

**Projekt průzkumných
prací na hypotetické
lokalitě 2010**

**Závěrečná zpráva
J. Procházka et al.**

srpen 2010



Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010

**Závěrečná zpráva
J. Procházka et al.**

srpen 2010

Česká geologická služba

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 1 (celkem 182)

**OBSAH**

Abstrakt	10
Abstract	10
Základní údaje	10
1. Úvod	12
1.1. Technické zadání	12
1.2. Předcházející aktivity	13
1.3. Složení řešitelského týmu.....	16
1.4. Základní legislativní dokumenty a materiály IAEA.....	17
1.4.1. Průzkumné práce z pohledu relevantních českých zákonů a vyhlášek	17
1.4.2. Koncepce a usnesení vlády ČR	18
1.4.3. Stěžejní dokumenty IAEA	19
1.5. Současný stav dosud zkoumaných lokalit pro další etapu prací.....	22
1.6. Zahraniční zkušenosti a jejich aplikace	24
1.7. Přístupu k řešení	24
1.7.1. Projekt podle stávající legislativy.....	24
1.7.2. Projekt a Koncepce.....	25
1.8. Zabezpečení jakosti	25
1.9. Seznam zkratk	26
2. Obecná konstatování	29
2.1. Unifikovaná metodika	29
2.2. Unifikované vybavení.....	31
2.3. Souřadnicový systém a topografický podklad	32
2.3.1. Souřadnicový systém.....	33
2.3.2. Topografický podklad	33
2.4. Zásady a způsob číslování vzorků	34
2.4.1. Jednotný způsob číslování vrtů, dokumentačních bodů, chemických analýz a výsledků dalších testů s ohledem na GIS.....	34
2.4.2. Způsob aplikace.....	35
2.4.2.1. Číslování dokumentačních bodů a technických prací.....	35
2.4.2.2. Číslování vzorků	36
2.4.3. Zajištění bezproblémové kompatibility s GIS SÚRAO	38
2.4.4. Skladování vzorků a vrtných jader	38
3. Projekt první etapy prací	39
3.1. Geologické mapování, petrografie, mineralogie	39
3.1.1. Stručný popis principu metody	39
3.1.2. Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách.....	40
3.1.3. Způsob aplikace.....	41
3.1.4. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků	44
3.1.5. Časová náročnost.....	45
3.1.6. Finanční náročnost	46
3.2. Strukturní geologie	46
3.2.1. Stručný popis principu metody, potřebný HW a SW	46
3.2.2. Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách.....	46
3.2.3. Zdůvodnění použití metody v projektu – přínos	47

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 2 (celkem 182)



3.2.4.	Způsob aplikace.....	47
3.2.5.	Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků	49
3.2.6.	Nutná vazba na další metody	49
3.2.7.	Časová náročnost.....	50
3.2.8.	Finanční náročnost	50
3.3.	Povrchová geofyzika	50
3.3.1.	Rešeršní a reinterpretační geofyzikální práce	51
3.3.2.	Sít geofyzikálních profilů a bodů a metody pozemního geofyzikálního průzkumu	51
3.3.3.	Popis jednotlivých geofyzikálních metod	53
3.3.3.1.	Gravimetrie	53
3.3.3.2.	Dipólové odporové profilování.....	53
3.3.3.3.	Vertikální elektrické sondování	54
3.3.3.4.	Magnetometrie	54
3.3.3.5.	Metoda velmi dlouhých vln (VDV).....	55
3.3.3.6.	Komplexní seismický průzkum (KSP - reflexní a refrakční seismika)	55
3.3.3.7.	Komplexní odporové měření	56
3.3.3.8.	Elektromagnetické metody	56
3.3.3.9.	Radiometrie.....	57
3.3.4.	Časová náročnost úvodní etapy geofyzikálních prací	57
3.3.5.	Finanční náročnost úvodní etapy geofyzikálních prací.....	58
3.4.	Plošná geochemie	58
3.4.1.	Princip metody	58
3.4.2.	Zkušenosti s využitím v tuzemských podmínkách.....	59
3.4.3.	Zdůvodnění použití metody a její přínos.....	59
3.4.4.	Možné problémy při aplikaci metody	60
3.4.5.	Způsob aplikace.....	60
3.4.6.	Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků	62
3.4.7.	Vazba na další metody	62
3.4.8.	Časová náročnost.....	63
3.4.9.	Finanční náročnost	63
3.5.	Povrchová hydrogeologie a hydrochemie	63
3.5.1.	Hydrogeologické mapování s.l.....	63
3.5.1.1.	Princip metody	63
3.5.1.2.	Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků.....	64
3.5.1.3.	Zdůvodnění přínosu metody	66
3.5.1.4.	Vazba na další metody	66
3.5.1.5.	Časová náročnost	66
3.5.1.6.	Finanční náročnost	67
3.5.2.	Využití mělkých vrtů (do 100 m) pro HG a HCh studium.....	67
3.5.2.1.	Popis metody.....	67
3.5.2.2.	Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků.....	68
3.5.2.3.	Zdůvodnění přínosu metody	68
3.5.2.4.	Vazba na další metody	69
3.5.2.5.	Časová náročnost	69
3.5.2.6.	Finanční náročnost	69

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 3 (celkem 182)



3.5.3. Zřízení hydrologické a hydrogeologické monitorovací sítě a následně monitorovací práce.....	69
3.5.3.1. Popis metody.....	69
3.5.3.2. Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků.....	72
3.5.3.3. Zdůvodnění přínosu metody.....	73
3.5.3.4. Vazba na další metody.....	73
3.5.3.5. Časová náročnost.....	73
3.5.3.6. Finanční náročnost.....	74
3.6. Realizace kopných prací a mapovacích vrtů.....	74
3.6.1. Realizace kopných prací.....	74
3.6.1.1. Stručný popis principu metody.....	74
3.6.1.2. Zdůvodnění použití metody v projektu.....	74
3.6.1.3. Možné problémy při aplikaci metody.....	74
3.6.1.4. Způsob aplikace.....	75
3.6.1.5. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků.....	75
3.6.1.6. Nutná vazba na další metody.....	75
3.6.1.7. Objem prací a časová náročnost.....	75
3.6.1.8. Finanční náročnost.....	76
3.6.2. Mapovací vrty.....	76
3.6.2.1. Rozsah prací:.....	76
3.6.2.2. Stojní a technické vybavení.....	77
3.6.2.3. Konstrukce a technologie vrtání.....	77
3.6.2.4. Přípravné a likvidační práce.....	77
3.6.2.5. Zajištění prací.....	77
3.6.2.6. Hmotná dokumentace.....	77
3.6.2.7. Monitorovací vrty.....	78
3.6.2.8. Předpokládaný časový průběh.....	78
3.6.2.9. Finanční náročnost.....	78
3.7. Odběr a testy povrchových vzorků – rekapitulace.....	78
3.7.1. Petrofyzikální vzorky.....	79
3.7.2. Geotechnické vzorky z povrchu.....	79
3.8. První průběžné vyhodnocení výsledků.....	80
3.9. Druhé průběžné vyhodnocení.....	81
3.10. Realizace vrtů.....	81
3.10.1. Jádrové vrty do hloubky 100 m a 500 m.....	85
3.10.1.1. Zadávací podmínky a rozsah prací.....	85
3.10.1.2. Předpokládaný geologický profil vrtů a předpokládané obtíže při vrtání.....	86
3.10.1.3. Konstrukce vrtů.....	86
3.10.1.4. Požadavky na výplachovou kapalinu (vrtný výplach).....	86
3.10.1.5. Požadavky na izolaci horninových poloh.....	86
3.10.1.6. Použitá technika pro vrtné práce.....	87
3.10.1.7. Požadavky na přípravu pracoviště pro vrtné práce.....	87
3.10.1.8. Hmotná dokumentace.....	87
3.10.1.9. Předpokládaný časový průběh.....	87
3.10.1.10. Finanční náročnost.....	87
3.10.2. Realizace hlubokého vrtu.....	91
3.10.2.1. Zadávací podmínky a rozsah předpokládaných technických prací.....	91

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 4 (celkem 182)



3.10.2.2.	Předpokládané komplikace v průběhu vrtání.....	92
3.10.2.3.	Požadavky na přípravu pracoviště pro vrtné práce.....	92
3.10.2.4.	Konstrukce vrtu.....	92
3.10.2.5.	Výplachová kapalina – vrtný výplach.....	92
3.10.2.6.	Příprava a likvidace pracoviště a příjezdové cesty.....	93
3.10.2.7.	Rozsah dočasného záboru pozemku.....	93
3.10.2.8.	Přípravné práce na lokalitě.....	93
3.10.2.9.	Požadavky na nasazení vrtné soupravy a čerpacího agregátu.....	94
3.10.2.10.	Likvidační práce.....	95
3.10.2.11.	Hmotná dokumentace.....	95
3.10.2.12.	Předpokládaný časový průběh.....	95
3.10.2.13.	Finanční náročnost.....	95
3.11.	Testy ve vrtech.....	97
3.11.1.	Karotáž.....	97
3.11.1.1.	Zdůvodnění použití metody a její přínos.....	97
3.11.1.2.	Možné problémy při aplikaci metody.....	98
3.11.1.3.	Projektované metody.....	98
3.11.1.4.	Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách a v zahraničí 101	
3.11.1.5.	Způsob aplikace, projektovaný objem prací, časová náročnost.....	101
3.11.1.6.	Finanční náročnost.....	102
3.11.2.	Vrtní geofyzika.....	102
3.11.2.1.	Stručný popis metody a pracovních postupů.....	102
3.11.2.2.	Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách a v zahraničí 103	
3.11.2.3.	Vyhodnocení a forma prezentace výsledků, vazba na ostatní metody ..	103
3.11.2.4.	Časová náročnost.....	103
3.11.2.5.	Finanční náročnost.....	103
3.11.3.	Geotechnické testy ve vrtu.....	103
3.11.3.1.	Stručný popis metod a jejich přínosu, HW a SW.....	104
3.11.3.2.	Časová náročnost.....	107
3.11.3.3.	Finanční náročnost.....	107
3.11.4.	Hydrodynamické zkoušky v hlubokých vrtech, odběr vzorků podzemních vod 108	
3.11.4.1.	Hydrodynamické zkoušky.....	108
3.11.4.2.	Odběry vzorků podzemních vod.....	111
3.11.5.	Hydrogeologické testy v průběhu vrtání.....	115
3.12.	Analýzy vrtného jádra.....	116
3.12.1.	Petrografická a geochemická charakteristika.....	116
3.12.1.1.	Základní petrologická a geochemická charakteristika horniny.....	116
3.12.1.2.	Mineralogie puklin.....	117
3.12.2.	Plošná geochemie.....	118
3.12.3.	Petrofyzikální vlastnosti hornin.....	118
3.12.3.1.	Popis metod a jejich přínos.....	119
3.12.3.2.	Počty zkoumaných vzorků a jejich lokalizace.....	124
3.12.3.3.	Časová náročnost.....	125
3.12.3.4.	Finanční náročnost.....	125

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 5 (celkem 182)



3.12.4. Geomechanické vlastnosti hornin	125
3.12.4.1. Popis metod a jejich přínos	126
3.12.4.2. Časová náročnost	130
3.12.4.3. Finanční náročnost	130
3.12.5. Stanovení migračních parametrů hornin	131
3.12.5.1. Vyhodnocení sorpčních vlastností	132
3.12.5.2. Metoda vsádkových sorpčních experimentů	134
3.12.5.3. Stanovení pórovitosti metodou nasycení vodou	136
3.12.5.4. Vyhodnocení difúzních vlastností	139
3.12.5.5. Difúzní experimenty	141
3.12.5.6. Rekapitulace požadavků na vrtné jádro	143
3.13. Měřičské práce	143
3.13.1. Cíl prací	143
3.13.2. Specifikace prací	143
3.13.3. Rozsah prací	144
3.13.3.1. Přehled prací	144
3.13.3.2. Výstupy	144
3.13.3.3. Časový harmonogram prací	144
3.13.3.4. Odhad finanční náročnosti	145
3.14. Střety zájmů, náhrady škod	145
3.14.1. Cíl prací	145
3.14.2. Identifikace a aktualizace střetů zájmů	145
3.14.3. Identifikace vlastníků	146
3.14.4. Šíření informací	146
3.14.5. Pasportizace individuálních vodních zdrojů a stavu objektů	147
3.14.6. Řešení infrastrukturních střetů zájmů	147
3.14.7. Zajištění povolení vstupu na pozemky	147
3.14.8. Dokumentace průběhu prací	148
3.14.9. Náhrada škod na pozemcích	148
3.14.10. Výstupy	148
3.14.11. Časový harmonogram prací	149
3.14.12. Odhad finanční náročnosti	149
3.15. Sled a řízení prací	149
3.16. Závěrečné zpracování výsledků první etapy prací	150
4. Projekt druhé etapy prací	151
4.1. Výchozí pozice druhé etapy prací	151
4.2. Geologické mapování	152
4.2.1. Existující podklady	152
4.2.2. Práce na geologické mapě v druhé etapě	152
4.2.3. Časová náročnost	152
4.2.4. Finanční náročnost	153
4.3. Strukturní geologie	153
4.3.1. Práce strukturní geologie ve druhé etapě	153
4.4. Geofyzikální detaily	153
4.4.1. Navrhované geofyzikální práce	153
4.4.2. Rozsah geofyzikálních prací a jejich časová finanční náročnost v 2. etapě	153
4.5. Plošná geochemie - detaily	154

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 6 (celkem 182)



4.6.	Povrchová hydrogeologie a hydrochemie	155
4.6.1.	Zpřesnění hydrogeologické mapy s.l.	155
4.6.2.	Pokračování monitorovacích prací a optimalizace monitorovací sítě.....	155
4.6.3.	Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků	156
4.6.4.	Zdůvodnění přínosu metody.....	156
4.6.5.	Časová náročnost.....	156
4.6.6.	Finanční náročnost	157
4.7.	První průběžné vyhodnocení	157
4.8.	Druhé průběžné vyhodnocení	157
4.9.	Jádrové vrty do hloubky 500 m	158
4.9.1.	Způsob realizace.....	158
4.9.2.	Časový průběh prací.....	158
4.9.3.	Finanční náročnost	158
4.10.	Jádrový vrt do hloubky 1000 m.....	159
4.10.1.	Způsob realizace.....	159
4.10.2.	Časový průběh prací.....	159
4.10.3.	Finanční náročnost	159
4.11.	Testy ve vrtech.....	159
4.11.1.	Karotáž	159
4.11.1.1.	Způsob provádění, rozsah prací	159
4.11.1.2.	Časová a finanční náročnost	160
4.11.2.	Vrtní geofyzika.....	160
4.11.2.1.	Základní charakteristika metodiky.....	160
4.11.2.2.	Časová a finanční náročnost	161
4.11.3.	Geotechnické testy ve vrtu	161
4.11.3.1.	Základní charakteristika metody.....	161
4.11.3.2.	Časová a finanční náročnost	161
4.11.4.	Hydrodynamické zkoušky v hlubokých vrtech, odběr podzemních vod	162
4.11.4.1.	Stručný popis principu metody	162
4.11.4.2.	Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků	162
4.11.4.3.	Zdůvodnění použití metody v projektu – přínos.....	162
4.11.4.4.	Časová a finanční náročnost	162
4.11.5.	Hydrogeologické testy v průběhu vrtání	163
4.11.5.1.	Průběh testů a jejich vyhodnocení	163
4.11.5.2.	Časová a finanční náročnost	163
4.12.	Analýzy vrtného jádra	163
4.12.1.	Petrografická a geochemická charakteristika	163
4.12.1.1.	Základní petrografická a geochemická charakteristika hornin	163
4.12.1.2.	Mineralogie puklin.....	164
4.12.2.	Strukturní dokumentace vrtných jader	164
4.12.3.	Plošná geochemie	165
4.12.4.	Petrofyzikální vlastnosti hornin	165
4.12.4.1.	Náplň a rozsah prací.....	165
4.12.4.2.	Časová a finanční náročnost	166
4.12.5.	Geomechanické vlastnosti hornin	166
4.12.5.1.	Náplň prací.....	166
4.12.5.2.	Rozsah prací, časová a finanční náročnost.....	167

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 7 (celkem 182)



4.12.6.	Stanovení migračních parametrů hornin	167
4.12.7.	Rekapitulace požadavků na vrtné jádro.....	168
4.13.	Měřičské práce.....	169
4.13.1.	Specifikace prací	169
4.13.2.	Rozsah prací	169
4.13.3.	Odhad časové a finanční náročnosti.....	169
4.14.	Střety zájmů, náhrady škod	170
4.14.1.	Cíl prací	170
4.14.2.	Aktualizace střetů zájmů	170
4.14.3.	Identifikace vlastníků	170
4.14.4.	Šíření informací.....	171
4.14.5.	Pasportizace individuálních vodních zdrojů a stavu objektů	171
4.14.6.	Řešení infrastrukturních střetů zájmů	171
4.14.7.	Zajištění povolení vstupu na pozemky	171
4.14.8.	Dokumentace průběhu prací.....	171
4.14.9.	Náhrada škod na pozemcích.....	171
4.14.10.	Výstupy	171
4.14.11.	Odhad časové a finanční náročnosti.....	172
4.15.	Sled a řízení prací	172
4.16.	Závěrečné zpracování výsledků obou etap prací	172
5.	Seznam literatury	174

Přílohy:

Příloha č. 1: Časová náročnost prací (harmonogramy 1. a 2. etapy)

Příloha č. 2: Finanční náročnost prací (tabulky nákladů 1. a 2. etapy)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 8 (celkem 182)



Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010



Zhotovitel: **Česká geologická služba (ČGS) a její subdodavatelé**

Kód zakázky: SÚRAO: SML-000006
ČGS: 540 001

Název
zakázky: **Projekt prací na hypotetické lokalitě 2010**

Objednatel: **Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO)**
RNDr. Jiří Slovák – zmocněnec pro jednání technická

Odpovědný
řešitel
projektu: RNDr. Josef Procházka, CSc. (ČGS)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 9 (celkem 182)



Abstrakt

Tato zpráva je finálním výstupem zakázky „Projekt prací na hypotetické lokalitě 2010“, jehož objednatelem je Správa úložišť radioaktivních odpadů ČR a zhotovitelem pak Česká geologická služba (ČGS) a její subdodavatelé. Základním cílem zakázky je zpracování dokumentu, který bude sloužit jako část zadávací dokumentace pro výběrové řízení na průzkum jednotlivých perspektivních lokalit. Celková doba řešení projektu je stanovena na období únor 2010 až červen 2010.

Abstract

This report is the final output of the contract: “Project of Works on Hypothetical Locality 2010”. The employer of the project is the Radioactive Waste Repository Authority of the Czech Republic and the contractor of the project is the Czech Geological Survey (CGS) and its Co-operating partners. The main goal of the contract is document elaboration for future selection procedure of geological researches on selected localities for final disposal of high radioactive wastes in granitic rocks on the territory of the Czech Republic. Total time of the project is set to the period from February to June 2010.

Základní údaje

Název díla: Projekt prací na hypotetické lokalitě 2010. (**dále jen Projekt**)

Objednatel: Správa úložišť radioaktivních odpadů, Dlážděná 6/1004, 110 00 Praha 1

Zhotovitel: Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21, Praha 1

Smlouva o dílo mezi objednatelem a zhotovitelem uzavřena dne: 2.2.2010

Odpovědný řešitel: RNDr. Josef Procházka, CSc. (ČGS)

Doba plnění díla: 2.2.2010 – 31.8.2010

Vymezení zájmového území: není zadáním stanoveno, obecně granitické a metamorfované horniny Českého masivu.

Základní cíl, rámec a náplň prací

Cílem zakázky je zpracování dokumentu, který bude sloužit jako část zadávací dokumentace pro výběrové řízení na průzkum jednotlivých lokalit. **Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010** musí být zpracován tak, aby jeho aplikace na konkrétní lokality přinesla výsledky, které umožní vypracování závěrečné zprávy, na jejímž základě bude možné:

zpracovat studii proveditelnosti a zadávací dokumentaci pro HÚ na lokalitě

zpracovat úvodní bezpečnostní rozbor uvažovaného HÚ na dané lokalitě,

stanovit chráněné území pro zvláštní zásah ho zemské kúry podle § 16, 34 a dalších zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství v planém znění.

K naplnění tohoto cíle budou provedeny veškeré práce, požadované objednatelem v Technickém zadání. Tyto práce uskuteční komplexní tým odborníků, svým zaměřením,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 10 (celkem 182)



Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010



zkušenostmi v požadovaných oborech i výsledky svých předchozích výzkumných činností naplňující požadované odborné spektrum. V převážné většině budou realizační tým tvořit pracovníci ČGS, v několika případech pak bude nutno do týmu formou subdodávek přijmout pracovníky jiných organizací.

Předpokládají se pouze práce kamerálního typu (úvodní studia, rešerše, sestavení příslušných kapitol cílového projektu, projekční práce, ekonomické rozvahy, administrativně – technické práce apod.). Realizace nových terénních či laboratorních prací se nepředpokládá.

Stručná specifikace provedených prací:

Smlouva o dílo mezi objednatelem (SÚRAO) a zhotovitelem (Česká geologická služba a její subdodavatelé) byla uzavřena k 2.2.2010.

V časovém období únor – březen 2010 (1. etapa řešení) byly uskutečněny potřebné práce spojené se zahájením projektu, byla zpracována základní struktura členění Projektu, prostudována doporučená literatura a shromážděny a jednotně formulovány příslušné dílčí kapitoly. V závěru tohoto časového období byla sestavena a ke KD-1 předložena Průběžná technická zpráva, shrnující průběh a dosavadní výsledky prací na Projektu. Tato zpráva byla na KD-1 dne 31.3.2010 objednatelem přijata.

Ve 2. etapě řešení (duben – květen 2010) byly dílčí kapitoly z 1. etapy syntetizovány do jednotné formy, proběhly další pracovní schůzky a konzultace s členy řešitelského týmu i s objednatelem, byly sestaveny jednotné tabulky finančních nákladů a požadovaný harmonogram Projektu. Byla sestavena a v požadovaném termínu (do 31.5.2010) objednateli předložena tato Závěrečná zpráva. Dle přijatého Dodatku č. 1 Projektu bude do 31.8.2010 objednateli předložena její anglická verze.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 11 (celkem 182)



1. Úvod

1.1. Technické zadání

Cílem prací je vytvoření dokumentu, který bude sloužit jako část zadávací dokumentace pro výběrové řízení na průzkum jednotlivých lokalit. **Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010** musí být zpracován tak, aby jeho aplikace na konkrétní lokality přinesla výsledky, které umožní vypracování závěrečné zprávy, na jejímž základě bude možné:

- zpracovat studii proveditelnosti a zadávací dokumentaci pro HÚ na lokalitě
- zpracovat úvodní bezpečnostní rozbor uvažovaného HÚ na dané lokalitě,
- stanovit chráněné území pro zvláštní zásah ho zemské kůry podle § 16, 34 a dalších zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství v platném znění.

Aktualizace dokumentu, který byl pod názvem „Výzkum homogenity vybraných granitoidních masívů, projekt prací na hypotetické lokalitě“ (Skopový a kol. 1999) je nezbytná zejména s ohledem na následující skutečnosti:

- pokrok, který byl zaznamenán v rozvoji geovědních disciplin obecně,
- pokrok, který byl učiněn v českém programu vývoje HÚ a ve vyhledávání lokality,
- zkušenosti získané pokročilejšími zahraničními programy,
- nové dokumenty mezinárodních institucí a organizací se vztahem k sitingu,
- nové legislativní předpisy ČR, přijetí Koncepce nakládání s radioaktivními odpady.

Pro náplň a strukturu předkládaného dokumentu jsou zásadní následující konstatování, která jsou uvedena v technickém zadání:

Předmětem projektu budou geologicko-průzkumné práce v širším smyslu tohoto slova, prováděné v předpokládaném hostitelském prostředí granitoidních, případně metamorfovaných hornin. Objednatel požaduje, aby na rozdíl od původního dokumentu z roku 1999 nebylo ve zpracovávaném dokumentu projektováno zjišťování stavu složek životního prostředí a zdravotního stavu obyvatelstva.

Projekt prací na hypotetické lokalitě 2010 dále nebude řešit problematiku studie proveditelnosti a propojení povrchového a podzemního areálu.

Projekt prací na hypotetické lokalitě 2010 bude věcně zahrnovat úsek vyhledávání lokality od ukončení prací sdružení *GeoBariéra*® (Skořepa 2005) až po první milník v Koncepci nakládání s radioaktivními odpady, kterým je: „Nalezení lokalit s nejlepšími geologickými podmínkami v souladu se zachováním předpokládaného rozvoje zájmové oblasti. Po vyhodnocení příslušných výsledků zařadit do územních plánů dvě (hlavní a záložní) pro hlubinné úložiště“. Podle v současnosti platné verze Koncepce (MPO 2002) má být tohoto cíle dosaženo do roku 2015.

Při zpracovávání projektu budou v maximální míře využity relevantní podklady z archivu SÚRAO. Některé stěžejní podklady, jejichž využití se požaduje, jsou uvedeny v závěru tohoto dokumentu.

Dále budou v maximální míře zohledněny a aplikovány zkušenosti získané ČGS na testovací lokalitě, které jasně dokládají, že vhodnost lokality pro umístění HÚ není možné posoudit bez

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 12 (celkem 182)



znalosti horninového prostředí na hloubkové úrovni budoucího úložiště a pod ní. V praxi to tedy znamená, že hluboké vrty musí být realizovány v raném stadiu prací bezprostředně po první fázi prací na účelové geologické mapě, po povrchové geofyzice, plošné geochemické prospekci a po strukturním výzkumu na výchozech. Výsledky těchto metod budou kromě charakterizace lokality důležitými podklady pro optimální lokalizaci vrtů.

V technickém zadání se dále uvádí:

Základní měřítko mapových podkladů předpokládaných výstupů je 1 : 10 000. V případě, že to bude účelné, bude z tohoto základního měřítka odvozeno měřítko pro detail 1 : 5 000 a měřítko pro přehlednou mapu 1 : 25 000. Objednatel nepředpokládá jiná měřítka mapových příloh.

Rozloha hypotetické lokality pro účely zpracování projektu (rozloha průzkumného území) činí 25 km². Tato plocha je směrodatná pro výpočet množství různých typů geologických prací.

1.2. Předcházející aktivity

Práce, které se zabývaly sortimentem a objemem geologických prací nutných k dostatečně podrobnému popisu lokality s cílem posoudit její vhodnost pro umístění hlubinného úložiště vysoce aktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva (HÚ VAO a VJP), začaly vznikat už v raném stadiu programu vývoje hlubinného úložiště. V období před platností tzv. Atomového zákona a tedy před vznikem Správy úložišť radioaktivních odpadů byly tyto a další aktivity řízeny tzv. Radou šesti subjektů a koordinovány Ústavem jaderného výzkumu Řež, a.s. (ÚJV).

V roce 1995 byl na základě smlouvy o dílo uzavřené mezi MPO a ÚJV zpracován „Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO“ (Woller a kol. 1995). Cílem tohoto projektu bylo: „definovat koncepci geologických (v nejširším slova smyslu) prací, jejich sortiment, odhad jejich objemu a časové návaznosti tak, aby po jejich realizaci bylo možno na základě získaných výsledků označit lokality pro vybudování hlubinného úložiště“.

V úvodu citovaného projektu je konstatováno, že obecný projekt geologických aktivit představuje zcela otevřený dokument, který bude ve všech svých částech doplňován a upřesňován s ohledem na postup prací a s ohledem jak na rozvoj znalostí, postupů a metod v geologických disciplínách obecně, tak v problematice hlubinných úložišť u nás i v zahraničí zvlášť.

Obecný projekt byl zpracován širokým kolektivem autorů z výzkumných institucí i průzkumných organizací. Na jeho zpracování se podíleli specialisté ČGS, Akademie věd ČR, PřF UK, ÚJV, SG Geotechniky a.s. a Geoniky s.r.o.

V projektu byla definována základní terminologie lokalit, která je jen s malými změnami užívána i v současnosti.

Projekt byl schválen na 54. zasedání Komise pro průzkum a dobývání vyhrazených nerostů při Radě surovinové politiky tehdejšího Ministerstva hospodářství dne 20. 10. 1995.

Dva roky po schválení Obecného projektu (Woller a kol. 1995) byl zpracován „Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO a VP v podmínkách ČR – aktualizace“ (Woller a kol. 1997).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 13 (celkem 182)



V předmluvě k této aktualizované verzi je konstatováno:

V září roku 1997, tedy prakticky dva roky po schválení původní verze, je předkládaná první aktualizovaná verze. S aktualizací počítal už původní projekt a je třeba s ní počítat v periodických intervalech i nadále, pokud chceme, aby si předkládaný materiál zachoval svoji obecnou platnost po celou dobu, po kterou budou pokračovat geologické práce na vývoji hlubinného úložiště vysoce aktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva.

Doba, která uplynula od schválení původní verze projektu, může být charakterizována z pohledu celosvětového trendu jako období, ve kterém řada zemí Evropy, severní Ameriky i Asie usilovně pracuje na problematice hlubinného úložiště. Na tyto aktivity vynakládá každá z technicky vyspělých zemí prostředky na úrovni vyšších desítek až stovek milionů dolarů ročně.

Z pohledu České republiky je pak toto období možno charakterizovat jako období, ve kterém intenzivně pokračovaly práce i na „negeologických“ aktivitách a geologie jimi byla silně ovlivňována. Tým pracovníků zabývajících se problematikou HÚ velmi usilovně získával nové informace a navazoval mezinárodní kontakty a formy spolupráce. Zároveň byla v tomto období prezentována na mezinárodním fóru řada informací o postupu prací v ČR.

Samozřejmě byly získány i konkrétní výsledky geologických aktivit na území ČR. Je třeba uvést především dokončení kritické rešerše archivovaných geologických informací, jejíž výsledky jednak ukázaly, s jakými využitelnými informacemi je možno počítat při projektování dalších prací, jednak umožnily selekci oblastí a v jejich rámci vymezení perspektivních lokalit jako základních polygonů pro další etapu prací. Rovněž práce, které proběhly na testovací lokalitě melechovský masiv a směřují k jeho popisu a následně k zahájení aplikovaného výzkumu a testovacích prací jsou jednoznačným pozitivem, i když na jejich realizaci jsou zatím vynakládány jen velmi omezené finanční prostředky.

Období, které uplynulo od schválení původní verze projektu, je rovněž obdobím, ve kterém byl dán popisovaným aktivitám velmi potřebný legislativní rámec.

Předložená aktualizovaná verze obecného projektu v sobě měla zapracovány veškeré nové informace, které široký tým odborníků získal za poslední období. Tyto informace na jedné straně umožnily, aby předložená verze projektu byla v řadě aspektů daleko konkrétnější než verze předešlá, na druhé straně však zároveň vyvolávaly celou řadu otázek a nastínily řadu problémů, které budou muset být vyřešeny proto, aby aktivity směřující k výběru optimální lokality pro situování hlubinného úložiště byly realizovány v celé potřebné šíři a s požadovanou maximální úrovní použitých metod a postupů.

Aktualizovaná verze projektu byla zpracována širokým týmem odborníků, který se svým složením jen málo lišil od týmu, který zpracovával první verzi obecného projektu.

Zpracování projektu bylo objednáno a financováno Ministerstvem životního prostředí.

Dosud posledním zpracovaným dokumentem z řady obecných projektů je „Výzkum homogenity vybraných granitoidních masívů. Projekt prací na hypotetické lokalitě“ (Skopový a kol. 1999), jehož objednatelem byla Správa úložišť radioaktivních odpadů. Podle zadávací dokumentace pro výběrové řízení bylo náplní prací popisovaného výstupu: „vypracovat univerzální projekt (bez vazby na konkrétní lokalitu) geologicko-průzkumných prací pro vyhledání kandidátních lokalit v perspektivní oblasti granitoidních plutonů Českého masívu se stanovením kritické cesty a jejich kritických uzlů (napříč všech geovědních disciplín)“.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 14 (celkem 182)



Stejně jako dřívější dokumenty, byl i projekt prací na hypotetické lokalitě zpracován širokým okruhem specialistů z ČGS, ÚJV, PřF UK, SG Geotechniky a.s., GP Ostrava a.s., Geoniky s.r.o., družstva Geomin a dalších.

Geologicky je zde hypotetická lokalita definována jako granitoidní těleso s neznámou strukturou, neznámým hloubkovým dosahem granitoidů, s možným výskytem ker cizorodých hornin, málo známým průběhem zón rozpukání, málo známým průběhem zlomů a se zachyceným kontaktem s metamorfovanými horninami obalové série.

Ostatní vlastnosti hypotetické lokality byly stanoveny jako průměr z osmi navržených studijních lokalit. Jejich rozloha kolísá mezi 15,9 - 56,4 km², průměrná plocha je 36 km². Proto byla pro účely projektování stanovena hypotetická lokalita jako polygon o ploše 40 km². Z výše uvedené rešerše vyplývají i další možné, více či méně důležité charakteristiky:

- zalesnění území cca 60%,
- nadmořské výšky na lokalitě kolísají v rozmezí 510 - 690 m n. m., průměrná nadmořská výška lokality je 600 m n.m.,
- maximální převýšení na lokalitě je 180 m,
- na ploše lokality se nachází 5 obcí,
- lokalitou nevedou dálnice, silnice I. třídy a železnice.

Pro optimalizaci metodického souboru geologických prací na vybraných lokalitách byl v letech (1992-97 a 2004-2006) uskutečněn komplex geologických prací na tzv. testovací lokalitě Melechov, který v podmínkách granitického masivu ověřil soubor geologických metod (s.l.), zahrnující jejich úplný metodický komplex od negeologických aspektů přes letecké a pozemní metody až k vrtným a souvisejícím pracím. Tyto práce se (společně s poznatky dalších našich i zahraničních projektů) staly jedním z hlavních výchozích podkladů pro metodickou skladbu zde navrhovaného projektu.

Na lokalitě se podle analogie s testovací lokalitou Melechovský masiv předpokládalo (mimo intravilány obcí) na 1 km² 460 parcel s 87 vlastníky, se kterými (nebo jejich velkou částí) bude nutno jednat o povolení vstupů na pozemky.

Práce popisované v projektu byly členěny do tří na sebe navazujících etap:

- **předrealizační etapa** bez zásahu do pozemků (střety zájmů, letecká geofyzika, tvorba GIS a další),
- **rekognoskační etapa** (geologické mapování, povrchová geofyzika, geochemie, hydrogeologie a další),
- **realizační etapa** (technické, zejména vrtné práce včetně hlubokých vrtů, karotáž, hydraulické testy, analýzy vrtných jader apod.).

Část prací, tzv. předrealizační etapy byla uskutečněna na šesti lokalitách v granitoidních terénech (Skořepa a kol. 2005).

Nejnovější práce „Definování postupů a nástrojů terénního geologického výzkumu pole vzdálených interakcí (Klomínský, J. 2009), není napsána jako projekt prací, což nebylo jejím cílem, a není orientovaná na vyhledání lokality, ale na výzkum pole vzdálených interakcí. Obsahuje však řadu doporučení, poznámek, připomínek a námětů, které mohou být použity při výběru a charakterizaci lokalit. Největší význam této práce, ve které je shromážděno množství informací z tuzemska a zejména ze zahraničí, je potřeba spatřovat v oblasti

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 15 (celkem 182)



metodiky, zejména pak v oblasti informací o nejmodernějších, v tuzemsku často jen zřídka používaných metod. První a dosud jediný soupis geovědních metod s jejich stručnou charakteristikou byl zpracován Rudajevem a kol. (1994) a v současnosti je poněkud zastaralý.

1.3. Složení řešitelského týmu

V následujícím přehledu jsou uváděni jednotliví řešitelé v abecedním pořádku a bez akademických titulů:

Řešitel	organizace	okruh činnosti
Bláha Vladimír	ČGS Praha	kopné práce, hydrogeologické testy
Bárta Jaroslav	G Impuls s.r.o. Praha	povrchová geofyzika, vrtní geofyzika 3D modely
Breiter Karel	ČGS Praha	petrologie
Cilc Zdeněk	ČGS Praha	rozpočet
Hanák Jaromír	ČGS Brno	fyzikální vlastnosti hornin
Hanžl Pavel	ČGS Brno	geologické mapování, dokumentace technických prací, 3D modely
Havlová Václava	ÚJV Řež, a.s.	migrace radionuklidů
Hemza Petr	GreenGas DPB Paskov	vrtné práce, asistence při hg. testech
Holeček Jan	ČGS Praha	hydrochemie, 3D modely
Karous Miloš	Geonika s.r.o. Praha	povrchová geofyzika, vrtní geofyzika 3D modely
Koníček Petr, Souček Kamil, Staš Lubomír, Martinec Petr, Ščuka Jiří	Ústav geoniky AV ČR, Ostrava	geomechanika
Lexa Ondřej	ČGS Praha	strukturní geologie, syntéza strukturně geologických a geotechnických prací, 3D modely
Lukeš Jiří	Aquatest a.s. Praha	karotáž, 3D modely
Prager Jindřich Škola Břetislav	GreenGas DPB a.s. Paskov	vrtné práce, asistence při hg. testech
Pačes Tomáš	ČGS Praha	syntéza hydrogeologických a hydrochemických prací
Procházka Josef	ČGS Praha	manažer projektu
Rukavičková Lenka	ČGS Praha	hydrogeologie, hg. testy, 3D modely
Sedlák Jiří	Miligal s.r.o. Brno	gravimetrie, 3D modely
Seifert Antonín	ČGS Praha	zajištění jakosti

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 16 (celkem 182)



Šourek Jiří	Geomin družstvo Jihlava	střety zájmů a náhrady škod, geodetické práce
Vejrová Libuše	ČGS Praha	GIS, 3D modely
Veselovský František	ČGS Praha	mineralogie
Woller František		syntéza podkladů, konzultace
Zoulková Věra	ČGS Praha	chemické analýzy hornin a vod
Žáček Miroslav	Geomin družstvo Jihlava	plošná geochemie

1.4. Základní legislativní dokumenty a materiály IAEA

1.4.1. Průzkumné práce z pohledu relevantních českých zákonů a vyhlášek

Pro realizaci průzkumných prací na lokalitě pro hlubinné úložiště jsou zcela zásadní ustanovení následujících zákonů a na ně navazujících vyhlášek:

- Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích v platném znění,
- Zákon 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) v platném znění.

