

## **Příloha č. 1 Specifikace Předmětu plnění**

Na úvod všech charakterizačních prací popisovaných v této kapitole proběhne shrnutí a zhodnocení existujících dat, výsledků a poznatků souvisejících s předmětem plnění a jeho hlavními cíli, které jsou uloženy v dostupných databázích Objednatele, společnosti DIAMO s. p. a České geologické služby-Geofondu (dále také jen jako „**ČGS-Geofond**“), tyto databáze budou Zhotoviteli poskytnuty přes datový server Objednatele ve smyslu odst. 1.1 této Přílohy č 1, a to za podmínek stanovených na prvním kontrolním dnu po uzavření Smlouvy. Tyto poznatky budou sjednoceny a budou během celého projektu aktualizovány a následně využity jak pro plnění předmětu projektu a pro volbu správného metodického postupu charakterizačních prací a jejich interpretaci a vyhodnocení, tak i pro plánování a lokalizaci experimentálních výzkumných prací, které se předpokládají. Výsledky projektu budou sumarizovány v metodologické doporučení pro budování konfirmační podzemní laboratoře / finální lokality Hlubinného úložiště (dále jen „**HÚ**“) a bude vytvořena metodika vyčleňování bloků hornin vhodných pro uložení obalového souboru do příslušného horninového prostředí.

Bude vyhotoven projekt realizace Předmětu plnění (tzv. „**Realizační projekt**“), ve kterém bude uveden zejména přehled, časový sousled a popis veškerých činností, služeb a prací. Součástí Realizačního projektu bude také Plán systému řízení dle postupu a vzoru Objednatele, který tvoří Přílohu č. 8 Smlouvy, návrh Akceptačního protokolu a předávacího protokolu.

V případě odebírání vzorků pro laboratorní testy (např. výbrusy, mechanické, transportní vlastnosti atd.) budou vzorky vždy odebírané z jednoho odběrného místa tak aby výsledky jednotlivých laboratorních testů mohly být vzájemně korelovány a společně vyhodnocovány. Zhotovitel zajistí, aby pro každé odběrné místo byla zaručena komplexní výstupní informace níže požadovaných parametrů a poznatků.

S ohledem na rozsah a určení Předmětu plnění, respektive vzhledem k potřebě získání řádných a ověřených výsledků laboratorních testů, je Zhotovitel při realizaci částí Předmětu plnění, které spočívají v realizaci laboratorních testů, povinen využívat laboratoř splňující požadavky na způsobilost dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025 z roku 2018 nebo požadavky ekvivalentní, respektive postupovat v souladu s takovými požadavky.

### **1.1 Data a dokumentace**

Předávaná data musí být kompatibilní se standardy Centrálního datového skladu Objednatele (dále jen „**CDS SÚRAO**“) a GIS SÚRAO. Výchozím dokumentem pro data pořizovaná a interpretovaná v rámci předmětného projektu je Metodický pokyn Objednatele MP.23, který tvoří Přílohu č. 7 Smlouvy.

Geografická data Objednatel akceptuje pouze ve formě dat odevzdaných v souborové geodatabázi kompatibilní s ArcGIS for Desktop 10.5. nebo vyšší aktuální verzí. Tento požadavek se nevztahuje na primární a zdrojová data, která budou odevzdaná ve formátu pořízení.

Ostatní data, jako jsou dokumenty, zprávy, protokoly měření, fotografie apod. budou akceptovány v obecně platných formátech. Při předávání dat v „uzamknuté“ podobě (např. pdf, jpg, tiff...) je současně nutné předat totožná data (pokud je to možné) i v otevřené formě (živá data s možností načtení do MS SQL, MS Excel apod.). V tomto případě se oba soubory budou jmenovat totožně s rozdílnou příponou.

Předávání dat do CDS SÚRAO bude probíhat předem schváleným postupem, který bude definován během úvodních kontrolních dnů, případně ve schváleném Realizačním projektu. Preferovaný postup předávání probíhá přes datový server Objednatele, např. přes FTP server (SIEVERT, <https://sievert.surao.cz>) či jiný, kde je nastaven pracovní prostor pro každý konkrétní projekt a určena přístupová práva odpovědných osob k jednotlivým oblastem projektu. V případě potřeby a charakteru dat je možné pro účely předání dat využít také nosičů CD / DVD či flashdisků. Data předávaná

Objednateli na CD, DVD, flashdisk apod. musí být jednoznačně identifikována: číslo Smlouvy, identifikační údaje Zhotovitele, datum předání, verze a stručný popis obsahu nosiče. K předávaným datům musí být přiložen i krycí list dat.

Data budou předána Objednateli ke kontrole dle termínů stanovených ve Smlouvě, respektive ve schváleném Realizačním projektu nebo minimálně tři (3) týdny před závěrečným kontrolním dnem.

V případě zákonné povinnosti předání dat, např. České geologické službě – Geofondu ve smyslu zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky MŽP č. 368/2004 Sb., o geologické dokumentaci, bude Zhotovitelem připravena odpovídající část dokumentace dle výše uvedených předpisů.

