

6 Specifikace cíle a rozsahu geologicko – průzkumných prací - etapa vyhledávání

V rámci podané žádosti o stanovení průzkumného území pro zvláštní zásahy do zemské kůry na lokalitě Kraví hora bude provedena pouze vyhledávací etapa GPP, která bude zahrnovat pouze geologicko – průzkumné práce, bez zásahu do pozemku.

6.1 Cíl geologicko – průzkumných prací

Cílem geologicko – průzkumných prací je provedení vyhledávací etapy pro zvláštní zásah do zemské kůry k podrobnému zjištění geologických podmínek v přípoверхové části lokality, k posouzení její další perspektivnosti jako hostitelského prostředí pro hlubinné úložiště vyhořelého jaderného paliva a radioaktivních odpadů (dále HÚ), k porovnání s ostatními zvažovanými lokalitami pro HÚ v ČR (celkem 7 – 8 lokalit) a k případnému návrhu a rozsahu prací průzkumné etapy.

Geologicko - průzkumné práce v etapě vyhledávání budou prováděny na celé ploše průzkumného území Kraví hora, budou aplikovány neinvazivní metody průzkumu (GPP bez zásahu do pozemku). Rozsah a posloupnost průzkumných prací bude v hrubých rysech sledovat Projekt prací na hypotetické lokalitě (Procházka a kol. 2010)⁴.

Práce budou spočívat v aplikaci metod dálkového průzkumu, geologického a hydrogeologického mapování, strukturně - geologických prací, povrchové geofyziky, plošné geochemie, odběru a analýz vzorků a vyhodnocení a závěrečného zpracování.

6.2 Rozsah a způsob provádění geologicko – průzkumných prací

V rámci podané žádosti o stanovení průzkumného území jsou plánovány v rámci vyhledávací etapy tyto GP práce, bez zásahu do pozemku:

- a. Studium, zhodnocení a reinterpetace existujících geologických, hydrogeologických, hydrologických, geofyzikálních a dalších podkladů.
- b. Aplikace metod dálkového průzkumu včetně využití družicových dat (např. Landsat ETM+, která představují v současné době optimální data pro geologické) interpretace radarových dat dostatečně dlouhou vlnovou délkou (v současnosti např. družice ALOS-PALSAR (L), JERS-1 a SEASAT), analogových leteckých snímků a digitálního modelu reliéfu.
- c. Geologické mapování do měřítka 1 : 5 000 a podrobné strukturně-geologické zhodnocení. V průběhu mapování budou odebírány vzorky hornin. Geologické mapování bude prováděno podle směrnic ČGS (Hanžl, P. a kol. 2009)⁵, (Procházka, J. a kol. 2004)⁶. Neoddělitelnou součástí účelové geologické mapy budou: legenda k mapě, mapa dokumentačních bodů, technických prací a povrchových vzorků, geologické řezy v několika směrech, přehled geologického mapování, přehled kladu listů, vysvětlující text a databáze

⁴ Procházka, J. a kol. (2010): Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010, závěrečná zpráva. Praha, 182 s., Česká geologická služba, SÚRAO

⁵ Hanžl, P. a kol. (2009): Směrnice pro sestavení Základní geologické mapy České republiky 1 : 25 000. Praha. 36 s. Česká geologická služba, Ministerstvo životního prostředí ČR, ČGS.

⁶ Procházka, J. a kol. (2004): Směrnice pro sestavení účelových geologických map na studijních lokalitách programu vývoje hlubinného úložiště VAO v ČR, která je součástí závěrečné zprávy „Seznam účelových map 1 : 10 000 potřebných pro výběr lokalit HÚ a popis jejich náplně – Směrnice pro vybrané účelové mapy, MS, ČGS.