Vzhledem k tomu, že cílem prací je nalezení lokality pro hlubinné úložiště, je třeba při pracích postupovat s ohledem na ustanovení zákona č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) v platném znění a na něj navazujících vyhlášek.

Průzkumné práce budou kromě výše uvedených ovlivňovány řadou ustanovení dalších zákonů, která se promítnou převážně do problematiky řešení střetů zájmů.

Geologický a horní zákon tvoří základní legislativní rámec projektovaných geologicko-průzkumných prací:

- průzkum pro hlubinné úložiště je zvláštní zásah do zemské kůry (§ 34 zák. č. 44/1988 Sb.),
- průzkumné práce lze provádět pouze na průzkumném území (§ 4 odst. 7 zák. č. 62/1988),
- na zvláštní zásahy do zemské kůry včetně vyhledávání a průzkumu prováděného pro tyto účely se vztahují přiměřeně ustanovení § 11, 16, 17, 18, 23, 32, 33 a § 36 až 39.

Z tohoto výčtu má největší význam § 17 (stanovení chráněného ložiskového území) zejména proto, že podle odst. 5 tohoto paragrafu se **chráněné ložiskové území vyznačí v územně plánovací dokumentaci**.

Zásadní problém je možno spatřovat v tom, jak přiměřeně uplatnit pro stanovení chráněného území zvláštní zásah do zemské kůry ustanovení § 17 (stanovení chráněného ložiskového území), které v odst. 2. říká:

Řízení o stanovení chráněného ložiskového území se zahájí na návrh organizace nebo z

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 17 (celkem 182)



podnětu orgánu státní správy. Návrh se doloží osvědčením o výhradním ložisku a návrhem hranic chráněného ložiskového území.

K tomu uvádí § 6 (Výhradní ložisko) citovaného zákona následující:

(1) Zjistí-li se vyhrazený nerost v množství a jakosti, které umožňují důvodně očekávat jeho nahromadění, vydá Ministerstvo životního prostředí osvědčení o výhradním ložisku.

(2) Osvědčení o výhradním ložisku zašle Ministerstvo životního prostředí Ministerstvu průmyslu a obchodu, krajskému úřadu, obvodnímu báňskému úřadu, orgánu územního plánování, stavebnímu úřadu a organizaci, pro niž bylo provedeno vyhledávání nebo průzkum výhradního ložiska.

Absenci § 6 v seznamu paragrafů, jejichž ustanovení se přiměřeně vztahují na zvláštní zásahy do zemské kůry a nejasnost čím nahradit výpočet zásob a podmínky využitelnosti, které jsou k vydání osvědčení požadované, je třeba vyřešit v období **před zahájením průzkumných prací**, protože jen tak lze zabezpečit, že práce přinesou všechny informace, které budou po jejich dokončení požadované pro vydání příslušných dokumentů.

Při zpracování projektu i v dalším průběhu prací bude postupována podle ustanovení následujících vyhlášek:

- vyhláška č. 435/1992 Sb., o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem,
- vyhláška č. 15/1995 Sb., o oprávnění k hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, jakož i k projektování objektů a zařízení, které jsou součástí těchto činností,
- vyhláška č. 282/2001 Sb., o evidenci geologických prací,
- vyhláška č. 368/2004 Sb., o geologické dokumentaci,
- vyhláška č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek.

1.4.2. Koncepce a usnesení vlády ČR

„Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR“ (MPO 2002) byla schválena usnesením vlády č. 487 dne 15. 5. 2002. Zcela základní pro předkládaný projekt i pro další aktivity spojené s vyhledáváním a průzkumem lokalit pro hlubinné úložiště je následující, v koncepci formulovaný cíl: „Nalezení lokalit s nejlepšími geologickými podmínkami v souladu se zachováním předpokládaného rozvoje zájmové oblasti. Po vyhodnocení příslušných výsledků zařadit do územních plánů dvě (hlavní a záložní) lokality pro hlubinné úložiště“. Podle v současnosti platné verze Koncepce má být tohoto cíle dosaženo do roku 2015.

Dalším z dokumentů, které významně ovlivnily průběh prací na vyhledávání a průzkumu lokalit pro hlubinné úložiště, je usnesení vlády České republiky ze dne 2. června 2004 č. 550 k Výroční zprávě o činnosti Správy úložišť radioaktivních odpadů v roce 2003. Níže je toto usnesení citováno v plném znění:

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 18 (celkem 182)



V l á d a

I. schvaluje

1. v souladu s § 30 odst. 1 písm. c) a d) zákona č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, Výroční zprávu o činnosti Správy úložišť radioaktivních odpadů za rok 2003, obsaženou v části III materiálu č.j. 695/04,
2. změnu závazných ukazatelů rozpočtu Správy úložišť radioaktivních odpadů na rok 2004 uvedenou v příloze tohoto usnesení;

II. bere na vědomí pozastavení geologických prací v šesti zkoumaných lokalitách z hlediska umístění hlubinného úložiště do roku 2009;

III. ukládá ministru průmyslu a obchodu zajistit:

1. dokončení rozpracovaných geologických výzkumných prací a měření v šesti zkoumaných lokalitách z hlediska umístění hlubinného úložiště do konce roku 2004 v rozsahu podle schváleného projektu tak, aby již vložené prostředky byly efektivně využity,
2. promítnutí pozastavení geologických prací podle bodu II tohoto usnesení do „Plánu činnosti a rozpočtu Správy úložišť radioaktivních odpadů na rok 2005, tříletého plánu a dlouhodobého plánu“.

Provede: ministr průmyslu a obchodu.

Toto usnesení umožnilo dokončit práce rozpracované sdružením *GeoBariéra*® a následně pozastavilo práce prakticky do současnosti.

Skladbu skupiny lokalit, na nichž lze předpokládat realizaci prací popisovaných v tomto projektu prací významně ovlivnilo rovněž Usnesení vlády České republiky ze dne 20. 10. 2008 č. 1315, ve které se říká:

Vláda

I. schvaluje

1. závazné ukazatele rozpočtu Správy úložišť radioaktivních odpadů na rok 2009 uvedené v příloze tohoto usnesení,
2. plán činnosti Správy úložišť radioaktivních odpadů na rok 2009, tříletý plán a dlouhodobý plán uvedený v části III materiálu č.j. 1472/08;

II. ukládá

1. ministru průmyslu a obchodu zajistit, aby Správa úložišť radioaktivních odpadů provedla geologický průzkum z hlediska umístitelnosti hlubinného úložiště v lokalitách vojenských újezdů,
2. ministryni obrany aktivně spolupracovat s ministrem průmyslu a obchodu a předsedou Správy úložišť radioaktivních odpadů při realizaci bodu II/1 tohoto usnesení.

Provedou:

ministryně obrany,
ministr průmyslu a obchodu

1.4.3. Stěžejní dokumenty IAEA

Požadavky a doporučení International Atomic Energy Agency (IAEA), které mají význam pro charakterizaci lokality pro hlubinné úložiště, je možno najít v řadě dokumentů. Přes toto konstatování existují tři dokumenty, které mají v hierarchii dokumentů IAEA různé postavení, a které jsou pro projektované práce zásadní.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 19 (celkem 182)



První z těchto dokumentů (IAEA 2006) je „safety requirement“. Uvádí požadavky, které musí být splněny pro zajištění ochrany obyvatelstva a životního prostředí. Požadavky jsou členěny podle tří period vývoje úložiště na:

- perioda předprovozní (koncepce, výběr lokality, projektování, schvalování, výstavba),
- perioda provozní (od zavezení prvních odpadů do uzavření úložiště),
- perioda poprovozní (začíná uzavřením všech přístupových cest do úložiště).

Nejvíce požadavků se pochopitelně vztahuje na provozní periodu.

Pro charakterizaci lokality, která je částí předprovozní periody, je zdůrazněno, že lokalita musí být popsána s podrobností dostatečnou jak pro poznání charakteristiky lokality, včetně minulého vývoje a pravděpodobného vývoje do budoucnosti po celou dobu, která je z bezpečnostního hlediska nutná, tak pro pochopení dopadu na bezpečnost lokality i provozní části úložiště.

Zdůrazňována je potřeba demonstrovat dostatečnou geologickou stabilitu a její příspěvek k bezpečnosti, rozpukanost, seismicitu, vulkanismus, konfiguraci a objem horniny vhodné pro umístění úložiště a další.

Další podstatný dokument (IAEA 1994) je z řady „safety guides“, které obecně přinášejí návod, jak vyhovět požadavkům „safety requirement“. Dokument charakterizuje jednotlivé etapy procesu vyhledání lokality (etapa koncepční a plánovací, etapa identifikace vhodných lokalit, etapa charakterizace lokalit a etapa potvrzení vhodnosti lokality).

V průběhu **etapy koncepční a plánovací** (conceptual and planning stage) jsou identifikovány významné faktory vyhledávání lokality, je definováno potenciální horninové prostředí a vymezeny možné oblasti vyhledávání lokality. V této etapě je rovněž definován cíl dalších prací a jejich program. Je připraven plán prací včetně harmonogramu a odhadu finančních nákladů.

Etapa identifikace vhodných lokalit (area survey stage) se skládá z analýzy území (regional mapping phase), jejímž cílem je definování zájmových regionů na základě dostupných dat (dřívější geologické práce, historická seismická data apod.) a z vymezení potenciálních území pro další hodnocení (potential site screening phase) během něhož jsou v zájmových regionech s respektováním základních střetů zájmů vytipovaná vhodná území.

Etapa charakterizace lokalit (site characterization stage) zahrnuje práce na jedné nebo několika potencionálních lokalitách s cílem doložit jejich vhodnost z různých hledisek, zejména z bezpečnostního hlediska. Cílem této etapy je získání site specific informací, ze kterých je možno sestavit charakteristiku a stanovit rozptyl parametrů lokality s ohledem na zamýšlené vybudování úložiště. Průzkumnými a výzkumnými pracemi jsou zjišťovány geologické, hydrogeologické a environmentální podmínky na lokalitě.

Cílem **etapy potvrzení vhodnosti lokality** (site confirmation stage) je realizace detailních prací s cílem potvrdit vhodnost preferované lokality, přinést informace potřebné pro detailní projektování, bezpečnostní analýzu, posouzení dopadu na životní prostředí apod.

Poslední dokument, který je účelné zmínit, je technická zpráva (IAEA 2003). Je uváděn zejména proto, že velmi kondenzovanou formou prezentuje požadované vlastnosti vhodného

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 20 (celkem 182)



horninového prostředí a tím vlastně určuje náplň aktivit, jejichž cílem je vybrat vhodnou lokalitu.

Přírodní bariéra (horninové prostředí) přispívá k bezpečnosti hlubinného úložiště třemi hlavními způsoby (IAEA 2003):

- zajišťuje fyzickou izolaci odpadů od přívrchového prostředí a potenciálních destruktivních procesů, které v něm probíhají,
- udržuje geochemické, hydrogeologické a geomechanické vlastnosti prostředí příznivé pro plnění a zachování funkce inženýrských bariér,
- působí jako bariéra omezující přístup vody k odpadům a migraci mobilizovaných radionuklidů.

K tomu, aby přírodní bariéra splnila výše uvedené požadavky, jsou u ní žádoucí následující charakteristiky:

- absence nebo jen velmi malá pravděpodobnost výskytu tektonických a exogenních procesů, které mohou v hornině vyvolat významné zněny v čase stovek tisíc let (např. vrásnění, vulkanická aktivita, výzdvih, eroze),
- malá citlivost horninového prostředí a podzemní vody k velkým klimatickým změnám a doprovodným jevům, které mohou nastat v případě překrytí úložiště ledem, vodou nebo permafrostem,
- geotechnická stabilita horninového prostředí, charakterizovaná stabilním napěťovým polem, která umožní vyrubání dostatečně rozsáhlých podzemních prostor, do kterých bude možno umístit potřebné komory a tunely v hloubce několika stovek metrů
- nízký hydraulický gradient na rozsáhlém území, nízké průtočné množství a nízká hydraulická vodivost hostitelského prostředí i okolních formací; takový systém musí vykazovat velmi vysoké stáří podzemní vody na hloubkové úrovni budoucího úložiště,
- chemické prostředí, které je (v případě že úložiště je situováno v saturované zóně) charakterizováno rovnováhou mezi podzemní vodou a horninotvornými minerály a které má redukční charakter.

Porovnáme-li dokument IAEA (1994), resp. členění a náplň jednotlivých etap s obsahem § 3, odst. 2 vyhlášky č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek (viz kap. 1.7.1) zjistíme, že členění postupu prací směřujících k ověření a potvrzení vhodné lokality je v obou dokumentech odlišné v případě zvláštních zásahů do zemské kůry. **Domníváme se, že není účelné diskutovat rozdíly mezi vyhláškou a doporučením IAEA. Podle našeho názoru je důležité konstatovat, že dosud probíhá proces výběru lokality pro hlubinné úložiště tak, že plní veškerá doporučení dokumentu IAEA (1994).**

Do etapy koncepční o plánovací spadá řada koncepčních dokumentů, které byly z části vypracovány ještě před rokem 1997. Výlučně geologický charakter pak mají obecný projekt a jeho aktualizace (Woller 1995, 1997). I když ne časově, věcně je pak možné do této etapy zařadit i rozsáhlé a významné aktivity ČGS realizované na testovací lokalitě melechovský masiv (Procházka 2006).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 21 (celkem 182)



Do etapy identifikace vhodných lokalit patří svým obsahem zejména rozsáhlá práce ČGS, která se zabývá výběrem vhodných lokalit (Kříž 1991), dále pak kritická rešerše archivovaných geologických informací (Woller 1996) a práce Šimůnka (2003) opakovaně hodnotící celé území ČR.

Po těchto pracích následovaly práce sdružení *GeoBariéra*® (Skořepa 2005). Tyto aktivity leží podle našeho mínění na rozhraní etapy identifikace vhodných lokalit (představují její samotný závěr) a etapy charakterizace lokalit (představují její začátek). Aktivity s touto náplní jsou někdy ve skandinávských programech označovány jako „preliminary site investigation“.

Práce projektované v předkládaném dokumentu jsou typickými pracemi etapy charakterizace lokalit.

Etapu potvrzení vhodnosti lokality budou představovat práce, které proběhnou na jedné ze dvou lokalit, které budou zařazeny do územního plánu (MPO 2002).

Z uvedeného, maximálně stručného přehledu je evidentní, že projektované geologické aktivity a i kroky, které je předcházely, jsou v souladu s požadavky a doporučeními IAEA.

1.5. Současný stav dosud zkoumaných lokalit pro další etapu prací

V letech 2003 – 2005 realizovalo sdružení *GeoBariéra*® zakázku SÚRAO „Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště“ (Skořepa a kol. 2005). Předmětem úkolu byly práce geologického výzkumu na 6 lokalitách situovaných v granitoidních tělesech. Ve smyslu dokumentu IAEA (1994) se jednalo o počáteční stadium etapy charakterizace lokalit (site characterization stage). Předmětem realizovaných prací bylo zejména:

- návrh založení a struktury, vybudování a provoz geografického informačního systému na bázi software společnosti ESRI;
- zajištění a provedení geologických prací pro ověření homogenity horninových masivů zkoumaných lokalit, které sestávalo z
 - aktualizace existujících geologických informací a střetů zájmů,
 - provedení leteckých geofyzikálních měření,
 - interpretace leteckých a družicových snímků,
 - provedení terénní rekognoskace,
 - vymezení zúžených lokalit;
- zajištění a provedení projektovaných a dalších souvisejících prací pro ověření vhodnosti zkoumaných lokalit, které sestávalo ze zpracování předběžné studie proveditelnosti pro každou lokalitu na základě komplexně zpracovaných a vyhodnocených informací o stavu využití území a jeho limitech ve smyslu zák. č. 50/1976 Sb. v platném znění a vyhl. MMR č. 135/2001 Sb. relevantních k danému záměru.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 22 (celkem 182)



Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010



Názvy a rozloha zkoumaných lokalit, a plocha vymezených zúžených lokalit doporučených pro další etapu prací jsou uvedeny v následující tabulce.

Lokalita č.	název lokality	rozloha km ²	zúžené území km ²
7	Lodhěřov	40,5	6,16
8	Budišov	38,8	6,84 7,93
14	Blatno	39,0	6,70 7,04
30	Božejovice - Vksice	38,0	8,05
40	Pačejov Nádraží	37,1	7,56 8,69
41	Rohozná	38,6	8,12

Pro zpracování podkladů pro žádost o stanovení průzkumných území a pro stanovení rozsahu lokalit, na nichž bude provedena další etapa prací lze předpokládat určitou modifikaci a rozšíření výše uvedených zúžených území.

K realizaci Usnesení vlády České republiky ze dne 20. 10. 2008 č. 1315 (viz kapitola 1.4..2) byla v 5 vojenských újezdech, jejichž území je vymezeno zákonem č. 222/1999 Sb., (VÚ Boletice, VÚ Brdy, VÚ Březina, VÚ Hradiště a VÚ Libavá) provedena „Kritická rešerše geologických informací o území současných vojenských újezdů ČR z hlediska vymezení potenciálně vhodného území pro umístění hlubinného úložiště“ (Hrkalová a kol. 2009). Na základě výsledků rešerše byly zahájeny geologické výzkumné práce na objednatel vymezené části VÚ Boletice, s cílem posoudit geologické prostředí zúženého území z hlediska možného umístění hlubinného úložiště vysoce aktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva (HÚ VAO a VP). Prostor předpokládaného úložiště je situován v části VÚ budované granuly křišťanovského granulitového masivu a granitoidy Knížecího stolce. Objednatel požaduje, aby závěrečná zpráva obsahovala návrh průzkumného území pro navazující geologický průzkum. Práce budou ukončeny v druhé polovině roku 2010.

Další lokalitou, o které Správa úložišť radioaktivních odpadů uvažuje pro zahájení průzkumných prací, je lokalita Skalka. Na této lokalitě je vydáno MÚ v Bystřici nad Pernštějnem územní rozhodnutí pro mezisklad vyhořelého jaderného paliva. Lokalita se nachází v severovýchodní části moldanubika, v blízkosti jeho tektonického kontaktu se svrateckým krystalinikem. Komplex strážeckého moldanubika je zastoupen jeho pestrou sérií, reprezentovanou převážně různě intenzivně migmatitizovanými pararulami s hojnými vložkami ultrabazit, metabazitů, vápenatosilikátových hornin, vápenců, kvarcitů a granitoidů v rozměrech decimetrů až stovek metrů. Horniny prodělaly intenzivní polyfázovou duktilní deformaci. Generelní směr foliace má ssz – jjv průběh se strmým úklonem k ZJZ. Směrné křehké dislokace mají obvykle směr souhlasný s úklonem horninových pruhů a tvoří hlavní rudonosné systémy uranových rud, které byly v minulosti těžené v nejbližším okolí především ložiskem Olší (Šimůnek 2003).

V současné době je tedy pro realizaci průzkumných prací uvažováno šest lokalit v granitoidních horninách a dvě lokality v metamorfitech.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 23 (celkem 182)



1.6. Zahraniční zkušenosti a jejich aplikace

Podle publikace „Geological Challenges in Radioactive Waste Isolation. Fourth Worldwide Review“ (Witherspoon ed. 2006), která představuje nejkompaktnější celosvětový přehled geologických aktivit spojených s vyhledáváním lokalit pro hlubinné úložiště, probíhají práce nejméně ve 24 zemích. Některé z těchto programů lze označit za vysloveně platonické, některé naopak jsou velmi pokročilé (Finsko, kde je průzkum ukončen a probíhá výstavba úložiště, nebo Švédsko, kde se blíží ke konci průzkum dvou lokalit, mezi nimiž bude rozhodnuto o finální lokalitě).

Aplikace zahraničních zkušeností z pokročilejších programů vývoje hlubinného úložiště je velice lákavá, protože může přinést některé nové impulzy, akcelarovat program a uspořít čas i finanční prostředky. Poměrně snadné aplikaci zahraničních zkušeností napomáhá řada mezinárodních projektů, a zejména v listopadu 2009 s podporou EC založená technologická platforma Technology Platform for Implementing Geological Disposal (IGD – TP) a množství konferencí a mítinků každoročně konaných na toto téma.

Aplikace zahraničních zkušeností bezesporu přináší řadu pozitivních aspektů. Je ale třeba zdůraznit obezřetnost a prozíravost při jejich aplikaci.

V případě aplikace koncepčních a programových zkušeností je vždy třeba pečlivě vážit legislativní odlišnosti, ale i rozdíly ve vnímání problému veřejností i oficiálními představiteli státní správy. Jedná-li se naopak o technickou aplikaci jednotlivých metod a postupů, mohou sehrát významnou roli odlišnosti v geologické stavbě, ale i geografická pozice státu, která se promítne například do charakteru a mocnosti pokryvných sedimentů a jejich vlhkosti. Svoji roli mohou sehrát rovněž rozdíly v „historickém“ vývoji jednotlivých geovědních disciplín a současný stav jejich rozvoje.

S ohledem na stav jednotlivých na projektu zúčastněných disciplín je možno reálně uvažovat o mezinárodní spolupráci v rámci realizace vrtní geofyziky, měření geotechnických parametrů horninového masivu ve vrtech a také při stanovování některých hydrogeologických parametrů horninového masivu. Podrobnosti jsou uvedeny v textu jednotlivých technických kapitol.

1.7. Přístupu k řešení

1.7.1. Projekt podle stávající legislativy

Práce na zjišťování a ověřování geologických podmínek vhodných pro umístění hlubinného úložiště jsou podle § 2 odst. 1 zákona č. 62/1988 Sb (geologický zákon) geologické práce.

Aktivity v minulosti realizované sdružením *GeoBariéra*® (Skořepa 2005) byly geologickým výzkumem ve smyslu ustanovení § 2 odst. 2 zákona č. 62/1988 Sb (geologický zákon). Práce navrhované v rámci předkládaného projektu jsou geologickým průzkumem. Ten se v případě průzkumu pro zvláštní zásahy do zemské kůry podle § 3, odst 2 vyhlášky č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek dělí na:

- **etapu vyhledávání**, která zahrnuje soubor prací, jimiž se má zjistit výskyt a pravděpodobný rozsah geologických struktur nebo podzemních prostorů vhodných pro konkrétní zásah do zemské kůry, a to s podrobností potřebnou pro územní rozhodnutí o umístění uvažovaného zařízení podle zvláštního právního předpisu.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 24 (celkem 182)



- **etapu průzkumu**, která zahrnuje soubor prací, jejichž účelem je získat a ověřit geologické údaje o geologických strukturách a podzemních prostorech připravovaných pro realizaci zvláštního zásahu do zemské kůry, v kvalitě a podrobnostech potřebných pro zpracování dokumentace pro povolení hornické činnosti podle zvláštních právních předpisů,
- **etapu podrobného průzkumu**, která zahrnuje soubor prací prováděných během výstavby a při provozu zařízení podle zvláštních právních předpisů, jimiž jsou získávány potřebné geologické údaje pro usměrnění výstavby a pro provoz nebo likvidaci zařízení pro zvláštní zásahy do zemské kůry.

Z uvedených definic je patrné, že projektované práce spadají do etapy vyhledávání. Vzhledem k uvedeným definicím bylo v tomto projektu z důvodu transparentnosti a přehlednosti upuštěno od speciálních názvů jednotlivých etap, které používal Skopový a kol. (1999) v dokumentu, který ovšem vznikl před tím, než vyhláška č. 369/2004 Sb. vstoupila v platnost.

1.7.2. Projekt a Koncepce

Projekt prací na hypotetické lokalitě je ve smyslu zadání předkládán pro jednu lokalitu v granitoidech nebo metamorfovaných horninách. Z výčtu uvedeného v kapitole 1.5 je patrné, že v současnosti je možno uvažovat o realizaci geologicko-průzkumných prací až na 8 lokalitách, z nichž 6 je tvořeno granitoidy a 2 metamorfovanými horninami.

„Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR“ (MPO 2002) předpokládá nalezení 2 lokalit pro hlubinné úložiště a jejich zařazení do územního plánu do roku 2015. **Dnem zahájení prací, jemuž bude předcházet stanovení průzkumných území a následně vypsání obchodní veřejné soutěže na průzkum a rokem 2015 je tedy vymezena doba, ve které je maximálně žádoucí projektované průzkumné práce uskutečnit.** Ze znění výše uvedených odstavců plyne, že projekt prací musí být (a je koncipován) tak, aby v jednotlivých uzlových bodech (při dosažení dílčích milníků) umožnil porovnání dosažených výsledků a posouzení další nadějnosti lokalit podle stanovených kritérií a transparentně zdůvodněným pozastavením prací na méně nadějných lokalitách postupně redukovat jejich počet, až k finálním, Koncepcí požadovaným, dvěma lokalitám.

Z tohoto pohledu představuje „Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010“ základní modul, který bude použit při zahájení prací na všech lokalitách, pro něž bude stanoveno průzkumné území, ale v plném rozsahu bude aplikován pouze na menším počtu lokalit, nejméně však na dvou lokalitách, (hlavní a záložní ve smyslu MPO (2002), které budou zařazeny do územního plánu.

1.8. Zabezpečení jakosti

Tato kapitola je pojata jako zcela obecné shrnutí právně závazných a doporučených dokumentů.

Systém managementu jakosti (SMJ) EN ISO 9001:2000 je ucelený soubor procesních postupů, které jsou uplatňovány v průběhu celé realizace produktu od sestavení projektu až po výstup a předání výsledků zákazníkovi. Autoři tohoto elaborátu vycházeli z předpokladu, že SMJ pro práce na konkrétních lokalitách bude nedílnou součástí každé z nabídek, předložených jednotlivými uchazeči v rámci budoucí veřejné obchodní soutěže. Některé z hlavních zásad, které by tento systém měl povinně obsahovat, jsou pak podrobně obsaženy

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 25 (celkem 182)



v kap. 2 tohoto projektu (unifikované vybavení a metodika prací, jednotný souřadnicový systém a topografický podklad, zásady číslování vzorků, dokumentačních bodů a technických prací, atd.).

SMJ geologických prací obsahuje požadavky na činnosti a postupy, které zajišťují, aby vykonávané činnosti byly prováděny za vhodných řízených a sledovatelných podmínek. Všechny činnosti prováděné organizací v průběhu realizace produktu musí obsahovat identifikované procesní pokyny a postupy, jejich posloupanost, vzájemné působení, řízení a efektivní fungování, které zabezpečí naplnění požadavků a spokojenosti zákazníka i všech legislativních a normativních dokumentů týkajících se systému jakosti. Tyto dokumenty lze rozdělit na legislativně závazné, doporučené a návody.

Legislativně závazné dokumenty:

- Atomový zákon (17/1997 Sb.)
- Zákon č. 44/1988 S. (horní zákon) ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 62/1988 Sb. o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 17/1992 o životním prostředí ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 114/1992 o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 244/1992 o posuzování vlivů na životní prostředí ve znění pozdějších předpisů
- Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (Espoo konvence)

Doporučené dokumenty :

- ČSN EN ISO 9001:2001
- IAEA, Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Quality Assurance Safety Series No. 50-C-QA(rev.2), MAAE Vídeň, 1988
- IAEA - TECDOC 895 Application of quality assurance to radioactive Waste disposal facilities, MAAE Vídeň, 1996
- Vyhláška MŽP 206/2001 osvědčení odborné způsobilosti ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška MŽP 282/2001 o evidenci geologických prací ve znění pozdějších předpisů

1.9. Seznam zkratk

AV ČR	Akademie věd České republiky
ATT	útlum amplitudy podélných vln z akustické karotáže (dB/m)
BET	Metoda stanovení povrchu adsorpcí N ₂ (akronym ze jmen autorů teorie Brunauer, Emmett, Teller)
BHTV-ABI	orientovaná akustická vrtní televize s určováním směru puklin
CEC	Kationtová výměnná kapacita
ČVUT	České vysoké učení technické
ČGS	Česká geologická služba
ČMI	Český metrologický institut
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 26 (celkem 182)



ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
Dm	Mineralogická hustota
Do	objemová hustota
E	Modul přetvárnosti
EC	European Commission, Evropská komise
E _D	Modul přetvárnosti
E _{EL}	Youngův modul pružnosti (GPa)
EM	elektromagnetická metoda
ESRI	Americká firma, producent software ArcGIS
ETRS-89	European Terrestrial Reference System-1989, Evropský terestrický referenční systém-1989
FAAS	Plamenná atomová absorpční spektrometrie
FJFI	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
FW	akustická televize s úplným vlnovým obrazem a detekcí podélných i příčných vln.
GF AV	Geofyzikální ústav Akademie věd
GIS	geografický informační systém
GPS	Global Position System - mobilní navigace
GSM	Global System for Mobile Communications, globální systém pro mobilní komunikace
H	výška hladiny (m)
HF	metoda hydrofrak
HG	hydrogeologie
HCh	hydrochemie
HM	horninový masiv
HÚ	hlubinné úložiště
HYPL	hypotetická lokalita
HW	hardware
HY	hydrologie
HYPL	hypotetická lokalita
HZ	hydrodynamické zkoušky
IAEA	International Atomic Energy Agency, Mezinárodní atomová agentura
IIZ Praha	Inspektorát pro ionizující záření Praha
ISMR	Mezinárodní společnost pro mechaniku hornin

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 27 (celkem 182)



k	magnetická susceptibilita
KOM	komplexní odporové měření
KTH	Královský technologický institut Stockholm
KSP	komplexní seismický průzkum
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj
MOVJ	metoda odlehčeného vrtného jádra
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MU Brno	Masarykova univerzita Brno
OBI	orientovaná optická vrtní televize s orientovaným obrazem stěny vrtu.
ON	oborová norma
P	stupeň anizotropie
PMMA	polymethylmetakrylát
Por	otevřená pórovitost
PřF UK	Přírodovědecká fakulta Karlovy Univerzity
Q	Rock Tunelling Quality Index (Barton 1979)
Q	průtok ($l.s^{-1}$)
RMR	Rock Mass Rating (Bienawski 1989)
RQD	Rock Quality Designation (Deer 1967)
RTG	rentgen, rentgenový
S-42	souřadnicový systém 1942
SIGS	pevnost v prostém tlaku (MPa).
SHP	shapefile, datový formát firmy ESRI pro ukládání prostorových dat
S-JTSK	souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB
s.l.	sensu lato – v širším slova smyslu
s.s.	sensu stricto – v užším slova smyslu
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SW	software
TC	Curieův bod
TEM	Through Electromigration Method (Elektromigrační metoda stanovení difúzních parametrů horniny)
THM	termo-hydro-mechanický (proces, model apod.)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 28 (celkem 182)



TK	technická kolona
ÚCHP	Ústav chemických procesů
ÚGN	Ústav geoniky Akademie věd
ÚHGM	Účelová hydrogeologická mapa s.1. hypotetické lokality
ÚJV	Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s.
UK Praha	Univerzita Karlova Praha
UP Olomouc	Univerzita Palackého Olomouc
ÚPK	úvodní pažnicová kolona
ÚSMH	Ústav struktury a mechaniky hornin
UTP	ultrazvuková pulsní transmise
VAO	vysoce aktivní odpady
VDV	metoda velmi dlouhých vln
VES	vertikální elektrické sondování
VJP	vyhořelé jaderné palivo
V_p	rychlost podélných vln z akustické karotáže (m/s).
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická
VTZ	vodní tlakové zkoušky
v.v.i.	veřejná výzkumná instituce
VUT	Vysoké učení technické Brno
VÚ	vojenský újezd
W-L	wire-line technologie jádrového vrtání
WGS84	World Geodetic System 1984, Světový geodetický systém 1984
ZABAGED	základní báze geografických dat
ZIZ	zdroj ionizujícího záření
ZM 10	Základní mapa České republiky v měřítku 1: 10 000
μ	Poissonovo číslo

2. Obecná konstatování

2.1. Unifikovaná metodika

Potřeba unifikované metodiky je podtržena skutečností, že práce budou s velkou pravděpodobností probíhat na více lokalitách buď současně, nebo s tak malým časovým

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 29 (celkem 182)



odstupem, že je bude muset provádět několik různých organizací, nebo alespoň několik různých pracovních skupin.

I za těchto okolností je třeba zajistit, aby ze všech lokalit byla k dispozici stejná data pořízená srovnatelnými přístroji, navíc interpretovaná s použitím stejného SW. To se týká zejména geofyzikálních prací a plošné geochemie, v menší míře pak všech ostatních disciplín, zejména těch, které pracují s výsledky laboratorních testů.

Unifikace se dotýká i splnění legislativních požadavků. Všichni pracovníci, kterým je tato povinnost uložena zákonem, musí být držiteli oprávnění k provádění geologických prací podle § 3 zákona č. 62/1988 Sb., v platném znění. Organizace musí rovněž splňovat požadavky vyhlášky ČBÚ č. 15/1995 o oprávnění k hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, jakož i k projektování objektů a zařízení, které jsou součástí těchto činností.

Systém jakosti zavedený u řešitelských organizací musí odpovídat požadavkům norem ČSN EN ISO 9001:2001 a ČSN EN ISO 14001:2005. Atestace laboratoří je samozřejmostí.

Geofyzikální průzkum by měl vycházet z následujících zásad:

- časová a etapová návaznost průzkumných kroků i ve smyslu návaznosti s ostatními geologickými pracemi,
- shodnost metodických a technologických postupů na všech zkoumaných lokalitách, pokud budou prováděny různými firmami,
- rovnocennost a vysoká kvalita použitých geofyzikálních přístrojů a zpracovatelského a interpretačního software pro všechny zkoumané lokality,
- přiměřená ekonomická náročnost úměrná stupni prozkoumanosti lokality a dané etapy průzkumu,
- pro každou metodiku terénních měření by měl být připraven závazný technologický postup.

Kvalita finálních výsledků **geochemického** vyhodnocení je zcela závislá na metodicky správném odběru vzorků, přípravě k analýze a kvalitní chemické analýze. K zajištění reprezentativnosti vzorků je proto nezbytné zachovat jednotnou metodiku odběru pro daný typ vzorku na celé ploše zájmového území. Kvalitu chemických analýz vzorků je třeba zajistit dodržením několika zásad. Především je nutné, aby příprava daného typu vzorku probíhala pokud možno v jedné laboratoři a především aby všechny geochemické vzorky (tj. vzorky zvětralinového pláště, horninových výchozů, vrtných jader apod.) byly analyzovány po celou dobu úkolu v jedné laboratoři. Vícekrát bylo pokusy doloženo, že byť mají laboratoře stejné přístrojové vybavení, výsledky analýz se mohou zásadním způsobem lišit. Pokud máme vzájemně porovnávat výsledky analýz z jednotlivých typů vzorků (zvětralinový plášť, vrtná jádra, výchozy hornin, dokumentační vzorky), pak musí být analýzy kompatibilní. Laboratoř musí automaticky provádět kontrolní analýzy a zařazování standardů. Optimální by rovněž bylo nechat realizovat chemické analýzy daného typu vzorku vždy v jediném časovém intervalu.

U laboratorních prací je unifikace metodiky zajištěna v dostatečné míře požadovaným výše zmíněným systémem jakosti, atesty laboratoří a vypracováním příslušných pracovních postupů.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 30 (celkem 182)



V souvislosti s diskutovanou problematikou je třeba komentovat zdánlivou duplicitu některých stanovení, která se objevuje u některých testů na jádře, jmenovitě u zjišťování fyzikálních a mechanických vlastností hornin (slouží zejména jako vstupy do THM modelů), u petrofyzikální analýzy (pro poznání základních strukturních parametrů a homogenity masivu) a u stanovení migračních parametrů hornin. U všech tří testů se jedná vždy o skupinu testů provedených na zcela identickém vzorku. Tyto testy se vyhodnocují společně a nelze proto při požadavku výsledků maximální kvality výsledek jedné metody nahradit údajem z jiného, byť blízkého vzorku zjištěném v jiné laboratoři.

2.2. Unifikované vybavení

Během průzkumu lokalit bude velké množství dat získáváno pomocí programů vázaných na použité přístroje a aparatury. Pro zpracování dat budou použity softwary potřebné pro řešení jednotlivých problematik. Vzhledem k této skutečnosti bude kladen velký důraz na výběr vhodných prostředků pro převod dat, takto pořízených a v různých formátech, pro ukládání do jednotného systému.

Pro potřeby tvorby map a ukládání veškerých pořízených dat i převzatých dat bude nezbytná jednotně strukturovaná centrální databáze. V rámci projektu SÚRAO „Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů“ je vytvářena databáze geovědních dat, která po konzultaci s vývojáři a programátory bude upravena a následně použita i pro účely ukládání dat v tomto projektu. V zásadě je třeba konstatovat nezbytnou plnou kompatibilitu dat s požadavky a existujícími systémy zadavatele.

