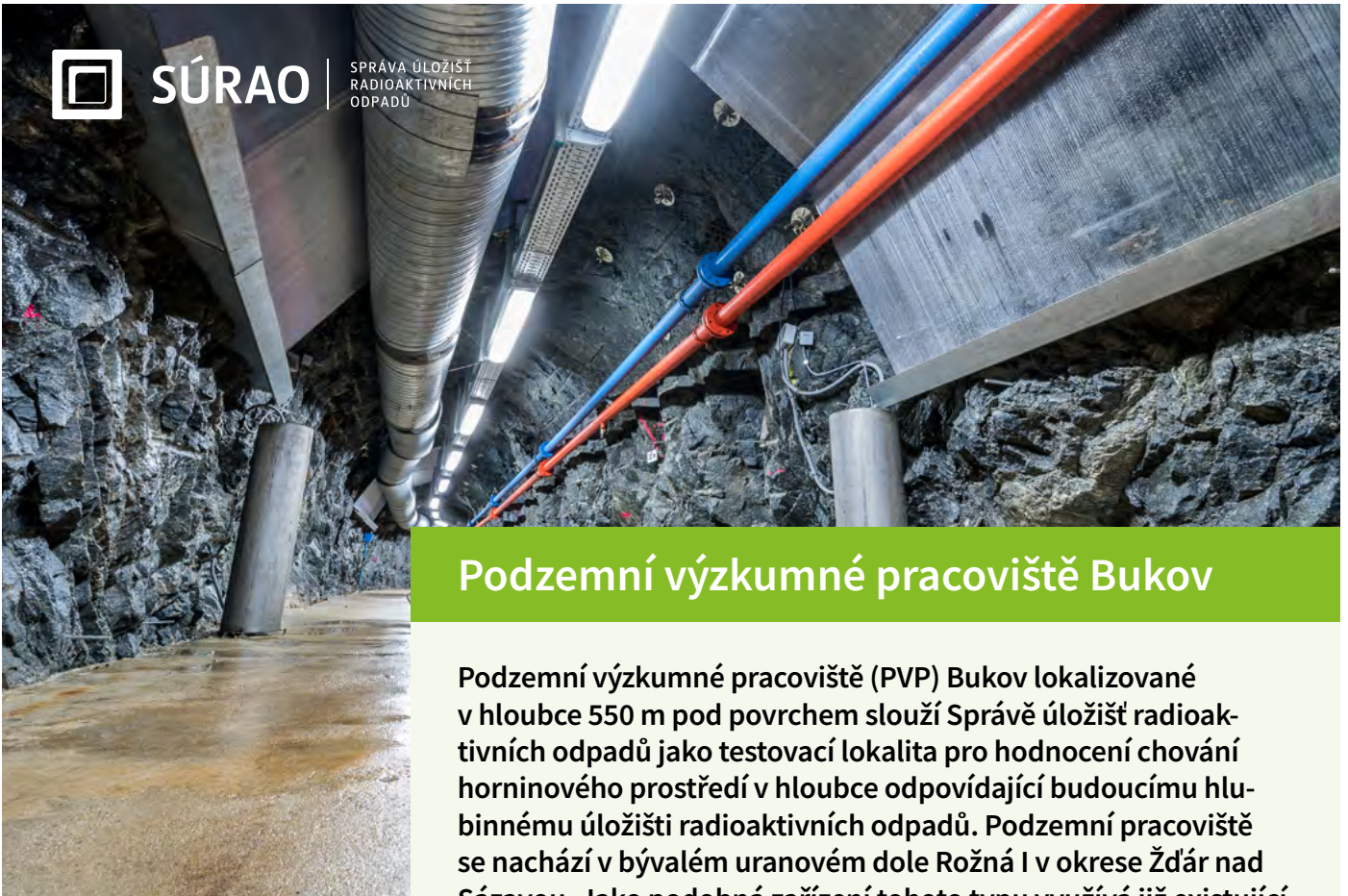


**SÚRAO**SPRÁVA ÚLOŽIŠT  
RADIOAKTIVNÍCH  
ODPADŮ

## Podzemní výzkumné pracoviště Bukov

**Podzemní výzkumné pracoviště (PVP) Bukov lokalizované v hloubce 550 m pod povrchem slouží Správě úložišť radioaktivních odpadů jako testovací lokalita pro hodnocení chování horninového prostředí v hloubce odpovídající budoucímu hlubinnému úložišti radioaktivních odpadů. Podzemní pracoviště se nachází v bývalém uranovém dole Rožná I v okrese Žďár nad Sázavou. Jako podobná zařízení tohoto typu využívá již existující infrastrukturu podzemního díla.**