Z realizovaných terénních a laboratorních měření / analýz budou pořizovány fotodokumentace, protokoly, databáze dokumentačních bodů apod. Zhotovitel bude dodržovat povinné zápisy do pracovních deníků (pro zaznamenávání činností a aktivit v PVP Bukov, jejich metodických postupů a jejich časové a prostorové dohledatelnosti), které jsou v PVP Bukov vedeny. Hmotná dokumentace bude ukládána ve skladu hmotné dokumentace Objednatele.

### **Vytvoření databáze**

Během úvodních kontrolních dnů bude stanoven postup schválení datového modelu projektu manažerem zakázky, zástupcem GIS a databáze Objednatele a Zhotovitele (Příloha č. 7 Smlouvy – bod 9.5). Jedná se především o přehled předpokládaných výstupů projektu, ukládání dat v geodatabázi dle směrnice MP.23, která tvoří Přílohu č. 7 Smlouvy, předávání výstupů v odsouhlasených formátech, označení souborů, metadatových popisech a použití číselníků lokalit, dokumentačních bodů atd. s ohledem na jednotné značení využívané v CDS SÚRAO.

### **Předání dat**

Předávaná data budou odsouhlasována v průběhu projektu na kontrolních dnech dle požadavků manažera zakázky a dalších zástupců Objednatele. Konečné předání všech dat (veškerá data za projekt) proběhne před ukončením projektu s dostatečným předstihem (dle objemu, zkušeností z předchozích dílčích předání atd.) tak, aby byla možná kontrola datových struktur, předávaných dat a ostatních domluvených požadavků. Termíny pro předávání dat a postup jejich předání budou definovány v Realizačním projektu a to tak, aby odpovídaly Časovému harmonogramu, který tvoří Přílohu č. 2 Smlouvy. Na včasné předání, schválení a odsouhlasení výstupů bude také vázáno proplacení konečné faktury při ukončení projektu, a to za podmínek stanovených Smlouvou.

## **1.2 Geologická a strukturně-geologická dokumentace**

Na základě využití stávajících geologických dat a aplikace analytických metod z oborů strukturní geologie, petrologie, petrofyziky a geochronologie bude provedena komplexní charakterizace horninového prostředí zájmové oblasti a vytvořen vstupní datový soubor pro zpracování 3D strukturně-geologického modelu zájmového horninového bloku. Tyto výstupy budou základním podkladem pro lokalizaci jednotlivých experimentálních výzkumných pracovišť (tzv. zkušebních komor) a po jejich charakterizaci budou sloužit pro správné nastavení technologických a metodologických postupů jednotlivých výzkumných úkolů. Všechna získaná data budou prostorově i časově vázaná. Terénní dokumentace budou prováděny v úsecích rovnajících se délce zabírky během ražby, tzv. „postupu ražby“. V rámci jednoho postupu ražby budou dokumentovány stěny zabírky, včetně stropu a čelba zabírky. Celkem se předpokládá cca 445 postupů ražby.

Řešení bude probíhat v následujících okruzích:

- sestavení strukturně-geologické mapy zájmového bloku – geologická mapa bude sestavena v návaznosti a souladu s geologickou mapou a legendou vytvořenou v I. fázi PVP Bukov, a to na základě podkladů poskytnutých Objednatelem. Součástí geologické mapy bude geologická dokumentace čeleb a stěn raženého díla, legenda a stratigrafická kolonka. Geologická mapa bude opatřena vysvětlujícím textem o geologické stavbě oblasti, mikrostrukturní charakteristice zastoupených hornin, jejich mineralogickém a chemickém složení. Tento mapový výstup bude jednou ze vstupních vrstev 3D strukturně-geologického modelu zájmové oblasti.
- strukturní analýza – kvantifikace staveb a struktur duktilní, křehce-duktilní a křehké povahy. V terénu, tj. na stěnách díla (vyražených chodeb a zkušebních komor) a na čelbě raženého díla, budou rozlišovány primární (planární a lineární prvky související s genezí horniny) a sekundární struktury (vznikající působením napětového pole na pevnou horninu, tj. duktilní a křehké deformace). Při terénní dokumentaci bude kladen důraz na zjištění vztahů sledovaných struktur (superpozice) v rámci díla, jejich rozměry, mocnosti, četnosti, typ případné výplně, otevřenost, indikátory pohybu a míru přemístění. Proběhne klasifikace dle vzájemných genetických vztahů dokumentovaných prvků, dle jejich významu a dle litologických celků, v nichž se nachází, která bude základním vstupem pro komplexní klasifikační systém za účelem definování vhodných bloků hostitelského horninového prostředí pro uložení obalového souboru do příslušného horninového prostředí. Orientace strukturních prvků bude zaznamenána ve formátu směr sklonu/sklon, hustota křehkého porušení bude dokumentována jako počet prvků daného fenoménu na délkový metr stěny díla. V případě foliací budou rozlišovány typy foliací, bude určen jejich charakter (páskování, přednostní orientace minerálů, případně obojí apod.). V případě rupturních poruch (duktilní deformace, křehké struktury, žíly) budou naznačeny časové vztahy s okolními poruchami / strukturami.

### 1.3 Petrografická a geochemická charakterizace hornin

#### *Petrografická charakteristika hornin*

Cílem petrografické charakteristiky je podrobný popis vzorků hornin, na nichž budou prováděny i ostatní požadované zkoušky / testy. Petrografický a mineralogický popis poslouží také k porovnání vzorků s horninami s dalšími částmi PVP Bukov a dolu Rožná.

