systému inženýrských a geologických bariér. Nejvýznamnější bariéru tvoří 500 metrů stabilní horniny, která společně s ostatními inženýrskými bariérami radioaktivitu od biosféry odstíní po stovky tisíc let. Přestože z hlediska lidské existence se jedná o nepředstavitelně dlouhou dobu, některé geologické útvary zůstávají neměnné i řádově stovky milionů let.

Ve světě se zkoumá několik typů hornin, u nichž lze v konkrétních geologických podmínkách předpokládat, že budou mít požadované vlastnosti. V České republice je výzkum zaměřený na krystalinické horniny – tedy horniny vyvřelé a přeměněné (granity, ruly).

Další inženýrské bariéry pro úložné obalové soubory pro vyhořelé jaderné palivo, tvoří kovové dvouplášťové kontejnery a výplně ze speciálního jílu (tzv. bentonitu). Na základě rozsáhlého výzkumu a vývoje byl navržen dvouplášťový ocelový kontejner z korozivzdorné oceli s ochranným vnějším pláštěm z uhlíkové oceli. Jednotlivé kontejnery budou hermeticky obaleny těsnicí a výplňovou směsí z bentonitu. Bentonit je výborný izolant a zároveň vytváří vhodné prostředí pro kontejner tak, aby byla zaručena jeho dlouhodobá životnost.

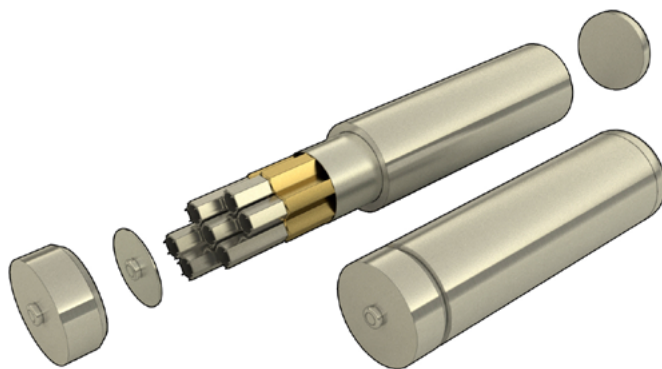
Přírodní analogy

Při studiu dlouhodobého chování úložných systémů jsou významným zdrojem informací přírodní a uměle vytvořené analogy. Těmito analogy se rozumějí dlouhodobé jevy anebo procesy, které se podobají procesům v hlubinném úložišti a které nelze ověřit experimentálně.

Jedním z nejznámějších přírodních analogů je analog v Oklu. V uranovém ložisku v africkém Gabunu probíhala před dvěma miliardami let zhruba po dobu půl milionu roků řetězová reakce. Proto je tento analog často nazýván jako “přírodní reaktor”. Produkty řetězové re-

akce, jako neptunium nebo plutonium, se okolním prostředím pohybovaly nesmírně pomalu, a to rychlostí cca 10 metrů za milion let. Lze oprávněně soudit, že ve stejných nebo podobných přírodních podmínkách by se z úložiště v hloubce minimálně 500 m pod povrchem země nemělo plutonium a další radionuklidy z vyhořelého paliva do biosféry vůbec dostat.

Podobný přírodní analog byl studován i u nás. V České republice, která je známa četnými výskytmi ložisek uranové rudy, se zkoumal pohyb uranu uloženého v jílových vrstvách na lokalitě Ruprechtov v západních Čechách. Uranová ruda je zde obklopena vrstvou jílu zpomalující transport uranu k povrchu tak, že se tento prvek v životním prostředí vůbec nevyskytuje.



vizualizace ukládacího kontejneru
pro vyhořelé jaderné palivo

Jak bude úložiště vypadat

V současné době existuje v České republice projektová studie podoby hlubinného úložiště, která se však bude ještě dále rozvíjet a upravovat dle výsledků geologických průzkumů, charakteristiky konkrétní zvolené lokality a ekonomických a technických požadavků na řešení stavby. Vzhled povrchového areálu také mohou ovlivnit požadavky dotčených obcí. Inspiraci můžeme hledat v zemích, kde jsou v přípravě hlubinného úložiště dál (např. Finsko, Švédsko). České koncepční řešení se totiž nebude příliš lišit.

Hlubinné úložiště pro vysokoaktivní odpady, ke kterým patří i vyhořelé jaderné palivo, bude mít dvě hlavní části: povrchový areál, podzemní areál s ukládacími prostory a přístupové šachty a tunely, které oba areály spojí. V současné době vychází koncept hlubinného úložiště z předpokladu, že v areálu bude ve stejné době probíhat výstavba úložiště i jeho provoz (tj. ukládání radioaktivních odpadů). Tyto aktivity budou od sebe fyzicky oddělené.

Povrchový areál

Největší část povrchového areálu (cca 90 %) zabere běžný provoz hlubinného úložiště. Příjem kontejnerů, obsahujících radioaktivní odpady, bude probíhat v menším střešeném aktivním provozu. Dále povrchový areál obsáhne administrativní a provozní budovy (kanceláře, šatny, jídelna, dílny apod.), výrobní (např. výroba bentonitových prefabrikátů, výroba chladicí vody), sklady (např. sklad prázdných transportních kontejnerů, sklad olejů), technické zázemí (trafostanice, čistírna vod apod.) a manipulační plochu pro odvoz rubaniny z těžebních tunelů.