dokumentačních bodů v informačním systému. Geologická dokumentace bude zaznamenávána ve struktuře, která odpovídá standardům ČGS a bude plně kompatibilní s GIS SÚRAO. Strukturně-geologické zhodnocení bude realizováno s maximálním možným zaměřením na křehké porušení masivu. Na základě terénních strukturně geologických prací bude vytvořeno klasifikační schéma strukturních prvků a budou vymezeny homogenní strukturní domény na lokalitě, které jsou definované jako části masivu, které sdílejí geostatistické vlastnosti rozšíření, přednostní orientace a charakteru penetrativních strukturních elementů. Tyto domény budou dále vyhodnocovány. Terénní práce dále povedou k identifikaci základních typů křehkých struktur vyvinutých na lokalitě. Jedná se hlavně o identifikaci primární puklinové sítě v magmatických horninách a primárních tenzních fraktur v metamorfitech vznikajících současně s formováním penetrativní metamorfní stavby. Dalším hlavním cílem analýzy křehkých struktur bude charakterizování sekundárního křehkého porušení, které je spjato s reaktivací již existujících struktur. Tento typ křehkého porušení vede k vzniku výrazných zlomových zón, zón sekundární katakláze a podobně, které představují nejvýraznější diskontinuity v geologickém prostředí. Kontrola kvality a možnost interpretace získaných strukturních dat křehkého porušení bude testována numerickými metodami, které jsou založeny na stochastickém generování virtuálních puklinových sítí na základě získaných statistických a strukturních dat. Tyto sítě jsou analyzovány z hlediska anizotropie, konektivity a propustnosti v závislosti na orientaci napětového pole. Možnost kvalitní interpretace těchto dat je dána jasnou korelací charakteristik propustnosti a získaných dat.

- d. Hydrogeologické a hydrologické mapování do měřítko 1 : 10 000 bude provedeno na celém povodí. Cílem účelového hydrogeologického mapování s.l. je všestranné poznání, popis a zobrazení výskytu a režimu podzemích a povrchových vod, hydraulických parametrů horninového prostředí a chemického složení vod na území hypotetické lokality. Pro dosažení tohoto cíle se využívá archivních podkladů, terénních mapovacích prací, laboratorních prací a poznatků ostatních geologických disciplín. V terénu budou podrobně zdokumentovány a zaměřeny s pomocí GPS všechny přístupné hydrogeologicky a hydrologicky významné jevy a objekty (prameny, mokřiny, studny, vrty, místa drenáže podzemních vod, zdroje znečištění, měrné profily, meteorologické stanice, vyústění meliorací atd.). Podrobná dokumentace v terénu je vedena také pro každý odběr vzorku vody pro chemickou analýzu. Data získaná v terénu budou uložena do databáze a následně statisticky a prostorově zpracována s pomocí statistického softwaru a GISu. Výsledkem bude Účelová hydrogeologická mapa s.l. obsahující mapovou, textovou a databázovou část. V průběhu prací bude monitorovaná vydatnost vybraných pramenů a průtok vodotečí, budou odebírány a analyzovány vzorky. Mapování bude prováděno způsobem popsaným ve směrnici Procházka, J. a kol. (2004).
- e. Povrchové geofyzikální měření na celé ploše průzkumného území, které bude zahrnovat reinterpretaci existujících geofyzikálních měření s následnou gravimetrií na celé ploše navrhovaného průzkumného území a doplňkový geofyzikální průzkum na vybraných jeho částech metodami dipólového odporového profilování, vertikálního elektrického sondování, magnetometrii, metodu velmi dlouhých vln. Bude proveden rovněž, seismický průzkum a komplexní odporová měření. Měření s výjimkou gravimetrie bude realizováno



na profilech přibližně kolmých na převažující známé směry struktur. Profily budou mít rozestup 200 m. Příčné (svazovací) profily budou mít rozestup 400 m. Krok na profilech bude u většiny metod 20 m. Výsledky měření budou interpretovány jak podle jednotlivých metod, tak souborně. Geofyzikální metody poslouží zejména k lokalizaci a sledování průběhu tektonických linií na povrchu i v hloubce masívu, k fyzikálnímu rozlišení zastoupených variet hornin a sledování jejich skrytého rozhraní, stanovení mocnosti a zvodnění zvětralinového nebo sedimentárního nadloží apod. Optimální přístrojové vybavení a interpretační software jsou popsány v Projektu prací na hypotetické lokalitě (Procházka a kol. 2010)