Místo odběru každého vzorku odebraného jak pro petrografický a mineralogický popis, (tak i pro testování dalších vlastností), bude podrobně popsáno a graficky i fotograficky dokumentováno. Kromě makroskopického popisu petrografických typů přítomných hornin bude zaznamenán charakter porušení, frekvence puklin jednotlivých směrů, eventuálně pohyb, jeho směr a velikost a další makroskopicky pozorovatelné charakteristiky. Odběr vzorků pro přípravu výbrusů případně dalších preparátů a pro chemické analýzy bude proveden tak, aby odebrané vzorky v maximální možné míře charakterizovaly vzorky pro testování fyzikálně-mechanických vlastností.

V rámci podrobné petrografické charakteristiky hornin, na nichž budou prováděny zkoušky fyzikálně-mechanických a geotechnických vlastností, budou provedeny následující práce alespoň na 50 vzorcích:

- podrobný mineralogický a petrografický popis mikroskopických preparátů – optická mikroskopie,
- chemické složení hlavních, vedlejších a akcesorických minerálů na mikrosondě,
- mineralogický popis výplně dislokací a jejich RTG analýza,
- vyhodnocení výsledků (stanovení PT podmínek vzniku hornin, sukcese mineralizace, charakterizace metasomatických procesů).

U křehkých struktur budou provedeny analýzy výplní metodou rtg práškové difrakce. V případě úspěšné separace vhodných minerálů výplní bude krystalizace těchto fází datována.

#### *Geochemická charakteristika hornin*

Cílem prací je stanovit základní geochemické vlastnosti hornin především z pohledu jejich redoxního potenciálu a očekávané interakce s uvažovanými materiály inženýrských bariér.

Geochemická charakteristika hornin bude provedena jak v základních dokumentovaných litologických typech, tak i v doprovodné hornině u studovaných křehkých struktur. Výsledné analýzy budou statisticky zpracovány, včetně aplikace speciálních geochemických metod a modelů se zaměřením a alterační a migrační procesy.

V rámci geochemické charakteristiky hornin budou provedeny následující práce alespoň na 15 vzorcích:

- pro hlavní litologické typy hornin budou zhotoveny kompletní silikátové analýzy a analýzy stopových prvků,
- mikroanalýza akcesorických minerálů,
- zvláštní pozornost bude věnována indikátorům redox podmínek v horninovém prostředí (poměr  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ) v minerálech, zastoupení sulfidů a oxidů železa atd.,
- stanovení vývoje redox potenciálu horninového prostředí,
- vyhodnocení výsledků z hlediska horninové klasifikace a distribuce majoritních a stopových prvků ve vazbě na geologické a strukturní fenomény a z hlediska alteračních procesů.

### **1.4 3D strukturně-geologický model**

Bude vyhotoven detailní 3D strukturně-geologický model zájmového bloku vymezeného chodbami L4a a L8 a chodbou PŠ1-123 v softwarovém prostředí MOVE (Obr. 1). 3D strukturně-geologický model bude obsahovat rovněž nově vyražené chodby, které budou modelově vyplněny původním horninovým materiálem, včetně všech geologických struktur zjištěných během geologické dokumentace čelby raženého díla a stěn vyraženého díla. Hloubkový rozsah modelu bude cca 50 m, zájmové chodby (12. patro) budou uprostřed tohoto vertikálního rozsahu. Model bude zohledňovat detailní strukturní model pracoviště včetně přístupových částí a využije data získaná během ražeb, např. strukturní mapování, geologická mapa. Tvorba 3D strukturně-geologického modelu bude zahájena rešerší dostupných archivních materiálů relevantních pro jejich tvorbu. Archivní data pro tvorbu modelů budou získána z archivů Objednatele, společnosti DIAMO, s. p. a ČGS-Geofondu. Tato budou v případě kvantitativních údajů (např. strukturní a vrtná data) zpracována do digitálních formátů použitelných pro import do modelovacího softwaru. V případě geologických map a řezů apod. budou naskenována v dostatečném rozlišení tak, aby mohla být do 3D modelu importována v rastrovém formátu. Hlavní zdrojové oblasti geologických dat pro tvorbu 3D strukturně-geologického modelu jsou:

- archiv Objednatele: předchozí projekty Objednatele „Komplexní charakterizace PVP Bukov“ (I. fáze) a „Získání geologických dat z hlubokých horizontů“.
- nová data získaná v rámci předmětného projektu (dále projektu „Charakterizace – II. fáze“). Tato data zahrnutá do tvorby 3D strukturně-geologického modelu budou obsahovat výsledky a interpretace prací provedených v rámci dalších oblastí tohoto předmětného projektu („Charakterizace – II. fáze“), které budou probíhat paralelně s tvorbou 3D strukturně-geologického modelu. Hlavním zdrojem bude paralelně vytvářená databáze naměřených dat popsána v kap. 1.1.