Z hlediska geografických informačních systémů budou používány formáty grafických dat na platformě firem ESRI a Intergraph/Bentley díky plné kompatibilitě s datovými formáty, které podporují státní organizace.

V rámci projektu bude velmi důležitá tvorba 3D modelů, které budou vytvářeny v unifikovaných softwarech a to po celou dobu trvání projektu pro všechny lokality. Pro potřeby projektu přicházejí v úvahu následující softwary pro 3D modelování:

- 3D GeoModeller (dříve zvaný 3DWEG)
- RockWorks
- GSI3D
- EarthVision (Dynamic Graphics)
- Voxler (Golden Software)

Některé z těchto SW obsahují rovněž nástroje umožňující kvalitní zpracování dalších geologických podkladů, jako např. profilů vrtů, řezů a dalších.

Z geofyzikálního hlediska je nutné, aby jak použitý hardware (přístrojové vybavení), tak i software (zpracovatelské a interpretační soubory) byl pro jednoznačné porovnání výsledků geofyzikálního průzkumu shodný či srovnatelný na všech měřených lokalitách. Jmenovitě jsou možné přístroje uvedeny v rozpisu navržených geofyzikálních metod (kap. 3.1.3). Používané přístroje by měly mít veden provozní deník se záznamy o provozu, kalibracích a opravách. Jako příklad uvádíme možné přístroje pro geofyzikální průzkum, které přichází v úvahu (není však nutno dodržet uvedenou firemní specifikaci, ale parametry přístroje):

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 31 (celkem 182)



- 24 až 48 kanálové seismografy Terraloc Mk-6 (ABEM Sweden), Geode (Geometrics),
- gravimetry CG-2, CG-3M nebo CG-5 Scintrex,
- multielektrodové systémy řady ARS (GF Instruments) apod.

Totéž se týká i metod interpretace a zpracování dat a grafické prezentace výsledků ve formě map, 2-D řezů a 3-D modelů. I zde musí být použity nejmodernější postupy s pomocí světově uznávaných softwarů např.:

- GEOSOFT - Oasis Montaj, GM-Sys;
- GOLDEN SOFTWARE - Grapher, Surfer, Voxler;
- GEOPHYSICAL SOFTWARE SOLUTIONS - Potent Q, Potent;
- Reflex W (Sandmeier);
- Resist 2Dinv (Locke); ESRI - ArcGIS a další.

Uvedené software jsou v řadě případů univerzální a slouží ke zpracování a grafické prezentaci více geofyzikálních a obecně jiných metod. Podrobněji je uvedeno využití softwaru v kap. 3.1.3 u jednotlivých geofyzikálních metod.

Zásada shodnosti geofyzikálních přístrojů a software znamená, že při měření a zpracování dat a při interpretaci je účelné či dokonce nutné využití stejně kvalitních aparatur i zpracovatelských prostředků. V oblasti hardware, je málo pravděpodobné, že lze zcela sjednotit přístrojovou základnu na všech lokalitách. Pokud by například práce probíhaly souběžně na třech lokalitách, je obtížné zajistit například tři zcela shodné modely seismických aparatur nebo provozovat tři shodné modely gravimetrů. V tomto směru je možné požadovat pouze shodnost užitečných funkcí a parametrů: např. citlivost přístroje, četnost vzorkování, kapacita přístroje, počet senzorů a pod. Termíny geofyzikálních prací nelze obecně splnit bez spolupráce několika geofyzikálních firem, i kdybychom uvažovali o zapojení firem zahraničních. Výsledky měření a jejich interpretaci lze však sjednotit, protože úroveň hardwaru i softwaru používaného v ČR jsou na běžné světové úrovni.

Pro vytýčení a zaměření geochemických a geofyzikálních profilů a technických prací bude použita sestava jednofrekvenční GPS, který pracuje v RTK modu s centimetrovou přesností – viz kap. 3.1.12.

Lokalizace terénních dat při geologickém mapování bude určována pomocí ručních GPS přístrojů, jejichž přesnost (okolo 3m) pro tyto účely postačí. Pro geologické mapování pak zcela postačí standardní vybavení terénního geologa.

2.3. Souřadnicový systém a topografický podklad

Jeden ze základních prvků pro tvorbu GIS je výběr vhodného topografického podkladu, se kterým úzce souvisí výběr vhodného souřadnicového systému, který bude závazný pro veškerá data převzatá i nově pořízená.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 32 (celkem 182)



2.3.1. Souřadnicový systém

V České republice jsou podle Nařízení vlády č. 116/1995 Sb. závaznými souřadnicovými systémy souřadnicový systém S-JTSK (souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální), souřadnicový systém 1942 (S-42), světový geodetický systém WGS84, který je používaný státy NATO, a systém ETRS-89 (Evropský terestrický referenční systém 1989), který tvoří jednotný souřadnicový systém, jehož realizace započala nástupem technologie GPS a je úspěšně celoevropsky budován.

Souřadnicový systém S-JTSK je podle státní normy základem pro tvorbu celostátních mapových děl, jejichž užití je nezbytné v budování systému. Vzhledem k rozšíření i ostatních potřebných podkladů je potřebné použít tento souřadnicový systém.

Jelikož mnoho GPS měří pouze ve WGS84 či v ETRS-89, je možné v terénu měřit a získávat data se souřadnicemi z těchto souřadnicových systémů, ovšem při vkládání do centrálního datového skladu budou veškerá data přetransformována do systému S-JTSK, ve kterém zde budou ukládána.

2.3.2. Topografický podklad

Základ topografického podkladu bude tvořit polohopis a výškopis Základní mapy České republiky v měřítku 1: 10 000 (ZM 10) pro každou vybranou lokalitu, jejíž tvorbou je pověřen Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Základní mapa se aktualizuje jednou za 5 let.

ČÚZK dodává topografický podklad ve dvou variantách:

- ZABAGED 1 – vektorový – polohopisnou část ZABAGED (na úrovni podrobnosti ZM 10) tvoří v současné době 119 typů geografických objektů (sídlá, komunikace, rozvodné sítě a produktovna, vodstvo, územní jednotky a chráněná území, vegetace, povrch, terénní reliéf a vybrané údaje o geodetických bodech),
- ZABAGED 2 – rastrový – v měřítku 1: 10 000 obsahuje polohopis, říční síť, lesy, vrstevnice, popis.

ZABAGED (základní báze geografických dat) je digitální geografický model území České republiky, který svou podrobností zobrazení geografické reality odpovídá přesnosti a podrobnosti ZM 10.

Vhodným doplněním dat ZABAGED je výstup z databáze Geonames (ve formátu SHP), který obsahuje standardizované názvosloví ZM 10.

V roce 2001 začal Zeměměřický úřad zpracovávat digitální rastrový kartografický model z vektorového topografického modelu ZABAGED. Touto formou rastrové ZM 10 je již pokryto celé území ČR. Veškerá data jsou v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání.

Pro potřeby terénních prací a jejich interpretace je nutný vektorový topografický podklad, kterým se zdá být vhodným ZABAGED 1. Je možné použít vektorová data v kombinaci s rastrovým podkladem ZABAGED 2.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 33 (celkem 182)

2.4. Zásady a způsob číslování vzorků

2.4.1. Jednotný způsob číslování vrtů, dokumentačních bodů, chemických analýz a výsledků dalších testů s ohledem na GIS

Jednotné číslování geologické dokumentace přirozených odkryvů i technických prací ve vazbě na jednotné číslování vzorků je standardem všech průzkumných prací. Ideální je použití předtištěných bločků s číslem vzorku, popřípadě předtištěného lístku pro oblast do kterého se číslo a metoda doplní na místě (obr. 2.4.-1).

Oblast Blatno geologické vzorky	
č. objektu:	
vzorkoval:	datum:
14GE0001 Geochemie	14GE0001 Geochemie
14GE0001 Petrofyzika I	14GE0001 Petrofyzika II
14GE0001 Petrofyzika III	14GE0001 Petrofyzika IV
14GE0001 Mineralogie	14GE0001 Výbrus I
14GE0001 Dokladový vzorek	14GE0001 Výbrus II

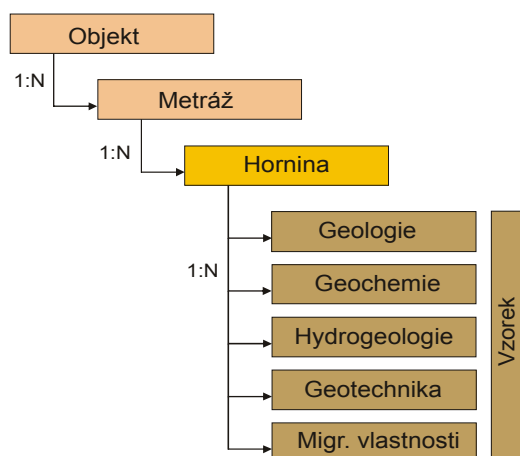
oblast BLATNO (14)	
č. vzorku:	
vzorkoval:	datum:

Obr. 2.4.-1. Příklady použití předtištěného bloku a etikety pro označování vzorků.

Jednotné a unikátní číslování geologické dokumentace a vzorků přispívá k zamezení záměny vzorků, jednoduché orientaci ve vzorcích a analytických výsledcích. Je základním faktorem udržitelnosti informace v GISu a umožňuje snadnou kontrolu výsledků i postupu prací. Jeho význam pro průzkum lokality pro HÚ je ještě zvýšen skutečností, že se jedná o mimořádně rozsáhlý a na kvalitu prací velmi náročný úkol s dlouhou dobou trvání.

Ideální je použití předtištěných bloků s čísly vzorků, aby nedošlo k duplikaci či záměně vzorku. Při ztrátě bloku, vzniknou mezery v číselné řadě, to však nemá žádný vliv na pokračující vzorkování. V dokumentaci je nutné uvést, že příslušný interval vzorků neexistuje. Každý vzorek musí své označení po celou dobu zpracování a archivace nést sebou. Vzorek musí být vždy navázán na geologický objekt (obr. 2.4.-2), uvedený v informačním systému. Při odběru vzorků vrtných jader je vazba na spodní metráž vzorku. Při odběru povrchových vzorků, pokud je vzorek více jak 25 m od lokalizace dokumentačního bodu, je třeba založit nový dokumentační bod.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 34 (celkem 182)



Obr. 2.4.-2. Schéma vazby typu vzorku na geologický objekt (technickou práci) v databázové struktuře

2.4.2. Způsob aplikace

2.4.2.1. Číslování dokumentačních bodů a technických prací

Z čísla dokumentace musí být zřejmé na jaké lokalitě dokumentovaný objekt leží a o jaký typ objektu se jedná. Číslo dokumentačního bodu nebo technické práce má tedy alfanumerický charakter, který je složen z kódu lokality, kódu typu práce a pořadového čísla.

Výjimku tvoří číslování opěrné sítě pro geofyziku a geochemii. Tato síť bude číslována jako profily (zleva doprava) a body na profilu od jihu k severu. Každý bod by tak měl být identifikován kódem lokality a typu práce, pořadovým číslem profilu a bodu na profilu. Plošná geochemie bude v síti 200 x 100 m, tudíž by bylo vhodné základní síť číslovat v posloupnosti 2, 4, 6, 8... tak, aby v geochemii mohla být použita lichá čísla pro případné zahušťující body ležící mezi, tj. 3, 5, 7 atd.

Tab. 2.4.-1. Návrh kódů pro možné lokality HÚ.

lokality	kód
Blatno	14
Božejovice	30
Budišov	8
Lodheřov	7
Pačejov	40
Rohozná	41
Boletice	xy
Skalka	yz

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 35 (celkem 182)



Tab. 2.4.-2. Návrh kódů pro dokumentované objekty na HYPL s příkladem pro první objekt z lokality Blatno.

typ práce	kód	počet číslic	příklad
mapovací bod	G	3	14G001
hydrogeologický bod	H	3	14H001
kopaná sonda	K	2	14K01
kopaná rýha	R	2	14R01
mapovací vrt	M	2	14M01
hluboký vrt	V	2	14V01
vrtaná sonda	S	2+2	14S02*-01**
geofyzika	F	2+2	14F02*-01**

* pořadí profilu

** pořadí na profilu

2.4.2.2. Číslování vzorků

Z čísla vzorku musí být zřejmé na jaké lokalitě a pro jaký účel byl vzorek odebrán. Číslo vzorku má tedy alfanumerický charakter skládající se z kódu lokality, kódu typu vzorku a pořadového čísla vzorku. Vždy musí existovat vazba na daný objekt, u více vzorků z jednoho objektu (rýhy, vrty apod.) pak na příslušnou metráž. Návrhy číslování vzorků jsou uvedeny v tabulce 2.4.-3.

Tab. 2.4.-3. Návrh kódů analytických metod pro dokumentované vzorky s příkladem číslování prvního vzorku na lokalitě Blatno

geologie povrch	dokladový vzorek
GE	výbrus
	mineralogie
	WR geochemie
14GE0001	petrofyzika

geologie vrty	dokladový vzorek
GV	výbrus
	mineralogie
	WR geochemie
14GV0001	petrofyzika

geochemické mapování	dokladový vzorek
CH	geochemie
14CH0001	

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 36 (celkem 182)



Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010



geotechnika	vnitřní stavba a stavební anizotropie horniny
ME	přetvárné vlastnosti horniny, měrná a objemová hmotnost
	triaxiální test horniny, parametrické testy pro měření napětí in-situ
	pórometrická měření na horninovém vzorku
	nasákavost horniny jako funkce času
14ME0001	tepelná vodivost a kapacita, tepelná roztažnost, abrazivita

vrty - migrační vlastnosti	vsádkové sorpční experimenty)
SV	stanovení kationtové výměnné kapacity
	stanovení specifického povrchu
	elektromigrační stanovení difúzních parametrů
	difúzní experimenty
	propustnost
14SV0001	porozita (metoda nasycení vodou)

voda - srážky	základní analýzy
HS	stopové prvky
	izotopy
	radioaktivita
14HS0001	speciální analýzy

voda - povrchové vzorky	základní analýzy
HP	stopové prvky
	izotopy
	radioaktivita
14HP0001	speciální analýzy

voda - vzorky z vrtu	základní analýzy
HV	stopové prvky
	izotopy
	radioaktivita
14HV0001	speciální analýzy

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 37 (celkem 182)



Základní opěrná síť pro geofyziku a geochemii 200 x 200 m by měla být číslována jako profily (zleva doprava) a body na profilu od jihu k severu. Každý bod by tak měl být identifikován pořadovým číslem profilu a bodu na profilu. Plošná geochemie bude v síti 200 x 100 m, tudíž by bylo vhodné základní síť číslovat v posloupnosti 2, 4, 6, 8 atd. aby v geochemii mohla být použity lichá čísla pro body ležící mezi, tj. 3, 5, 7 atd. (nebude-li geofyzika také zahušťovat).

V případě vrtů je navrhován odběr pevných vzorků z jádra bodovou brázdou. Krok vzorkování projektujeme 4 m u vrtů do 100 m a u hlubších vrtů pak 6 m. Výsledek chemické analýzy doporučujeme vztahovat ke středu intervalu, tj. k metrům 2, 6, 10, 14 atd., resp. 3, 9, 15, 21, atd. Tyto hloubkové úrovně pak budou použity i jako označení místa odběru vzorku na vrtu. Každý vzorek tak bude identifikován jménem vrtu a číslem vzorku na vrtu.

2.4.3. Zajištění bezproblémové kompatibility s GIS SÚRAO

Geografický informační systém označovaný jako GIS SÚRAO byl vytvořen v rámci úkolu, jehož řešitelem bylo *GeoBariéra*® (Skořepa 2005). V tomto systému jsou v současnosti shromážděny zejména výsledky tohoto úkolu, ale i další podklady, které se týkají vyhledávání lokality pro HÚ v České republice.

V rámci projektu prací na hypotetické lokalitě je potřebné zdůraznit bezpodmínečnou nutnost kompatibility dat, která budou vznikat při následném průzkumu lokality nebo lokalit s GIS SÚRAO. Tuto kompatibilitu je možno zajistit pouze úzkou spoluprací GIS specialisty řešitelského týmu s odborníky SÚRAO.

2.4.4. Skladování vzorků a vrtných jader

V průběhu prací na lokalitě bude zpracováváno velké množství vzorků, mezi nimiž budou jak co do objemu, tak co do významu jasně dominovat vzorky z vrtů do 500 m a hlubších. V průběhu úkolu, ale i po jeho ukončení je nezbytné tyto vzorky zachovat ve formě, která nesníží jejich dokumentační význam a uchová je plně použitelné pro další studium i kontroly.

Po ukončení úkolu budou ve smyslu platných norem vzorky předány objednateli. Domníváme se, že objednatel by neměl, na rozdíl od běžné praxe, vzorky skartovat a ponechat jen reprezentanty jednotlivých typů hornin z lokality. Je naopak žádoucí, aby byla zachována celá část vrtného jádra, která zbude po odebrání vzorků. Zbývající část jádra bude spolu s fotodokumentací jádra před vzorkováním představovat doklad o kvalitě provedení vrtných prací a zbývající část jádra bude dokladovat charakter zastižených hornin a bude sloužit jako zdroj materiálu jak pro další budoucí rozborů.

Je třeba počítat s tím, že aktivita na finální lokalitě potrvá několik desítek let a po celou tuto dobu musí být vzorky uloženy tak, aby nedošlo k snížení jejich kvality a ke ztrátě dokonalé evidence o jejich původu.

K problematice uložení hmotné dokumentace přistupuje ještě jeden problém, který bývá řešen společně s ním. Tím problémem je vytvoření odpovídajícího prostředí pro dokumentaci vrtů, studium vrtných jader a odběr jejich vzorků.

Hluboké vrty nelze s výjimkou první předběžné dokumentace v terénu (viz kap 3.7.) dokumentovat a studovat při dodržení požadované maximální kvality pod širým nebem, ani

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 38 (celkem 182)



v jinak improvizovaných podmínkách. Pro geology a další specialisty musí být vytvořen určitý komfort, zejména pokud se týká pracovních podmínek (osvětlení, teplota a další) ale i přiměřené zázemí.

Další problémem, který je nutné řešit je zařízení na řezání jádra s velkou kapacitou, a to jak půlení, tak šetrný odběr vzorků celého profilu jádra a primární evidenci.

Autorům tohoto projektu není známa existence zařízení, které by popsaným potřebám v našich podmínkách vyhovovalo jak svým vybavením, tak kapacitně, a proto považují za nutné na tento problém v předstihu upozornit..

3. Projekt první etapy prací

Předpokládáme, že první (úvodní) etapa prací bude zahájena na všech lokalitách, na které bude v intencích platné legislativy stanoveno průzkumné území (viz kap. 1.4.1). Maximální počet lokalit, které v současnosti přichází v úvahu, je 8. (viz kap. 1.5).

Náplň a průběh úvodní (první) etapy průzkumu, která je ve smyslu § 3, odst. 2 vyhlášky č. 369/2004 Sb. **etapou vyhledávání** je projektována tak, aby v jejím závěru bylo možno na základě průkazných dat získaných geologickými pracemi snížit počet lokalit, na nichž bude provedena následující (druhá) etapa prací. **Snížení počtu bude provedeno na základě kritérií, která musí být zpracována před vypracováním projektů geologických prací na jednotlivé konkrétní lokality, aby bylo možno v projektech na požadavky kritérií přesně reagovat.**

O tom, jak bude počet lokalit pro druhou etapu prací snížen, nelze bez znalosti počtu lokalit, na nichž bude průzkum zahájen diskutovat. Podstatný je v tomto smyslu pouze požadavek Koncepce (MPO 2002) na zařazení dvou lokalit do územních plánů. Po druhé etapě tedy musí zůstat minimálně dvě vhodné lokality.

Práce etapy vyhledávání budou bezprostředně navazovat na dříve provedené práce. Specifika jednotlivých lokalit a reakce na ně bude náplní prováděcího projektu prací pro každou konkrétní lokalitu. Tento přístup nelze uplatnit pro lokalitu hypotetickou.

3.1. Geologické mapování, petrografie, mineralogie

3.1.1. Stručný popis principu metody

Geologická mapa je základním nástrojem geologického popisu lokality a podkladem pro situování a realizaci všech ostatních geologických aktivit. Zároveň na výsledky všech ostatních geologických aktivit průběžně reaguje, je upřesňována a ve své zpřesněné formě opět vstupuje jako podklad pro aktivity následující. Po ukončení všech prací je finální geologická mapa jedním ze základních podkladů pro konečné zhodnocení lokality. Aby mapa těmto požadavkům vyhověla, je nutno do ní průběžně zapracovávat relevantní informace ze všech na projektu zúčastněných geovědních disciplín.

Geologická mapa interpretuje v daném měřítku rozsah jednotlivých horninových těles a průběh hranic mezi nimi na zemském povrchu. Cílem geologického mapování je pak sběr dat pro co nejvěrnější zachycení této situace. Nedílnou součástí geologické mapy jsou bezprostředně navazující petrologické, mineralogické, geochemické práce. Finální podobu

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 39 (celkem 182)



geologické mapy výrazně ovlivní i výsledky povrchových geofyzikálních prací a plošné geochemie.

Pro potřeby geologického mapování je nutné zajistit kvalitní příruční GPS přístroje a alespoň jeden přenosný počítač pro sběr dat přímo v terénu (Trimble apod). Standardem pro zpracování mapy je prostředí ArcGis s vazbou na relační databázi.

Posloupnost dílčích činností při geologickém mapování je následující:

- **Příprava topografických podkladů a GIS systému** – standardní postupy pro základní geologické mapování i speciální úlohy zahrnují především:
 - Rešeršní práce, nákup a rektifikaci topografických podkladů,
 - přípravu databázové struktury,
 - sestavení 3D modelu terénu,
 - přípravu GIS projektu,
 - navázání archivních dat do GIS struktury.
- **Vlastní geologické mapování** – standardní metodika podle Směrnice pro sestavení Základní geologické mapy České republiky 1:25 000 (Hanžl P. a kol. 2009). Geologické mapování bude prováděno na základě makroskopicky rozlišitelných litologických znaků formou geologických túr s krokem 100–150 m. Túry, ve kterých jsou odlišeny jednotlivé horninové typy a geologické jevy se zaznamenávají do topografických map i informačního systému. Klasifikace hornin bude provedena na základě petrografických popisů a geochemických analýz. Zpřesnění mapy bude provedeno na základě dalších metod, především strukturní analýzy a povrchového geofyzikálního a geochemického mapování.
- **Petrografické práce** – klasické petrografické metody jsou rutinně používány na různých geologických pracovištích. Metodicky nové je využití metod analýzy obrazů na mikrosondě (zrnitostní a modální analýzy).
- **Horninová geochemie** – požadované analýzy jsou standardně nabízeny komerčními laboratořemi. Jedná se jak o kompletní silikátovou analýzu, tak analýzu stopových prvků ICP-MS. Metodiky zpracování horninových geochemických dat jsou popsány v dostupné literatuře (Rollinson 1993, Janoušek a kol. 2006).
- **Zhodnocení dat a sestavení vlastní mapy** – klasické postupy jsou implemetovány do moderní metodiky s využitím GIS, která je v ČR dlouhodobě používána.

3.1.2. Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách

Geologické mapování je primární metodou poznání geologické stavby území. Pro mapování je v současné době k dispozici schválená Směrnice ČGS pro Základní geologické mapování v měřítku 1 : 25 000 (Hanžl a kol. 2009), která je postupně doplňovaná o metodické pokyny. Pro účely lokalizace HÚ VAO byla v ČGS sestavena účelová směrnice pro mapování v měřítku 1 : 10 000 s použitím rozsáhlých technických prací (Procházka a kol. 2004). Tato směrnice reflektuje specifika geologických prací při výběru lokality pro HÚ.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 40 (celkem 182)



3.1.3. Způsob aplikace

Geologická mapa je zásadním podkladem pro sestavení koncepčního modelu lokality a lokalizaci ověřovacích hlubokých vrtů.

Při mapování samém nelze předpokládat problémy plynoucí z jeho realizace. Pro hladký průběh prací je však třeba brát v potaz jeho závislost na klimatických poměrech.

Cílem geologického mapování je sestavení účelové geologické mapy měřítka 1 : 10 000 ve dvou variantách, kterými jsou „účelová geologická mapa zakrytá“ a „účelová geologická mapa odkrytá“. Zakrytá geologická mapa je sestavena včetně kvartérního pokryvu, odkrytá geologická mapa interpretuje geologickou stavbu pod kvartérním pokryvem na základě vrtných, sondážních a geofyzikálních prací.

Geologické mapování je etapovitá činnost závislá na klimatických podmínkách, která musí být sladěna s ostatními průzkumnými a laboratorními pracemi a skládá z několika výše popsanych etap, které lze podrobněji charakterizovat takto:

Rešeršní práce, příprava topografických podkladů a GIS systému: rešeršní práce musí kriticky zhodnotit a využít starší geologická data na lokalitě i v přilehlém okolí. Mapování bude prováděno do topografických podkladů 1 : 10 000, v ideálním případě 1 : 5 000. Papírový podklad musí odpovídat digitálnímu podkladu v GIS. Topografické podklady pro mapování 1 : 10 000 musí být zajištěny s přesahem 2 km.

Informační systém musí obsahovat část mapovou a část datovou. V mapové části musí být kromě topografického podkladu k dispozici veškeré dostupné geologické mapy širšího okolí studované lokality tak, aby bylo možno vymezit regionálně geologické struktury. K dispozici musí být také digitální model reliéfu terénu a to regionální v měřítku 1 : 25 000 až 1 : 50 000 s širokým přesahem a lokální v měřítku 1 : 10 000 s přesahem 2 km.

Jako podpůrných vstupů bude využito zejména letecké geofyziky a výsledků dálkového průzkumu Země.

Datová část informačního systému musí obsahovat datovou strukturu, ve které bude ukládána dokumentace povrchových prací a odběru vzorků v návaznosti na ostatní průzkumné metody.

Vlastní geologické mapování: geologické mapování studijních lokalit bude obecně vycházet ze směrnice (Hanžl a kol. 2009), návazných metodických pokynů a standardů České geologické služby. Vzhledem k zvláštnímu charakteru výzkumu HYPL (vyšší stupeň přesnosti, větší důraz na dokumentaci křehkého porušení hornin ap.), kdy výstupem budou mapy speciální, sestavené v měřítku 1 : 10 000, je mapování na těchto lokalitách upraveno „Směrnicí 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 (Procházka a kol. 2004).

Základní varianta geologické mapy se bude sestavovat jako litologicko-stratigrafická mapa zakrytá, zahrnující detailní zobrazení všech rozlišitelných horninových typů a geologických jednotek, včetně kvartérních uloženin. Na podkladě dat z technických prací (sondy pro plošnou povrchovou geochemii, geofyzika, mělké vrty, kopné práce), bude sestavena odvozená mapa odkrytá na bázi kvartéru.

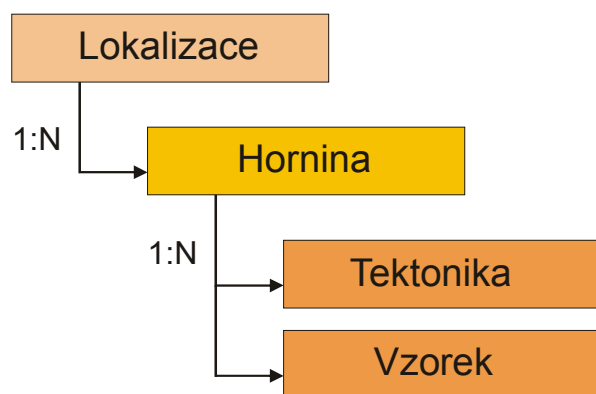
Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 41 (celkem 182)

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 dokumentačních bodů v informačním systému.

Geologická mapa bude zakreslována do terénních topografických podkladů měřítka 1 : 10 000, a pokud to bude účelné, budou při mapování využity i podklady měřítka 1 : 5 000. Terénní data (pozice dokumentačního bodu, geologických hranic, záznam geologických tůr) budou lokalizována pomocí ručních GPS přístrojů.

Přesnost mapy je dána přesností topografického podkladu (1 : 10 000) a přesností s níž lze reálně vymezit geologická rozhraní. Geologická mapa musí být podložena minimálně 25 dokumentačními body na 1 km². Pro tyto účely budou využity i sondy pro povrchové geologické mapování. Geologické, především tektonické hranice budou v případě potřeby ověřeny kopanými rýhami. Zakrytá geologická rozhraní budou upřesněna podle výsledků plošných geofyzikálních měření.

Geologická dokumentace bude zaznamenávána ve struktuře, která odpovídá standardům ČGS a její základní bloky jsou na obrázku 3.1.-1



Obr. 3.1.-1. Základní struktura popisu dokumentačního bodu

V průběhu mapování bude kromě rozmístění jednotlivých horninových typů věnována maximální pozornost jejich vztahům, petrografické charakteristice, strukturně geologickým fenoménům, alteracím a hydrotermálním projevům.

Mimo vlastní geologické fenomény je při geologickém mapování třeba zaznamenávat morfologii výchozů jednotlivých litologických typů, přirozené vývěry vody a geodynamické jevy.

Petrografické práce: jakkoliv většina z výchozů (dokumentačních bodů) odebraných vzorků bude do určité míry postižena zvětráváním, budou tyto vzorky podrobeny komplexnímu petrografickému studiu. Cílem petrografických prací je dokumentovat charakter jednotlivých litologických typů a popsat jejich variabilitu uvnitř horninového tělesa i v rámci lokality. Nedílnou součástí je také popis variability a charakteru přeměn. Horniny budou klasifikovány podle klasifikace IUGS.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 42 (celkem 182)



V první fázi mapování budou vzorky odebrány z výchozů, příp. z bloků u nichž bude předpoklad minimálního transportu. Předpokládá se hustota vzorkování cca 2–3 vzorky na km², tedy cca 100 vzorků na lokalitu. Ze všech vzorků budou zhotoveny leštěné výbrusy, tak aby bylo možné, v případě potřeby, kterýkoliv vzorek ověřit na mikrosondě. Ke všem výbrusům budou archivovány dokladové vzorky. Z každého litologického typu budou odebrány 2–4 velkoplošné výbrusy pro mikroskopický popis horninových textur.

Součástí petrografických prací je studium horninotvorných minerálů a akcesorií z primárních hornin prováděné jak pomocí mikrosondy, tak na monominerálních koncentrátech. Půjde zejména o:

- určení chemismu, homogenity resp. zonálnosti a stupně alterace živců, slíd, příp. dalších horninotvorných minerálů,
- určení druhu a chemického složení akcesorií (apatit, zirkon, monazit atd.) a jejich postavení v procesu krystalizace horniny,
- zvláštní pozornost bude věnována minerálním fázím obsahujícím U a Th,
- mineralogickou charakteristiku výplně puklin a zlomů.

U všech vzorků bude provedeno běžné mikroskopické studium horniny, zahrnující určení struktury, zrnitosti, popis horninotvorných minerálů a zjištění případných alterací.

Přibližně u poloviny vzorků (tak, aby byly pokryty všechny horninové variety) bude realizováno komplexní petrograficko-mineralogické studium, zahrnující kromě výše uvedených metod ještě:

- chemické určení hlavních minerálů i akcesorií na mikrosondě,
- planimetrickou analýzu na mikrosondě,
- určení zrnitosti na mikrosondě.

U vybraných vzorků budou provedeny separace monominerálních frakcí k detailnímu mineralogickému a chemickému studiu jednotlivých minerálů.

V další etapě prací budou stejnou metodikou zpracovány vzorky z technických prací (mapovací a hluboké vrty, sondy a rýhy). Počty předpokládaných vzorků jsou specifikovány v tabulce 3.1.-1.

Tab. 3.1.-1. Požadavky na laboratorní práce nutné pro sestavení geologické mapy

typ vzorků	počet vzorků	
	povrchové vzorky	mapovací vrty
výbrus leštěný	100	50
výbrus velkoplošný	10	20
mineralogie	20	20
mikrosonda	15	20
GCH - silikátová analýza	50	50
GCH - stopové prvky	50	50

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 43 (celkem 182)



Horninová geochemie má za cíl určení geochemických charakteristik mapovaných hornin a je vedle jejich petrografického popisu nedílnou součástí geologického mapování. Přináší upřesňující data pro správnou klasifikaci hornin a pro pochopení jejich plošné variability. Chemismus hornin odráží také trendy ve zvětvávání a přeměnách hornin. Vzorky pro základní horninovou geochemii budou odebrány v hustotě asi 1–2 vzorky na km², každý horninový typ bude podroben komplexnímu petrograficko-mineralogickému studiu.

Geochemické vzorky budou zpracovány laboratorní metodikou jednotnou pro mapování i dokumentaci technických prací. Hrubé podíly po drcení všech vzorků budou archivovány pro případnou separaci minerálů pro detailní studium. Stejně tak budou archivovány veškeré zbytky analyzovaného materiálu. Vzorky budou podrobeny těmto analýzám:

silikátová analýza: SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , S -celk., S^{2-} , F , Cl , H_2O^+ , H_2O^- , CO_2 ,

analýza stopových prvků: Ag , As , B , Ba , Be , Bi , Cd , Co , Cr , Cs , Cu , Hf , Hg , Li , Mo , Ni , Pb , Rb , Se , Sb , Sn , Sr , U , Ta , Th , V , W , Y , Zn , Zr ,

prvky vzácných zemin: La , Ce , Pr , Nd , Sm , Eu , Gd , Tb , Dy , Ho , Er , Tm , Yb , Lu .

Chemické analýzy budou provedeny výhradně v akreditovaných laboratořích.

V další etapě prací budou stejnou metodikou zpracovány vzorky z technických prací - z mapovacích, hydrogeologických a jiných vrů, ze sond a rýh. Počty předpokládaných vzorků jsou specifikovány v tabulce 3.12.-1.

Pro potřeby geologického mapování obecně a horninové geochemie zvláště budou využity i poznatky plynoucí z realizace Plošné geochemie (kap. 3.4.) – např. zjištěné údaje o mocnosti pokryvu, litologický popis vzorků z podloží, atd.

3.1.4. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Terénní i laboratorní data budou průběžně aktualizována i vyhodnocována v informačním systému což vede k vyšší efektivitě při tvorbě mapy. Finální verze mapy bude vycházet z povrchových dat, která budou doplněna o geologické popisy technických prací. Pro klasifikaci hornin a jejich doplňující rozlišení musí být využita jednotně zpracovaná laboratorní data ve vazbě na terénní dokumentaci. Výsledky geofyzikálních měření budou sloužit zejména k upřesnění pozice litologických a tektonických rozhraní. Geologická mapa bude sestavována postupně v pořadí: geologická legenda, vlastní geologická mapa, geologické řezy. Výsledné dílo bude kompletováno v rámci informačního systému.

Výstupem geologického mapování tak budou:

- geologická mapavčetně doprovodného textu
- legenda ke geologické mapě;
- geologické řezy;
- informační systém.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 44 (celkem 182)



3.1.5. Časová náročnost

Geologické mapování je specifická činnost, kdy terénní práce lze provádět pouze v měsících bez sněhové pokrývky. Ideální jsou jarní a podzimní měsíce kdy lze vstupovat i na zemědělsky obdělávané pozemky a vegetace nezakrývá geologické fenomény. Geologická mapa bude konstruována v etapách časově sladěných s ostatními pracemi. Zakrytá geologická mapa bude sestavena do 12 měsíců od zahájení prací (Tab. 3.1.-2.) za předpokladu, že budou paralelně prováděny průzkumné povrchové práce a to především geologická dokumentace sond hloubených pro povrchové geochemické mapování. Finální verze mapového díla včetně mapy odkryté může být připravena do dvou měsíců po odevzdání výsledků povrchového geofyzikálního průzkumu.

Základní fáze geologického mapování naváže na všechny práce provedené v přípravné etapě, zejména na leteckou geofyziku a výsledky DPZ. Terénní práce budou úzce koordinovány s hydrogeologickým a geochemickým mapováním a pozemní geofyzikou. Později bude mapující geolog v neustálém kontaktu s dalšími týmy a dle jejich výsledků a na základě zpracování vzorků z technických prací bude mapu aktualizovat.

Pokud bude celá studovaná oblast tvořena pouze granitoidy, bude odkrytá geologická mapa sestavena jediným mapujícím geologem, kterého doplní kvartérní specialista. Pokud budou ve studované ploše významnějším způsobem zastoupeny sedimentární nebo metamorfované horniny, bude se na sestavení mapy adekvátním úvazkem podílet specialista na daný typ hornin. Na sestavení digitální mapy, zadávání a vyhodnocení dat v informačním systému se bude podílet GIS specialista.

Přípravné práce – v této části je třeba připravit archivní podklady, mapy a informační systém pro práci v terénu. V případě vhodných povětrnostních podmínek mohou tyto práce probíhat paralelně se začátkem terénních prací. Přípravná etapa zahrnuje 1–2 měsíce a probíhá v návaznosti na přípravu IS pro ostatní projektované práce.

První terénní etapa – cílem je sestavení předběžné rukopisné geologické mapy v podkladu 1 : 10 000. Mapa je postavena pouze na povrchové dokumentaci a doplněna o základní petrografický popis. Zároveň bude sestavena pracovní legenda a vytyčeny místa pro mapovací vrty a případné rýhy pro ověření geologických struktur. Tuto etapu lze provést do 7 měsíců od zahájení prací na projektu, v závislosti na klimatických podmínkách.