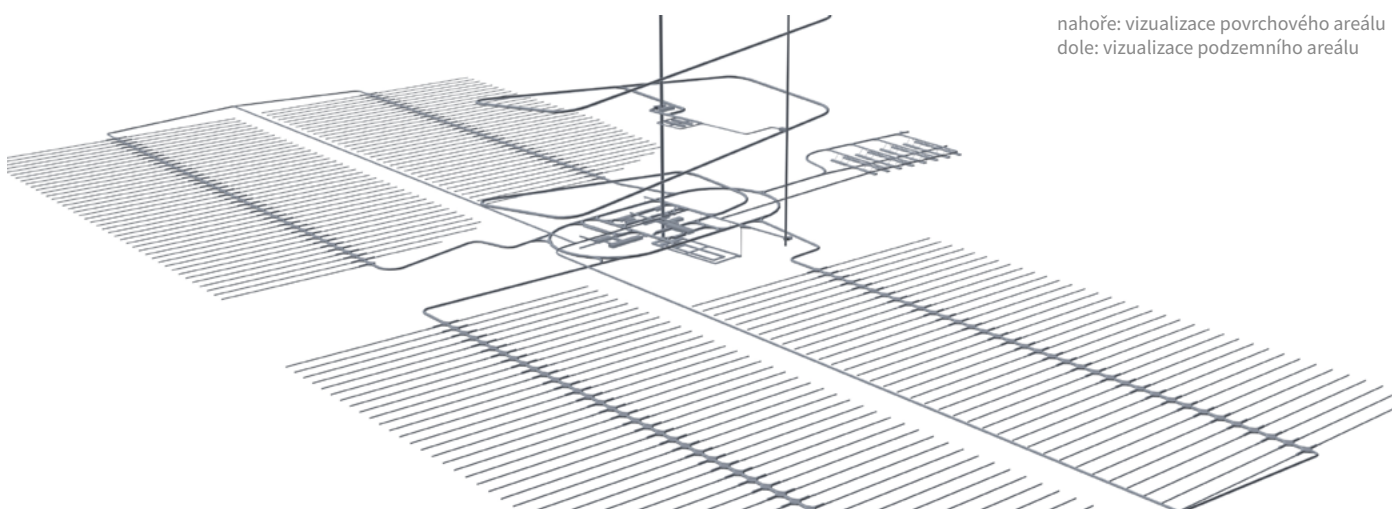
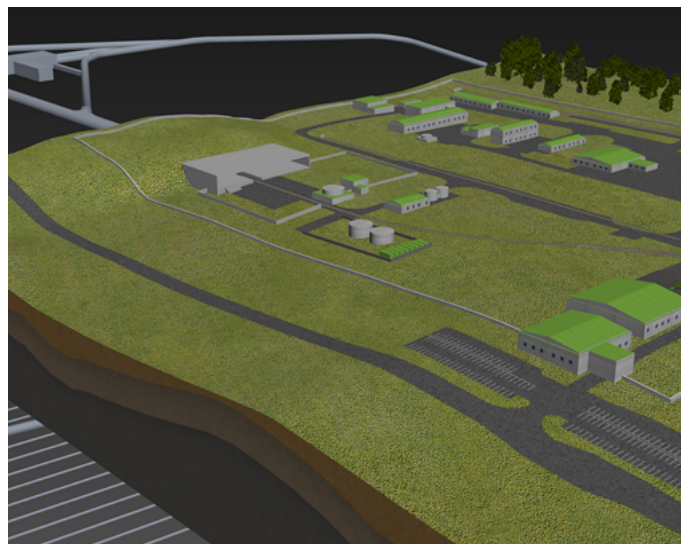
Podzemní areál

Největší část podzemních prostor představuje rozsáhlá síť chodeb, v nichž budou ukládány kontejnery s radioaktivními odpady. Ukládací chodby budou vybudovány v hloubce zhruba 500 metrů (podle podmínek v dané lokalitě). Kontejnery s vyhořelým jaderným palivem budou jednotlivě uloženy do svislých ukládacích vrtů. Ostatní radioaktivní odpady ve speciálních obalových souborech budou uloženy do ukládacích komor. V současnosti uvažovaný objem úložiště pojme odpad ze stávajících provozovaných jaderných elektráren a do budoucna plánovaných nových jaderných bloků a malých modulárních reaktorů, tzv. SMR.

Výstavba hlubinného úložiště

Současný harmonogram dle plnění podmínek taxonomie EU počítá se zahájením provozu úložiště do roku 2050. Předcházet tomu bude stavba samotného úložiště, ale i výstavba charakterizačního pracoviště, která umožní potvrdit vlastnosti prostředí přímo na místě v horninovém komplexu. Jako každá větší průmyslová stavba, i hlubinné úložiště, představuje určitý zásah do krajiny. Na rozdíl od mnoha provozů však přináší regionu i řadu výhod. Těmi nejvýznamnějšími jsou finanční příspěvky a zvýšení zaměstnanosti. Nelze však opomenout ani předpokládané investice do infrastruktury, rozvoj turistiky či dopravní obslužnosti apod.

Výstavba a provoz hlubinného úložiště budou probíhat v několika etapách, přičemž každá předpokládá zaměstnání desítek lidí. V počátečních fázích (geologický průzkum, výstavba laboratoře a zahájení výstavby samotného úložiště) se předpokládá využití lokálních lidských zdrojů do výše cca 20 %, zbytek zastanou externí firmy. S pokračující výstavbou a uváděním hlubinného úložiště do provozu se však situace otočí: budou třeba právě místní obyvatelé, jejichž podíl se odhaduje až na 80 %. Nynější předpoklady odhadují počet pracovních míst v době výstavby na 140–200, během provozu pak až na 250.



nahore: vizualizace povrchového areálu
dole: vizualizace podzemního areálu