- f. Plošnou geochemii na celé ploše průzkumného území. Její princip spočívá v definici geochemického pozadí a vyčlenění geochemických anomálií, indikujících místa s nadprůměrnými, resp. podprůměrnými obsahy sledovaných prvků. Tímto přístupem lze identifikovat zóny přínosu prvků a jejich akumulace, případně výnosu prvků, které jsou kontrastní vůči svému okolí. Další využití spočívá v identifikaci nehomogenit pomocí modelu migrace prvků v zóně hypergeneze podle Burkova a Rundquista. Odběr vzorků se bude provádět v pravidelné síti z eluvia co nejbliže nad pevnou horninou, aby se omezil na minimum vliv soliflukce na svazích a potlačil vliv náhodných jevů. Vzorky budou odebírány na profilech identických s profily pro geofyziku s krokem 100 m. Způsob odběru vzorků bude optimalizován podle konkrétní situace. Bude stanovována široká škála minoritních prvků (cca 30) včetně REE a obvyklé majoritní prvky. Analýzy budou provedeny v certifikované laboratoři v tuzemsku nebo v cizině. Při definici anomálií bude aplikována neparametrická metoda KOMBI, vycházející nejen z absolutní hodnoty koncentrací ve vzorku, ale i ze vzájemných vztahů mezi prvky. Druhým způsobem bude aplikace Burkovova a Rundquistova modelu migrace prvků v endo- a hypergenním prostředí. Aplikace tohoto přístupu spočívá ve výpočtu klouzavého koeficientu korelace pro koncentrace vybraných párů prvků ve vzorcích, a to pro každý profil samostatně.
- g. Analýzy vzorků odebraných v průběhu geologického mapování budou zaměřeny na studium petrografie hornin, na mikrostrukturní charakteristiku, na stanovení základních petrofyzikálních vlastností a geotechnických charakteristik. Všechny analýzy budou provedeny v certifikovaných laboratořích. Horniny budou petrograficky klasifikovány podle klasifikace IUGS.
- h. Závěrečné hodnocení výsledků prací vyhledávací etapy bude spočívat v syntéze výsledků jednotlivých disciplín a ve vytvoření připovrchového modelu lokality. Při hodnocení perspektivnosti lokality budou zohledněny relevantní české legislativní normy a doporučení Mezinárodní agentury pro atomovou energii ve Vídni. Všechny grafické podklady a databaze dokumentačních bodů a analýz budou zpracovány tak, aby byly plně kompatibilní s existujícím GIS SÚRAO. Součástí hodnocení výsledků bude porovnání zjištěných skutečností z hlediska perspektivnosti jako hostitelského prostředí pro hlubinné úložiště vyhořelého jaderného paliva a radioaktivních odpadů (dále HÚ) s ostatními zvažovanými lokalitami pro HÚ v ČR (celkem 7 – 8 lokalit) a případný návrh a rozsah prací následné průzkumné etapy.



Textová příloha A

Dokumenty, ze kterých vyplývá požadavek na provedení výběru lokality pro hlubinné úložiště:

- 1) Ministerstva zahraničních věcí – sdělení č. 3/2012 Sb. m. s.: Společná úmluva o bezpečnosti při nakládání s vyhořelým palivem a o bezpečnosti při nakládání s radioaktivními odpady
- 2) MPO (2002): Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR. Ministerstvo průmyslu a obchodu, Praha.
- 3) SÚJB (2003): Prostup zpracování předběžné bezpečnostní zprávy pro povolení výstavby úložiště jaderných odpadů. Metodický návod.

Textová příloha B

Mezinárodní doporučení, ze kterých vyplývá rozsah a posloupnost prováděných geologicko průzkumných prací

- 1) IAEA (2006): Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals, No. SF-1, Vienna
- 2) IAEA (2003): Predisposal Management of High Level Radioactive Waste, Safety Guide, No. WS-G-2.6, Vienna
- 3) IAEA (2008): The Management System for the Disposal of Radioactive Waste, Safety Guide, No. GS-G-3.4, Vienna
- 4) IAEA (2011): Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Requirements, No. SSR-5, Vienna
- 5) IAEA (2011): Geological Disposal Facilities for Radioactive waste, Specific Safety Guide, No. SSG-23, Vienna
- 6) IAEA (2003): Scientific and Technical Basis for the Geological Disposal of Radioactive Waste. Technical Reports Series No. 413. Vienna.
- 7) IAEA (1994): Siting of Geological Disposal Facilities. A Safety Guide. Safety Series No. 111-G-4.1. Vienna.
- 8) IAEA (1996): TECDOC 895 Application of quality assurance to radioactive Waste disposal facilities, Vienna.
- 9) IAEA (2006): Geological Disposal of Radioactive Waste. Safety Requirements No. WS-R-4. Vienna.