Druhá terénní etapa – má za cíl upřesnění průběhu geologických hranic za použití technických prací, mapování vybraných částí v podkladu 1 : 5 000 a sestavení definitivní verze geologické legendy na podkladě výbrusů a chemických analýz. Doba trvání této etapy bude 2–4 měsíce.

Závěrečná etapa – sestavení geologické mapy v GIS, sestavení závěrečné zprávy závisí na dokončení dalších povrchových prací, především geochemického mapování a geofyzikálního profilování. Aktualizovaná mapa může být sestavena do dvou měsíců po dni odevzdání souhrnných zpráv z povrchových metod.

Časový průběh prací spojených s geologickým mapováním je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 45 (celkem 182)



3.1.6. Finanční náročnost

Finanční náročnost geologického mapování a prací s ním přímo souvisejících je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu

3.2. Strukturní geologie

3.2.1. Stručný popis principu metody, potřebný HW a SW

Strukturní geologie je jednou ze základních metod geologického výzkumu vedoucí k pochopení podpovrchové stavby horninových masivů. Tato metoda poskytuje jedinečnou sadu nástrojů pro popis, analýzu a interpretaci vnitřní stavby geologických objektů různých měřítek. Navíc, využití fundamentálních principů mechaniky hornin a mechaniky kontinua umožňuje pochopení geneze a superpozice strukturních prvků, které pozitivně ovlivňuje kvalitu extrapolace a predikci stavby horninových masivů v hloubce. Strukturní analýza tak tvoří kritickou část metod geologického výzkumu pro potřeby charakterizování mechanické stability, propustnosti a dalších parametrů nutných k realizaci podzemních staveb.

Výběr dílčích metod strukturní geologie je částečně závislý na charakteru horninového prostředí. V území tvořeném převážně metamorfovanými horninami, je hlavním úkolem strukturní geologie popis a pochopení 3D architektury hlavní anizotropie, která je klíčovým prvkem kontrolujícím geomechanické vlastnosti masivu. V horninovém prostředí tvořeném převážně granitoidy, je hlavním předmětem strukturní geologie pochopení geneze a popis interní stavby granitoidového masivu a popis a geneze křehkého porušení masivu. Vznik křehkého porušení je obecně výsledkem několika procesů a strukturní analýza představuje jedinečný nástroj na posouzení vzniku primární puklinové sítě a její modifikace jednak kontrolované tektonickými procesy, ale také postupnou erozí nadloží. Strukturní geologie jako metoda umožňuje kvantitativně posoudit hustoty puklinových a zlomových systémů, jejich konektivitu, genezi a 3D prostorový rozsah.

Strukturní geologie bude v různé podobě a stupni součástí všech etap prací na lokalitě.

Pro potřeby strukturní analýzy je nutné zajistit kvalitní dokumentační přístroje (GPS, digitální fotoaparát, kvalitní geologický kompas) a počítač vybavený odpovídajícím softwarem (např. komerční SpheriStat, Fabric8, specializovaný software StereoLX vyvinutý na PřFUK, Praha, ArcGIS) Veškerá terénní strukturní dokumentace bude uchovávána ve specializované databázi (např. PySDB vyvinutá na PřFUK) a později archivována v jednotné databázi projektu.

3.2.2. Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách

Moderní strukturní analýza je specializovanou metodou, vedoucí k pochopení geologické stavby území. Teoretické aspekty řešení a vlastní vývoj metodiky moderní strukturní analýzy aktivně probíhají na několika pracovištích v ČR. S ohledem na vysokou úroveň teoretických znalostí, aplikace strukturní geologie v tuzemských podmínkách probíhá v relativně limitované míře s ohledem na poptávku.

Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masiv – 2. etapa (Procházka a kol., 2006) prokázalo kvalitu a efektivitu této metody jednak v možnostech

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 46 (celkem 182)



popisu puklinového porušení a jednak v možnostech predikce v hlubších částech masivu (experiment Holý vrch – vrt MEL 5).

Terénní strukturní analýza a kvantitativní analýza strukturních dat jsou metody standardně používané na několika pracovištích v ČR, stejně jako kvantitativní mikrostrukturní analýza a studium mikroporozity.

3.2.3. Zdůvodnění použití metody v projektu – přínos

Strukturní geologie je spolu s geologickým mapováním základní metodou sloužící k sestavení koncepčního 3D modelu lokality. Hlavním cílem strukturní geologie je, kromě charakterizování interní stavby horninového prostředí, charakteru kontaktů geologických těles a jejich 3D geometrie, také detailní popis charakteru, průběhu a geneze křehkých struktur, které primárně ovlivňují geomechaniku a permeabilitu horninového prostředí. Uvažované lokality jsou tvořeny horninami s velmi nízkou porozitou a permeabilitou, a právě křehké struktury jsou nositelem těchto vlastností. Pukliny a zlomy maximálním způsobem ovlivňují propustnost horninových masívů a proto jejich popis, analýza a 3D rekonstrukce zasluhuje maximální pozornost. Správné pochopení geneze křehkých fraktur pak umožňuje erudovanou predikci charakteru a intenzity vývoje těchto struktur směrem do hloubky.

Analýza křehkých struktur poskytuje informace o jejich prostorové distribuci a jejich charakteru v různých měřítkách. Tyto informace jsou hlavním nástrojem pro extrapolaci vlastností puklinových sítí z velikostně ohraničených vzorků (např. vrtná jádra, přírodní výchozy) do měřítka masivu. Pochopení způsobu seskupování puklin různých měřítek je základem pro úvahy jak o pohybu fluid, tak o změnách mechanických vlastností horninových masívů vůbec. Je také známo, že četnost puklin roste exponenciálně se zmenšujícím se měřítkem a příspěvek menších puklin je závislý na jejich vzájemné konektivitě. V mikroměřítku je dále možné stanovit tzv. spodní práh velikosti, a pukliny menší než tato hodnota (mikrotrhliny) je možno považovat za ekvivalent porosity horniny, čímž se problém transportu fluid redukuje na problém transportu fluid porézním médiem.

Metody strukturní geologie vycházejí z poznatků geologického mapování a při analýze a interpretaci dat strukturní geologie úzce spolupracuje s metodami povrchové a vrtní geofyziky, karotáže a hydrogeologie.

O možných problémech při aplikaci metody platí totéž, co bylo dříve řečeno při popisu geologického mapování.

3.2.4. Způsob aplikace

Cílem strukturní geologie v rámci tohoto projektu je detailní charakteristika všech přítomných strukturních elementů. Terénní část metody zahrnuje dokumentaci makroskopických struktur a odběr vzorků a probíhá paralelně s geologickým mapováním. Výsledkem je identifikace genetických typů strukturních elementů, které jsou detailně zdokumentovány ve formě strukturní databáze prostorově napojené na geologickou mapu. V této etapě také probíhá odběr vzorků pro analýzu staveb hornin a to jednak metodou AMS (anizotropie magnetické susceptibility) pro magmatické horniny a jednak mikrostrukturní analýzou. Neoddělitelnou součástí strukturní geologie je kvantitativní vyhodnocení a analýza terénních dat, spojená s laboratorní mikrostrukturní analýzou.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 47 (celkem 182)



Hlavním výstupem terénní etapy je vytvoření koncepčního modelu vzniku a superpozice penetrativních strukturních prvků a detailní charakteristika existujících křehkých struktur.

Analýza penetrativních strukturních prvků. Za penetrativní strukturní prvky se obecně považují planární nebo lineární elementy definující makroskopickou nebo mikroskopickou mechanickou anizotropii hornin jako např. plochy vrstevnatosti v sedimentárních, magmatické stavby v intruzivních a metamorfní foliace a lineace v metamorfovaných popř. deformovaných horninách. Na základě terénního průzkumu je vytvořeno klasifikační schéma strukturních prvků, které vyjadřuje časovou a prostorovou sukcesi a superpozici zaznamenaných deformačních stádií a dále jsou vymezeny homogenní strukturní domény v rámci studovaného území. Homogenní strukturní domény jsou definované jako části území, které mají stejné geostatistické vlastnosti prostorové distribuce, orientace a charakteru penetrativních strukturních elementů. Tyto domény se pak samostatně kvantitativně vyhodnocují. Při tvorbě tohoto schématu jsou intenzivně využívány informace z laboratorních metod, např. mikrostrukturní analýza a AMS.

Analýza křehkého porušení. Terénní práce vedou k identifikaci základních typů křehkých struktur na studované lokalitě. Jedná se hlavně o identifikaci primární puklinové sítě v magmatických horninách a primárních tenzních fraktur v metamorfovaných horninách, často vznikajících současně s formováním penetrativní metamorfní stavby. Jelikož primární křehké struktury obecně tvoří prostorově variabilní puklinové sítě, je nutné požit speciální metodiku pro jejich charakterizování. Jako příklad může sloužit Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masiv – 2. etapa (Procházka a kol., 2006), v rámci kterého byla tato analýza detailně provedena. Jedná se hlavně o popis a charakteristiku délky a rozteče puklin, jejich zakončení na jiných křehkých strukturách s cílem vytvořit genetický model puklinové sítě. Tato informace tvoří základní kámen charakteru křehkého porušení a má podstatný dopad na charakteristiky jako např. konektivita křehkých struktur.

Dalším hlavním cílem analýzy křehkých struktur je pak charakterizování **sekundárního křehkého porušení**, které je ve většině případů spjato s reaktivací již existujících primárních křehkých struktur. Tento typ křehkého porušení vede k vzniku výrazných zlomových zón, zón sekundární katakláze a podobně, které představují nejvýraznější diskontinuity v geologickém prostředí jak s hlediska stability, tak propustnosti. Pochopení geneze těchto struktur je nutné věnovat zvýšenou pozornost, jelikož současné znalosti mechaniky porušení hornin umožňují stanovit korelaci mezi genetickým typem křehkých struktur a jejich vlastnostmi. Jelikož sekundární křehké struktury jsou výsledkem naložení napět'ových polí, je nutné provést jejich rekonstrukci a analýzu. Relativní příspěvek naložených napět'ových režimů může být jednak posouzen detailním studiem struktur spjatých s degenerací napětí a dále reaktivací primárních křehkých struktur. Kvalitativní a kvantitativní metody používají jak terénních pozorování, tak i numerických postupů, jež umožňují určit posloupnost a typ napět'ových režimů.

Důležitou částí analýzy křehkého porušení masivu je integrace povrchových dat a strukturních analýz vrtních jader a karotážních dat. Televizní a akustická karotáž vrtů představuje důležitý zdroj informací pro pochopení vývoje puklinové sítě směrem do hloubky. Je důležité zdůraznit, že charakter puklinové sítě se výrazně mění s hloubkou a četnost křehkých struktur generelně exponenciálně klesá v prvních stovkách metrů. Dalším důležitým faktorem ovlivňující propustnost puklinové sítě je její napět'ové zatížení, které je možné odvozovat z údajů měření současného napětí ve vrtech. Kvalitní geofyzikální data jsou předpokladem úspěšné interpretace křehkého porušení hlubších částí masivu.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 48 (celkem 182)



Kontrola kvality a možnost interpretace získaných strukturních dat křehkého porušení je 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 pak dána jasnou korelací charakteristik propustnosti a získaných dat.

Mikrostrukturní charakteristika a studium anizotropie mikrotrhlin. Anizotropie propustnosti je hlavním faktorem ovlivňujícím směrovou variabilitu propustnosti magmatických a metamorfovaných hornin. Míra anizotropie propustnosti je z velké části kontrolována přednostní orientací mikrotrhlin a mikrostrukturou horniny. Magmatické horniny jsou často postiženy deformačními událostmi, které vedou ke vzniku mylonitických či kataklastických zón s vysokým stupněm propustnosti. Velmi podstatné je rozeznání typů deformačních mechanismů a míry koheze a kompatibility povrchu minerálů. Je experimentálně prokázáno, že horniny s vysokým stupněm planární stavby, reflektující duktilní deformace, mají sice vysokou anizotropii, avšak velmi nízkou propustnost. Naproti tomu, některé mírně deformované horniny s rozvinutými střížnými pásy mohou být silně propustné.

Tyto informace je možné získat kombinací kvantitativní analýzy mikrostruktur (EBSD, PolyLX) a studiem přednostní orientace mikrotrhlin metodou studia rychlosti P-vln za různých omezujících tlaků.

3.2.5. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Vyhodnocení strukturních dat se odvíjí od navržené klasifikace. Penetrativní strukturní data jsou prezentována ve formě detailních strukturních map s vyznačením typů, orientací a rozšíření strukturních elementů. Strukturní mapa dále obsahuje navržené vyčlenění homogenních strukturních domén. Pro tyto domény jsou konstruovány statistických diagramy, popisující deskriptivní parametry jednotlivých skupin strukturních prvků.

Vyhodnocení dat křehkého porušení se prezentuje jednak v specializované mapové příloze s vyznačeným průběhem primárních a sekundárních křehkých struktur a jednak v podobě statistických diagramů. V případě puklinových sítí je sestaven hierarchický model umožňující individuální charakteristiku dílčích komponent tj. skupin puklin. V případě existence reaktivace puklinové sítě popř. vznik zlomových struktur jsou prezentovány výsledky paleonapětové analýzy.

Veškerá terénní strukturní data jsou uchovávána v databázovém systému a později sloučena s jednotným informačním systémem lokality. Specializované mikrostrukturní a porozitní studie musí být prezentovány odpovídajícím grafickým způsobem. Popis metod, aplikace a interpretace bude shrnut v závěrečné zprávě.

3.2.6. Nutná vazba na další metody

Terénní strukturní výzkum probíhá v těsné návaznosti na geologické mapování a je následován analýzou dat a laboratorními pracemi. V rámci etapy analýzy a interpretace strukturních dat budou využity existující výsledky dalších, hlavně geofyzikálních, hydrogeologických a karotážních metod, zejména pak výsledky analýzy video a akustické karotáže z vrtů. Tyto informace jsou klíčové pro sestavení realistického 3D modelu puklinové

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 49 (celkem 182)



sítě. Důležitým aspektem interpretační části strukturní geologie je vyhodnocení vlivu napjatosti masivu, zjištěného geofyzikálními metodami, na konektivní charakteristiky puklinové sítě.

Naopak informace získané analýzou strukturních dat mají výrazný vliv na tvorbu modelu geologické stavby a měly by být k tomuto účelu využity.

3.2.7. Časová náročnost

Strukturní geologie je částečně terénní metoda, kterou lze provádět pouze v měsících bez sněhové pokrývky. Ideální jsou jarní a podzimní měsíce kdy vegetace nezakrývá geologické fenomény. Celkově lze strukturní analýzu pro území o rozloze 25 km² provést za 8 měsíců.

Přípravné práce – v této části je třeba připravit archivní podklady, geoinformační systém a databázi strukturních měření pro práci v terénu. V případě vhodných klimatických podmínek mohou tyto práce probíhat paralelně se začátkem terénních prací. Přípravná etapa zahrnuje 1 měsíc a probíhá v návaznosti na přípravu IS pro ostatní projektované práce.

Terénní etapa – cílem je základní inventarizace strukturních elementů, popis jejich superpozice a vytvoření koncepčního modelu jejich prostorového rozšíření. Tato etapa představuje hlavní část sběru terénních dat. Veškeré informace jsou zanášeny do databázového systému a průběžně analyzovány za účelem zpětné vazby k terénním pracím. Také jsou odebrány vzorky pro mikrostrukturní analýzu popř. analýzu AMS. Tuto etapu lze provést během 3 měsíců v závislosti na klimatických podmínkách.

Analýza dat – tato etapa zahrnuje detailní statistickou analýzu získaných dat, kvantitativní mikrostrukturní analýzu a analýzu porozity vybraných horninových typů. V případě potřeby a možností jsou prováděny doplňující terénní práce. Doba trvání této etapy bude 2 měsíce.

Závěrečná etapa – sestavení mapových a statistických výstupů, interpretace a test kvality dat. Sestavení závěrečné zprávy závisí na dokončení dalších navazujících prací, především povrchové a vrtní geofyziky, karotáže, hydrogeologie a pod. Doba trvání 2 měsíce.

Časový průběh strukturně geologických prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

3.2.8. Finanční náročnost

Finanční náročnost strukturně geologických prací je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu

3.3. Povrchová geofyzika

Komplex metod povrchové geofyziky je nedílnou součástí úvodních geologických prací, podílejících se na vzniku podrobných modelů zájmové lokality. Geofyzikální metody jsou v prostřední granitických či metamorfovaných hornin využívány zejména k lokalizaci a sledování průběhu tektonických linií na povrchu i v hloubce masivu, fyzikálnímu rozlišení zastoupených variet hornin a sledování jejich skrytého rozhraní, stanovení mocnosti zvětralínového nebo sedimentárního nadloží apod. Jejich výstupem jsou obvykle mapy profilů a křivek měřených veličin, mapy izolinií naměřených či přepočtených hodnot, interpretační mapy průběhu geologických prvků a konečně i 2-D a 3D modely masivu konstruované z měření metodami hlubokého dosahu. Možnosti a omezení povrchových geofyzikálních

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 50 (celkem 182)



metod při průzkumu vybraných lokalit pro účely hlubinného ukládání byly v nedávné době odzkoušeny na tzv. testovací lokalitě Melechov.

3.3.1. Rešeršní a reinterpretační geofyzikální práce

Terénním pracím na jednotlivých lokalitách bude předcházet:

- rešerše a příp. reinterpretace všech dostupných geofyzikálních prací z databáze Geofondu a dalších veřejných zdrojů,
- studium domácích a zahraničních zkušeností v ekvivalentních projektech s podobnými geologickými podmínkami včetně výsledků dosavadních regionálních geofyzikálních průzkumných prací, zejména regionální letecké geofyziky (aeromagnetometrie, aeroradiometrie, příp. aeroelmg. metod) a pozemní gravimetrie v největším dostupném měřítku bude sloužit jak pro reinterpretaci dat s využitím nejnovějších metod interpretace, ale také z hlediska nových geologických poznatků,
- reinterpretace aereoelktromagnetického průzkumu provedeného firmou McPhar Geosurveys Ltd. Ontario Canada v rámci sdružení GeoBariéra v letech 2002-4:
- ověřovací rekognoskace nejdůležitějších anomálních úseků v terénu, odběr vzorků hornin a změření jejich petrofyzikálních vlastností,
- reinterpretace geofyzikálních map, tj. přehodnocení dosavadních geofyzikálních výstupů ve světle všech nejnovějších geologických poznatků ze zájmové lokality.

Tato rešerše a reinterpretace upřesní zejména směry profilové geofyzikální sítě, umístění geofyzikálních detailů a interpretačních profilů a podají předběžný geologický model oblasti, který bude upřesňován na základě dalších terénních měření a studií. .

Z výše uvedených úkolů plyne např. doporučení převést veškerá naměřená data do souborů ASCII ve tvaru, který umožní s databázemi pracovat i s využitím běžně dostupných programů jako například Surfer, Grapher, Voxler, Geosoft, Excel a pod. Interpretace strukturních prvků bude přednostně prováděna z původních složek měření, pokud tato data budou k dispozici.

3.3.2. Síť geofyzikálních profilů a bodů a metody pozemního geofyzikálního průzkumu

V terénu budou před zahájením terénních geofyzikálních prací v síti 200 x 200 m fixovány opěrné body zatlučenými označenými kolíky, které budou využity i pro další geologické práce, speciálně např. pro regionální geochemické odběry. Zaměření, příp. vytyčení základní sítě bude provedeno speciální topografickou skupinou. K této pravidelné síti bodů se vztáhnou geofyzikální profily, jejichž body budou zaměřeny s krokem nejméně 100 m GPS navigací (s přesností ± 5 m). Tato síť bude využita i pro potřeby plošné geochemie (viz kap. 3.4.5.)

Terénní geofyzikální práce v úvodní etapě budou mít regionální charakter, nepředpokládá se příliš hustá síť měření, přesto je nutné pro korelaci anomálií, extrapolaci a interpolaci interpretovaných struktur volit přiměřenou vzdálenost bodů a profilů: Měřené území bude pokrývat síť základních paralelních profilů (regionálních) vzdálených od sebe po 200 m. Jejich směr bude příčný ke směru převládajících směrů geologických struktur v dané lokalitě, který vyplynul jednak z reinterpretace dosavadních geofyzikálních dat, jednak z geologických studií zájmové oblasti. K základním profilům bude vytyčena síť kolmých profilů (tedy

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 51 (celkem 182)



rovnoběžných s hlavním směrem struktur (a kolmých na případné příčné strukturální prvky a poruchy) ve vzájemných vzdálenostech 400 m. Výjimky z pravidelného souřadného systému jsou možné z důvodů zástavby či velkých terénních překážek.

Celková délka geofyzikálních profilů v obou směrech bude 195 000 m.

V celé ploše 25 km² bude proveden

- plošný tíhový průzkum v síti 200 x 200 m,
- měření na vytyčených regionálních geofyzikálních profilech obou směrů (vzdálených od sebe 200, resp. 400 m),
- detailní doměření na třech tzv. interpretačních profilech, vedených přes celou délku území.

Plošné tíhové měření (gravimetrie) - bude proměřena v plošné síti 200 x 200 m (kvůli terénním překážkám a soukromým pozemkům nebude pravděpodobně zcela pravidelná). Pro interpretaci budou měřená data doplněna pokračováním tíhového pole do stran z regionálních měření a pochopitelně i výsledky rešeršních a reinterpretačních prací. Celkem bude na ploše 25 km² změřeno 750 bodů gravimetrie (včetně okrajových a bazálních bodů).

Měření na regionálních geofyzikálních profilech bude sestávat z měření následujícím souborem geofyzikálních metod:

- dipólové odporové profilování (DOP) s krokem 20 m, tj. na délce 195 km bude celkem 9 750 bodů,
- magnetometrie (Mag.) s krokem 20 m, tedy opět celkem 9 750 bodů
- je možné uvažovat i o simultánním měření metodou velmi dlouhých vln (VDV) spolu s magnetometrií, protože existují univerzální přístroje pro jejich společné měření (např. kanadský OMNI PLUS, Scintrex).

Výsledkem odporových a magnetických měření budou mapy zdánlivých měrných odporů a měřených veličin magnetického pole a další odvozené mapy, ilustrující sledované struktury. U metody VDV budou výsledkem mapy vodivostních linií, které odpovídají vodivým geologickým strukturám ve dvou vzájemně kolmých směrech.

Měření na interpretačních profilech - z vytyčených profilů budou vybrány podle výsledků základního souboru geofyzikálních metod tři interpretační profily (dva ve směru základních profilů a jeden ve směru kolmém) o délkách 5 km, tj. celkem 15 000 m. Výsledkem budou hlubinné geofyzikální 2-D řezy. Na těchto profilech budou aplikovány tyto vybrané hlubinné geofyzikální metody:

- gravimetrie bude na interpretačních profilech zahuštěna s krokem 25 m, tj. celkem bude doměřeno 525 bodů,
- komplexní seismická měření (reflexní i refrakční) v celé délce profilů (15 km) a podobně i
- komplexní odporová měření (kombinace klasické odporové tomografie (MEU) s doměřením vertikálního sondování do větších hloubek, případně jinou obdobnou kombinací odporového sondování a profilování do větších hloubek v celé délce interpretačních profilů, tj. 15 km).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 52 (celkem 182)



3.3.3. Popis jednotlivých geofyzikálních metod

Níže jsou uvedeny nejen ty metody pozemního geofyzikálního průzkumu, které jsou navrženy pro realizaci projektu, ale i ty metody, které jsou navrženy jen podmíněčně nebo alternativně, případně i ty metody, které nemají v našich geologických a jiných podmínkách (hustá zastavěnost, elektrifikace a dopravní síť, nepřízeň místního obyvatelstva apod.) velkou perspektivu. U těchto posledních je uvedeno zdůvodnění menších možností či přínosu.

Grafické výstupy zpracování a interpretace geofyzikálních měření budou prezentovány v měřítcích 1 : 2 000 - 10 000. Objednateli budou předloženy jak primární měřená data ve vhodném čitelném elektronickém formátu, tak i výstupy postupů, zpracování a interpretace.

3.3.3.1. Gravimetrie

Metoda indikuje hustotní změny hornin v geologické stavbě studované lokality, které se projevují pozitivními a negativními anomáliemi v gravimetrických mapách. Gravimetrie se uplatňuje při studiu geologické stavby do značných hloubek, vymezení geologických těles (plutonů, vyvřelých těles) a sedimentárních souvrství, mapování geotektonických struktur (poruch, tektonických linií) a prvků geologické stavby.

Pro terénní měření je třeba využít moderní tzv. tisícinné gravimetry, z nichž lze jmenovat např. gravimetry Scintrex Canada, modely CG-2, CG-3M nebo CG-5. Ovšem lze použít gravimetry i jiné provenience, např. Lacoste & Romberg Canada LCR Graviton EG, ZLS Corporation - Burris. Pro požadovaná regionální tíhová měření jsou dostatečné i gravimetry tzv. setinné (např. Scintrex CG-2, Sodin a další). Gravimetry potřebné kvality vlastní v současnosti řada organizací v ČR.

Výsledkem gravimetrických prací jsou různé tíhové mapy (mapa úplných Bouguerových anomálií a odvozené interpretační gravimetrické mapy - mapy reziduálních a regionálních anomálií, horizontální tíhové gradienty a mapa indikací hustotních rozhraní). Z tíhových dat podél profilů se odvozují 2-D až 2^{3/4}-D (s proměnnou příčnou délkou elementárních hranolů) hustotní modely, z nichž jsou dedukovány geologické řezy. Následovat bude vyhodnocení gravimetrických map a jejich podrobná kvalitativní a kvantitativní interpretace v úzké vazbě na další uskutečňované geofyzikální měření a geologické práce v rámci lokality. Jejimi výstupy budou 3-D modely studovaných struktur.

3.3.3.2. Dipólové odporové profilování

Metoda efektivně mapuje porušení hornin a vyděluje masivní kompaktní bloky horninového masivu, podobně citlivě mapuje horninové kontakty. Je pro dlouhé regionální profily, ale i menší detaily (kde by mohla být nahrazena kombinovaným odporovým profilováním), nejefektivnější terénní technikou, i když vyžaduje určitou zkušenost v interpretaci dat.

Z důvodů požadovaného co možná největšího hloubkového dosahu průzkumu je nutné použít značně velké uspořádání elektrod. Doporučujeme dipólové osové profilování s uspořádáním A40B80M40N s krokem měření 20 m, které má hloubkový dosah nejvýše do 100 m a mapuje tak mělké části vodivých poruch. Delší uspořádání může sice zvýšit hloubkový dosah, ale je v terénu velmi těžkopádné a měřené hodnoty jsou zatíženy vyšší chybou.

Přístrojové vybavení není příliš náročné a většina českých geofyzikálních firem je odporovými přístroji (nejčastěji výrobky bývalého s.p. Geofyzika Brno a pokračujících firem,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 53 (celkem 182)



např. MIMI milivoltmetr, GEVY geoelektrický vysílač a pod.) vybavena. Odporové přístroje vyrábí řada světových firem na značné technické úrovni, řada z nich je plně automatizovaných a často mají univerzální možnosti pro měření i spontánní a vyzvané polarizace.

Interpretace měřených křivek se provádí většinou kvalitativně. Přínosné jsou však i metody filtrace profilových křivek, které zdůrazňují požadované anomální projevy (metoda statistického porovnání modelových křivek např. nad vodiči a měřenými křivkami s výstupem pravděpodobnosti výskytu sledované geologické struktury) a tlumí vliv šumů. Konstrukci 2-D odporového řezu umožňují moderní programy, např. Resist2D, RESIST, RES2DMOD (posl. verze 3.0, M.H. Locke), RES2DINV (posl. ver. 3.54 Geotomo Software Malaysia) a řada dalších softwarů kompilovaných pro konkrétní požadavky jednotlivých firem.

3.3.3.3. Vertikální elektrické sondování

Z názvu metody je patrné, že se jedná o studium změn odporových vlastností hornin směrem do hloubky. Patří tedy mezi sondážní metody, u kterých je možné interpretovat vertikální odporový řez na základě měření bodů podél profilu. K tomuto kroku se využívá buď interpretace jednotlivých sondážních křivek pomocí automatizovaného počítačového programu pro tzv. horizontálně zvrstvený model a sestavení výsledků z bodů podél profilu nebo lze provést i 2-D interpretaci modelu pomocí komplexnějších programů např. typu Resist2D. Přístrojová i softwarová vybavení pro metodu jsou stejná jako u odporového profilování.

Pro mělký průzkum (do hloubek v desítkách či dokonce až v prvních stovkách m) patří tato metoda v ČR mezi nejpoužívanější. V zahraničí je nahrazována elektromagnetickým (frekvenčním nebo přechodovým) sondováním, v němž se hloubkový dosah řídí kromě rozměrů uspořádání také změnou frekvence. Pro tyto metody nejsou v ČR vhodné odporové podmínky kvůli velmi nízkým odporům mělké vrstvy pokryvu (silně zvětralé, nasycené vodou). Tato vodivá vrstva tlumí průnik elektromagnetické vlny do větších hloubek.

3.3.3.4. Magnetometrie

Metoda využívá existenci (přítomnost) magnetických minerálů v horninách a jejich různé koncentrace v odlišných horninách. Měří se jejich projevy v magnetickém poli Země. Na rozdíl od např. radiometrie má magnetometrická metoda poměrně velký hloubkový dosah a může proto přispět k řešení geologické stavby oblasti.

Magnetometrie tak velmi účinně a s vysokou citlivostí podá informace o monotónnosti či pestrosti a diferencovanosti horninového prostředí a o tektonickém postižení zájmové lokality. Ve všech terénech je možné z magnetických měření sestavit 2-D až 2³/₄-D modely, v nichž se vymezují geologická tělesa s různými magnetickými vlastnostmi (permeabilita, permitivita, remanentní magnetizace apod.), např. bazické (vyšší magnetické anomálie) a kyselé vyvřeliny (nižší anomálie).

V současných aplikacích s moderními vysoce citlivými magnetometry, s kontinuální registrací měřených dat a se simultánní lokalizací pomocí GPS, je to metoda provozně vysoce efektivní (zvláště pak při simultánním měření s metodou velmi dlouhých vln). Je možné využít přístrojů pracujících na principu overhauser, flux gate (THEMIS Technical University of Braunschweig, Germany, protonové magnetometry (český výrobek PM-2 Statisgeo,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 54 (celkem 182)



zahraniční AX2000, MC5), atomové magnetometry, pracující na principu optického čerpání (cesiové: např. G-858 Geometrics, Canada, SMARTMAG a NAVMAG Scintrex, Canada, draslíkové: GSMP-30 GEM Systems).

V ČR je naprostá většina geofyzikálních firem i akademických institucí vybavena vhodným, dostatečně přesným magnetometrem s požadovanou přesností kolem 1 nT.

3.3.3.5. Metoda velmi dlouhých vln (VDV)

Metoda velmi dlouhých vln (VDV, anglicky VLF – very low frequency) patří do rozsáhlé skupiny elektromagnetických (EM) metod využívajících frekvenčních EM polí. Jako zdroj primárního pole se v metodě VDV používá existujících polí vojenských navigačních radiostanic, které pracují v rozsahu velmi dlouhých vln (odtud název metody) ve frekvenčním intervalu 10 – 25 kHz. Přes malý hloubkový dosah je metoda VDV velmi efektivní geofyzikální metodou pro mapování vodivých struktur, protože aparatura má jen měřicí část a využívá se zdroj pole existující pro jiné účely. Navíc je metodu VDV možné simultánně měřit s magnetometrií pomocí komplexních přístrojů typu OMNI PLUS (Scintrex Canada), které měří reálnou a imaginární (synfázni a mimofázni) část EM pole a zároveň protonovým magnetometrem složky a gradienty zemského magnetického pole (viz též magnetometrie).

3.3.3.6. Komplexní seismický průzkum (KSP - reflexní a refrakční seismika)

Komplexní seismický průzkum znamená kombinaci obou hlavních způsobů seismických měření a jejich interpretace:

- a) reflexní seismika a
- b) refrakční seismika.

V tomto projektu bude využita kombinace obou metod tak, že mělčí část hloubkového řezu bude studována detailněji refrakční seismikou do hloubek prvních stovek metrů, a její výsledky budou zároveň použity pro zavedení oprav na nízkorychlostní vrstvy apod. v metodě reflexní seismiky.

Obě alternativy seismického měření jsou v současnosti velmi dobře vybaveny jak měřicími přístroji, tak i často velmi sofistikovaným softwarem pro odečet seismických záznamů, zavedení různých oprav, komplikované způsoby zpracování dat a sestavení seismických časových i hloubkových řezů v důsledku přednostního využití seismických metod v naftovém průzkumu. Pro účely průzkumu lokality pro HÚ, kde se požaduje hloubkový dosah jen málo přes 1 km, je vybavení méně finančně náročné, než je tomu u ropné prospekce, přesto patří tyto metody mezi finančně nejnáročnější.

Velkým problémem seismické metody je zajištění dostatečně silného signálu. Ten je možné generovat mechanicky (úder kladiva na destičku či náraz hmotného závaží spuštěného z velké výšky, příp. využít hydraulické vibrátory připevněné na spodku terénního automobilu), nebo použitím výbušnin, trhavin či náloží. Jejich použití v blízkosti sídel je však podřízeno přísným normám a schvalování (na příslušném báňském úřadě) je často obtížné a musí být řešeno ve značném předstihu. Stejně jako povolení vstupů na pozemky, tak i schválení použití náloží není zahrnuto do uvedených geofyzikálních prací, protože by mělo být řešeno komplexně s dalšími možnými problémy sociálně politickými před výběrem vhodné lokality.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 55 (celkem 182)



Jako seismické aparatury jsou vhodné a dostatečné přístroje typu Terraloc Mk-6 (výrobce ABEM, Sweden) s minimálně 24, lépe s 48 kanály (počet geofonů), dále aparatura GEODE (Geometrics, Canada) a přístroje stejných parametrů registrace a shodných funkcí (četnost časového vzorkování, délka registračních intervalů, délka záznamu min. 4 tis. slov, požadovaná citlivost, výstupní formát v SEG-2 a pod.). Primární rozložení geofonů se předpokládá 5 m.

Pro zpracování dat lze doporučit klasický seismický software Reflex W (Sandmeier, Germany) a obdobné programy. Sem patří také např. zpracovatelský soubor pro tomografickou inverzi Plotrefa (OYO Corporation, Japan), který je u nás méně používaný. Podobně jako u ostatních zpracovatelských souborů musí být požadována nejmladší verze softwaru (kvůli kompatibilitě dat z různých firem a pod.) s platností licence po celou dobu provádění prací.

3.3.3.7. Komplexní odporové měření

Komplexní odporová měření (KOM) jsou určena pro detailnější interpretaci odporových 2-D řezů pod měřeným profilem. V podstatě se vždy jedná o simultánní měření zdánlivých měrných odporů pro různé hloubkové dosahy (délky elektrodového uspořádání) simultánně v řadě bodů na profilu (jedná se o tzv. multielektrodové uspořádání + měření VES do velkých hloubek). Tato měření je možné rovněž provádět vhodným systémem postupného měření podél profilů (odporové profilování a sondování), takové měření je však méně efektivní. Pro multielektrodová uspořádání existuje ve světě řada vhodných přístrojů, z nichž řada je komerčně dostupná. V ČR je vyráběn komplex geoelektrické aparatury ARES (Automatic Resistivity System) s multielektrodovým kabelem MCS5, výrobce GF Instruments, Brno, který může využít až 200 elektrod pro jedno uspořádání. Je možné tedy použít tento český přístroj nebo jakýkoli jiný zahraniční provenience s obdobnými parametry ve vybavení alespoň 48 elektrod.

Pro interpretaci je nutný soubor RES2DINV / RES3DINV, prezentační a zpracovatelský soubor Surfer a IPI2WIN nebo ekvivalentní. Vybavení pro multielektrodové měření mají všechny velké geofyzikální firmy v ČR.

Dále jsou uvedeny geofyzikální metody, s nimiž se uvažuje jen ve speciálních případech:

3.3.3.8. Elektromagnetické metody

Geoelektrické metody pracující s časově proměnným elektromagnetickým polem označujeme jako elektromagnetické (EM). Tvoří velmi rozsáhlou, z hlediska použití i principů i velmi variabilní skupinu metod. Mohou využít jako zdroje přirozené (magnetotelurické) pole, vzhledem k velké elektrifikaci republiky, které způsobují silné rušení pro všechny EM metody, je však jeho použití málo perspektivní, i když se jedná o jedinou metodu, která je schopná studovat z hlediska měrných odporů hornin hloubky řádově v jednotkách km. To ostatně ukázalo i sondování na studijní lokalitě Melechovský masív.

Mezi nepoužívanější metody mělkého průzkumu do hloubek několika desítek metrů patří metody DEMP – dipólového elektromagnetického profilování, zvláště ty, pracující na několika různých frekvencích a vzdálenostech zdrojového a měřicího dipólu zaručujících různý hloubkový dosah. V optimálním případě (vysoké měrné odpory horninového prostředí) dosahují EM metody do hloubek nejvýše několik desítek metrů. EM metody jsou určeny

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 56 (celkem 182)



hlavně pro mapování, lokalizaci a vymezení vodivých těles, v nichž se induktivně generují dostatečně intenzivní anomálie relativní velikosti primárního pole v % rozložené na synfázní Re a mimofázní složku Im a pod.). Pro větší představu však bývají i výsledky DEMP prezentovány v měrných odporech (v Ωm) nebo převrácených hodnotách – vodivostech (S/m, mS/m).