## 1.5 Hydrogeologická charakterizace:

Hydrogeologické práce v zájmovém bloku a v nově ražených prostorech budou zahrnovat dokumentaci všech přítoků podzemní vody do prostoru díla a v jeho nejbližším okolí (včetně čeleb během postupu ražeb), měření vydatnosti vybraných vydatných průsaků do podzemního díla, odběry podzemních vod z monitorovaných bodů v stanovených časových intervalech pro chemické analýzy a studium vodních tlakových poměrů v okolí laboratoře. Vybrané přítoky budou osazeny měřicími zařízeními umožňujícími kontinuální záznam změn vydatnosti s časem. Práce bude zaměřena na zhodnocení vývoje a variability proudění a chemického složení podzemních a důlních vod v zájmovém území určeném pro rozšíření PVP Bukov – II. fáze.

Získaná data budou sloužit pro stanovení doby retence, stáří a geneze podzemních vod, pro zhodnocení vazby proudění podzemních vod na tektonickou stavbu území a jako zdroj informací z hloubek odpovídajícím hlubinnému úložišti pro konstrukci a validování matematických modelů simulujících proudění podzemních vod a transport potenciální radionuklidy v horninovém prostředí v podmínkách Českého masivu.

V rámci hydrogeologických charakterizačních prací proběhne průzkum a rešerše archivních dat a poznatků z dostupných náleзовých databází (archiv Objednatele, společnosti DIAMO s.p. a ČGS-Geofond). Tyto poznatky budou sjednoceny a mohou být využity pro charakterizační práce a pro plánování experimentálních prací, které se předpokládají. Dále v rámci hydrogeologických prací proběhnou pravidelné prohlídky místa plnění, za účelem pravidelné dokumentace a kontroly aktuálního stavu pracoviště zejména s ohledem na změny v hydrogeologii zkoumaných vod. Charakterizační práce budou rovněž zahrnovat pravidelný monitoring zkoumaných objektů (výtoky z puklin, stěn chodeb, vrtů, průsaky v přístropí, celkový odtok vod z pracoviště atp.). V první řadě proběhne vytipování a dokumentace měřených objektů k dlouhodobému a automatizovanému monitorování, budou stanoveny metody způsobu měření (včetně citlivosti) a osazení přístrojovou technikou a dalším vybavením pro správný chod (monitorování), způsob jejich údržby a přenosu dat do softwarových databází. V případě průsaků, u kterých nebude možné použít přístrojovou techniku, budou probíhat vzorkovací a monitorovací práce ručně s důrazem na kvalitu získávání dat. Vzorkovací a monitorovací práce u vybraných objektů budou probíhat v rozsahu 4-krát ročně (tj. čtvrtletně), data budou pravidelně vyhodnocována a předávána do databází. Jednou ročně budou všechny práce z monitoringu vyhodnoceny v etapové zprávě. Na základě zkušeností z předchozí etapy ražby a přípravy Podzemního výzkumného pracoviště PVP Bukov se v rámci předmětného projektu (Charakterizace – II. fáze) předpokládá nalezení min. 15 vzorkovacích míst (objektů), nicméně nelze u všech těchto objektů předpokládat automatizované a dlouhodobé měření, avšak u všech těchto míst lze předpokládat provedení celého iniciálního balíku chemických analýz vod specifikovaných v textu dále. Následně bude rozsah těchto analytických prací upravován dle aktuální potřeby získávání kvality a kvantity dat, nicméně čtvrtletní pravidelnost základních analýz je pravděpodobná, pokud nedojde k vysušení či jinému znehodnocení zkoumaného místa.

Chemický rozsah analýz bude odpovídat standardním laboratorním postupům a je třeba sledovat alespoň následující parametry:

- úroveň hladiny podzemní vody, tlak ve vrtu,
- fyzikálně-chemické parametry měřené v terénu: pH, Eh, vodivost, teplota, rozpuštěný O<sub>2</sub>,
- koncentrace Fe<sub>celk</sub> a Fe<sup>2+</sup>,

- stanovení oxidovatelných látek – CHSK (chemická spotřeba kyslíku), TOC (celkový organický uhlík) / DOC (rozpuštěný organický uhlík). Ten je indikátorem buď komunikace vod s povrchovou biosférou, nebo indikuje přítomnost mikrobioty v podzemních vodách.
- komplexní analýza základních anorganických parametrů – např. tzv. ÚCHR (úhrnný chemický rozbor) nebo tzv. ZCHR (základní chemický a fyzikální rozbor). Předpokládaný rozsah chemických analýz vod je uveden v Tab. 1 a bude pravidelně upravován podle získaných znalostí z měření a rovněž podle změn, ke kterým u jednotlivých měřených objektů bude docházet.

Tab. 1 Rozsah chemických analýz vod

|                      |                                                                                                                                    |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| základní analýza vod | Na, K, Mg, Ca, Fe, Cl, F, HCO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , SiO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , pH, vodivost |
| stopové prvky        | As, Ba, Cu, Cr, Ni, P, Pb, Zn, Al, Mn, Rb, Sr, Li, Mo                                                                              |
| radioaktivní látky   | U, Ra, Rn                                                                                                                          |
| formy uhlíku         | TOC                                                                                                                                |
| geochronologie       | <sup>3</sup> H, <sup>14</sup> C                                                                                                    |
| stabilní izotopy     | <sup>16</sup> O/ <sup>18</sup> O, <sup>32</sup> S/ <sup>34</sup> S, <sup>12</sup> C/ <sup>13</sup> C                               |

Jednorázově proběhne u všech zkoumaných objektů studie geochronologie vod pomocí radiogenních prvků <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C, dále budou studovány stabilní izotopy vodíku, kyslíku a síry. Na vybraných vzorcích budou rovněž provedeny analýzy koncentrace freonů 11, 12, 113 a SF<sub>6</sub>. Vzhledem k délce trvání celého projektu budou tyto analýzy opakovány na vytipovaných bodech v pravidelných intervalech, a to v rozsahu alespoň jednou (1) ročně.