Laboratorní prostory PVP Bukov jsou umístěny v jižní části dolu na 12. patře jámy B-1. Tato podzemní laboratoř slouží pro výzkumné, vývojové a demonstrační aktivity spojené s projektem českého hlubinného úložiště (dále HÚ). Podzemní výzkumná pracoviště (laboratoře) mají v procesu příprav HÚ ve světě nepostradatelnou roli. Jsou využívány například pro vývoj metodik popisu horninového prostředí nebo získávání dat pro testování matematických modelů prokazujících bezpečnost konceptu HÚ. Laboratoře poskytují prostor pro realizaci in-situ experimentů zaměřených na vývoj, studium chování a optimalizaci jednotlivých součástí úložiště. Získaná data a zkušenosti mají také významnou roli v procesu výběru lokalit pro umístění HÚ. Od roku 2017 je většina výzkumných aktivit zahrnujících in-situ experimenty směřována do PVP Bukov

### Projekt PVP Bukov:

#### 1. Fáze výstavby (2013–2017)

Výstavba PVP Bukov byla zahájena v roce 2013 a plně dokončena v roce 2017. V průzkumné fázi byl vyražen 300 m dlouhý přístupový překop. Následovala vrtná kampaň pro upřesnění geologické stavby a výběr vhodných horninových bloků. A v poslední fázi byly vyraženy vlastní laboratorní prostory pro experimenty. Při výstavbě laboratorních prostor byla použita metoda hladkého výlomu, která umožnila razit dílo ve vysoké kvalitě bez nutnosti použití dodatečné výztuže.

#### 2. Charakterizace (2015–2017)

Cílem této etapy byl popis horninového prostředí pro umístění jednotlivých experimentů a získání dat jedinečných při otevření horninového masivu ražbou. Detailně byly studovány následující oblasti: geologická stavba, geotechnické vlastnosti, hydrogeologické vlastnosti, seismicita a transportní vlastnosti hornin. Jedním z výstupů bylo vytvoření geologického a geomechanického modelu pracoviště. V rámci této fáze se podařilo popsat vývoj některých parametrů horninového prostředí s hloubkou, jako je např. složení a stáří podzemní vody nebo kvalita horninového masivu.

#### 3. Experimentální program (od roku 2017)

Experimentální program pokrývá široké spektrum činností, které je nutné realizovat v rámci programu českého HÚ. Výsledky prováděných experimentálních prací budou například sloužit jako podklady pro hodnocení horninového masivu a chování procesů v hloubce úložiště s ohledem na technickou proveditelnost a bezpečnost HÚ. Obsah výzkumného programu je rozdělen do sedmi oblastí označovaných jako VEP (Výzkumný a experimentální plán):

## VEP1: Charakterizace a tvorba geovědních modelů horninového prostředí

Tato oblast zahrnuje aktivity zaměřené na sběr popisných geologických dat, jejich uložení do databází a interpretace ve formě 3D modelů. Dále se také soustředí na vývoj obecných metod popisu horninového prostředí. V rámci této oblasti jsou získávána data z geologických průzkumů na povrchu lokality a různých pater dolu, která jsou vzájemně propojována a slouží ke konstrukci 3D geologických, hydrogeologických a geomechanických modelů celé lokality. V roce 2020 byl dokončen projekt Hluboké horizonty (2017–2020). Jeho náplní bylo získání prostorových geologických dat z 12. až 24. patra dolu Rožná I. Laboratorní i in-situ práce byly zaměřené zejména na vývoj geotechnických parametrů horninového masivu s hloubkou, charakteristiku porušené zóny v okolí podzemních chodeb (EDZ), nebo definování a detailní popis homogenních horninových bloků. Významnou součástí projektu bylo studium tzv. „První zóny“ dolu. Výsledkem projektu je výrazný posun v pochopení vlivu významnějších tektonických zón na porušení horninového masivu pro účely bezpečné lokalizace a návrhu HÚ.

## VEP2: Dlouhodobý monitoring horninového prostředí

Náplní této oblasti je testování a vývoj metod dlouhodobého monitoringu procesů probíhajících v hloubce HÚ. Jedná se například o monitoring vývoje mikrobiálního osídlení, parametrů podzemní vody, nebo pohybů křehkých struktur. Součástí jsou i projekty zaměřené na vývoj neinvazivních geofyzikálních metod studia horninového masivu.