Metody EM sondování využívají proměnné frekvence pole (v rozmezí až několika řádů) ke zkoumání změn měrných odporů pod měřeným bodem.

Hloubkový dosah EM metod roste s měrným odporem hornin, a proto jsou tyto metody zvláště výhodné v oblastech např. s pevnými kompaktními vyvřelinami (granitoidy aj.), které tvoří velkou část severských zemí. V ČR jsou pro použití EM metod méně příznivé podmínky kvůli mocnějšímu vodivému pokryvu, vysoce vodivé (kontaminované a mineralizované) podzemní vodě a dalším parametrům prostředí.

V leteckých verzích mají EM metody (aeroelektromagnetické – AEM) několik výhod: Poměrně objemné sofistikované aparatury a možnost rozměrného uspořádání zvyšují přesnost metod, je možné změřit relativně rovnoměrnou síť profilů bez ohrožení z pozemních překážek a majitelů pozemků). Proto byly bezesporu přínosné pro průzkum kandidátských lokalit v rámci projektu GeoBariéry.

3.3.3.9. Radiometrie

Z radiometrických metod přichází v úvahu jen gama spektrometrie, ale i tato jen ve speciálních případech požadavku rozlišení hornin málo zakrytých masívů na základě poměrného obsahu radionuklidů, které se osvědčilo např. při diferenciaci granitových hornin na Melechovském masívu. I při takové potřebě se však vystačí s výsledky existujících aeroradiometrických map, které jsou na území České republiky k dispozici na 80 % plochy v měřítku 1 : 50 000. Radiometrická metoda má velmi malý hloubkový dosah a diferenciaci masívu může určit jen pro jeho velmi mělké části, prakticky jen v místech hustých výchozů. Aplikace pozemní gama spektrometrie je uvažována proto jen výběrově s ohledem na konkrétní geologické prostředí lokality.

Pro radiometrická měření se používají 256- a 512-kanálové spektrometry. Metoda stanovuje na zemském povrchu koncentrace tří nejrozšířenějších přírodních gama zářičů v horninách, radionuklidů - draslíku, uranu a thoria. Protože se koncentrace radioaktivních prvků v jednotlivých typech hornin liší, je tato metoda schopna podat informace o látkové diferenciaci v oboru radiochemie. Stanoví tak radio-geochemickou homogenitu či heterogenitu prostředí. Týká se to jak hornin vyvřelých, tak i metamorfítů.

3.3.4. Časová náročnost úvodní etapy geofyzikálních prací

Časový harmonogram předpokládá v začátku prací nasazení asi tří terénních skupin, takže simultánně budou měřeny alespoň tři geofyzikální metody. To je v možnostech každé větší geofyzikální firmy.

Tab. 3.3.-1. Časový harmonogram úvodní etapy geofyzikálních prací

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 57 (celkem 182)



činnost	měsíce											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
rešeršní, reinterpretační a přípravné práce	●	●	●	●								
vytyčení geofyzikálních bodů a profilů		●	●									
plošné tíhové měření (gravimetrie)			●	●	●							
dipólové odporové profilování DOP				●	●	●						
magnetometrie + (VDV)					●							
profilová gravimetrie							●	●				
komplexní seismická měření						●	●	●				
komplexní odporová měření						●	●	●				
zpracování a interpretace dat, sestavení geofyzikálních modelů								●	●	●		
geologická interpretace									●	●	●	
sestavení závěrečné zprávy											●	●

Časový průběh povrchových geofyzikálních je rovněž vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

3.3.5. Finanční náročnost úvodní etapy geofyzikálních prací

Finanční náročnost geofyzikálních prací první etapy průzkumu je uvedena v příloze č. 2.

3.4. Plošná geochemie

3.4.1. Princip metody

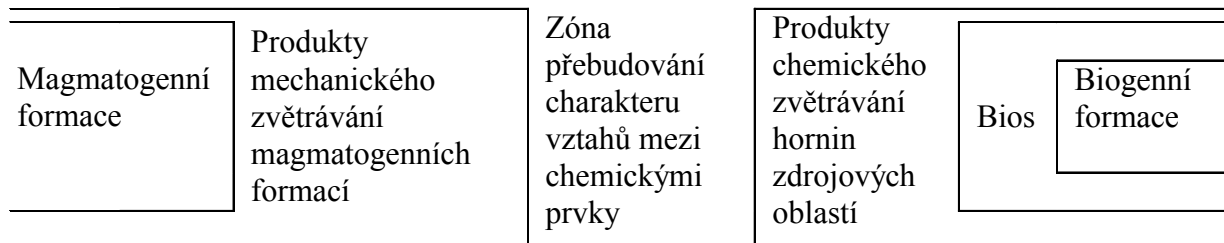
Geochemická prospekce v profilových sítích je jednou ze základních metod detailního geologického průzkumu. Princip rutinní geochemické prospekce je všeobecně známý, spočívá v definici tzv. geochemického pozadí a vyčlenění geochemických anomálií, indikujících místa s nadprůměrnými, resp. podprůměrnými obsahy sledovaných prvků. Tímto přístupem lze identifikovat zóny přínosu prvků a jejich akumulace, případně výnosu prvků, které jsou kontrastní vůči svému okolí.

Další využití plošně aplikované geochemie spočívá v identifikaci nehomogenit pomocí modelu migrace prvků v zóně hypergeneze dle Burkova J. K. a Rundquista D. V. (in Ahrens L. H., 1979). V průběhu chemického zvětrávání dochází k destrukci mateřských hornin a k přechodu prvků v nich obsažených do roztoků a suspenzí. Geochemické asociace charakteristické pro mateřské formace jsou tak postupně „rozbíjeny“ a vytváří se asociace nové, odrážející pohyblivosti prvků v podmínkách sedimentace. Prvkové složení nově vzniklých asociací pak určuje míru intenzity chemického zvětrávání (např. slabé přeměny

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 58 (celkem 182)



jsou charakterizovány relativním poklesem mobility Ti a Pb, silné přeměny jsou zase indikovány výrazným nárůstem pohyblivosti Ni, což vede k zásadní změně složení asociací korelujících prvků – schematicky viz níže).



Na základě analýzy zjištěných korelačních vztahů mezi prvky a jejich porovnáním s modelovými pak lze pomocí geochemie odlišit oblasti mechanického zvětrávání od oblastí chemických přeměn o různé intenzitě a identifikovat tak fyzikálně-chemické procesy terénním geologickým mapováním nepozorovatelné. Tento způsob vyhodnocení umožňuje identifikovat i takové nehomogenity, které nemají odraz v kvantitativním zastoupení prvků.

Softwarové zabezpečení aplikace metodiky tvoří jednak dostupné komerční statistické programy a jednak některé specifické programy, vyvinuté pro speciální účely.

3.4.2. Zkušenosti s využitím v tuzemských podmínkách

Efektivnost aplikace prospekční geochemie byla prokázána řadou prací ložiskového průzkumu realizovaného jak doma tak i v zahraničí a není třeba ji dále komentovat.

Model migrace prvků v zóně endo- a hypergeneze byl v podmínkách České republiky nově použit při identifikaci zón nehomogenit v rámci úkolu Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masiv – 2. etapa (Procházka a kol., 2006). Zde se ukázala vysoká efektivita této metody při identifikaci strukturních prvků podílejících se na stavbě zájmového území, kdy výsledky geochemie byly ve velmi dobrém souladu jak s geologickým mapováním, tak i geofyzikálními měřeními. Nejnověji byla účinnost této metody prokázána na archívních datech 3 lokalit (Benetice, Drhovle, Žebrákov).

3.4.3. Zdůvodnění použití metody a její přínos

Geochemie patří mezi základní metody geologického průzkumu a výzkumu a spolu s geofyzikou tvoří rub a líc jedné mince. Spolu s geologickým mapováním pak dávají ucelený model stavby zájmového území a procesů které se na ní podílely. Hlavním cílem geochemických prací je tedy charakterizovat zájmové území (lokalitu) z pohledu geochemie a vymezit na základě distribuce prvků a vztahů mezi nimi anomální zóny a jiné nehomogenity, které budou předmětem dalšího výzkumu. Anomální zóny odráží především projevy rudních mineralizací, často strukturně podmíněných.

Nehomogenity zjištěné v detailním měřítku na základě analýzy korelačních vztahů mezi prvky mají obecnější charakter, lze za nimi hledat především:

- zlomy, poruchová pásma a jiné strukturní prvky,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 59 (celkem 182)



- mineralizované zóny tvořené puklinovými systémy a poruchami, představující přírodní kanály hydrotermálních fluid,
- zóny chemických přeměn hornin, indikující různé alterační procesy podél poruch, kontaktů hornin nebo metamorfni zóny.

Zdroj většiny těchto procesů se nachází v hloubkách více než několik stovek metrů a výsledky geochemie tak představují jeden z významných podkladů při hledání vhodných prostor k vybudování HU.

Mimo výše uvedené cíle geochemie rovněž usnadní vymezení přítomných horninových rozhraní a rozlišení „příbuzných“ horninových typů nebo horninových přechodů s blízkými fyzikálními vlastnostmi, jinými metodami obtížně postižitelné.

Geochemický model daného území musí toto území charakterizovat komplexně, tj. nejen z pohledu distribuce jednotlivých prvků, případně minerálů (kvantitativní hledisko), ale i z pohledu vzájemných vztahů mezi prvky/minerály (kvalitativní hledisko). To je v souladu se systémovým přístupem, kde je systém definován jako "organizovaný celek, tvořený nedílně svázanými prvky, které mohou být definovány pouze jedny prostřednictvím druhých a to funkcí jejich místa v tomto celku." (Saussure in Morin E., 1977). K dosažení výše uvedeného cíle je proto nezbytné geochemické práce realizovat na celém území hypotetické lokality.

3.4.4. Možné problémy při aplikaci metody

Problémy při aplikaci plošné geochemie je možné očekávat při realizaci vzorkovacích prací, kdy vlastník pozemku nebude souhlasit se vstupem. Co se týče odborné stránky věci, pokud budou dodrženy zásady jednotné metodiky odběru, přípravy a chemické analýzy vzorků, nemělo by k žádným zásadním problémům s aplikací metody docházet.

3.4.5. Způsob aplikace

Předmětem zájmu jsou především plutonická tělesa, u kterých lze předpokládat relativně homogenní charakter. Optimální vzorkovací síť by tedy byla čtvercová, s ohledem na plochu 25 km² pak maximálně 150 x 150 m. Vzhledem k žádoucí kompatibilitě se sítí geofyzikálních měření za účelem přímého porovnání geofyzikálních a geochemických měření v identických bodech, projektujeme obdélníkovou síť se vzdáleností mezi profily 200 m a mezi body na profilu 100 m. V místech, která budou předmětem dalšího zájmu s cílem ověřit anomálie nebo provést detailizaci, bude v druhé etapě prací (viz kapitola 4.5.) provedeno zahuštění profilů do sítě 100 x 100 m (předpoklad 30% plochy).

Odběr vzorků se bude provádět z eluvia co nejbližší nad pevnou horninou, aby se omezil na minimum vliv soliflukce na svazích a potlačil vliv náhodných jevů. Lze předpokládat, že se hloubka odběrů bude pohybovat v závislosti na mocnosti pokryvu a charakteru zvětralin od 0,5 do 4 m. V případě, že budou zastiženy neprostupné balvanité sutě, je třeba odběr i několikrát opakovat v blízkém okolí stanoveného bodu.

Pro hloubení mělkých vrtů je možné aplikovat různé technologie strojního vrtání, jako např. klasické suché rotační vrtání se spirálním vrtákem o průměru 120 mm. Tyto vrtné soupravy s hydraulickým pohonem jsou pod označením G 200 nebo EP 15 většinou montovány na traktor, z důvodů dobré průjezdnosti terénem. Horší je však průjezdnost v hustěji zalesněném terénu, další nevýhodou je, že není zachován vertikální profil vzorku.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 60 (celkem 182)



Další použitelnou strojní technologií je vrtání penetrační soupravou s předráženou jádrovkou o volitelném průměru 50, 60 a 80 mm. Nespornou výhodou této penetrační metody vrtných prací je skutečnost, že dokumentující geolog vidí v "oknech" jádrovky kompletní vrtný profil. Denní odvrt touto soupravou je zhruba poloviční oproti rotačnímu vrtání. V horších terénních podmínkách může být tato souprava přenášena na bod odběru i ručně.

Optimální je použití lehké vrtné soupravy (např. RDBS) na pásovém podvozku, která umožňuje vrtat až do hloubek 25 m a má vcelku dobrou průchodnost terénem.

Alternativním řešením odběrů vzorků v případech komplikovaného povolení vstupů na pozemky jsou odběry pomocí ručních vrtáků. V tomto případě je možné dle výkladu MŽP provádět odběry vzorků bez souhlasu vlastníka pozemku v souladu s vyhláškou č. 369/2004 Sb., § 2b. Ta upravuje ustanovení § 14 zákona 62/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Za technické práce se toto vyhláškou nepovažuje „povrchový odběr vzorků hornin půd a sedimentů vodních toků, pokud je prováděn ručním náradím, a z povrchu prováděná měření a pozorování přístroji nebo jejich příslušenstvím“. Toto řešení má však negativní dopad na dobu realizace odběrů a na dosažení požadované hloubky (za optimálních podmínek je hloubkový dosah max. 3 m).

Na každém z bodů bude odebírán vzorek na chemickou analýzu o váze zhruba 500 g i více a dokumentační vzorek, sloužící ke zpřesnění geologické mapy. Současně s odběry vzorků se bude provádět dokumentace odvrtného profilu, zaměřená především na jeho makroskopický popis a mocnost kvartérního pokryvu. Na každém vzorkovacím bodě bude jako součást geochemického průzkumu provedeno i měření radioaktivity U, Th a K%, doplněné o měření magnetické susceptibility. Za odpovídající přístrojové vybavení považujeme přenosné gamaspektrometry řady RS (RS-125, RS-230), resp. kapametr KT-10 s citlivostí 10^{-6} SI jednotek na měření magnetické susceptibility.

V rámci 2. etapy při ověřování zjištěných anomálií nebo úseků z jiných důvodů zajímavých bude na 1/3 plochy provedeno zahuštění vzorkování.

Vzorky pro chemickou analýzu budou podrceny na frakci 5 - 2 mm a následně rozemlety na analytickou jemnost (0,1 mm a větší). Pro víceúčelové využití budou vzorky podrobeny tzv. whole rock analýze, kde bude stanovena široká škála minoritních (Au, Ag, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cs, Cu, Ga, Hf, Hg, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Th, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr, REE) a majoritních prvků (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO, Na_2O , K_2O , MnO, TiO_2 , P_2O_5 , Cr_2O_3) včetně celkové síry a uhlíku a stanovení ztráty žíháním. K volbě široké škály vede několik důvodů, které lze definovat následovně:

- široká škála stopových prvků umožní optimální výběr pro aplikaci geochemického modelu migrace prvků v endo- a exogenním prostředí (Burkov J., Rundquist D. V. 1979), jehož princip je uveden v následující kapitole,
- analýzy makroprvků (silikátové analýzy) mají víceúčelové využití, nejen pro konstrukci různých klasifikačních diagramů, ale i při identifikaci geologických jevů při zachování přírodní hierarchie,
- analýzy REE budou využity mimo jiné i k rozlišení typů granitů,
- není dopředu známo, které z prvků budou nositelem významnější informace,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 61 (celkem 182)



- cena stanovení obsahů stopových prvků včetně lanthanoidů je v některých laboratořích nižší než cena širšího výběru z celé sady.

U analytické metody stanovení obsahů prvků je nezbytná jejich nízká mez stanovitelnosti a vyšší přesnost, neboť vzhledem k relativní homogenitě objektu (granitoidní masív) a především malé ploše předpokládaného zájmového území lze u řady prvků očekávat nízkou variabilitu hodnot.

3.4.6. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Vyhodnocení výsledků chemických analýz vzorků bude provedeno dvěma způsoby. První způsob představuje klasická úloha z prospekční geologie – zjištění mineralizovaných zón, zlomů, poruchových pásem a mineralizovaných objektů. Při definici anomálií bude aplikována neparametrická metoda KOMBI, vycházející nejen z absolutní hodnoty koncentrací ve vzorku, ale i ze vzájemných vztahů mezi prvky (Žáček, Páša 2008). Tato metoda se jeví jako vhodnější pro dané účely než běžně užívané metody stanovení prahu anomality.

Druhým způsobem je 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. V závislosti na délce profilu je výpočet korelačního koeficientu prováděn ze tří nebo pěti bodů. Čím delší je profil, tím více bodů lze do výpočtu klouzavého koeficientu zahrnout a případně i získat lepší výsledek. Upřednostňován je neparametrický koeficient (Spearmanův nebo Kendallův), neboť jeho výpočet není omezován podmínkou normálního rozdělení vstupních dat, jak je tomu např. u běžně používaného Pearsonova koeficientu. Intenzitu přeměn bude vyhodnocena ve čtyřech stupních – prakticky žádné přeměny, velmi slabé přeměny, přeměny střední intenzity a intenzivní přeměny.

Výsledky získané z vyhodnocení plošné geochemie představují výchozí podklad o prostorovém vývoji v celé ploše zájmového území.

Veškeré výsledky budou prezentovány grafickou formou v podobě map geochemických anomálií a map geochemických nehomogenit. Z makroskopického popisu geochemických vzorků bude sestaveno schéma zastoupení horninových typů, alternativně je možné vytvořit i mapu mocností kvartérního pokryvu. Popis aplikace metody, její výsledky a interpretace budou shrnuty v závěrečné zprávě.

3.4.7. Vazba na další metody

Geochemické práce je třeba koordinovat s některými dalšími projektovanými činnostmi:

- S geofyzikálními pracemi má plošná geochemie společnou opěrnou síť bodů 200 x 200 m, tudíž zhruba polovina geochemických vzorků bude odebrána ve společných bodech. Pozemní geochemické a geofyzikální práce by tedy měly probíhat v součinnosti, aby byl minimalizován kontakt s vlastníky pozemků.
- Při odběru geochemických vzorků budou odebrány i dokumentační vzorky a prováděna dokumentace odvrtného profilu. Geolog odpovědný za mapování by tedy měl buďto být přítomen při odběrech vzorků osobně nebo by měl dostatečně podrobně specifikovat své požadavky na dokumentaci.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 62 (celkem 182)



- V případě, že bude v průběhu realizace mělkých vrtů zastižena podzemní voda, provede se změření hloubky naražené hladiny pro potřeby hydrogeologického průzkumu.

3.4.8. Časová náročnost

Odběry vzorků je nutno provádět s ohledem na dostupnost terénu a potřebnou rychlost provádění prací mimo zimní období, tj. zhruba v době mezi dubnem a listopadem. Průměrný počet vzorků odebraných za 1 den lehkou vrtnou soupravou se v závislosti na průchodnosti terénu (členitý reliéf, mokřady apod.) pohybuje kolem 20 vzorků. Celková doba na odběr základní sítě vzorků pak bude cca 3 měsíce, při zahuštění v rámci detailního průzkumu pak další cca 1 měsíc. V případě ruční vibrační soupravy se denní průměr odebraných vzorků pohybuje kolem 11 vzorků, čemuž odpovídá celková doba odběru v základní síti 6 měsícům a v případě detailního průzkumu 2 měsícům.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

3.4.9. Finanční náročnost

Finanční náročnost prací plošné geochemie, které budou realizované v rámci první etapy průzkumných prací je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu.

3.5. Povrchová hydrogeologie a hydrochemie

3.5.1. Hydrogeologické mapování

3.5.1.1. Princip metody

Hydrogeologickým mapováním je míněn soubor činností vedoucích k sestavení účelové hydrogeologické mapy (ÚHGM) hypotetické lokality v měřítku 1:10 000. ÚHGM zahrnuje soubor map (vlastní hydrogeologická mapa, mapa chemizmu vod, hydrologická mapa) s legendou, textové vysvětlivky a dokumentaci. Metodika sestavení mapy a její obsah jsou podrobně popsány ve zprávě Procházky et al. (2004).

Cílem účelového hydrogeologického mapování je všestranné poznání, popis a zobrazení výskytu a režimu podzemních 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.

Účelová hydrogeologická mapa je zpracována pro celá hydrogeologická povodí zasahující do studijní lokality, tzn. není omezena pouze na vlastní lokalitu. Hydrogeologické a hydrologické posouzení se musí vztahovat jak na horninové prostředí v podzemí, tak i na povrchovou část a vstupy z vnějšího prostředí. Lze předpokládat, že zejména hlubinná část úložiště ovlivní širší oblast i mimo vymezené území studijní lokality. Relevantní hydrogeologická data však pro tyto účely budou získána až s realizací hlubokých vrtů, situovaných mj. i na základě mapovacích prací.

Jedná se o ryze účelovou mapu, zahrnující zobrazení všech hydrogeologických, hydrochemických a hydrologických jevů, které mají význam pro výběr vhodné kandidátní

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 63 (celkem 182)



lokality HÚ VAO a pro poznání a dokumentaci původního stavu životního prostředí před zahájením výstavby HÚ VAO.

Intenzivní fáze tvorby mapy probíhá v první etapě geologických prací na hypotetické lokalitě, tedy v etapě pouze s mělkými technickými pracemi (do hloubky cca 100 metrů), které zastihují prostředí zobrazitelné v mapě. V dalších etapách geologických prací je mapa zpřesňována a důležité informace jsou doplňovány do textových vysvětlivek.

Hydrogeologické, hydrochemické a hydrologické mapování a dokumentace v terénu budou prováděny do Základní mapy 1: 10 000 (Český úřad zeměměřický a katastrální). Veškerá data získaná v terénu budou uložena do databázi a převedena do GISu.

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. Detailní popis dokumentačních bodů je prováděn do dokumentačních karet a dokumentačních deníků. Primární dokumentace slouží jako výchozí podklad pro databázi dokumentačních bodů, současně ale obsahuje údaje nad rámec databáze (náčrtky, plánky, postřehy mapujícího hydrogeologa, informace od místních obyvatel, které nelze v danou chvíli ověřit atd.). Výčet položek dokumentace pro různé typy hydrogeologických i hydrologických objektů je uveden ve zprávě Procházky et al. (2004).

Součástí terénních prací je měření fyzikálně-chemických parametrů podzemních i povrchových vod jako je teplota, pH, specifická vodivost, koncentrace rozpuštěného kyslíku, případně oxidačně-redukční potenciál, hloubky hladin u studní a vrtů, vydatnost u pramenů a průtoky na vodních tocích.

Z hydrogeologických objektů a z vodních toků budou odebrány vzorky podzemních a povrchových vod pro základní chemické rozborů (Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Fe, Al, F, Cl, NO₃, SO₄, NH₄, alkalita, DOC (rozpuštěný organický uhlík), pH, vodivost u povrchových vod) a u vybraných vzorků budou provedeny rozborů základních radiologických ukazatelů (izotopy Rn, U, Ra, Th, celková objemová aktivita α a celková objemová aktivita β). Na základě průběžných výsledků budou poté vytipovány objekty pro další stanovení (stopové prvky, kovy, izotopy pro stanovení geneze a stáří vod, kontaminanty). Při vzorkování bude postupováno podle pokynů pro odběr vzorků uvedených v ČSN ISO 5667 a podmínek standardních operačních postupů příslušné akreditované laboratoře.

Metoda hydrogeologického mapování je v ČR běžně zvládnutým a rozšířeným postupem.

3.5.1.2. Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků

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 obsahující:

1. Grafickou část:
 - vlastní hydrogeologická mapa
 - mapa chemizmu vod
 - hydrologická mapa
 - mapa dokumentačních bodů
 - legenda k jednotlivým mapám

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 64 (celkem 182)



2. Textovou část:
 - textové vysvětlivky
3. Dokumentační část:
 - detailní popis dokumentačních bodů – primární dokumentace
4. Datovou část
 - databáze dokumentačních bodů a fotoarchivu
 - databáze režimních měření
 - databáze chemických analýz vod

Grafická část:

Hydrogeologická mapa zahrnuje grafické znázornění základních typů hydrogeologického prostředí, hydraulických vlastností kolektorů ve zvětralinovém plášti a přípovrchové zóně rozvolnění puklin, hydrogeologických hranic, hydroizohyps, směru proudění podzemní vody ve zvětralinovém plášti a přípovrchové zóně rozvolnění puklin, hydrogeologicky významných tektonických linií ověřených i předpokládaných, ověřených míst infiltrace a drenáže podzemních vod, pramenů a zachycených pramenů, míst výskytu hladiny podzemní vody v úrovni terénu nebo těsně pod ním, vrtů a studní, hydrogeologických rozvodnic, vodní sítě geologických poměrů, hranice studijní lokality a listokladu Základních map 1:10 000.

Do mapy chemizmu podzemních vod se zakreslují typy podzemních případně povrchových vod, zastoupení hlavních rozpuštěných složek podzemních případně povrchových vod, pH a elektrická vodivost (celková mineralizace), extrémní hodnoty chemických a fyzikálně-chemických parametrů vod, radioaktivita vod, hydrogeologické objekty, u kterých chemická analýza vzorků podzemní vody indikuje hluboký oběh podzemních vod, významné zdroje znečištění, hranice studijní lokality a listoklad Základních map 1:10 000.

Hydrologická mapa obsahuje měřicí stanice, vodní síť, prameny a zachycené prameny, vodní zdroje pro veřejné a individuální zásobování pitnou vodou, ochranné pásmo vodních zdrojů 2. stupně, objekty na tocích, hydrologická povodí a rozvodnice, interpretované údaje, hranice studijní lokality a listoklad Základních map 1:10 000.

Mapa dokumentačních bodů obsahuje dokumentační body, hranice studijní lokality a listoklad Základních map 1:10 000.

Každá z map tvořících komplex Účelové hydrogeologické mapy 1:10 000 má svou vlastní legendu. Jeden typ útvaru je na všech mapách znázorněn stejnou značkou. V legendě jsou shrnuty všechny útvary (plošné, liniové a bodové) rozlišené v mapě.

Textová část

Textové vysvětlivky přehledně charakterizují hydrogeologické, hydrologické a hydrochemické poměry znázorněné v Účelové hydrogeologické mapě. Shrnují a analyzují všechna data, která se během geologických prací na daném území podařilo získat. V textových vysvětlivkách jsou zpřesněny a rozvedeny informace, které mapa obsahuje, a uvedeny ty informace, které v mapě nelze znázornit. Je zde uveden také způsob zpracování dat.

Dokumentační část

Dokumentací se rozumí podklady, které byly použity při sestavování souboru map Účelové hydrogeologické mapy a textových vysvětlivek, ale nejsou jejich přímou součástí.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 65 (celkem 182)



Dokumentace se skládá z mapy dokumentačních bodů, detailního popisu dokumentačních bodů na dokumentačních kartách a v dokumentačním deníku (primární dokumentace) a databáze dokumentačních bodů, chemických analýz, režimních měření a fotoarchivu.

Datová část

Datová část obsahuje všechna získaná data z terénního i laboratorního mapování a měření, které lze uspořádat do struktury datové tabulky. Tabulky jsou rozděleny účelně a tematicky. Soubor datových tabulek tvoří výslednou databázi použitelnou pro další výpočetní a statistické zpracování, jehož výsledkem jsou odvozené údaje.

3.5.1.3. Zdůvodnění přínosu metody

Účelové hydrogeologické mapování přinese soubor podkladů sloužících k posuzování vhodnosti příslušné lokality pro účely hlubinného ukládání VAO, k lokalizaci následných technických prací (mělké i hluboké vrty, měrné profily) a k návrhu vhodné monitorovací sítě na lokalitě. V neposlední řadě slouží výsledky mapování pro dokumentaci a zhodnocení stavu životního prostředí před zahájením průzkumných prací spojených se zásahem do krajiny a před zahájením vlastní stavby HÚ VAO.

Jedním z nejdůležitějších výstupů hydrogeologického mapování je identifikace průběhu vodivých (propustných) tektonických prvků na zemském povrchu. Tyto prvky mohou sloužit jako preferenční cesty šíření znečištění z prostoru úložiště do biosféry. Hlubkový průběh vodivých tektonických prvků identifikovaných v průběhu hydrogeologického mapování bude ověřen v další etapě technickými pracemi.

3.5.1.4. Vazba na další metody

Terénní práce mohou být v plné šíři zahájeny až po vyřešení povolení vstupů na pozemky. Týká se to zejména dokumentace stavu vodních zdrojů (domovní, obecní studny), která není možná bez povolení vstupu na soukromý pozemek a souhlasu majitele objektu.

Hydrogeologické a hydrologické mapování bude probíhat v těsné součinnosti s mapováním geologickým. Pro kompilaci hydrogeologické mapy je nezbytným předpokladem interpretace výsledků povrchových geofyzikálních měření a finální verze geologické mapy studované lokality v digitální podobě. Hydrogeologická mapa bude dokončena následně s časovým odstupem po mapě geologické.

Na mapovací práce bude bezprostředně navazovat návrh režimního měření na hydrogeologických objektech a návrh lokalizace měrných objektů.

3.5.1.5. Časová náročnost

Terénní mapovací práce jsou sezónní záležitostí, mohou probíhat v období bez sněhové pokrývky, tedy na většině území České republiky v období března (duben) až listopad. Terénní obchůzky, měření a odběr vzorků pro chemické analýzy budou realizovány ve dvou etapách, první v době s minimem vegetačního pokryvu a vysokých stavů podzemních i povrchových vod v jarních měsících a druhá na přelomu léta a podzimu při nízkých stavech vod.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 66 (celkem 182)

3.5.1.6. Finanční náročnost

Finanční náročnost hydrogeologického mapování je uvedena v příloze č. 2. V částce je zahrnuto jak mapování, tak odběry a vyhodnocení vzorků, a zpracování podkladů v GIS.

3.5.2. Využití mělkých vrtů (do 100 m) pro HG a HCh studium

3.5.2.1. Popis metody

Mělké vrty do hloubky 100 m, hloubené v průběhu geologického mapování na ověření významných struktur a geologických hranic, budou využity k ověření hydraulických vlastností a chemického složení podzemních vod zvětralinového pláště a svrchní části zóny připovrchového rozvolnění puklin a přinesou další informace pro geologické mapování.

Z hlediska hydrogeologie budou mělké vrty rozděleny do dvou kategorií:

1. Vrty s hloubkou do 20 m vystrojené umělohmotnou zárubnicí s perforací budou sloužit k ověření hydraulických vlastností zvětralinového pláště a charakteru chemizmu podzemních vod velmi mělkého oběhu.
2. Vrty s hloubkou 20-100 m vystrojené do hloubky cca 20 m ocelovou pažnicí s cementací v hlubších částech bez výstroje budou sloužit k ověření hydraulických vlastností zóny připovrchového rozvolnění puklin a charakteru chemizmu podzemních vod aktivního oběhu v puklinovém prostředí.

Vrty s hloubkou do 20 m

Předpokládáme, že pro účely hydrodynamického testování a následného monitoringu bude na lokalitě vystrojeno maximálně 10 vrtů do 20 m. Na těchto vrtech budou uskutečněny čerpací zkoušky metodou neustáleného proudění a následně stoupací zkoušky. Čerpací zkouška bude provedena v rozsahu 1 den, v podmínkách neustáleného proudění, při konstantním čerpaném množství. Následovat bude stoupací zkouška do vyrovnání hladiny do původního stavu.

V průběhu čerpací i stoupací zkoušky budou s pomocí tlakového snímače s dataloggerem kontinuálně sledovány změny hladiny podzemní vody v testovaném vrtu a v okolních hydrogeologických objektech a obdobně bude kontinuálně zaznamenáváno čerpané množství digitálním průtokoměrem.

V mělkých mapovacích vrtech bude v průběhu čerpací zkoušky odebrán směsný vzorek reprezentující vody mělkého oběhu. Vzorky budou odebrány minimálně po odčerpání 3 objemů vrtu a po ustálení fyzikálně-chemických vlastností podzemní vody (teplota, pH, specifická vodivost), které budou průběžně monitorovány. Po odběru budou vzorky stabilizovány a co nejrychleji dopraveny do analytické laboratoře, kde budou skladovány za vhodných podmínek. Na odebraném vzorku vody bude provedena základní chemická analýza vody (Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Fe, Al, F, Cl, NO₃, SO₄, NH₄, alkalita, pH, vodivost).

Vrty s hloubkou 20-100 m

Nezapažená část vrtu bude v první etapě hydraulicky otestována etážovými vodními tlakovými zkouškami v celém profilu vrtu s krokem 10 m. Testovaný úsek (etáž) bude od ostatních částí horninového prostředí oddělen dvojicí nafukovacích pakrů. Základním typem testu budou vodní tlakové zkoušky (VTZ) se vstupním tlakem 100-200 kPa s délkou vtláče

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 67 (celkem 182)



fáze do dvou hodin. V průběhu VTZ bude kontinuálně zaznamenáván tlak v testovaném úseku i nad ním a spotřeby vtláčené vody.

Pokud vrt zastihne významný strukturní prvek (poruchovou zónu), budou její hydraulické vlastnosti ověřeny detailními VTZ s předpokládanou délkou etáže 1-5 m a délkou trvání do 3 dnů. Vstupní tlak bude volen v závislosti na hydraulických vlastnostech poruchy, pokud to bude možné, budou zachovány stejné parametry testování jako u standardních VTZ, což umožní lepší srovnání výsledných hodnot hydraulických vlastností hornin.

Směsný vzorek podzemních vod zde bude odebrán ze spodní části vrtu, bude odpovídat vodám připovrchové zóny rozvolnění puklin. Podmínky odběru, rozsah měření a chemických analýz bude shodný jako u odběrů z vrtů do 20 metrů. Vzorky vod budou po odběru stabilizovány a co nejrychleji dopraveny do analytické laboratoře, kde budou skladovány za vhodných podmínek.

Stávající hydrogeologické vrty a studny

Pokud se na lokalitě budou vyskytovat nevyužívané studny či hydrogeologické vrty vhodné pro zahrnutí do monitorovací sítě (viz následující kapitola), bez údajů o hydraulických vlastnostech hornin v jejich okolí, bude na nich provedena čerpací zkouška a odběr vzorků jako na nových vrtech do 20 m. U hlubších vrtů s nevystrojenými úseky budou tyto úseky otestovány etážovými vodními tlakovými zkouškami s krokem 10 m.

3.5.2.2. Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků

Primární záznamy měřených veličin v průběhu hydrodynamických zkoušek budou vyhodnoceny s pomocí analytických vzorců pro ustálené a neustálené proudění, případně specializovanými softwary (Aquifer Test, AQTESOLV) a prezentovány ve formě koeficientů hydraulické vodivosti a transmisivity tabulkovou formou. Data budou uložena do databáze a stanou se součástí GISu lokality.

Chemické analýzy vod budou zpracovány do přehledných tabulek a grafů používaných pro chemickou charakteristiku vod (PhreeqC, AqQA). U vícečetných analýz bude provedeno i statistické vyhodnocení. Dále bude chemické složení vod graficky prezentováno v hydrochemických mapách v systému GIS.

3.5.2.3. Zdůvodnění přínosu metody

Efektivní využití vrtů do 100 m přinese první informace o hydraulických vlastnostech hornin v pásmu aktivního oběhu podzemních vod. Získaná data budou jedním ze základních podkladů k sestavení, případně zpřesnění hydrogeologické mapy. Údaje o hydraulických vlastnostech poruchových zón, které byly vymapovány povrchovými metodami a následně ověřeny vrtnými pracemi, jsou nepostradatelné pro lokalizaci hlubokých vrtů.

Výsledkem odběrů vod bude definice chemického typu vody v horninovém prostředí a jejich stav před následnými zásahy do geosféry. Údaje budou využity pro konstrukci hydrochemické mapy. U objektů v blízkosti lidských sídel budou získané údaje podkladem pro kontrolu kvality vody a budou použity v případě střetu zájmů jako důkazní materiál.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 68 (celkem 182)

3.5.2.4. Vazba na další metody

Je potřebné, aby hydrodynamické testy na mělkých vrtech a odběry vzorků vod probíhaly v etapě hydrogeologického mapování tak, aby výsledné hodnoty bylo možné zahrnout do Účelové hydrogeologické mapy s.1. lokality.

3.5.2.5. Časová náročnost

Terénní mapovací práce jsou sezónní záležitostí, mohou probíhat v období bez sněhové pokrývky, tedy na většině území České republiky v období března (duben) až listopad. Terénní obchůzky, měření a odběr vzorků pro chemické analýzy budou realizovány ve dvou etapách, první v době s minimem vegetačního pokryvu a vysokých stavů podzemních i povrchových vod v jarních měsících a druhá na přelomu léta a podzimu při nízkých stavech vod.

Časová náročnost testování mělkých vrtů je patrná z následující tabulky.

Tab. 3.5.-1. Časová náročnost testování mělkých vrtů

	Hydrodynamické zkoušky	Odběr vzorků
Vrt do 20 m	3 dny	v průběhu HZ
Vrt 20-100 m	6 dní	1 den

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

3.5.2.6. Finanční náročnost

Finanční náročnost prací je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu. Cena zahrnuje hydrodynamické zkoušky, odběr vzorků vod, chemické analýzy zpracování a vyhodnocení dat pro předpokládaný počet 16 mělkých vrtů.

3.5.3. Zřízení hydrologické a hydrogeologické monitorovací sítě a následné monitorovací práce

3.5.3.1. Popis metody

Monitorovací práce budou zaměřeny na sledování časových, kvalitativních i kvantitativních vlastností povrchové a podzemní vody. Výsledkem bude získání základních klimatologických, hydrologických a hydrogeologických charakteristik na hypotetické lokalitě. Monitoring bude realizován pomocí sítě pozorovacích objektů.