U všech vzorků budou provedeny rozborů základních radiologických ukazatelů (izotopy Rn, U, Ra, Th, celková aktivita  $\alpha$  a celková aktivita  $\beta$ ).

Aplikací vodních tlakových zkoušek (VTZ) ve vybraných vrtech lze provést stanovení odporové kapacitních vlastností horninového masívu. Tyto znalosti jsou důležitým podkladem zejména pro studium transportních a retenčních vlastností horniny bránící případnému úniku radionuklidu z HÚ. Cílem speciálních VTZ je ověření hydraulických vlastností horninového masívu se zaměřením na rozdílnost těchto vlastností stanovených na kompaktních úsecích oproti úsekům s výskytem významných propustných puklin nebo poruchových zón. Pro aplikaci těchto hydrodynamických testů bude potřeba provést realizaci minimálně 4 vrtů tak, aby projektované vrty zastihly jak kompaktní úseky horniny, tak i puklinové zóny, resp. místa porušení tektonikou. Délka testovaných etáží bude upřesněna v závislosti na aktuálních geologických podmínkách nicméně minimum bude 1 m délky testované etáže. Předpokládaná celková délka vrtů pro HG testy je 200 m. Vyhodnocení VTZ proběhne pravděpodobně pro ustálené proudění. Pro tyto práce je nezbytné sestavit prováděcí projekt, správně provést identifikaci a výběr místa pro umístění vrtů a velmi pečlivě zvolit metodiku provádění prací.

## 1.6 Transportní charakterizace hornin

Transportní charakteristiky určují zádržné vlastnosti horninového prostředí, které hrají důležitou roli pro vlastní bezpečnost HÚ a je potřeba jim věnovat patřičnou pozornost. Z pohledu geologie lze konstatovat, že v puklinovém horninovém prostředí se jako nejdůležitější jeví správná identifikace zvodnělých puklin včetně určení poměru zvodnělých a nezvodnělých puklin a k tomu mimo jiné přistupuje i studium sorpčních a difúzních vlastností jednotlivých hornin, a právě prostředí PVP Bukov velmi dobře umožňuje tyto vlastnosti hornin zkoumat. Vlastní práce je tak nutné zaměřit na správnou metodiku a získání informací o geometrické distribuci a popisu puklin. V rámci této charakterizační etapy prací budou charakterizovány transportní vlastnosti vybraného reprezentativního horninového typu

(migmatity nebo migmatitizované ruly). Na několika málo vzorcích budou, pro doplnění dat z předchozích projektů „Komplexní charakterizace PVP Bukov“ a „Získání geologických dat z hlubokých horizontů“, určeny difúzní koeficienty na základě stanovení difuze tritia a  $\text{Cl}^{36}$  a sorpční koeficienty s radionuklidy, a to na základě podkladů poskytnutých Objednatelem.

## 1.7 Geomechanika, zkoušky mechaniky hornin

### a) *Stanovení fyzikálně-mechanických a geotechnických vlastností hornin laboratorními testy*

Postupy stanovení budou vycházet z běžných technických norem (ČSN EN), souboru metod doporučených International Society for Rock Mechanics případně z dalších předpisů a doporučení. Popis fyzikálně – mechanických vlastností (FMV) testovaných hornin bude proveden ve vazbě na jejich petrografické složení a strukturní a texturní anizotropii. Budou stanoveny elastické konstanty za předpokladu transversálně izotropního prostředí.

Na odebraných vzorcích hornin budou stanoveny minimálně:

- fyzikální vlastnosti: měrná a objemová hmotnost, celková (vypočtená) pórovitost, zdánlivá pórovitost, charakterizace pórového prostoru pomocí rtuťové porozimetrie, nasákavost, koeficient hydraulické vodivosti horniny, plynopropustnost horniny při různých plášťových tlacích,
- tepelné vlastnosti hornin (součinitel tepelné vodivosti, měrná tepelná kapacita a součinitel teplotní roztažnosti, tepelná difuzivita),
- pevnostní a deformační vlastnosti: pevnost v prostém tlaku, modul přetvárnosti a elasticity, Poissonovo číslo horniny při standardním a cyklickém zatěžování, pevnost v příčném tahu (brazilská zkouška), pevnost v tlaku a modul pružnosti za trojosého stavu napjatosti (pozn.: pro pevnostní a deformační vlastnosti bude na dvou horninových typech proveden srovnávací test celkem mezi třemi laboratořemi),
- technologické vlastnosti: abrazivnost a obrusnost horniny,
- základní petrofyzikální vlastnosti: magnetická susceptibilita ( $k$ ) a anizotropie magnetické susceptibility (AMS), laboratorní spektrometrie gama – obsahy U, eU(Ra), eTh a K, elektrické odporové vlastnosti (R), rychlost průchodu podélných ultrazvukových vln (P-vln), určení anizotropie P-vln.