Textová příloha C

Výčet vybraných doposud provedených prací na lokalitě a v oblasti geologických výzkumů k vyhledání vhodné lokality pro HÚ:

- 1) HAVLOVÁ, V., VEJSADA, J., ČERVINKA, R., HERCÍK, M., PALAGYI, Š., VEČERNÍK, P., DOBREV, D., VOKÁL, A. (2008 b): Shrnutí a analýza vybraných postupů (metodik) pro stanovení migračních parametrů v laboratorních podmínkách. Dílčí závěrečná zpráva č. 2.4. , Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení GBariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.
- 2) HAVLOVÁ, V., VOKÁL, A., ČERVINKA, R., VEJSADA, J., HERCÍK, M., VEČERNÍK, P., DOBREV, D. (2008 a): Shrnutí a kvalitativní zhodnocení procesů ovlivňujících migraci kritických radionuklidů v poli vzdálených interakcí. Dílčí závěrečná zpráva č. 1.5., Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení GBariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.
- 3) HAVLOVÁ, V., VEJSADA, J., ČERVINKA, R., HERCÍK, M., PALÁGYI, Š., VEČERNÍK, P., DOBREV, D., VOKÁL, A. (2009a): Expertní posouzení dostupných metodik pro kvantifikaci migračních procesů zájmových radionuklidů v laboratorním měřítku. Dílčí závěrečná zpráva č. 3.7., Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení GBariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.
- 4) HAVLOVÁ, V., VEJSADA, J., ČERVINKA, R., HERCÍK, M., PALÁGYI, Š., VEČERNÍK, P., DOBREV, D., VOKÁL, A. (2009b): Expertní odhad dat, nutných pro kvantifikaci migračních procesů zájmových radionuklidů v poli vzdálených interakcí. Dílčí závěrečná zpráva č. 3.6., Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení GBariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.
- 5) KLOMÍNSKÝ, J. (2009): Definování postupů a nástrojů terénního geologického výzkumu pole vzdálených interakcí. Dílčí závěrečná zpráva úkolu Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů. MS archiv SÚRAO.
- 6) KLOMÍNSKÝ, J. (2009): Definování postupů a nástrojů terénního geologického výzkumu pole vzdálených interakcí. Dílčí závěrečná zpráva úkolu Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů. MS archiv SÚRAO.
- 7) KRŽIŽ, J. (1991): Geologický výzkum bezpečného uložení vysoce radioaktivního odpadu. MS ČGS. Praha.
- 8) NAVRÁTILOVÁ, D. a kol. (2011): Zhodnocení existujících geologických a dalších informací z území mezi ložisky Rožná a Olší z hlediska vymezení horninového masivu potenciálně vhodného pro vybudování hlubinného úložiště. MS SÚRAO Praha.



- 9) PROCHÁZKA, J. a kol. (2010): Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010, závěrečná zpráva. Praha, 182 s., Česká geologická služba, SÚRAO.
- 10) RUDAJEV, V. (1994): Katalog geovědních průzkumných metod. Výzkumná zpráva VIL 93-01. MS archiv SÚRAO.
- 11) SKOPOVÝ, J. A KOL. (1999): Výzkum homogenity vybraných granitoidních masívů, projekt prací na hypotetické lokalitě. Výzkumná zpráva. MS archiv SÚRAO Praha.
- 12) SKOŘEPA, J. A KOL. (2005): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Výzkumná zpráva. MS ČGS-Geofond, archiv SÚRAO Praha.
- 13) ŠIMŮNEK, P. (2003): Skalka - zpracování informací získaných v letech 1995 – 2006 o Centrálním meziskladu použitého jaderného paliva z českých jaderných elektráren pro potřebu rozhodování vedení SÚRAO o možnosti převzetí aktivit ČEZ a.s. v této lokalitě. MS archiv SÚRAO.
- 14) ŠIMŮNEK, P. (2003): Výběr lokality a staveniště HÚ RAO v ČR. MS SÚRAO. Praha.
- 15) WOLLER F. ET AL. (1996): Kritická rešerše archivovaných geologických informací. Úkol č. 59 91 0001. MS ÚJV. Řež.
- 16) WOLLER, F. (2006): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Zkrácená závěrečná zpráva. SÚRAO. Praha.
- 17) WOLLER, F. ET.AL. . (1997): Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO a VP v podmínkách ČR – aktualizace, závěrečná zpráva. MS archiv SÚRAO. Praha.
- 18) WOLLER, F. ET AL.(1995): Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO. Výzkumná zpráva. MS archiv SÚRAO Praha.
- 19) WOLLER, F., SLOVÁK, J. (2004): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Závěrečná zpráva. MS SÚRAO. Praha.
- 20) ŽÁČEK, M., PÁŠA, J. (2008): Řešení blokové stavby granitoidních masívů s využitím geochemických dat. Metodika. Závěrečná zpráva. MS SÚRAO. Praha.
- 21) ŽÁČEK M., PÁŠA J., VESELÝ M., KOPŘIVA A. (2006): Detailní geochemický výzkum. Závěrečná zpráva projektu „Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masív – 2. etapa“. Závěrečná zpráva. MS ČGS, SÚRAO. Praha.