Režim povrchových i podzemních vod v přírodním prostředí podmiňuje řada činitelů, které ve svém souhrnu vytváří náhodný charakter výskytu jednotlivých hodnot měřitelných veličin (stavy hladin, průtoky, intenzita srážek apod.). Jedná se tedy o procesy stochastické, jejichž poznání vyžaduje mít k dispozici dostatečně velký základní soubor naměřených dat. Za minimální délku časové řady potřebnou pro získání částečně reprezentativních parametrů je možné považovat období tří let. Optimální délka monitorovacích prací pro získání reprezentativních parametrů se pohybuje v rozsahu 5-10 let. Z toho vyplývá, že výběr

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 69 (celkem 182)



případně zřízení monitorovací sítě a následný monitoring je nutné zahájit hned v počátečních fázích výzkumu hypotetické lokality a pokračovat v něm minimálně po uvedenou dobu.

Je pravděpodobné, že na území hypotetické lokality nebo v jejím bezprostředním okolí nebudou k dispozici měřná zařízení provozovaná ČHMÚ nebo jinou institucí a bude nezbytné postupně vybudovat vlastní monitorovací síť a dále ji optimalizovat podle průběžných výsledků měření.

Podle typu sledovaných veličin budou monitorovací práce rozděleny do tří skupin:

1. Hydrologický monitoring bude zaměřen na sledování režimu povrchových vod a srážek.
2. Hydrogeologický monitoring se bude věnovat získání informací o režimu vod podzemních.
3. Hydrochemický monitoring bude sledovat vývoj složení podzemních, povrchových vod a atmosférických srážek.

Hydrologický monitoring

Jedním z výsledků hydrologického mapování bude získání podkladů pro vymezení hydrologického území, které bude vhodné pro sledování odtoku povrchových vod. V průběhu mapovacích prací budou vybrané malé vodní toky osazeny provizorními přepady a odtok na nich bude sledován s četností minimálně 1x za měsíc. Přibližné hodnoty specifického odtoku stanovené z těchto měření umožňují srovnání jednotlivých malých povodí a předběžné zhodnocení antropogenního vlivu, vlivu morfologie a geologické stavby na odtokové poměry (Rukavičková et al. 2009). Návrh území bude zohledňovat veškerá získaná data.

Na vodoteči uzavírající vybrané území (povodí) bude vybudován stabilní měrný objekt. Situování měrného profilu a jeho technické provedení vyplyne z projektu hydrologických měření. Projektová technická dokumentace objektu a úpravy toku v jeho blízkosti bude zpracována standardní formou používanou při projektování hydrotechnických staveb.

Na měrném profilu budou vodní stavy průběžně zaznamenávány v digitální formě. K měření a automatickému záznamu výšky hladiny budou využívána tlaková čidla nebo ultrazvukové snímače napojené na záznamovou jednotku. V těchto stanicích bude třeba stanovit měrné křivky pro soustavné vyhodnocování průtoků přepočtem ze zjištěných stavů. To se realizuje opakovaným měřením průtoků za různých vodních stavů s následným vyhodnocením funkční závislosti $Q = f(H)$. V průběhu provozu stanic jsou poté prováděna kontrolní měření průtoků 2x ročně (nízké a vysoké stavy).

V první etapě výzkumu na hypotetické lokalitě předpokládáme zřízení minimálně jednoho stabilního měrného profilu s kontinuálním záznamem a režimní měření s měsíčním intervalem přibližně na 5 až 10 malých vodních tocích. Tento počet je pouze orientační a silně závisí na lokálních geografických podmínkách na hypotetické lokalitě.

Pokud nebude možné zajistit vhodná data z existujících klimatických stanic v zájmovém území, bude potřeba doplnit monitorovací síť o meteorologická stanoviště vybavená přístroji pro sledování klimatických veličin. Jedná se zejména o srážkoměrné stanice monitorující objem dešťových srážek, jakožto vstupů vod do horninového prostředí. Území hypotetické lokality bude osazeno přibližně 1 až 2 srážkoměrnými stanicemi v závislosti na geografických podmínkách území. Minimálně 1 z těchto stanic bude vybavena vyhřívaným srážkoměrem, a

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 70 (celkem 182)



bude schopna měřit i pevné srážky v zimním období. Nevýhodou tohoto typu srážkoměrů je vysoká energetická spotřeba na ohřev zařízení, kterou není možné pokrýt elektrickými články (baterie, akumulátory). Vyhřívané srážkoměry je tedy možné instalovat pouze v místech, kde je k dispozici přípojka elektrické energie. Všechny srážkoměrné stanice by měly umožňovat přenos naměřených dat přes GSM síť tak, aby k nim byl online přístup přes internet.

Hydrogeologický monitoring

Cílem hydrogeologického monitoringu je získat informace o režimu podzemních vod a jeho vazbě na atmosférické srážky lokalitě. Mezi hlavní monitorované veličiny patří hladina podzemních vod a vydatnosti pramenů. Návrh monitorovací sítě bude stejně jako u monitoringu hydrologického vycházet z výsledků mapování. Objekty budou navrženy tak, aby postihovaly různé typy geologického prostředí, různou morfologickou a hydrogeologickou pozici a pokud to bude možné i různou hloubku oběhu podzemních vod.

Pro pozorování hladin podzemních vod budou využity vrty z předchozích průzkumných prací prováděných v zájmovém území a postupně bude síť doplňována o nové vrty realizované v rámci výzkumu hypotetické lokality. Pokud budou pro monitoring vybrány starší vrty či studny, bude nutné před zahájením měření posoudit jejich reprezentativnost podle geologické dokumentace a ověřit jejich průchodnost a technický stav (kalibrací, příp. karotáží). Do monitorovací sítě budou zařazeny pouze nevyužívané objekty.

Pro monitoring hladin ve vrtech či studnách budou využívány automatické snímače tlaku (záznam výšky vodního sloupce s vyrovnáním změn atmosférického tlaku) se záznamovým zařízením (dataloggerem). Výška hladiny bude sledována kontinuálně a záznam prováděn s časovým krokem 1 hodina.

Na hypotetické lokalitě předpokládáme režimní měření hladiny podzemní vody do 10 stávajících objektů a u všech nově hloubených mělkých i hlubokých vrtů. Sledováno bude tedy celkem cca 30 objektů. Přesný počet monitorovaných objektů bude stanoven na základě výsledků předchozího hydrogeologického výzkumu a je velmi pravděpodobné, že množství těchto objektů se bude u jednotlivých lokalit značně lišit.

Vydatnosti pramenů na lokalitě budou v první etapě výzkumu měřeny na provizorních případech s měsíčním intervalem kalibrovanou odměrnou nádobou. Součástí bude i sledování fyzikálně-chemických vlastností podzemních vod (teplota, pH, specifická vodivost). Síť pramenů s tímto omezeným režimním měřením by měla být z počátku co nejširší, aby bylo možné identifikovat prameny s hlubokým oběhem a na ty pak zaměřit kontinuální monitoring na stabilně instalovaném měrném zařízení. Předpokládáme, že do monitorovací sítě bude v této etapě zahrnuto celkem 20 pramenů.

Hydrochemický monitoring

Cílem hydrochemického monitoringu povrchových i podzemních vod je zjištění změny fyzikálně-chemických parametrů v průběhu času. Mezi periodicky sledované fyzikální parametry patří teplota, pH a vodivost. Dále budou opakovaně odebrány vzorky vod na analýzu chemického složení. Tato analýza zahrnuje následující chemické prvky: Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn, Fe, Al, F, Cl, NO₃, SO₄, NH₄, DOC, alkalita, pH, vodivost. Doplnkově bude stanovována koncentrace Si pro výpočet látkového odtoku a míry zvětrávání. Pro tento výpočet je nutno taktéž analyzovat koncentraci Si v půdách u cca 10 vzorků na jedné hypotetické lokalitě. Pro zjištění původu vody budou u vybraných vzorků analyzovány stabilní izotopy C, O, a S. Analytické zpracování odebraných vzorků vod bude zadáno

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 71 (celkem 182)



vybrané akreditované laboratoři. Vzorky budou podrobeny komplexním chemickým, příp. radiochemickým a bakteriologickým rozborům, provedeným podle standardních operačních postupů laboratoře. Rozsah stanovených parametrů bude rovněž určen řídicím předpisem, příp. může být operativně upraven pokyny (dokladovanými) pracovníka zodpovědného za realizaci hydrochemických prací. Z hlediska uplatnění systému jakosti musí být řídicím předpisem stanoveny též pravidla odběru, stabilizace, uskladnění identifikace vzorků, vedení záznamů o provedených analýzách, jejich archivace a začlenění výsledků analýz do informačního systému. Předpokládaný počet analýz vychází z odhadů potřeb souvisejících geologických oborů - geochemie a hydrogeologie.

Pro monitoring chemického složení atmosférických srážek budou vybudována odběrová pole s odběráky pro srážky z volné plochy i podkorunové srážky. Pro každý typ srážek je nutno nainstalovat 5 až 10 odběráků, aby bylo možné zachytit dostatečně velký objem srážek dostačující pro následné analýzy. Navíc je nutné zajistit různé typy odběráků pro letní a pro zimní období. Atmosférické srážky budou odebírány jako kumulativní měsíční vzorek.

Odběrová místa povrchových vod budou vybrána v souladu s předchozím hydrologickým mapováním a budou se krýt s měrnými hydrologickými přepady. Důvodem je následná možnost vztáhnout případné zjištěné změny v chemickém složení k aktuálním průtokům na měrném profilu. Z toho vyplývá nutnost odebírat vody ve stejném časovém okamžiku, jako je prováděno hydrologické měření. Odběry vzorků budou nejprve prováděny ve čtvrtletním intervalu. Později, pokud bude zajištěn dostatečně rozsáhlý reprezentativní vzorek dat v čase, který nebude vykazovat významné statistické variace, bude možné intervaly mezi odběry prodloužit až na 6 měsíců, popřípadě monitoring přerušit. V případě, že variace dat budou významné, bude se pokračovat ve standardním monitoringu.

Monitoring podzemních vod bude probíhat na vybraných vrtech ve čtvrtletním až půlročním intervalu. U vrtů bude odebírán standardní směsný vzorek po odčerpání 3 objemů vrtů. Spektrum chemických analýz bude provedeno stejně jako u vzorků povrchových vod.

U objektů u kterých je možné předpokládat stěhování (např. obecní studny) budou vodní zdroje monitorovány minimálně v půlročním intervalu po celou dobu průběhu projektu bez ohledu na neměnnost chemického složení vod. Na těchto vzorcích bude provedena základní analýza vody, analýza vybraných těžkých kovů (antimon, arsen, beryllium, bor, hliník, chrom, kadmium, měď, nikl, olovo, rtuť, selen) a radiologický rozbor dle Vyhlášky SÚJB č. 307/02 Sb. (radioaktivita alfa, radioaktivita beta, radon). Konkrétní rozsah doplňkových analýz bude vždy určovat zodpovědný geolog na základě místních podmínek.

3.5.3.2. Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků

Primární data z dataloggerů a terénních záznamů budou zpracována pomocí odpovídajících softwarů do časových řad měřených veličin v tabulkové a grafické formě a začleněna do databáze.

Primární hydrochemická data získaná z terénních měření a laboratorních analýz budou zpracována pomocí standardních softwarů do podoby primární databáze. Následně budou podrobena odvozeným výpočtům, jako je statistické zhodnocení, klasifikace pomocí hydrochemických diagramů, budou zanesena do hydrochemických map v systému GIS.

Výsledky monitoringu budou vyhodnoceny v ročních etapových zprávách (ke konci hydrologického roku – 31.10.). V etapové zprávě budou data shrnuta za celé zkoumané

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 72 (celkem 182)



období a budou zveřejněny výsledky a z nich vyplývající závěry. Na základě výsledků etapové zprávy bude monitorovací síť postupně optimalizována jak co do rozsahu tak do intenzity měření.

První shrnující závěrečná zpráva bude zpracována po třiletém (3 celé hydrologické roky). V tomto období budou naměřené datové řady představovat dostačující podklad pro první stanovení základních charakteristik. V rámci závěrečného zpracování režimových pozorování budou vyhodnoceny charakteristiky vodních stavů, odtokové poměry, teplotní charakteristiky vodotečí a podzemních vod a parametry jakosti podzemních a povrchových vod.

3.5.3.3. Zdůvodnění přínosu metody

Zjištěné údaje o klimatických poměrech průzkumné oblasti, povrchovém odtoku, úrovních hladin podzemních vod, vydatnostech pramenů a o kvalitativních ukazatelích povrchových a podzemních vod představují soubor podkladů potřebný pro hodnocení stavu a režimu oběhu vod zájmového území. Popis a sledování stavu přírodního prostředí, jehož jsou podzemní a povrchové vody nedílnou součástí, je základním předpokladem pro objektivní hodnocení vlivu destruktivní fáze výzkumu a výstavby úložiště na hostitelskou strukturu. Jak vlastní zdrojová data, tak i odvozené charakteristiky budou současně využívány jako vstupy do řešení navazujících úloh (modelové výpočty, vyhodnocení kritických zátěží, projektování staveb aj.).

Získaná data budou sloužit při řešení střetů zájmů jako důkazní materiál.

3.5.3.4. Vazba na další metody

Výběr vhodných objektů pro monitoring i lokalizace objektů nových bude vycházet z výsledků hydrogeologického mapování.

Do monitorovací sítě budou postupně začleňovány nové průzkumné vrty, rychlost její výstavby tedy bude záviset na rychlosti postupu vrtných prací.

Pro výstavbu měrného zařízení musí být kromě vstupu zajištěn i souhlas majitele pozemku s výstavbou objektu.

3.5.3.5. Časová náročnost

Režimní měření budou zahájena po prvním vybudování či osazení objektu monitorovací sítě na hypotetické lokalitě, pravděpodobně v průběhu závěrečné fáze hydrogeologického mapování a budou kontinuálně pokračovat po celou dobu výzkumu lokality.

Kontrolu monitorovaných objektů, manuální režimní měření a odběr vzorků předpokládáme v rozsahu 5 dní měsíčně.

Zprovoznění monitorovací sítě potrvá cca 6-9 měsíců, výstavba monitorovacích stanic musí probíhat mimo období zámrazu. Rychlost uvedení sítě do provozu bude záviset také na rychlosti a úspěšnosti stavebního řízení.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 73 (celkem 182)



3.5.3.6. Finanční náročnost

Finanční náklady na monitoring ve výše popsaném rozsahu jsou uvedeny v příloze č. 2. Částka za terénní práce, zpracování dat a analýzy je kalkulována pouze pro první tříleté období monitorovacích prací.

3.6. Realizace kopných prací a mapovacích vrtů

V této kapitole je prezentován návrh na realizaci technických prací, jejichž hlavním cílem je přinést informace, které poslouží ke zpřesnění geologické mapy, případně dalších účelových map. Zejména u mapovacích vrtů se jejich účel výrazně odlišuje od vrtů do větších hloubek. Proto byl jejich popis vyňat z kapitoly 3.10. a zařazen na závěr popisu činností, jejichž společným jmenovatelem je zkoumání připovrchové části lokality.

3.6.1. Realizace kopných prací

3.6.1.1. Stručný popis principu metody

Kopné práce – průzkumné rýhy a sondy – jsou práce prováděné hornickým způsobem. Proto musí být kladen velký důraz na bezpečnost práce a přesný postup prací podle schváleného technologického projektu, včetně zajištění vstupů na dotčené pozemky. Jde o známou a zavedenou metodu, která se používá již desítky let při provádění geologického mapování a průzkumu. Rýhy budou prováděny především strojně, pouze ve výjimečných případech ručně, na základě požadavků pracovníků příslušných geovědních oborů.

3.6.1.2. Zdůvodnění použití metody v projektu

Metoda je důležitá pro sestavení resp. zpřesnění geologické mapy, eventuálně dalších účelových map, které budou jedním ze základních podkladů pro posouzení vhodnosti lokality pro HÚ VAO. Realizace kopných prací přispěje zejména k:

- získání údajů zpřesňujících geologickou mapu určením litologických a tektonických rozhraní, příkontaktních přeměn hornin, hranic geologických jednotek, tektonického a hydrotermálního porušení horninového prostředí,
- zjištění sklonu a mocnosti horninových žil,
- zjištění podrobných údajů o litologii a petrografii horniny pod zvětralinami,
- zjišťování mocnosti kvartérního pokryvu,
- zjišťování mocnosti tektonických zón,
- odběry vzorků z připovrchové zóny,
- ověření geofyzikálních a geochemických anomálií.

3.6.1.3. Možné problémy při aplikaci metody

Protože se jedná o práce, během kterých dochází k zásahům do pozemků ve smyslu platných zákonných předpisů, lze očekávat obtíže v oblasti střetů zájmů a vstupů na pozemky. V místech kudy procházejí inženýrské sítě či v intravilánech obcí budou muset být kopné práce prováděny ručně, s ohledem na možné poškození zařízení umístěného pod povrchem.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 74 (celkem 182)



Aby mohly být pozemky uvedeny do původního stavu a vzniklé škody minimalizovány, bude nutné provádět práce převážně v době vegetačního klidu.

3.6.1.4. Způsob aplikace

Veškeré práce budou prováděny podle zákona 61/1988 Sb., a zákona 44/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Před zahájením prací budou vyřešeny vstupy na pozemky a případné střety zájmů. Technologický postup prací, projekt technických prací a jejich zajištění musí být v souladu s vyhláškou ČBÚ 298/2005 Sb., a vyhl.240/2006 Sb.

Před započítáním vlastních kopných prací bude vypracován jejich technologický postup, který musí především obsahovat rozměry průzkumné rýhy, způsob těžení zeminy, zajištění díla proti zavalení a způsob jeho likvidace, včetně uvedení pozemku do původního stavu. Veškeré práce musí být prováděny podle technologického postupu. Zvláštní důraz bude kladen na bezpečnost práce, především podle vyhl. ČBÚ. č. 26/1989 Sb., ve znění pozdějších předpisů. S ohledem na to, že do rýhy budou vstupovat pracovníci, musí být zajištění rýh a sond provedeno podle bezpečnostních předpisů a to tak, aby bylo možno provést geologickou dokumentaci a odběr vzorků.

Hloubící práce budou prováděny v jednosměnném provozu.

Případné zatopení podzemní vodou bude řešeno průběžným odčerpáváním.

Každá rýha či sonda bude geologicky dokumentována a geodeticky zaměřena. Geologická dokumentace rýhy bude obsahovat dokumentaci boku a dna rýhy v měřítku 1: 50 včetně vyznačení míst odběru a druhu vzorků. Za popis a uložení vzorků odpovídá pracovník, který provedení rýhy nebo sondy zadal.

Všichni pracovníci provádějící kopné práce a jejich dokumentaci budou prokazatelně seznámeni s technologickým postupem a se zajištěním bezpečnosti práce dle. vyhl.ČBÚ 340/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

3.6.1.5. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Zhodnocení výsledků provede zadávající pracovník. Výsledky budou prezentovány obvyklým grafickým způsobem s podrobným komentářem. Pozice technických prací bude po zaměření zanesena do GIS a dokumentace do příslušné databáze.

3.6.1.6. Nutná vazba na další metody

Práce bude nutné koordinovat podle jednotlivých požadavků tak, aby nedocházelo k provádění rýhovacích a sondážních prací (plošná geochemie) na stejném místě, nebo v blízké vzdálenosti od sebe, pro ověření či upřesnění různých řešených problémů. Postup prací bude navazovat na požadavky mapujících geologů, geochemiků, geofyziků a dalších pracovníků k upřesnění jejich výstupů a po jejich vzájemné dohodě. Kopné práce budou prováděny na závěr geologických, geochemických a geofyzikálních prací pro ověření zjištěných anomálií.

3.6.1.7. Objem prací a časová náročnost

Předpokládá se provedení 2 000 bm rýh (včetně sond) o průměrné hloubce 2 m a šířce cca 1 m, celkem 4 000 m³. Z tohoto množství bude objem strojních rýh 3 900 m³, objem ručních

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 75 (celkem 182)



rýh pak 100 m³. Při předpokládané průměrné třídě těžitelnosti III bude časová náročnost následující:

Činnost	časová náročnost (hod.)
strojní rýhy výkop a zához (3 900 m ³)	780
ruční rýhy výkop a zához (100 m ³)	350
pažení, čerpání vody	100
uvedení pozemků do původního stavu	100

3.6.1.8. Finanční náročnost

Finanční náročnost realizace technických prací včetně dokumentace, odběru vzorků a měřických prací je uvedena v příloze č. 2 tohoto projektu.

3.6.2. Mapovací vrtvy

Projektované mapovací vrtvy budou sloužit ke zpřesnění geologické stavby území a k získání podrobnější charakteristiky svrchních částí zkoumaných masívů. Výsledkem prací bude mj. získání těchto geologických informací:

- podrobnější údaje o litologických, petrografických a geochemických poměrech na přechodu geologického profilu ze zvětralinového pláště do nezávětralé horniny,
- ověření původu geochemických a geofyzikálních anomálií,
- upřesnění údajů o mocnosti kvartérního pokryvu,
- získání hydrogeologických údajů o úrovni a chemizmu podzemní vody, zejména u vrtů vystrojených jako monitorovací,
- získání vstupních informací pro zpracování geologických modelů přívěrchových částí masivu.

3.6.2.1. Rozsah prací:

Typ vrtu:	klasické strojní jádrové vrtvy s rotačním vrtáním s přímým proplachem,
Průměrná hloubka vrtů:	15 m
Konečný průměr vrtu:	min. 137 mm
Počet vrtů na lokalitě (PÚ):	50 ks
- z toho monitorovacích:	25 ks
Výstroj monitorovacích vrtů:	PE 110 mm perforovaná s obsypem štěrčkem a uzamykatelným zhlavím
Úklon vrtů:	svislý

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 76 (celkem 182)



Výnos jádra: min. 90 %
Celkem metrů: 750 m

3.6.2.2. Stojní a technické vybavení

Vrtné soupravy schopné vrtat TK i Dia nástroji v kombinaci s jednoduchým jádrovákem do průměru 150 mm a hloubek 50 m s akcentem na maximální průchodnost soupravy terénem. Vrtné nářadí a materiál úměrný předpokládané metráži, schopný přepravy terénními vozidly po provizorních a neudržovaných cestách. Jako možné typy souprav pro tento typ vrtů lze uvést: Wirth B0/B1, ADBS, HVS- Toram 2x20, Sandvik DE 130.

3.6.2.3. Konstrukce a technologie vrtání

Vrty se začnou hloubit \varnothing 156 mm TK do hloubky 2 m bez výplachu. Po dočasném zapažení pažnicovou kolonou \varnothing 152 mm bude pokračováno ve vrtání \varnothing 137 mm až do konečné hloubky. Vrty budou hloubeny jednoduchým jádrovákem na sucho, zkrácenými návrty se snahou o maximální výnos vrtného jádra. Po přechodu na \varnothing 137 mm se podle potřeby použije výplach v minimálním možném množství.

Orientační parametry režimu	ot/min
TK \varnothing 156 mm	40 - 80
Dia \varnothing 137 mm	250 - 500

Výše uvedené režimové parametry procesu vrtání jsou pouze orientační a budou operativně upravovány dle konkrétních geologických podmínek a charakteru vrtaných hornin. K proplachování vrtu bude použit vodní výplach v minimalizovaném výplachovém systému. Voda bude dovážena fekálním vozidlem z místního zdroje. Očišťování výplachu bude prováděno v uzavřeném okruhu vrt – sedimentační žlabový systém - jímka - vrt. Cirkulace bude zjišťována výplachovým čerpadlem poháněným hydraulikou vrtné soupravy.

3.6.2.4. Přípravné a likvidační práce

Součástí přípravných prací před vlastním zahájením vrtání bude doprava soupravy na lokalitu a příprava pracoviště. Pro potřeby projektu předpokládáme dopravu soupravy v rozsahu 1000 km. Zároveň očekáváme nutnost zřízení provizorních příjezdových cest v úhrnné délce do 500 m. Při dopravě v terénu se bude nutno bezpodmínečně s ohledem na rozsah potřebných záborů využívat pouze jediný jízdní pruh v šířce 3,5 m.

3.6.2.5. Zajištění prací

Počet směn: 1 směnný provoz v 12 hodinovém cyklu
Doba trvání prací: práce budou realizovány v etapách dle požadavků geologa

3.6.2.6. Hmotná dokumentace

Každý vrt bude geologicky zdokumentován popisem litologie. Údaje o naražené podzemní vodě budou zaznamenány do vrtného deníku, úroveň ustálené podzemní vody bude změřena geologem. Po dobu geologického vyhodnocení bude celá metráž uložena v normalizovaných jádrovnicích, které budou náležitě označeny. Popis vzorků jádra včetně jejich

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 77 (celkem 182)



fotodokumentace zajistí zodpovědný geolog. Tyto mapovací ani monitorovací vrty nebudou karotovány.

Po ukončení prací budou mapovací vrty zaměřeny měřičskou skupinou a vrty, které nebudou dále použity pro monitoring, budou likvidovány záhozem.

3.6.2.7. Monitorovací vrty

Polovina realizovaných vrtů bude vystrojena pro hydrogeologické účely jako monitorovací vrty, které budou sloužit k režimnímu sledování úrovně hladiny podzemní vody a vývoje jejího chemismu. Tyto vrty budou po dovržení do konečné hloubky trvale vystrojeny PE pažnicí o průměru 110 mm, která bude ve zvodněném horizontu perforovaná (příčná šterbinová perforace tl. 1,0 mm). Plná pažnice v délce cca 1 m bude instalována i na počvě vrtu, kde bude plnit funkci kalníku. Mezikruží mezi stěnou vrtu a pažnicí bude ve zvodněném prostředí obsypáno praným štěrskem zrnitosti 4-8 mm, následně bude odpažena manipulační pažnicová kolona 152 mm. V úseku nad zvodněným prostředím bude mezikruží vyplněno jílocementovým resp. bentonitovým těsněním. Minimální hloubka zatěsnění od povrchu bude 2,5 m. Ústí jednotlivých monitorovacích vrtů budou opatřena ocelovými chráničkami, zabetonovanými cca 0.5 m pod terénem s přesahem nad terén cca 0.5 m. Chráničky budou opatřeny uzamykatelným, či jinak uzavíratelným krytem se signalizační tyčí. Na vrtech bude umístěn potisk s označením vrtu.

3.6.2.8. Předpokládaný časový průběh

Předpokládaná doba realizace mapovacího vrtu nebo monitorovacího vrtu je 1 den, tzn. technický harmonogram prací při objemu 50 vrtů činí 3 měsíce prací.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

3.6.2.9. Finanční náročnost

Finanční náročnost realizace mapovacích vrtů v celkovém objemu 750 bm (650 bm dia, 100 bm TK) je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace neobsahuje náklady na pronájem pozemků pracoviště a přístupové cesty, ani odškodnění nebo likvidaci škod na pozemcích.

3.7. Odběr a testy povrchových vzorků – rekapitulace

V průběhu geologických prací na povrchu, které jsou popsány v předcházejícím textu, budou odebírány vzorky, které budou analyzovány s cílem získat informace o charakteru hornin v připovrchové části masivu

Povrchové vzorkování pro stanovení vlastností hornin lze podle využití dat rozdělit na:

- vzorky dokladové, pro petrografii, mineralogii a geochemii (viz kap. 3.1.),
- vzorky pro strukturní geologii (viz kap. 3.2.),
- vzorky pro plošnou geochemii (viz kap. 3.4.),
- vzorky petrofyzikální,
- vzorky geotechnické.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 78 (celkem 182)



První tři skupiny vzorků ze seznamu jsou podrobně specifikovány v příslušných předchozích kapitolách, včetně specifikace testů a rozborů. Vzorky odebrané na povrchu pro hodnocení petrofyzikálních vlastností a pro geotechnické účely mají v tomto výčtu poněkud zvláštní postavení. Reprezentují jen menší část vzorků, která bude v rámci obou disciplín hodnocena, protože z pochopitelných důvodů je zde větší pozornost soustředěna na vzorky z vrtů, které poskytují údaje z hlubší (zajímavější) části horninového masivu. Z uvedených důvodů jsou v následujících kapitolách specifikované počty povrchových vzorků pro petrofyzikální a geotechnické účely s tím, že podrobný popis metodiky a využitelnosti získaných výsledků je uveden v kapitolách, které se zabývají testy na vzorcích z vrtného jádra (kap.3.12.).

3.7.1. Petrofyzikální vzorky

Petrofyzikální vzorky budou odebírány s cílem získat informaci o vlastnostech vzorků na povrchu (a možnost porovnat je s vlastnostmi vzorků z hloubek) a s ohledem na požadavky geofyzikálních metod uplatněných v rámci průzkumu lokality, u kterých umožní zpřesnit jejich interpretaci. Přehled petrofyzikálních vzorků je uveden v následující tabulce.

Tabulka 3.7.-1. Přehled petrofyzikálních vzorků

druh stanovení	počet	velikost
hustotní parametry	60	do 5cm
magnetická susceptibilita	60	použit vzorek z hust.parametrů
přirozená radioaktivita	30	300-400g
rezistivita	10	ca 8x8x8 cm
rychlosti elastických vln	10	použit vzorek z rezistivity

Cenu prací je možno reálně odhadnout z předběžných znalostí o stanovených lokalitách a z plánovaných odběrů povrchových vzorků na geochemii. Předpokládá se odběr ca 50–60 kusových vzorků (50 vzorků v součinnosti s geochemickými odběry, 10 vzorků jako rezerva z anomálních míst), na kterých budou stanoveny základní fyzikální parametry a to hustotní parametry a magnetická susceptibilita, radioaktivita a na vybraném souboru vzorků bude měřena rezistivita včetně rychlostí podélných elastických vln. Popis použitých metodik je uveden dále v kapitole 3.12.3.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Finanční náročnost prací na petrofyzikálních vzorcích odebraných z povrchu je uvedena v příloze č. 2.

3.7.2. Geotechnické vzorky z povrchu

Zkoumání geotechnických charakteristik vzorků je další disciplína, jejíž těžiště leží ve zkoumání vzorků z vrtných jader. Výsledky získané z navržených metod umožňují charakterizovat přetvárné vlastnosti hornin, provedených na zkušebních tělesech s různou orientací svislé osy vůči vnitřní stavbě anizotropní horniny. Dále metody umožňují stanovit jednotlivé vlastnosti hornin jako vstupní geotechnické parametry pro stabilitní výpočty, THM výpočty a matematické modely.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 79 (celkem 182)



Na povrchu bude odebráno 10 bloků hornin o rozměrech cca 50 x 50 cm. Z těch budou připravena tělesa pro následující testy:

- stanovení vnitřní stavby a stavební anizotropie horniny,
- stanovení porozimetrických charakteristik vysokotlakou rtuťovou porozimetrií,
- stanovení průběhu nasákavosti jako funkce času a výšky hladiny vody,
- mineralogická identifikace zvětrání horniny,
- stanovení tepelné vodivosti a tepelné roztažnosti,
- stanovení tepelné vodivosti,
- stanovení abrazivnosti horniny,
- stanovení pevnosti v tlaku prostém, modulu pružnosti a Poissonova čísla
- stanovení pevnosti v příčném tlaku,
- triaxiální test deformace horniny za trojosého stavu napjatosti.

Testy na povrchových vzorcích spolu s testy na vrtných jádrech umožní posoudit vývoj změn jednotlivých zkoumaných vlastností s hloubkou. Soubor testů je totožný s testy, které budou realizované na vrtných jádrech (viz kapitola.3.12.3.). V této kapitole je rovněž uveden podrobnější popis metodiky, časová náročnost testů a komentován přínos získaných dat k posouzení vhodnosti lokality.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Finanční náročnost prací na geotechnických vzorcích odebraných z povrchu je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu. V příloze uvedené ceny zahrnují přípravu vzorků, provedení a vyhodnocení testu a zpracování dílčí zprávy.

3.8. První průběžné vyhodnocení výsledků

Po provedení geologického a hydrogeologického mapování lokality a pro realizaci povrchových geofyzikálních metod včetně interpretace a plošné geochemie včetně vyhodnocení, před tím, než budou zahájené vrtné práce s výjimkou mapovacích vrtů (viz níže) je nezbytné zhodnotit dosažené výsledky s na jejich základě rozhodnout o lokalizaci vrtů do 500 m. Cíl tohoto prvního průběžného vyhodnocení výsledků je jediný: optimální lokalizace vrtných prací pro získání maximálního množství relevantních poznatků o lokalitě.

Průběžného vyhodnocení, které bude prezentováno formou stručné zprávy, se zúčastní kromě manažera projektu:

- geolog mapér,
- strukturní geolog,
- hydrogeolog
- geofyzik
- karotážník,
- geochemik

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 80 (celkem 182)



- specialista na vrtné práce.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Finanční náročnost prací prvního průběžného vyhodnocení výsledků je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu.

3.9. Druhé průběžné vyhodnocení

První a druhé průběžné vyhodnocení jsou od sebe oddělena vlastně jen realizací vrtů do 500 (viz kapitola 3.9.1.). Po realizaci celého projektovaného objemu vrtů do 500 m je třeba jejich výsledky zapracovat do průběžného hodnocení lokality a na základě získaných výsledků optimálně lokalizovat vrt do hloubky 1000 m. Nutnost optimální lokalizace je dána jednak ekonomickou náročností tohoto vrtu, jednak faktem, že v této etapě prací se jedná o jediný vrt, který ověří horninový masív i pod předpokládanou hloubkou úložiště a v neposlední řadě tím, že výsledky tohoto vrtu budou zásadní pro očekávané následné snižování počtu lokalit.

I druhé průběžné vyhodnocení, jehož závěr bude prezentován formou stručné zprávy, se zúčastní kromě manažera projektu:

- geolog mapér,
- strukturní geolog,
- hydrogeolog
- geofyzik,
- geochemik,
- karotážník
- specialista na vrtné práce.

Časový průběh prací je vyjádřen v harmonogramu prací (příloha č.1 tohoto projektu)

Finanční náročnost prací druhého průběžného vyhodnocení výsledků je uvedena v příloze č. 2. tohoto projektu.

3.10. Realizace vrtů

Vrtné práce, zejména pak vrty do hloubek 500 a 1000 m jsou stěžejní částí projektovaných prací a budou představovat zdroj zcela zásadních informací pro charakterizaci a posouzení perspektivnosti lokality. Projekt předpokládá následující objem vrtných prací na lokalitě:

- 5 vrtů do hloubky 100 m (svislé nebo ukloněné do 45°),
- 2 vrty svislé do hloubky 500 m,
- 1 vrt svislý do hloubky 1000 m.

Všechny tyto vrty budou realizovány technologií Wire-line (W-L), která je schopna zajistit požadované parametry vrtů, zejména pak vysoký výnos jádra. Technologie jádrového vrtání s těžitelnou jádrovnicí na laně (W-L) je velmi efektivní technologií získávání vrtného jádra. Získávání jádra je velmi rychlé, nemusí se těžít celá vrtná kolona, ale po naplnění vnitřní

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 81 (celkem 182)

jádrovnice vrtným jádrem je tato vytěžena na laně uvnitř vrtné kolony. Tato výhoda se zvyšuje s hloubkou vrtu, protože klesá doba neproduktivních operací (těžení, zapouštění vrtného nářadí). Kladem je rovněž to, že stěna vrtu zůstává chráněna vrtným soutyčím v průběhu těžení jádra, jádro je maximálně chráněno před vlivem vrtného výplachu.

Při srovnání základních technicko-technologických parametrů obou technologií, klasické a WL nelze zpochybnit vysokou mechanickou rychlost vrtání systémem W-L. Aplikace této technologie zcela prokazatelně zvyšuje dosahované denní odvrtvy o 60 a více procent a velmi výrazně snižuje celkové náklady na provedení díla.

Podle americké normy DCDMA jsou k označení jednotlivých průměrů používána velká písmena A, B, N, H, P, S. Na zadané vrtné práce budou použity následující rozměrové typy korunek technologie W-L, které jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 3.10.-1. Průměry korunek, které budou použity pro realizaci vrtů

označení	vnější Ø rezného nástroje	vnitřní Ø (= Ø jádra)
BQ	59,5 mm	36,4 mm
NQ	75,3 mm	47,6 mm
HQ	93,0 mm	59,0 mm
PQ	122,6 mm	85,0 mm

Kromě dvojitých jádrováků mohou být v tektonicky porušených zónách použity i jádrováky trojitě, které v kombinaci s průtokovými diamantovými korunkami maximálně ochraňují jádro před vlivy vrtného výplachu. Použití této technologie se vzhledem k požadovanému výnosu jádra ukáže pravděpodobně nezbytně nutné.

V průběhu vrtání nelze vyloučit problémy se stabilitou stěn vrtu. V zónách, kdy stabilitu stěn vrtu neudrží ani použitý výplach, budou tyto úseky stabilizovány technologickou cementací. V případech, kdy by nebyla úspěšná ani technologická cementace, bude nestabilní část vrtu zapažena pažnicemi typu III L, jejichž průměry pro daný průměr vrtu jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 3.10.-2. Průměry korunek, a průměry odpovídajících pažnic

vrtný průměr	odpovídající pažnice
PQ (122,6 mm)	108 mm
HQ (93 mm)	89 mm
NQ (75,3 mm)	73 mm

Pokud bude požadován orientovaný odběr jádra v průběhu vrtání, je nutné jej řešit pronájemem zařízení REFLEX ACT (<http://reflexinstruments.com>). Toto zařízení, které pracuje s vysokou přesností (méně než 1°) není v České republice dostupné.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 82 (celkem 182)



Předpokládáme, že orientované jádro by bylo odebíráno u vrtů do 100 m 1 x, u hlubších vrtů pak v intervalu 250 m. Každý orientovaný odběr by měl délku 30 – 50 m. To znamená, že pro každý odběr by bylo potřebné zařízení pronajmout na dobu 3 – 4 dny vrtání a čas na jeho dopravu.