### b) *Stanovení fyzikálně – mechanických a geotechnických vlastností hornin in situ testy*

Ve dvou chodbách budou na jejich konci vybudovány geotechnické stanice sestávající z radiálního vějíře vrtů o průměru 76 mm. Jednotlivé vějíře budou sestaveny ze čtyř vrtů v následující základní geometrii vrtů: strop / počva / 2x boční strana. Hloubka bočních a dovrchních vrtů bude cca 15 m, hloubka vrtů vertikálních dolů bude cca 50 m, tzn. že celková metráž všech vrtů jednoho vějíře bude cca 100 m. Vrty budou vrtány jádrově (vrtné práce budou realizovány na základě Smlouvy s Diamo s. p. - SO2020-044), přičemž jádro vrtů bude litologicky a strukturně popsáno. V každém z vrtů bude provedena:

- deformometrická zkouška,
- v případě vrtů do dna bude provedena optická (OBI / OPTV) televize – optical borehole imager,

- akustická/ultrazvuková (ABI / BHTV) televize – acoustic borehole imager,
- rovněž se předpokládá, že v obou vertikálních vrtech hlubokých 50 m bude provedena vodní tlaková zkouška (viz kap. 1.5).

Na vrtných jádrech bude určeno RQD (Rock Quality Designation).

Jako pomocné měření bude využito měření odrazivosti povrchu horniny Schmidtovým kladívkem. Měření Schmidtovým kladívkem v okolí vybraného odběrného místa bude provedeno tak, aby bylo co nejméně ovlivněno viditelnými puklinami a aby v případě migmatitů bylo rovnoměrně zastoupeno měření jak v oblasti metatektu (leukosomu), tak metastaru (melanosomu). Délka měřeného úseku bude volena v závislosti na délce, v níž se sledovaný petrografický typ vyskytuje v daném odběrném místě, a to tak aby bylo možné postihnout případnou variabilitu odrazové tvrdosti (= pevnosti v prostém tlaku) na litologickém složení, zvětrání apod.

#### Deformometrické zkoušky:

Princip deformometrických měření spočívá v zatěžování stěn vrtu radiálním zatížením prostřednictvím zapaštěné cylindrické sondy. Sleduje se vztah mezi vzneseným zatížením a přetvořením horniny. Budou využity následující metody:

- měření modulu přetvárnosti horninového masivu in situ metodou Goodman Jack – bude získána informace o horizontálním napětí.
- přímým měřením napětí horninového masivu (HM) metodou hydraulického štěpení stěn vrtu (hydrofracturing – HF).

Deformometrická měření metodou Goodman Jack (GJ) a HF měření budou ve vrtech prováděna v konečných fázích jejich využití. Měření metodou HF bude nutno provádět ve vertikálních vrtech, měření metodou Goodman Jack lze realizovat i ve vrtech subhorizontálních. Jádro z vrtů je nutno uchovat pro verifikační laboratorní testy.

#### Geofyzika:

Ve vrtech na geotechnických stanicích (dále jen „GS“) budou za účelem prostorové změny porušenosti masivu (a zároveň kalibraci povrchových geofyzikálních měření) provedeny a následně vyhodnoceny následující měření:

- vrtný georadar,
- seismokarotáž,
- seismické prosvěcování (tomografie) mezi vrty, tj. v jedné geotechnické stanici vždy mezi dvojicí vrtů + kombinace vertikální vrty a chodba,
- metoda lehké úderové seismiky pro vymezení dosahu přirozené horninové klenby (tzn. redistribuce do sekundárního stavu napjatosti).

### **1.8 Geofyzikální charakterizace:**

Geofyzikální metody budou použité především za účelem popisu hloubkového dosahu zóny EDZ a rovněž pro určení kvality horninového masivu za účelem lokalizace zkušebních komor. Pro splnění tohoto cíle budou provedeny následující geofyzikální metody.

### 1.8.1 Georadar

V rámci projektu budou georadarem proměřeny obě krajní stěny podzemního díla, tj. pravý a levý bok a počva každé chodby v celé délce všech vyražených chodeb (tj. předpokládá se celkový profil o délce cca 1 800 m). Měření proběhne před ražbou jednotlivých zkušebních komor.

### 1.8.2 ERT – elektrická odporová tomografie

V rámci projektu budou ERT proměřeny obě krajní stěny podzemního díla, tj. pravý a levý bok a počva každé chodby v celé délce vyražených chodeb (tj. předpokládá se celkový profil o délce cca 1 800 m). Měření proběhne před ražbou jednotlivých zkušebních komor.

### 1.8.3 Mělká refrakční seismika – povrchová refrakční tomografie

V rámci projektu budou mělkou refrakční seismikou proměřeny obě krajní stěny podzemního díla, tj. pravý a levý bok a počva chodby v celé délce vyražených chodeb (tj. předpokládá se celkový profil o délce cca 1 800 m). Měření proběhne před ražbou jednotlivých zkušebních komor.