Aktuálně jsou v řešení následující projekty:

- Hydrogeologický a hydrochemický monitoring podzemních a důlních vod (2018–2023). Tento projekt sleduje v dlouhodobém horizontu vývoj vydatnosti a změny chemizmu vod v horninového bloku od povrchu do teoretické hloubky úložiště. Účelem je ověření vlivu podzemní stavby na hydrogeologický režim lokality. Projekt poskytuje data pro kalibraci stávajících hydrogeologických modelů kandidátních lokalit HÚ.
- Monitoring aktivity křehkých struktur (2018–2022). Cílem projektu je získání znalostí o pohybech křehkých struktur v krystalinických horninách v hloubce HÚ. Pro tento účel byla zbudována monitorovací síť, která poskytuje časové řady o chování různých generací struktur křehké tektoniky.
- Dlouhodobé monitorování horninového masivu v PVP Bukov nedestruktivními geofyzikálními metodami (2018–2022). Projekt obnáší vývoj a testování měřicího systému, který využívá geoelektrické a seismické vlastnosti masivu a umožňuje dlouhodobé monitorování změn těchto vlastností v bezprostředním okolí podzemního díla. Soustava zařízení obsahuje systém pro elektrickou odporovou tomografii a sestavu pro seismická měření.
- Monitoring anaerobního mikrobiálního osídlení PVP Bukov a řešerše vztahů horninového prostředí a mikrobů (2020–2021). Tento projekt navazuje na mikrobiální screening provedený v PVP Bukov v letech 2017 až 2019. Mikrobiální osídlení na PVP Bukov a v širším okolí dolu Rožná I bylo charakterizováno jako silně antropogenně ovlivněné zastoupené především aerobními zástupci mikrobů. Navazující projekt se více zaměřuje na anaerobní mikrobiální aktivitu, kterou se v PVP Bukov doposud nepodařilo přesně popsat.

## VEP3: Proudění podzemních vod a transport radionuklidů

Tento experimentální okruh je zaměřen na výzkum proudění podzemních vod a transportu radionuklidů v horninovém prostředí HÚ včetně testování a verifikace modelovacích nástrojů. Aktuálně je v řešení projekt Výzkum puklinové konektivity (2019–2024). Jeho cílem je zlepšení porozumění advektivnímu transportu látek v puklinových systémech krystalinických hornin. Projekt obnáší postupnou tvorbu

sítě experimentálních vrtů ve vybraném horninovém bloku, které slouží pro provádění hydraulických a stopovacích zkoušek. Veškeré testy jsou doprovázeny modelovacími aktivitami, kdy je postupně tvořen a zpřesňován geologický a hydrogeologický model zájmového bloku horniny, který bude využíván pro vývoj modelovacích nástrojů a simulaci prováděných testů.

## VEP4: Inženýrské bariéry HÚ

Činnosti tohoto okruhu jsou zaměřeny na vývoj a ověření charakteristik materiálů úložného systému a obalových technologií. Cílem je určení rychlosti jejich degradace a vzájemných interakcí v reálných podmínkách HÚ. V realizaci je například Interakční experiment (2017–2022). Ten je zaměřen na studium interakcí mezi materiály inženýrských bariér HÚ a na jejich spolupůsobení s horninovým prostředím a podzemní vodou. Součástí experimentu je celkem deset fyzikálních modelů umístěných do vrtů. Pět modelů je určeno pro studium interakcí za přirozené teploty a druhá část pro studium interakcí za zvýšených teplot, a to až do 200 °C. V přípravě je také projekt zaměřený na výzkum korozní odolnosti kandidátních materiálů pro ukládací obalový soubor.

## VEP5: Vliv realizace podzemních děl HÚ na horninové prostředí

Tyto práce jsou zaměřeny především na popis rozsahu a charakteru zóny porušené (EDZ) a ovlivněné (EdZ) metodami výstavby podzemních prostor HÚ. Pilotní projekt na PVP Bukov byl realizován již při výstavbě podzemního díla (Vznik a monitoring EDZ při výstavbě PVP Bukov, 2015–2018). Jedním z cílů bylo porovnání rozsahu a vlastností oblasti EDZ/EdZ u chodeb vytvořených běžným způsobem ražby a prostor vytvořených metodou hladkého výlomu. Nejlepší výsledky pro interpretaci EDZ/EdZ přinesla metoda elektrické odporové tomografie. V plánu je rozsáhlejší projekt zaměřený na tuto problematiku.

## VEP6: Technologické postupy výstavby HÚ

Při výstavbě HÚ bude nutné aplikovat některé technologické postupy běžně nepoužívané při standardních komerčních ražbách. Jedná se například o speciální rozpojovací nebo vrtné práce. Činnosti v této oblasti budou zaměřeny na vývoj nových konstrukčních postupů výstavby podzemních děl z hlediska jejich časové a finanční optimalizace.

## VEP7: Demonstrační experimenty

V rámci této oblasti budou realizovány komplexní experimenty testující chování prvků úložného systému v reálném měřítku a podmínkách odpovídajících HÚ. U takových experimentů je kladen důraz na testování technologií pro manipulaci, konstrukci experimentálních modelů a zároveň monitoring procesů.