Každý cyklus orientovaného odběru bude zahrnovat:

- odeslání zařízení DHL od pronajmatele na lokalitu,
- těžení náradí z aktuální hloubky,
- kompletace zařízení s jádrovákem wire-line NQ₃,
- zapouštění náradí do aktuální hloubky,
- vrtání wire line cca 3-4 dny,
- těžení náradí z aktuální hloubky,
- vyhodnocení,
- demontáž zařízení,
- odeslání zařízení DHL pronajímateli,
- zapouštění náradí do aktuální hloubky.

Následující tabulka uvádí náklady spojené s orientovaným odběrem jádra u **jednoho** vrtu každé projektované kategorie.

Tab. 3.10.-3. Zvýšení nákladů při orientovaném odběru jádra.

vrt kategorie	počet cyklů	doba pronájmu (dny)	cena Kč	náklady na 1 m vrtu (Kč)
do 100 m	1	5	783 564,-	836,-
do 500 m	2	10	167 129,-	334,-
do 1000 m	4	20	334 258,-	334,-

V praxi to znamená, že bude-li v rámci projektu použit orientovaný odběr jádra dle výše uvedeného textu, budou náklady na každý odvrtný metr vrtu příslušné kategorie (tj. 100m, 500 m a 1000m) navýšeny o 836 Kč u vrtů do 100m, resp. o 334 Kč u vrtů do 500 a 10000 m.

Moderní vrtné soupravy vhodné pro realizaci požadovaného sortimentu vrtů vyrábějí např. následující výrobci, kteří dodávají rovněž potřebné příslušenství:

Wirth, Hagby Bruck, Atlas Copco, Sandvik, Diamant Boart, Euro Drill a řada dalších.

Tito výrobci poměrně velmi rychle inovují jednotlivé typy vrtných souprav a vyrábějí prioritně vrtné soupravy na objednávku zákazníka dle požadovaných technických parametrů. požadavků. V následujícím výčtu typů je patrná převaha priority optimalizace vrtného procesu nad možností efektivní práce při realizaci výzkumných prací což je v praxi zcela běžné.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 83 (celkem 182)



Kategorie do 100 m : Wirth B0/B1, ADBS, HVS- Toram 2x20, Sandvik DE 130.

Kategorie do 500 m: Wirth B1A, SKB-4, DB 450, Nordmeyer DSB 2/20, Diamec 700.

Kategorie do 1000 m : HVS-6, DE 140, DB 1200, Diamec U8.

Předpisy bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí

Při provádění vrtných prací budou striktně dodržovány všechny předpisy týkající se bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci a předpisy k ochraně životního prostředí, mezi které patří zejména:

Z hlediska ochrany životního prostředí se projektované práce řídí stávajícími právními normami a to především:

- Horní zákon č. 41/2002 Sb.
- Vyhláška ČBÚ č. 239/98 Sb.
- Vyhláška ČBÚ č. 26/89 Sb. O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezp. provozu při hor. činnosti na povrchu
- Zákon č. 61/1988 Sb. O hornické činnosti, výbušninách a ostatní báňské správě.
- Zákon č. 185/2001 Sb. O odpadech.
- Vyhláška MŽP Č. 383/2001 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady.
- Zákon č. 133/85 Sb. O požární ochraně ve znění zákona č. 425/90 Sb., č. 40/94 Sb. a 203/94 Sb.
- Zákon č. 254/2001 Sb. (Vodní zákon)
- Zákon č. 114/1992 O ochraně přírody a krajiny.
- Zákon č. 86/2002 Sb. O ovzduší.

Před vlastním zahájením vrtných prací je nezbytné, aby odpovědný řešitel prací vyřešil vstupy na pozemky dle Zák. č. 62/1988 S. ve znění Zák. ČNR 543/1991 Sb. Obdobně je nezbytné vyjádření jednotlivých vlastníků o existenci podzemních inženýrských sítí.

Prvotním předpokladem je dodržení ochranných pásem vodních toků a dalších zdrojů vody, jejichž stav bude kontrolován a zaznamenán před zahájením a po ukončení technických prací na vrtu.

Při dodržení požadavku na technickou realizaci nebude mít provoz vrtného pracoviště negativní vliv na ŽP. Proti proniknutí ropných látek do podloží budou plochy pod vrtným strojem, výplachovým čerpadlem a skladem PHM izolovány folií PENEFOIL. Odpady a vedlejší produkty budou na pracovišti skladovány v kontejnerech nebo nádržích. Veškeré tyto látky budou odváženy mimo pracoviště a předávány specializovaným firmám k likvidaci, případně druhotnému zpracování. Při transportu a následných činnostech budou dodržovány zákonem stanovené podmínky pro transport odpadů. Doprava odpadů bude probíhat v souladu se zák. č. 383/2001 Sb. o přepravě nebezpečných odpadů.

Za uskladnění odpadů na vrtném pracovišti zodpovídá vrtmistr a druh a množství odpadů jsou evidovány ve vrtném deníku.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 84 (celkem 182)



Ostatní oplachové vody a vrtná drť jsou zařazeny do kategorie odpadu „O“, ostatních odpadů a budou odváženy cisternami na skládky či odvaly s jejichž majiteli a provozovateli musí být toto uskladňování smluvně zajištěno.

Podmínkou zahájení hlubokých vrtných prací dle projektu je předání staveniště a příslušných povolení a kladné vyřízení střetu zájmů a stavebního povolení pro pracoviště hlubokého vrtu do 1 000 m v přiděleném průzkumném území.

U příslušného obvodního báňského úřadu, pod jehož dozor územní aktivita dle projektu spadá, musí být v termínu do 8 dnů před zahájením prací podáno písemné oznámení o zahájení činnosti prováděné hornickým způsobem a předpokládaný termín ukončení.

3.10.1. Jádrové vrty do hloubky 100 m a 500 m

Na lokalitě bude v první etapě provedeno 5 vrtů do 100 m a 2 vrty do hloubky 500 m. V závislosti na zadání objednatele budou jádrové vrty prováděny jako svislé (kategorie 100 m a 500 m) nebo jako vrty ukloněné až do 45° (pouze vrty v kategorii do 100 m).

Jádrové vrty budou sloužit k získání informací o hloubkovém vývoji potenciální lokality pro hlubinné úložiště do hloubky 100 m event. do hloubky 500 m. Údaje z vrtů zpřesní geologickou stavbu území do hl. 500 m, upřesní průběh tektoniky a budou také sloužit k proměření komplexu karotážních metod. Již během realizace, ale hlavně po dosažení konečné hloubky, budou vrty sloužit k provádění čerpací a vtláčecích zkoušek (HG testy) a ke zjištění hydrogeologických a geomechanických parametrů masívu. V neposlední řadě poslouží vrty do 500 m i pro upřesnění lokalizace hlubokého vrtu do 1 000 m.

Všechny vrty jsou navrženy jako kompletně jádrované průměrem NQ (75,3 mm) s úvodní pažnicovou kolonou Ø 108 mm. Vzhledem k maximální požadované kvalitě vrtných prací (výnos jádra min. 99%, min. úklon u svislých vrtů) musí být jednoznačně použita vrtná souprava s technologií W-L včetně nasazení trojitého jádrováku. Na všech vrtech bude použito zařízení na orientovaný odběr jádra.

3.10.1.1. Zadávací podmínky a rozsah prací

Zadávací podmínky a rozsah vrtných prací uvádí následující tabulka

Tab. 3.10.-4. Zadávací podmínky vrtů do 100 a 500 m.

	jádrové vrty technologií wire-line + trojitý jádrovák	
Hloubka vrtů	do 100 m	do 500 m
Konečný průměr vrtů	NQ – Ø 75,3 mm, min. Ø 59,5 mm (BQ) jako havar. pr.	
Počet vrtů na lokalitě	5 vrtů	2 vrty
Úklon vrtů	svislý nebo šikmý (až 45°)	svislý
Výnos jádra	min. 99 %	
Celkem metrů	500 m	1000 m

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 85 (celkem 182)



3.10.1.2. Předpokládaný geologický profil vrtů a předpokládané obtíže při vrtání

- 0 - 3 m kvartérní suť, eluvium,
3 - 30 m rozvětralé granitoidní horniny (metamorfity),
10 - 500 m granitoidní (metamorfity) horniny celistvého charakteru.

Vrstevnatost hornin se nepředpokládá, předpokládají se poruchová a puklinová pásma o různém úklonu a směru. Vodonosné horizonty lze předpokládat v celém profilu vrtů s tlakem ne vyšším než hydrostatickým.

Možnost ztrát výplachového média a cirkulace v místech poruchových pásem a tektonických úseků, možnost přítoků vody do vrtu z těchto úseků.

3.10.1.3. Konstrukce vrtů

Na základě zadání bude nosným vrtným průměrem průměr NQ (75,3 mm), havarijně se musí počítat i s průměrem BQ (59,5 mm). Svrchní části všech vrtů přes kvartér a zvětralé zóny budou propaženy úvodní pažnicovou kolonou \varnothing 108 mm, síla stěny 6,3 mm (ÚPK), která bude sloužit ke stabilizaci svrchních nekompaktních horizontů a také na ni bude posazena těsnicí odtoková hlava k řízenému odvádění výplachu. ÚPK bude po celé své délce cementována (patou po ústí vrtu).

Do ÚPK bude před dalším vrtáním zapuštěna antivibrační kolona \varnothing 89 mm (TK) pro eliminaci nežádoucích vibrací vrtné kolony v průběhu vrtání. TK nebude cementována a po dokončení vrtu bude vytěžena.

Typové konstrukce vrtů do hloubky 100 m a 500 m jsou uvedeny v příloze na obrázcích č. 3.10.-1 až 3.10.-3.

3.10.1.4. Požadavky na výplachovou kapalinu (vrtný výplach)

Jako vrtný výplach bude použita kapalina, která nebude ovlivňovat provrtané horniny a umožní provést karotážní měření a HG testy ve vrtech. Kapalina nesmí ovlivňovat životní prostředí okolí vrtu a vodotečí. Z těchto důvodů se jako výplach předpokládá použití čisté užitkové vody z místních zdrojů.

Ztráty výplachu budou řešeny technologickými cementacemi, případně použitím těsnících materiálů na přírodní bázi (ekologicky odbouratelné).

Vzhledem ke karotážní metodice je nutno zajistit průchodnost vrtů do konečné hloubky pro karotážní sondy, tedy minimálně průměr 59,5 mm (BQ).

3.10.1.5. Požadavky na izolaci horninových poloh

Svrchní kvartérní a rozvětralé partie izolovat pažnicovou kolonou. Případné poruchy a pásma přítoků vod, které bude nutno pro další vrtání sanovat, izolovat např. cementací. Předpokládá se, že vrty budou provedeny bez pažení, v krajním případě po dohodě s řešitelem bude pažení upřesněno v průběhu prací.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 86 (celkem 182)



3.10.1.6. Použitá technika pro vrtné práce

Technika a technologie pro výše uvedené práce - wire-line. Vrtná souprava musí mít odpovídající hloubkový dosah a bude operativně využita i pro provádění čerpacích, hydrodynamických a geotechnických zkoušek. Pokud by byl některý z vrtů vrtán pod úklonem menším než 45° , musel by být použit jádrovák i overshot s úpravou pro začerpávání.

3.10.1.7. Požadavky na přípravu pracoviště pro vrtné práce

Pro předkládaný projekt uvažujeme s příjezdovou cestou, elektrická energie bude použita z dieselagregátu, provozovaného vrtnou firmou, zábor pracovní plochy bude minimalizován ve vztahu k technologickým požadavkům, dovoz vody je předpokládán z okolí ze vzdálenosti maximálně do 10 km.

3.10.1.8. Hmotná dokumentace

Vrty budou kompletně zdokumentovány geologickým popisem a karotážním měřením. Údaje o naražené a ustálené podzemní vodě budou zaznamenány do vrtného deníku. Po dobu geologického vyhodnocení bude celá metráž uložena v normalizovaných jádrovnicích, které budou náležitě označeny. Vrtné jádro bude pak kompletně převezeno a uloženo ve skladu objednatele.

3.10.1.9. Předpokládaný časový průběh

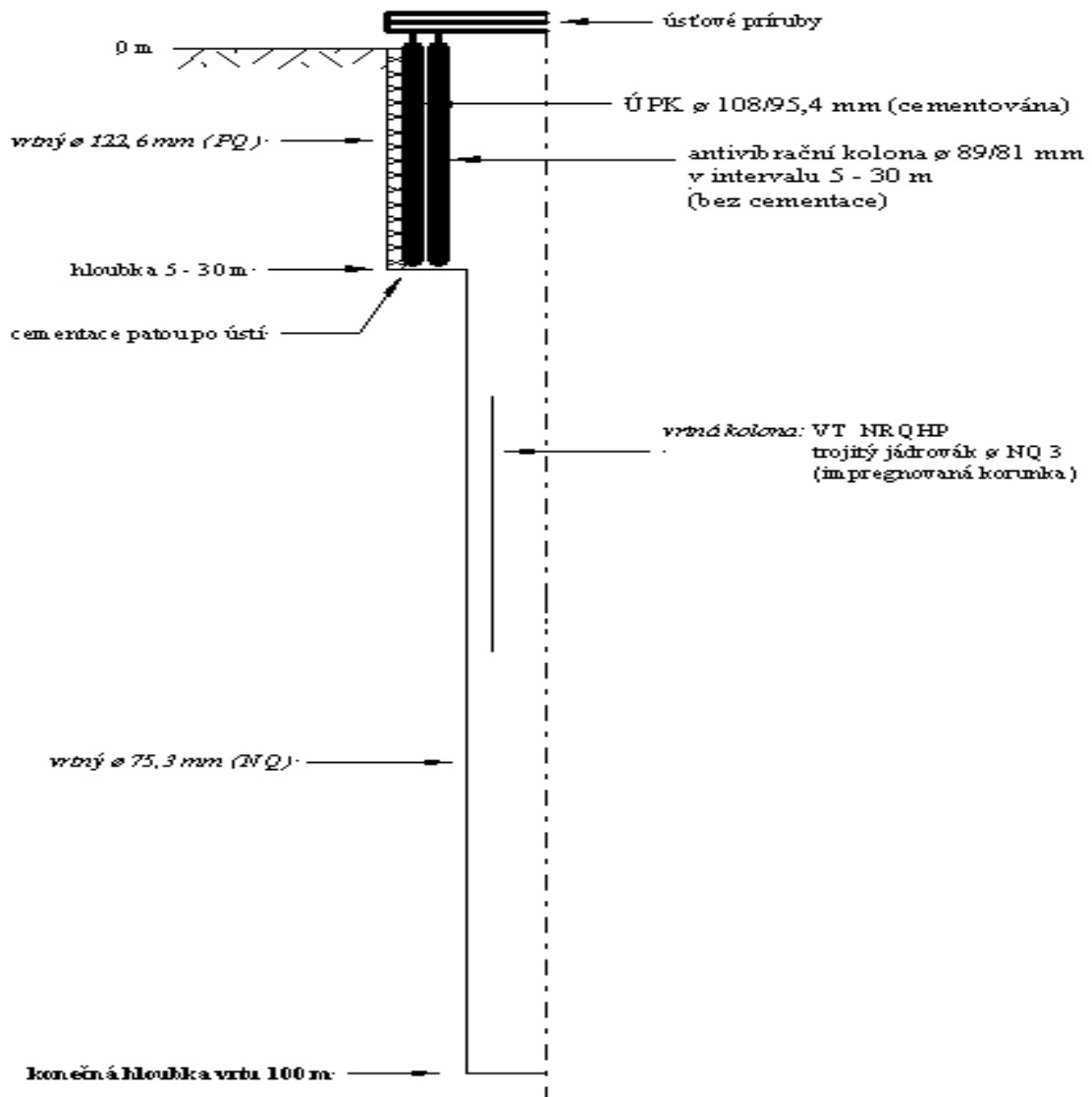
Harmonogram těchto prací lze odvodit od doby vrtání jednoho díla, které v případě hloubky vrtu do 100 m představuje časovou náročnost cca 3 týdny včetně prostoje při provádění karotážních měření, resp. cca 6 týdnů u vrtu do hloubky 500 m. Předpokládá se nepřetržitý provoz vrtné soupravy (denní a noční směny vrtné osádky) za stálého technického dozoru vrtné firmy.

Do časového harmonogramu je také zapotřebí začlenit časový prostor pro provedení čerpacích zkoušek dle dispozic a u vrtů do 500 m rovněž karotážní měření.

3.10.1.10. Finanční náročnost

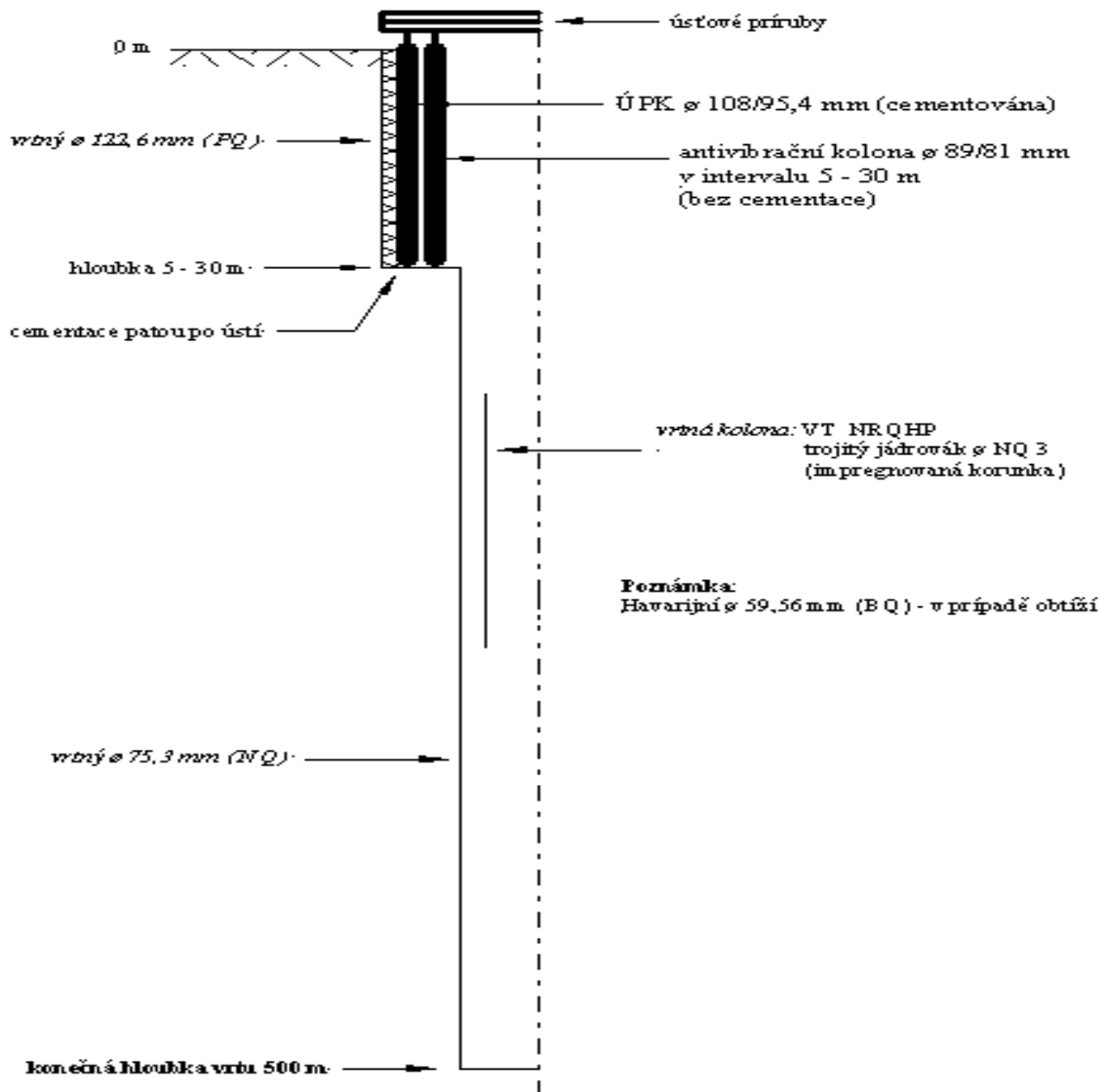
Finanční náročnost vrtných prací (5 vrtů do 100 m a 2 vrty do hloubky 500 m) je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace neuvažuje karotáž a hydrogeologické testy v průběhu vrtání. Nejsou rovněž zakalkulovány náklady na orientovaný odběr jádra (tab. 3.10.-3.), které by při popsání množství orientovaných odběrů činily 3 917 820,- Kč u vrtů do 100 m a 334 258,- Kč u vrtů do 500 m.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 87 (celkem 182)



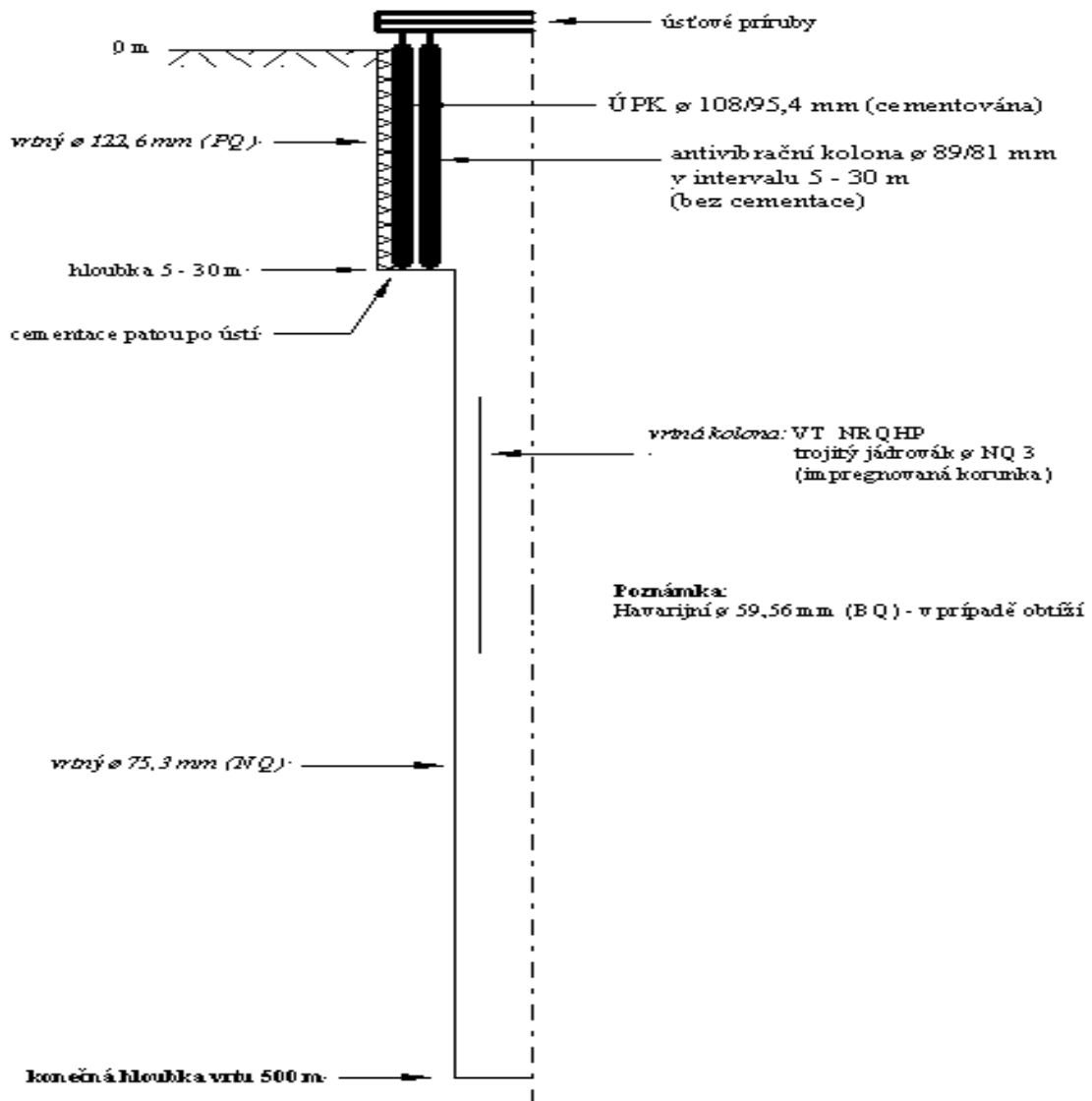
Obrázek 3.10.-1. Typová konstrukce W-L vrtu do hloubky 100 m

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 88 (celkem 182)



Obrázek 3.10.-2. Typová konstrukce W-L vrtu do hloubky 500 m v jednoduchých podmínkách (varianta A)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 89 (celkem 182)



Obrázek 3.10.-3. Typová konstrukce W-L vrtu do hloubky 500 m pro vrtání v geologicky obtížných podmínkách (varianta B)

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 90 (celkem 182)

3.10.2. Realizace hlubokého vrtu

Prioritním cílem realizace vrtu do hloubky cca 1000 m je získání klíčových geologických informací o stavbě horninového masívu v celém geologickém profilu až do úrovně pod bázi hlubinného úložiště, včetně nezbytných hydrogeologických poměrů, jenž by zásadním způsobem mohly negativně ovlivnit podmínky budování a provozu tohoto úložiště. Velmi hluboké jádrové vrty ověří do potřebných detailů změny fyzikálně chemických parametrů hornin s hloubkou, strukturně tektonické poměry v nižších hloubkových úrovních masívu, podrobnou hydrogeologickou charakteristiku prostředí až do hloubky 1000 m. Navrhované jádrové vrty tohoto hloubkového dosahu tak mají velmi významnou a nezastupitelnou úlohu, jelikož získané jádro a komplexní provedení karotážních měření včetně hydrogeologických a geotechnických zkoušek a testů na jádře poskytne ucelený soubor informací o strukturních a hydrogeologických poměrech v dané lokalitě a první reprezentativní údaje o báňsko-technických dobývacích podmínkách.

3.10.2.1. Zadávací podmínky a rozsah předpokládaných technických prací

Zadávací podmínky a rozsah vrtných prací uvádí následující tabulka

Tab. 3.10.-5. Zadávací podmínky vrtů do 100 a 500 m.

Aplikovaná metoda vrtání	WL s těžitelnou jádrovnicí na laně
Hloubka vrtu	1000 m
Konečný průměr vrtu	NQ 75,6 mm havar. průměr BQ 59 mm
Počet vrtů na lokalitě v 1. etapě	1 ks
Úvodní pažení min. průměr	108 mm se zvýšenou odolností
Požadovaný úklon vrtu od svislice	svislý, s max. odklonem 3 ⁰ od svislice v konečné hloubce
Minimální výnos jádra	99,0 % z celkové metráže vrtu

Prioritní požadavek na dosažení technicky maximálně možné úrovně výnosu jádra i z porušených partií a vysokých denních odvrtů, za daných technicko-technologických znalostí předurčuje aplikaci systému jádrového vrtání systémem wire – line. Rovněž terénní konfigurace a značný rozsah zalesnění bude předurčovat podmínky realizace vrtných prací, vedoucích k podstatné minimalizaci záboru pozemků pro vrtné pracoviště a zřízení nezbytných přístupových cest. Klasické mobilní jádrovací soupravy o hmotnosti často 200 KN a více vyžadují vysoce únosné a poměrně široké přístupové cesty. Bylo by velmi problematické transportovat a ustavit tyto vrtné soupravy na jednotlivé zarážkové body v málo přístupných terénech.

Předpokládaný geologický profil vrtu:

- 0 – 3 m kvartér, sutě, aluvia,
- 3 - 30 m rozvětralé granitoidní horniny,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 91 (celkem 182)



30-1000 m nezávětralé granitoidní nebo hluboce metamorfované horniny,

3.10.2.2. Předpokládané komplikace v průběhu vrtání

V průběhu vrtání se předpokládá možnost průchodu poruchových a puklinových pásem o různém úklonu a směru, zastižení vodonosných a puklinových horizontů. V oblasti tektonických poruch lze předpokládat možnost výskytu poruchových pásem s částečnou ztrátou výplachu, doprovázenou i částečnou nestabilitou stvolu vrtu. Vodonosné puklinové horizonty nebudou s nejvyšší pravděpodobností přetlakové, s tlakem převyšujícím tlak hydrostatický. Nepředpokládá se rovněž samovolný přeliv vody na ústí vrtu.

3.10.2.3. Požadavky na přípravu pracoviště pro vrtné práce

Pro předkládaný projekt přípravy pracoviště vrtu uvažujeme s příjezdovou trasou max. délky 100 m od místní cesty. Elektrická energie pro potřebu vrtného pracoviště s ohledem na praktickou neexistenci rozvodu 200 x 380 V bude zabezpečována z mobilního dieselařegátu, provozovaného vrtnou firmou. Dovoz vody pro účely proplachu vrtu je možno efektivně uvažovat do vzdálenosti max. 10 km od vrtného pracoviště. Alternativně zřízením dočasné vodní přípojky z místní vodoteče do vzdálenosti 500 m.

3.10.2.4. Konstrukce vrtu

Nosným vrtným průměrem bude NQ (75,3 mm), havarijně však nutno v kritických případech uvažovat i s použitím průměru BQ (59,5 mm) ve spodní části stvolu vrtu. Svrchní části všech vrtů přes kvartér a zvětralé zóny budou propaženy úvodní pažnicovou kolonou (ÚPK), která bude sloužit ke stabilizaci svrchních nekompaktních horizontů a také na ni bude instalována těsnicí odtoková hlava k řízenému odvádění výplachu. Interval vrtu do předpokládané hloubky 500 – 550 m bude vrtán průměrem PQ a od této hloubky do konečné hloubky bude aplikován průměr NQ s možností použití havarijního průměru BQ v případě, že by se nepodařilo stabilizovat poruchové pásmo větší mocností provedením technologických opatření a bylo by nutno v krajním případě celý interval propažit dočasnou pažnicovou kolonou průměru 73 mm. Typová konstrukce jádrového vrtu do hloubky 1000 m je uvedena na obr. 3.10.-4.

3.10.2.5. Výplachová kapalina – vrtný výplach

Při vrtání stvolu vrtu do 1000 m bude použit výhradně vodní výplach bez chemických aditiv v otevřeném cirkulačním systému. Bude maximálně eliminována možnost kolmatace puklinových pásem, aby tyto mohly být následně řádně otestovány. Voda vytékající z ústí vrtu, včetně malého množství vrtného kalu, je chemicky a biologicky neškodná pro životní prostředí a může být utrácena po separaci v sedimentačním žlabu rozlevem do lesního porostu. Malé množství kalu zachyceného v sedimentačním žlabu není nutno složitým způsobem likvidovat, ale lze jej využít na likvidaci výtluků a výmolů v přístupových, převážně lesních cestách. Použitá voda z místních zdrojů však musí mít kvalitu užitkové vody a nesmí obsahovat kalové sedimenty ani jiné chemické a biologické nežádoucí přísady.

V průběhu vrtného procesu zajišťuje výplachová kapalina tyto rozhodující funkce:

- chladí vrtný nástroj,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 92 (celkem 182)



- zajišťuje čištění počvy vrtu a výnos vrtné drtě na povrch,
- maže vrtnou kolonu, tím snižuje tření a vibrace vrtné kolony,
- hydrostatickým tlakem udržuje průchodnost vrtu,
- omezuje počet průběžných manipulačních pažením vrtu
- částečně stabilizuje porušené úseky vrtu,
- zlepšuje vrtný postup dokonalým očišťováním počvy vrtu.

3.10.2.6. Příprava a likvidace pracoviště a příjezdové cesty

Příprava vrtného pracoviště zahrnuje veškeré práce, které je nutno provést před nastěhováním vrtné soupravy a rozmístěním a obsazením technologického zařízení, nutného pro realizaci vrtných a vystrojovacích prací.

Upravená plocha bude sloužit i pro veškeré další nutné vybavení pracoviště, jako je kancelář vrtmistra, pracovní maringotky, sklad materiálu, buňku pro manipulaci s vrtným jádrem apod.

3.10.2.7. Rozsah dočasného záboru pozemku

Pro realizaci prací je potřeba celková plocha, která je limitována na max. rozměr 30x20 m.

Pro zajištění příjezdu techniky, materiálu a osádky na pracoviště je potřeba provést zábor i pro příjezdovou panelovou cestu. Stavební pruh pro zřízení příjezdové cesty bude podle potřeby a konfigurace terénu 4 až 6 m široký.

Zábor pozemků pro vrtné pracoviště se předpokládá do výměry cca 600 m². Pracoviště má dočasný charakter a po ukončení prací výzkumných prací bude vrt nadále sloužit jako pozorovací. Zbytek plochy pracoviště bude uveden do původního stavu.

3.10.2.8. Přípravné práce na lokalitě

Prioritně budou provedeny nezbytné hrubé zemní práce a to zejména srovnání terénu. Podle konfigurace terénu pak bude následovat dílčí přesun zeminy v rámci pracoviště tak, aby plocha byla celá v jedné rovině, spádovaná v 1 až 2 % ve směru předpokládaného umístění záchytné jímky. Současně se uskuteční i nutné terénní úpravy pro příjezdovou panelovou komunikaci.

Část ornice, biologicky aktivní vrstvy, pokud nebude využita k planýrce, se uloží po stranách pracoviště na deponii do patřičných figur, aby nedošlo k jejímu znehodnocení. Rovněž tak se uloží i případný přebytek zeminy z hrubých úprav terénu (odděleně od ornice). Kolem pracoviště bude v případě potřeby vyhloubena odvodňovací rýha, aby nedocházelo k zaplavování zpevněné plochy přitékajícími srážkami z okolních pozemků. Rozsah zemních prací bude zásadním způsobem minimalizován.

Základní plocha pracoviště v rozsahu cca. 30 x 20 m bude v části pod vrtnou soupravou a čerpacím agregátem zpevněna železobetonovými silničními panely rozměru 1,2 x 3 x 0,21 m, které budou uloženy na pískový podsyp s rozprostřenou izolační folií PENEFOF, OPTIFOL. Folie bude v silně exponovaných místech položena na geotextilii a proti poškození shora opět překryta touto geotextilií. Plocha pracoviště bude vyhotovena v mírném spádu směrem do záchytné zemní jímky. Folie bude na svých okrajích vyvedena spárou nad úroveň panelů.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 93 (celkem 182)



Pracoviště bude ohrazeno sloupky s nataženou výstražnou červenobílou signalizační folií a opatřeno na přístupových cestách předepsanými výstražnými tabulkami.

Příjezd na pracoviště bude zajištěn úpravou stávající komunikace a vyhotovením spojovací komunikace v délce do 100 m. Po provedení urovnání terénu se provede podkladní konstrukce definitivní příjezdni komunikace, na kterou budou položeny silniční panely. V místech, kde bude terén rozmočen, bude pro zpevnění použita geotextilie. Příjezdová dočasná komunikace bude realizována v min. šířce 3 m a umožní min. poloměr zatáčení vozidel 18 m.

3.10.2.9. Požadavky na nasazení vrtné soupravy a čerpacího agregátu

S ohledem na požadované vrtné a výzkumné práce a charakter terénu bude pro realizaci těchto prací zvolena vhodná jednotka souprava-výplachové čerpadlo, která splňuje následující technické parametry:

Vrtná souprava:

- stacionární vrtná souprava, případně mobilní souprava na pásovém podvozku ,
- pohon vrtné soupravy dieslovým motorem příkonem cca 80 KW,
- průchozí rotační hydraulická hlava s výměnnými čelistmi pro průměr vrtání HQ, NQ a BQ,
- ovládání soupravy hydraulické,
- síla zdvihu do 150 KN, přítlak do 100 KN,
- rotace s plynulou regulací alternativně regulovatelné ve čtyřech rychlostech + revers, v pásmech v rozmezí 160 - 1800 ot/min.,
- pomocný hydraulický vrátek WL s lanem průměru 5 mm a délkou návinnu 1100 m,
- přídatná věž nebo nástavec lafety výšky min.12 m,
- těžní vrátek s kladkostrojem o nosností 150 KN a délkou zdvihu min 8 m pro těžení stupaček pakrovací kolony.

Výplachové čerpadlo:

- hydraulicky poháněné pístové neb plunžrové čerpadlo s možností regulace dodávaného množství,
- max. provozní tlak 10 MPa,
- dodávané množství 20-60 l/min.

Vzhledem k tomu, že vrtná souprava by po ukončení vrtných operací sloužila zároveň jako souprava pro provedení hydraulických zkoušek, je jen obtížně dostupná, zejména co se týče parametrů těžního zařízení, předpokládá se, že pro vlastní proces vrtání bude použita WL vrtná souprava kategorie do 1000-1200m a pro následné výzkumné práce bude tato zaměněna za soupravu s odpovídající lafetou, případně věží požadovaných parametrů. V úvahu přichází i použití stávající vrtné soupravy s použitím mobilního jeřábu pro urychlení těžení a zapouštění stupačkové kolony při těžení a zapouštění stredle-testerovací garnitury.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 94 (celkem 182)



3.10.2.10. Likvidační práce

Po ukončení veškerých technických prací se provede likvidace vrtného pracoviště. Realizovaný vrt bude ponechán jako pozorovací, ústí vrtu bude opatřeno uzamykatelným uzávěrem a betonovým poklopem.