## 1.9 Seismické účinky trhacích prací:

Trhací práce produkují seismické vlny se širokým spektrem frekvencí, které je závislé na vlastnostech rozpojovacího materiálu, vlastnostech trhaviny a technologii trhacích prací. Frekvenční spektrum seismického záznamu trhací práce je dále významnou měrou ovlivněno prostředím, kterým se vlny šíří; s rostoucí vzdáleností jsou v horninovém masivu složky vyšších frekvencí rychleji tlumeny.

Trhací práce budou zajištěny Objednatelem na základě Smlouvy s Diamo s. p. (SO2020-044) a budou prováděny jako obrysové, metodou hladkého výlomu s délkou zabírky maximálně 2 m. Používány budou důlní skalní trhaviny (např. výlom Perunit E, obrys Bleskovice 100) a elektrické rozbušky (např. DeD-S-FE-3 m).

Předpokládána spotřeba trhavin (hladký výlom, zabírka 2 m):

| Profil (m <sup>2</sup> ) | Perunit E (kg) | Bleskovice 100 (m) | Rozbuška (ks) |
|--------------------------|----------------|--------------------|---------------|
| 14,8                     | 70             | 120                | 90            |
| 7,7                      | 35             | 80                 | 60            |

Účelem měření je stanovení velikosti vibrací (maximální hodnoty rychlosti kmitání) vyvolaných ražbou nových prostor během rozšiřování PVP Bukov (II. fáze). Budou použity třísložkové seismické senzory, které budou instalované na zájmové stěně chodby PŠ1-123 v ose mezi jednotlivými raženými chodbami (celkem 4 snímače). Instalace těchto snímačů proběhne hned v úvodní fázi projektu, tj. ve fázi přípravy trhacích prací.

Dále budou snímače instalované na konci prvních dvou vyražených chodeb, tj. L8 a L7 (tzn. po jejich ukončení) tak, aby zaznamenávaly vibrace způsobené trhacími pracemi v sousedních ražených chodbách (tj. sumárně 2 snímače). To znamená, že celkem se předpokládá instalace 6 snímačů.

Měření bude probíhat v kontinuálním režimu.

Pro interpretaci naměřených seismických dat budou Objednatelem a společností DIAMO Zhotoviteli poskytnuty informace o použitých trhavinách a postupech trhacích prací (velikost nálože, čas odpalu apod.).

### **1.10 Charakterizace EDZ (Excavation Damaged Zone) a EdZ (Excavation disturbed zone)**

Pro stanovení základních hydrogeologických parametrů zóny EDZ bude provedeno hydraulické testování bezprostředního okolí nově vyražených chodeb. Za tímto účelem budou jádrově vyhloubeny vrty s hloubkou 1-2 m v součtu, s celkovou délkou 80 m. Vrtné práce budou zajištěny Objednatelem a realizovány na základě Smlouvy s Diamo s. p. - SO2020-044. Všechny vrty budou umístěny na dně / podlaze a ve stěně chodeb L5 až L8. Předpokládá se, že v každé z uvedených chodeb bude umístěno min. 6 vrtů s hloubkou 1 m a 3 vrty s hloubkou 2 m (tj. v součtu 48 m). Zbytek vrtů bude lokalizován tak, aby byl splněn požadavek na popis EDZ/EdZ. Vrty budou hloubeny hned po ukončení trhačích prací v celé chodbě. Základním minimálním požadavkem je určení koeficientu propustnosti zóny EDZ a její transmisivity a strukturně-geologický popis vrtného jádra. Předpokládají se minimálně 4 měření na každém vrtu, která budou rozdělena do 2 fází / kampaní: 1. fáze – 2 měření, 2. fáze – 1 měření (s časovým rozestupem dostačujícím pro zachycení případné změny, vývoje sledované zóny).

Na základě výše zmiňovaných prací a syntézou / shrnutím jejich výstupů bude charakterizována a popsána zóna ovlivnění ražbou z hlediska kvality horninového prostředí definované základními fyzikálními vlastnostmi hornin, hydraulickými, transportními a geomechanickými parametry. Bude určen prostorový rozsah zóny EDZ / EdZ, budou v hloubkovém řezu popsány změny uvnitř této zóny, a to především z mechanického hlediska. Při studiu zóny EDZ / EdZ bude rovněž přihlíženo k formě / metodě trhačích prací.

### **1.11 Systém klasifikace horninových bloků**

Za účelem definování vhodných bloků hostitelského horninového prostředí bude stanoven klasifikační index vhodnosti horninového prostředí, který vedle geologických charakteristik zahrne i geomechanické, hydrogeologické, hydrogeochemické a transportní požadavky na vlastnosti horninového prostředí. Pro vytvoření vlastního klasifikačního systému budou využity používané klasifikační systémy ve světě (např. Barton et al. 1987, Bieniawski 1989, Andersson et al. 2000, McEwen 2002, Hudson a Johansson 2006, Hagros et al. 2005, Hagros 2006) a všechny klasifikační systémy využívané v České republice. Budou posuzovány parametry prostředí, které mají vliv na dlouhodobou bezpečnost (pole blízkých a vzdálených interakcí), design úložiště a náročnost při výstavbě (razitelnost, vrtatelnost, mechanická stabilita horniny, podzemní voda atd.) s ohledem na vyvíjený systém řízení požadavků na hlubinné úložiště a respektující bezpečnostní cíle hlubinného úložiště. Stěžejní parametry, které budou použity pro sestavení vlastního klasifikačního systému jsou: litologie hostitelské horniny (mineralogie, foliace, zrnitost, pórovitost a jiné), regionální a lokální poruchové zóny, individuální křehké deformace, mechanické vlastnosti horninového materiálu a poruch (pevnostní a deformační), napjatostní stav, termální vlastnosti hornin, teplota prostředí, hydrogeologické parametry (hydraulické parametry, viskozita vody apod.), hydrogeochemie a transportní vlastnosti.

Základním úkolem klasifikačního systému bude rozčlenit předmětný horninový masiv určený pro výstavbu a následné využití výzkumného pracoviště na „homogenní“ části z pohledu rozhodujících vlastností horninového masivu relevantních k procesu výstavby (ražby, stability apod.) budoucího hlubinného úložiště a jeho bezpečnosti.

Pro vytvoření klasifikačního systému budou využity data a výstupy z předchozích projektů Objednatele v PVP Bukov a dole Rožná I., především z projektu *Komplexní geologická charakterizace prostorů PVP Bukov* (I. fáze) a *Získání dat z hlubokých horizontů dolu Rožná*. Data a výstupy dle tohoto odst. budou Zhotoviteli předány Objednatelem v průběhu realizace Předmětu plnění.

### **1.12 3D sken vyraženého podzemního díla PVP Bukov – II. fáze**

Po ukončení všech trhacích prací bude proveden 3D sken celého nově vyraženého podzemního díla. Provedena 3D měření budou uložena do databáze popsané v kap. 1.1.

### **1.13 Závěrečné vyhodnocení:**

Na základě všech uvedených prací proběhne závěrečné zpracování / vyhodnocení ve formě závěrečné zprávy. Zpráva bude zpracována v českém jazyce, v anglickém jazyce bude provedeno celkové shrnutí metodických postupů a zjištěných výsledků ve zkrácené, ale srozumitelné formě. Veškerá primární a interpretovaná data budou předána do vnitřních databází Objednatele. Mapové výstupy budou předány ve formě ArcGIS, 3D model ve formátu kompatibilním se software MOVE.

V průběhu projektu, tzn. 1x ročně (T + 12 + 12 + 12 měsíců, viz Příloha č. 2 Smlouvy) budou odevzdávány průběžné zprávy shrnující aktuální stav prací, včetně popisu procesu získávání (metodiky měření) a interpretace dat a předběžných závěrů.

Vzhledem k tomu, že se jedná o rozsáhlý balík různorodých dat, bude důraz závěrečné zprávy a závěrečné syntézy a korelaci dat směřován k základním cílům projektu, kterými jsou:

- komplexní geologický popis zájmového bloku s důrazem na popis strukturních elementů důležitých jak pro bezpečnost hlubinného úložiště, tak i pro výběr horninového prostředí pro jednotlivé výzkumné/experimentální projekty,
- popis a charakterizace EDZ v okolí nově vyražených chodeb a komor a vytvoření základní báze informací a dat pro další monitorování vývoje této zóny. Výstupem této části bude rovněž doporučení činností a práci sledování vývoje EDZ v celém zájmovém bloku horniny pro období následující po ukončení projektu,
- vytvoření klasifikačního systému / indexu za účelem definování uceleného systému hodnocení vhodných bloků hostitelského horninového prostředí pro umístění HÚ v izolační části hlubinného úložiště.

### **Seznam relevantní literatury pro vypracování kap. 1.11:**

ANDERSSON J., STRÖM A., SVEMAR C., ALMÉN K.-E. AND ERICSSON L. O. (2000): What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and evaluation. SKB Technical report TR-00-12. SKB Stockholm.

BARTON N. (1987): Rock mass classification and tunnel reinforcement selection using the Q-system. In: Kirkaldie, L. (ed.) 1987. Rock classification systems for engineering purposes: papers from the symposium on rock classification systems for engineering purposes, Cincinnati, OH, June 25, 1987. American Society for Testing and Materials. ASTM-STP-984, p. 59-84.

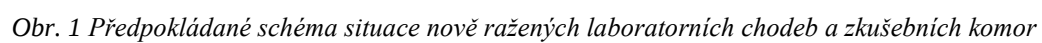
BIENIAWSKI Z. T. (1989): Engineering rock mass classifications. Willey, New York.

HAGROS A., MCEWEN T., ANTILLA P., ÄIKÄS K. (2005): Host Rock Classification. Phase 3: Proposed Classification System (HRC-System). Posiva Workreport 2005-7. POSIVA OY Olkiluoto.

HAGROS A. 2006: Host Rock Classification (HRC) System for Nuclear Waste Disposal in Crystalline Bedrock. Academic Dissertation. University of Helsinki, Faculty of Science, Dept. of Geology. Pp. 250

HUDSON J. A. and JOHANSSON E. (2006): Summary of Rock Mechanics Work Completed for Posiva before 2005. Posiva report 2006-04. POSIVA OY Olkiluoto.

MCEWEN T. (2002): Host rock classification. Phase 1: The factors that determine the location and layout of a repository – a review. Working Report 2002-36. POSIVA OY, Olkiluoto.



Obr. 1 Předpokládané schéma situace nově ražených laboratorních chodeb a zkušebních komor