Ostatní likvidační práce budou provedeny tak, aby pozemky zabrané při realizaci vrtu byly pokud možno uvedeny do původního stavu. Po odstěhování soupravy a technologického vybavení se postupně odstraní panelová plocha.

Použitý podsypový materiál se shrne, naloží a odveze na skládku, případně se druhotně využije pro přípravu dalšího pracoviště nebo při zásypu výmolů a děr v příjezdových komunikacích. Nepředpokládá se - s ohledem na použití folie - kontaminace těchto materiálů ropnými látkami. Po odstranění veškerých pozůstatků vrtné činnosti se provedou terénní úpravy, popř. i oprava poškozených meliorací tak, aby bylo možno uvést pracoviště do původního stavu. V závěrečné fázi se provede technická rekultivace terénu a předání pozemků vlastníkovi.

Veškeré odpadní materiály, které vzniknou při likvidaci nebo byly zanechány na pracovišti po odstěhování vrtné soupravy, budou uloženy na skládky, nebo dány k druhotnému využití, v souladu se zákonem o odpadech.

3.10.2.11. Hmotná dokumentace

Veškeré získané vrtné jádro bude po očištění ukládáno do normalizovaných vzorkovnic s řádným popisem. Pro potřeby souvisejících geologických činností bude na vrtu instalována mobilní buňka-vzorkovna. Vrt bude kompletně zdokumentován geologickým popisem, karotážním měřením a odběrem vzorků. Údaje o naražené a ustálené hladině podzemní vody budou dle požadavků řešitele a technických možností průběžně zaznamenány do vrtného deníku.

Vrtné jádro bude - kromě úvodní metráže se zvětralou částí - kompletně uloženo jako dokument, který bude následně převezen a uložen v souladu s pokyny geologa zodpovědného za vedení hmotné dokumentace na místě stanoveném objednatelem. Ten jako jediný garant rozhodne o způsobu manipulace s jádrem a jeho dalším využití.

3.10.2.12. Předpokládaný časový průběh

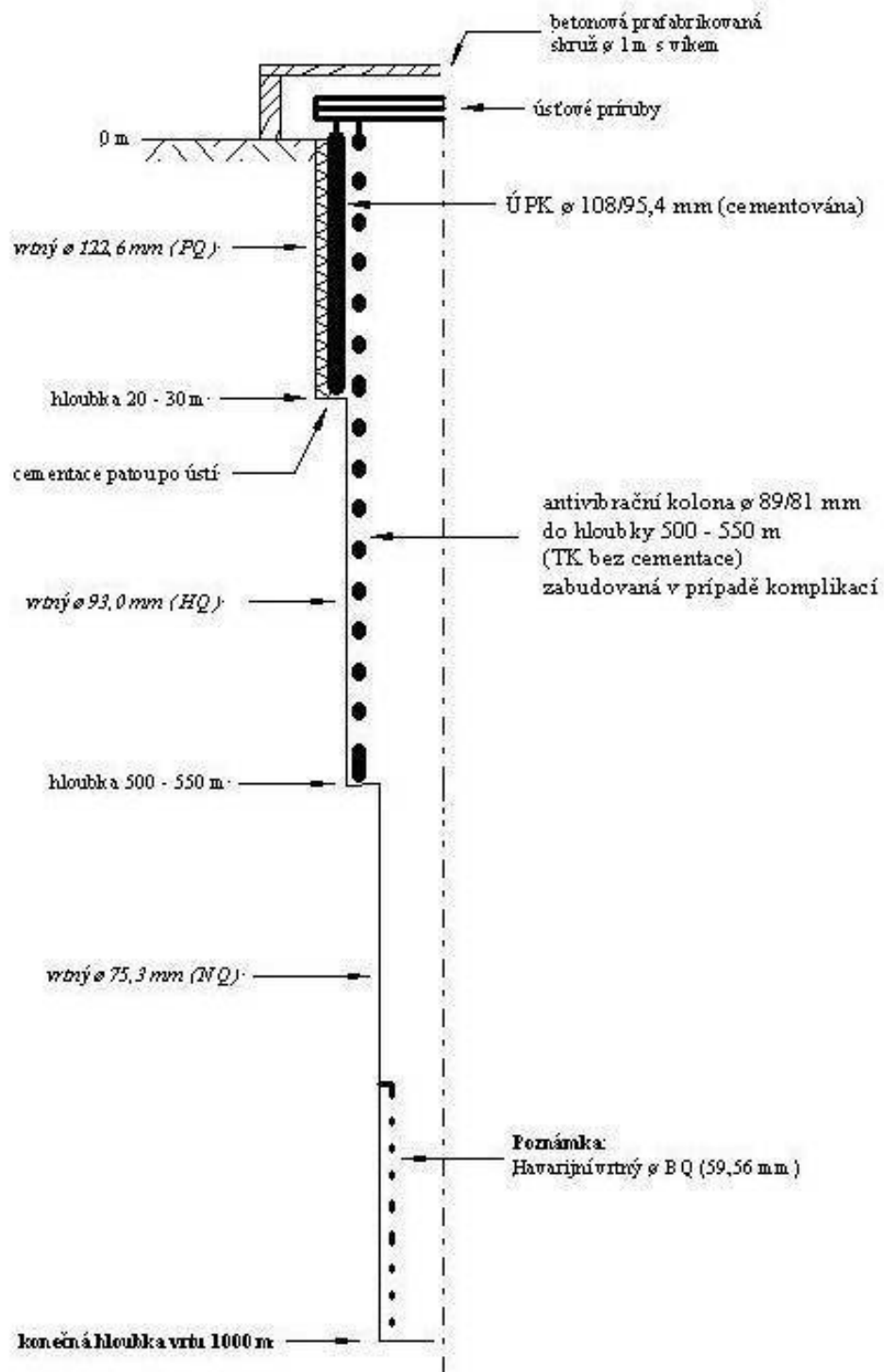
Při provedení vrtů metodou wire line soupravou odpovídajících technických parametrů se předpokládá doba realizace v rozmezí 3-4 měsíců po předání pracoviště.

3.10.2.13. Finanční náročnost

Finanční náročnost prací na realizaci vrtu do hloubky 1000 m) je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace neuvažuje karotáž a hydrogeologické testy v průběhu vrtání. Cena nezahrnuje:

- nákup, výrobu nebo pronájem měřicí a pakrovací techniky, servisní práce technika při usazování pakru,
- náklady na pronájem pozemků, zřízení a likvidaci příjezdových cest a škod na pozemcích a komunikacích,
- náklady spojené s orientovaným odběrem jádta ve výši 334 258,- Kč

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 95 (celkem 182)



Obrázek 3.10.-4. Typová konstrukce jádrového vrtu do hloubky 1000 m

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 96 (celkem 182)

3.11. Testy ve vrtech

Testy na vrtech budou prováděny na všech kategoriích projektovaných vrtů (viz výše) s výjimkou vrtů mapovacích. Bude se jednat o následující činnosti:

- karotáž,
- vrtní geofyzika,
- geotechnické testy
- hydrodynamické zkoušky ve vrtech, odběr vzorků podzemních vod,
- hydrogeologické testy v průběhu vrtání (nouzové řešení).

3.11.1. Karotáž

Karotážní měření ve vrtech s využitím širokého komplexu moderních metod představuje zcela nezbytný druh prací, jejichž výsledky spolu s popisem jádra a dalšími metodami významně zvýší množství důležitých informací získaných realizací vrtů. Ve vrtech realizovaných v rámci vyhledávání lokality pro HÚ bude aplikován komplex metod s cílem získat zejména následující informace:

- fyzikální parametry zastižených hornin (přírozená radioaktivita, objemová hmotnost, zdánlivý měrný elektrický odpor, rychlost elastických vln), fyzikální vlastnosti vody ve vrtu (měrný odpor, teplota, průzračnost),
- tektonika hornin ve vrtu (zjišťování otevřených a uzavřených puklin, určování směru a sklonu puklin ve vrtu pomocí dvou nezávislých měření metodami BHTV-ABI a OBI), stupeň alterace hornin,
- detailní litologický profil vrtu,
- technický stav vrtu (prostorový průběh vrtu, t.j. úklon a azimut úklonu, dále skutečný průměr vrtu, včetně detekce otevřených puklin),
- hydrodynamické poměry ve vrtu (místa přítoků a ztrát, rychlosti proudění vody ve vrtu za přírodních podmínek, a to jak případné horizontální proudění, tak vertikální proudění vody vrtem z jednoho puklinového systému do druhého, zjišťování dílčích koeficientů filtrace propustných poloh),
- geomechanické parametry (určení kompaktních a rozpukaných zón, úseků alterovaných hornin, určení rychlosti podélných a příčných akustických vln v profilu vrtu, pevnosti v prostém tlaku a výpočet hodnot Youngova modulu a Poissonovy konstanty).

3.11.1.1. Zdůvodnění použití metody a její přínos

Z karotážního měření budou získány údaje o fyzikálních vlastnostech hornin v blízkém okolí vrtu do vzdálenosti 0,3 až 0,5 m. Velmi důležité jsou informace o stupni porušení hornin (jak alterací, tak rozpukáním), které jsou ověřovány nezávislými sondami jako je neutronová karotáž, elektrokarotáž a akustická karotáž. Naprosto nenahraditelné jsou informace o

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 97 (celkem 182)



prostorových směrech puklin, které lze získat z orientovaných měření dvou na sobě nezávislých měření speciálními metodami ABI (akustická vrtní televize) a OBI (optická vrtní televize). V neposlední řadě jsou velmi důležité informace o hydrogeologických poměrech ve vrtu jak za tzv. přírodních podmínek (zjišťování horizontálního a vertikálního proudění vody ve vrtech), tak zjišťování míst přítoků a jejich vydatností při čerpání vody z vrtu. Při vrtání hlubokých vrtů je důležité měření provádět po úsecích zejména z důvodů možných změn hydrogeologických poměrů způsobených vrtáním technologií wire-line (možné ucpávání drobných zvodnělých puklin rozvrtným materiálem). Dále je důležitá rovněž kontrola technického stavu vrtu (úklon vrtu, kaverny).

3.11.1.2. Možné problémy při aplikaci metody

Při aplikaci karotážních metod může hrozit v porušených úsecích uvíznutí sond uvolněným materiálem ze stěny vrtu. Pro vyproštění havarované sondy je nezbytná spolupráce s vrtnou osádkou. Tato hrozba havárie sond o průměru 43 – 50 mm ve vrtech o průměru 76 mm je reálná, proto metody, při kterých jsou používány radioaktivní zářiče (neutron a gama gama karotáž), by měly být měřeny vždy ještě ve vrtných tyčích, ovlivnění tyčemi je velmi malé. V průběhu akce na zcela bezpečně průchodných vrtech bude provedeno porovnání měření těchto metod jak v tyčích, tak v otevřeném vrtu. Z důvodů nebezpečí havárie budou měřeny velmi drahé metody ABI, OBI a FW až po dokončení vrtů a ověření bezpečného průchodu karotážních sond.

3.11.1.3. Projektované metody

Pro zjištění těchto informací by měly být používány základní i speciální soubory metod:

Základní soubor karotážních metod zahrnuje:

Gama karotáž - měření sumární přirozené radioaktivity hornin, která je úměrná zastoupení radioaktivních prvků; v běžných horninách především draslíku K^{40} , který je v granitech obsažen v draselných živcích a ve slídách. V silně prokřemenělých horninách, jako jsou pegmatity, je přirozená radioaktivita snížena, čistý křemen má hodnoty radioaktivity blízké nule. Měřená gama kvanta jsou registrována scintilačním detektorem v impulsích za minutu (cpm – counts per minute). Cejchováním se převádějí měřené hodnoty v cpm na fyzikální jednotky pA/kg.

Neutron-neutron karotáž - měření toku zpomalených sekundárních tepelných neutronů, které vznikají zpomalováním rychlých neutronů na jádrech lehkých prvků hornin. Horninu ozařujeme izotopem $^{241}\text{Am}+\text{Be}$ o aktivitě 111 GBq. Měřená četnost registrovaná heliovými koronovými trubicemi v impulsích za minutu (cpm) na vzdálenost 60 cm je nepřímo úměrná obsahu zpomalujících prvků v horninách, zejména však obsahu vodíku. Obsah vodíku v horninách přímo souvisí jak s obsahem vody v pórech a v puklinách, tak s obsahem jílovitých minerálů, v nichž je obsažen atomární vodík v krystalové mřížce. Z těchto důvodů nejvyšší hodnoty neutronové karotáže jsou registrovány v úsecích kompaktních hornin. Naopak nízké hodnoty naměříme v polohách hornin silně porušených a alterovaných. Neutron karotáž je spolu s gama karotáží, elektrokarotáží a akustickou karotáží základní metodou pro stanovení stupně alterace a tektonického porušení hornin.

Gama-gama karotáž - měření sekundárního gama záření, které vzniká při ozařování hornin v nejbližším okolí vrtu gama kvanty radioizotopu ^{137}Cs o aktivitě 3.0 GBq. Sekundární gama

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 98 (celkem 182)



záření, vzniklé v důsledku Comptonova rozptylu na atomech hornin, je nepřímo úměrné měrné objemové hmotnosti neboli hustotě měřeného prostředí. To znamená čím vyšší naměřená hodnota gama gama karotáže, tím nižší je hustota blízkého okolí sondy. Maximální hodnoty naměříme v kavernách a v silně porušených horninách. Při měření používáme účinnou délku sondy 40 cm (vzdálenost zářič-detektor), při které je hloubkový dosah měření do stěny vrtu cca 20 - 25 cm. Sonda je mechanicky přitlačovaná na stěnu vrtu a měří okolí vrtu kolimovaně, tj. v úzké výseči v místě, kde sonda přiléhá ke stěně vrtu. Metodou lze velmi dobře zjišťovat kaverny v zapažnicovém prostoru a ověřovat i kvalitu cementace. Při měření ve vrtných tyčích nelze počítat reálné objemové hustoty hornin.

Akustická karotáž - měření rychlosti VP a útlumu amplitudy ATT podélných akustických vln. Měřicí sonda má dva piezokeramické vysílače a jeden piezokeramický přijímač. Vysílače vysílají vlny o frekvenci 20 kHz v pulzním režimu s frekvencí 5 Hz. Je registrován čas T1 příchodu vlny od prvního vysílače k přijímači ve vzdálenosti 100 cm, průběhový čas ΔT jako rozdíl časů příchodů vln od prvního a druhého vysílače na vzdálenost 50 cm. Dále je registrován útlum amplitudy ATT jako logaritmus poměru amplitud první půlvlny obou kanálů ($\log A_1/A_2$). Zvýšený stupeň porušení hornin a tím snížení jejich pevnosti se projevuje snížením rychlosti podélných vln VP a zvýšeným útlumem akustického signálu ATT. Měřené parametry jsou v úzkém vztahu ke geomechanickým vlastnostem hornin. Z rychlosti podélných seismických vln VP, útlumu ATT a objemové hmotnosti hornin, lze při známé Poissonově konstantě vypočítat Youngův modul pružnosti ED a pevnost v prostém tlaku SIGS. Hloubkový dosah do stěny vrtu závisí na délce vlny a na elastických vlastnostech měřeného prostředí, v případě pevných granitů je zhruba v rozmezí 0,5 - 0,7 m.

Elektrokarotáž Rap 0,1 m a Rap 0,41 m - měření zdánlivého měrného elektrického odporu potenciálovou sondou s dvojitým rozestupem elektrod 0,10 m a 0,41 m. Zdánlivé měrné elektrické odpory jsou vždy nižší než skutečné měrné odpory hornin. V prostředí hornin o vysokých měrných odporech, jako jsou granity, vždy část elektrického proudu proniká cestou nejmenšího odporu, a to přímo vodou ve vlastním vrtu. I malé porušení hornin způsobuje anomálie na křivkách elektrokarotáže. Měřením lze velmi spolehlivě rozlišovat stupeň porušení či alterace hornin. Výhodou kratšího rozestupu elektrod je vyšší rozlišovací schopnost a možnost zaznamenat tenké pukliny. Hloubkový dosah měření do stěny vrtu je zhruba stejný jako rozestup elektrod. V pevných, neporušených horninách naměříme nejvyšší hodnoty odporů, naopak v silně porušených a v alterovaných horninách naměříme nejnižší hodnoty odporů v ne zcela lineární závislosti na stupni rozpukání hornin.

Magnetická karotáž - měření magnetické susceptibility hornin. Primární cívka měřícího systému je napájena střídavým proudem o frekvenci 20 kHz. Na sekundární cívce, umístěné 20 cm od primární cívky, se indukují elektromotorické napětí, vyvolané magnetickou susceptibilitou a elektrickou vodivostí horninového prostředí. Fázový detektor umožňuje oddělení složky ovlivněné pouze magnetickou susceptibilitou. Měřicí sonda má vysokou citlivost, nelineární výstupní signál registrujeme v relativních jednotkách. Nejvyšší hodnoty naměříme v ocelových pažnicích a v polohách zrudnění magnetickými minerály. Zvýšené hodnoty rovněž registrujeme v puklinách vyplněných jílem nebo limonitem.

Kavernometrie - měření skutečného průměru vrtu tříramenným kavernometrem. Metoda slouží pro zjištění skutečného průměru vrtu, lokalizaci tektonicky porušených hornin a úseků nesoudržných hornin s tendencí vypadávání úlomků ze stěn vrtu.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 99 (celkem 182)



Termometrie - spojitě měření teploty vody ve vrtu vedle zjištění teplotního gradientu umožňuje objasnit i hydrogeologický režim vrtu. Například pokud dochází k vertikálnímu proudění vody ve vrtu, lze takový interval identifikovat, protože teplota vody je prakticky konstantní.

Fotometrie - měření optické čirosti vody ve vrtu. Slouží pro zjišťování míry čistoty vody a pro ověření množství a mocnosti kalu, který se při vrtání ve vrtu vytváří.

Inklinometrie - bodové nebo spojitě měření úklonu a azimutu úklonu vrtu.

Resistivimetrie - spojitě měření měrného elektrického odporu vody ve vrtu, který je nepřímo úměrný celkové mineralizaci vody. Přírodní proudění vody ve vrtu, které je často vertikální, je možné sledovat a kvantifikovat tzv. metodou ředění označené kapaliny. Po snížení elektrického odporu vody ve vrtu solí registrujeme v přiměřených časových intervalech záznamy resistivimetrie. Místa přítoků, pohyb vody a vydatnost proudění je možné určit podle anomálií na RM křivkách a ze skutečných časů měření. Pro zjištění míst přítoků používáme tzv. metodu odčerpání. Po registraci záznamu RM za přírodních podmínek snížíme měrný odpor vody ve vrtu solí, zaregistrujeme záznam RM po prosolení, poté zahájíme čerpání s konstantní vydatností. V průběhu čerpání dochází k přítoku vody do vrtu z propustných poloh. Z anomálií na křivkách resistivimetrie, registrovaných během čerpání, lze přesně zjistit všechny významnější přítoky vody do vrtu. Často lze určit jejich orientační vydatnosti, které jsou obvykle přímo úměrné velikosti anomálií. Základní podmínkou úspěšného zjišťování přítoků je zachování propustnosti vododajných puklin a poloh v průběhu vrtání.

Soubor speciálních karotážních metod:

Akustická vrtní televize BHTV – ABI (Acoustic Borehole Image) - sonda na vysoké technické úrovni umožňuje velmi citlivé měření puklinových systémů ve stěně vrtu. Měří se odraz rotujícího akustického signálu a jeho amplituda. Digitálně se registruje rozvinutý obraz stěny vrtu. Sonda je prostorově orientována, musí být ve vrtu centrována. Programové vybavení WellCad umožňuje 3D zobrazení ve tvaru vrtného jádra. Výsledkem interpretace je prostorové zobrazení puklin protínajících vrt, úklon a směr úklonu puklin, rozlišení otevřených a uzavřených puklin. Rovněž je možno vyhodnotit parametry orientované deformace příčného průřezu vrtu (způsobenou např. působením anizotropních horizontálních napětí v masivu).“

Optická vrtní televize - OBI (Optical Borehole Image) - sonda na vysoké technické úrovni umožňuje optické snímání vnitřní stěny vrtu s digitální kontinuální registrací prostorově orientovaného rozvinutého obrazu stěny vrtu. Orientace sondy je zajišťována plynulým měřením úklonu a azimutu úklonu vrtu. Výsledkem interpretace je prostorově orientované zobrazení programově vytvořeného obrazu jádra ve třech rovinách s azimuty 0°, 120°, a 240°, na kterém jsou patrné pukliny a poruchy protínající vrt.

Akustická karotáž s registrací úplného vlnového obrazu FW (Full Waveform) - sonda s digitální registrací vlnového obrazu se 3 přijímači a 1 vysílačem akustického signálu. Programové vybavení WellCad umožňuje vyhodnocení rychlostí podélných a příčných vln a výpočet geomechanických parametrů hornin jako jsou Poissonova konstanta, Youngův modul pružnosti a dalších modulů přetvárnosti.

Pro zpracování komplexního souboru karotážních metod bude použit software gDBase pro zpracování karotážních dat firmy GDSsoftware, Praha. Pro zpracování měření akustické vrtní

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 100 (celkem 182)



televize ABI, optické televize OBI a akustické karotáže FW bude použit software Wellcad výrobce sond firmy Advanced Logic Technology, Luxembourg. Kromě zprávy budou výsledkem měření profily a karotážní záznamy prezentované v obvyklé formě.

3.11.1.4. Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách a v zahraničí

Zkušenosti s karotážním měřením základního souboru metod na vysoké úrovni, která byla prokázána i při pracích v zahraničí, v České republice existuje. Doplnění základního souboru metodami BHTV-ABI a FW bylo dosud na vybraných vrtech projektů Potůčky a Melechov řešeno subdodávkou od firmy Geo-Log z Budapešti. Existují rovněž zkušenosti s měřením pro určení směru horizontálního proudění vody a dále akustickou karotází s registrací úplného vlnového obrazu FW. V nejbližší době lze očekávat, že v ČR bude dostupná sonda BHTV-ABI a sondy optické vrtní televize OBI.

Z dostupných zahraničních údajů plyne, že na obou nejpokročilejších programech (finském i švédském) je prováděno karotážní měření v menším rozsahu, než je projektováno u nás. Ze základních karotážních metod byly měřeny pouze metody termometrie, inklinometrie, jednoduché elektrokarotáže (single point). Interpretace puklin je založena zejména na studiu vrtného jádra. Hydrogeologické poměry jsou ověřovány v úsecích hlavních otevřených puklin průtokoměrem finské firmy POSIVA, sonda umožňuje oddělení puklin či puklinových systémů jednoduchými gumovými pakry. Touto sondou lze měřit vertikální proudění vody, horizontální proudění, vodivost vody, termometrii a jednoduchou elektrokarotáž. Rozsah měření je 0,1 – 5000 ml/min. Pro zjištění vydatnosti jednotlivých puklin a puklinových systému se měření provádí při různých vydatnostech čerpání. Doporučujeme doplnit navrhovaný soubor karotážních metod na hlubokých vrtech měřením průtokoměrem firmy POSIVA formou subdodávky.

3.11.1.5. Způsob aplikace, projektovaný objem prací, časová náročnost

Jak už bylo řečeno, karotážní měření bude realizováno na všech vrtech s výjimkou vrtů mapovacích. To v první etapě prací na HYPL představuje metráž uvedenou v tab. 3.11.-1.

Tab. 3.11.-1. Metráž vrtů, které budou karotovány v první etapě prací

Typ vrtu	počet vrtů	metráž celkem
Vrty do 100 m	5	500
Vrty do 500 m	2	1000
Vrty do 1000 m	1	1000
Celkem m		2500

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 101 (celkem 182)



Ve všech vrtech bude měřen úplný komplex karotážních metod, v mapovacích vrtech po dokončení vrtů, v hlubších vrtech (500 a 1000 m) doporučujeme měření základních metod po úsecích cca 250 m. Měření speciálních metod bude prováděno až po dokončení vrtů a po ověření bezpečného průchodu sond.

Karotáž je vázána na provádění vrtných prací, přibližnou časovou náročnost karotážních prací uvádíme níže v tabulce 3.11.-2..

Tab. 3.11.-2. Časová náročnost karotážních měření:

metodika měření	vrt do 100 m	vrt do 500 m	vrt do 1000 m
Měření základního souboru metod do hloubky 100 a 250 m	-	2 dny	2 dny
Měření základního souboru metod do hloubky 500 m	-	-	3 dny
Měření základního souboru metod do hloubky 750 m	-	-	3 dny
Měření úplného komplexu metod po dokončení vrtu	3 dny	4 dny	5 dní
Měření propojení dvojice vrtů kombinací VTZ a karotáže	-	-	5 dní

3.11.1.6. Finanční náročnost

Finanční náročnost karotážních měření je uvedena v příloze č. 2. Kalkulovaná cena zahrnuje náklady na měření, dopravu a zpracování výsledků.

3.11.2. Vrtní geofyzika

3.11.2.1. Stručný popis metody a pracovních postupů

Cílem prací je vyhodnotit geologické (geotechnické) poměry v blízkém okolí vrtů, tj. v místech, kam vrt nezasáhne a klasická karotáž již nemůže proniknout. Stranový dosah metod vrtní geofyziky se v granitických (příp. metamorfovaných) horninách v současné době pohybuje v rozmezí n.10 až 100 m. Všechny vrtné práce (s výjimkou mapovacích vrtů) provedené na lokalitách budou využity pro metody vrtní geofyziky. Předpokládá se zejména využití vertikálního seismického profilování (VSP) a seismické tomografie. Geofony budou umístovány do vrtu s krokem 20 m a seismické rozruchy budou situovány do okolí vrtu na dvou křížových profilech po 50 až 100 metrech. Seismické rozruchy budou buzeny silným mechanickým energetickým zdrojem, použití trhavin se pro obtížný schvalovací proces ze strany báňských autorit a občanských organizací nepředpokládá. Pokud bude možno pracovat s blízkými dvojicemi vrtů (na vzdálenost cca 10 až 50 metrů), bude realizována i klasická seismická tomografie s prostřelováním mezi vrty. Při prostřelování mezi vrty může být použita trhavina, ale přednost bude dávana využití silných sparkrů.

V menší míře lze počítat i se stejnosměrným (potenciálním) elektrickým měřením typu vrt - vrt, povrch-vrt.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 102 (celkem 182)



3.11.2.2. Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách a v zahraničí

Metody vrtní geofyziky jsou v České republice využívány hlavně ve variantě seismické tomografie (cross hole shooting, up hole shooting) pro zhodnocení interpretace výsledků inženýrsko geologických vrtů, tj. v hloubkách prvních desítek metrů. Klíčovým problémem zůstává využití dostatečně silného seismického zdroje (vhodné např. z firmy Geotomographie, Germany). Ze zahraničí existují zkušenosti z aplikace seismického měření mezi vrty např. při vývoji úložiště radioaktivních odpadů ve Finsku (*Cosma 2006*), kdy se studiem refrakčních a reflexních vln řeší prostorové rozložení ploch odrazů v okolí vrtu.

3.11.2.3. Vyhodnocení a forma prezentace výsledků, vazba na ostatní metody

Cílem vrtní geofyziky je posoudit horninové prostředí v okolí vrtů výrazně dále než umožňují karotážní metody. Pokud by nebyly vrtné práce doplněny výraznějším využitím mezivrtních měření, dojde k ochuzení objemu možných informací z širšího okolí vrtu a větších hloubek. Prezentace výsledků bude požadována ve třech úrovních. Dodavatel prací předá naměřené seismické záznamy. Dále budou předány 2-D a 3-D řezy získané interpretací seismických dat pro jednotlivé vrty. Jako třetí skupina výsledků budou předána 2-D a 3-D korelační schémata včetně geologické (geotechnické) interpretace. Verifikace interpretačních výsledků bude využívat, mimo jiné, poznatků z povrchových geofyzikálních výzkumů.

3.11.2.4. Časová náročnost

Vrtní geofyzika bude probíhat v těsném sledu po dokončení vrtných prací. Pro lokalitu se předpokládá čas na terénní práce v době trvání do 1 měsíce. Zpracování dat a jejich vyhodnocení (nikoliv konečná závěrečná zpráva) bude vyžadovat asi 3 měsíce.

Pokud budou práce vrtné geofyziky prováděny českými firmami, je nutné uvažovat o formě doplnění jejich vybavení a instruktáž personálu na zahraničních stážích.

3.11.2.5. Finanční náročnost

Finanční náročnost měření a zpracování výsledků vrtní geofyziky je uvedena v příloze č. 2.

3.11.3. Geotechnické testy ve vrtu

Geotechnickými testy ve vrtech budou získány informace o velikosti a směru napětí (úplný tenzor napětí) a aplikací metody GOODMAN JACK rovněž přetvárné charakteristiky. Získaná data budou sloužit k stanovení optimálního směru ražby budoucích podzemních děl při zajištění jejich maximální stability a rovněž přispějí k řešení a hodnocení strukturní stavby zkoumané části masivu.

Geotechnické testování musí být realizováno v nezapažených vrtech o průměru 76 mm a větším. Vystrojení vrtů pro geotechnické testování není požadováno. Některé geotechnické testy ve vrtu jsou destruktivního charakteru při předpokládaném zachování stability stěn vrtu (křehké porušení hornin v intervalu realizovaného testu). Jedná se o metody:

- měření napětíového stavu horninového masivu,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 103 (celkem 182)



- deformometrická měření ve vrtu – GOODMAN JACK.

K této skutečnosti musí být přihlédnuto při určení pořadí realizace ostatních testovacích metod ve vrtu tj. karotážního měření, vrtní geofyziky a zejména hydrogeologických testů. Porušení stěny vrtu nemusí mít výrazně negativní dopad na hydrogeologická pozorování také proto, že geotechnické testy budou z pochopitelných důvodů aplikovány v neporušených intervalech vrtu (podle karotážního měření), kdežto hydrogeologické testy budou vázané převážně na rozpukané partie.

3.11.3.1. Stručný popis metod a jejich přínosu, HW a SW

Metoda hydraulického štěpení stěn vrtu

Je jednou z mála metod, umožňujících přímé měření napětí v oblastech dostupných pouze vrtu. Dosah do masivu je závislý jen na manipulačních délkách spojovacího materiálu a charakteristikách vysokotlakého čerpadla. Experimentální měření je vztaženo k větší části masivu nacházející se v okolí vrtu. Vzhledem k délkám sondy, zabezpečující rozvoj trhliny v masivu, se jedná o oblast s lineárními rozměry řádu decimetrů až prvních metrů. Metoda je aplikována v kompaktních horninách ve vybraných místech tak, aby izolovala pro měření vždy pouze jedinou, buď přirozenou, nebo uměle vytvořenou trhlinu. Měření napětí v horském masivu tímto způsobem je založeno na předpokladu, že v jistý okamžik experimentu se dostává do rovnováhy tlak media otevírající trhlinu a napětí v hornině, snažící se trhlinu uzavřít (Baumgartner, Rummel 1989). Tento tlak pak odpovídá napětí působícímu po normále k vytvořené rovině trhliny. Kromě toho lze ze zápisu průběhu tlaku na čase odečíst další charakteristické hodnoty jako je tlak, způsobující vznik trhliny a tlak nezbytný pro znovuotevření uzavřené trhliny. Základní fáze metody lze charakterizovat jako:

- výběr místa a vytvoření izolované trhliny resp. izolace přírodní trhliny od okolí,
- zjištění normálové složky napětí na vytvořené trhlíně,
- zjištění orientace trhliny v prostoru.

Podmínkou pro nasazení metody je však dostatečně nepropustné prostředí, schopné křehkého lomu pro vytvoření jednotlivé trhliny. Pro měření je potřebné jak speciální zařízení (sestavující z vysokotlakého čerpadla, speciální trhací sondy, obtiskové sondy, orientačního zařízení do vrtu, hydraulických trubek a manipulačního vrátku), tak SW pro vyhodnocování jednotlivých měření. Jako doplňkové metody doporučujeme analýzu především tzv. „Breakouts“ (vstupy pro tyto analýzy jsou výsledky z ultrazvukových a video karotáží) – pro určení směru působících napětí, popř. analýza diskovité odlučnosti orientovaného vrtného jádra (vstupy pozorování na vrtných jádrech - diskovitá odlučnost).

V tuzemských podmínkách jsou napěťová měření prováděna pouze v krátkých vrtech délky do cca 100 m (průměr vrtu 59 mm, popř. 76 mm). Pro ostatní účely je nutné napěťová měření obstarat dodavatelsky od zahraničních subdodavatelů – vrty 500 a 1000 m.

Napěťová měření jsou nezbytná pro zařídění horninového masivu (HM) pomocí klasifikačního indexového Q systému. Údaje o napěťovém stavu HM jsou nutné vstupní údaje pro účely matematického modelování chování horninového masivu v interakci s navrhovaným geotechnickým dílem (stabilita, porušování HM vlivem indukovaných napětí, analýza deformací, orientace a tvar podzemních prostor HÚ vzhledem k působícím napětím apod.).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 104 (celkem 182)



Možné problémy při aplikaci metody: u metody nelze vyloučit zaklínění trhací sondy v případě nepříznivých stabilitních podmínkách ve vrtu.

Způsob aplikace: měřicí místa budou vybrána na základě ultrazvukových a video karotáží ve vrtu ve vztahu ke kvalitě stěn vrtu.

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků: zpracování graficky a v tabulkách s vysvětlujícím textem.

Nutná vazba na další metody: metodu plánovat až v poslední fázi využití vrtu - destruktivní zkouška štěpení stěn vrtu. Nutno ponechat část vrtného jádra pro laboratorní testy mechanických vlastností horniny v místě měření – pro realizátora napětových měření. Vlastním napětovým měřením musí předcházet navržení měřících pozic na základě analýzy kvality vrtného jádra a výsledku karotážních měření ve vrtu.

Časová náročnost

Celkem za lokalitu cca 340 hod. při předpokládaných 55 měřeních.

Finanční náročnost

Je uvedena v příloze č. 2. Finanční náročnost bude ovlivněna souběhem možnosti měření ve více připravených vrtech. Uvedená kalkulace ceny za 55 měření je stanovena v případě napětových měření vždy na jednom samostatném vrtu bez následného souběhu měření v dalších vrtech a zahrnuje také dopravu, parametrické analýzy na jádře, výběr měřících pozic ve vrtu na základě analýzy kvality vrtného jádra a výsledků karotážních měření ve vrtu.

Měření napětového stavu horninového masivu metodou odlehčeného vrtného jádra

Princip metody odlehčeného vrtného jádra (MOVJ) spočívá v měření deformace horniny na vrtném jádře v nezávislých směrech způsobené jeho odlehčením - obvrtáním. Deformace je měřena pomocí tenzometrů nalepených na stěnu vrtu tvarovanou do definovaného tvaru. (např. válcová, resp. kuželová plocha). Na základě naměřených deformací v nezávislých směrech a přetvárných vlastnostech horniny jsou vypočteny velikosti a směry hlavních napětí horninového masivu. Základní fáze metody lze charakterizovat jako:

- Navrtání jádrového vrtu do požadované hloubky.
- Vrtání pilotního vrtu, popř. tvarování kuželové plochy pro nalepení tenzometrů na speciální elektronické sondě s možností kontinuálního záznamu dat, kontrola kontinuity HM v místě měření ve vrtu.
- Zavádění sondy s měřícími tenzometry, jejich nalepení, zjištění orientace sondy ve vrtu.
- Obvrtání tenzometrů – odlehčovací fáze, záznam hodnot deformací na jednotlivých tenzometrech.
- Utržení odvrtaného vrtného jádra a vytažení měřící sondy, načtení dat deformací na odlehčeném vrtném jádře.
- Kalibrace naměřených hodnot a vyhodnocení 3D tenzoru popisující napětový stavu horninového masivu.

Jako doplňková metoda je vhodná především analýza tzv. „Breakouts“ (viz kapitola 3.13.1.1).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 105 (celkem 182)



V tuzemských podmínkách jsou napět'ová měření horninového masivu metodou MOVJ prováděna pouze v krátkých vrtech délky cca do 50 m, vedených z podzemních děl. Měření metodou MOVJ je nutné realizovat dodavatelsky od zahraničních subdodavatelů.

Napět'ová měření jsou potřebná pro zařídění horninového masivu pomocí klasifikačního indexového Q systému. Údaje o napět'ovém stavu horninového masivu jsou nutné vstupní údaje pro účely matematického modelování chování horninového masivu v interakci s navrhovaným geotechnickým dílem (stabilita, porušování horninového masivu vlivem indukovaných napětí, analýza deformací, orientace a tvar podzemních prostor HÚ vzhledem k působícím napětím apod.).

Možné problémy při aplikaci metody: v případě zastižení porušeného HM v plánované měřicí pozici budou nutné vícepráce (vrtání) spojené s nalezením vhodné pozice, což obnáší opakování první a druhé činnosti z výše uvedeného seznamu.

Způsob aplikace: MOVJ - měření v dohodnutých staničeních ve vrtu v návaznosti na další prováděné práce, hydrogeologická měření, karotáže apod.

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků: zpracování graficky a v tabulkách s vysvětlujícím textem.

Nutná vazba na další metody: MOVJ je nutné provádět etapově v průběhu vrtání ve stanovených úrovních, nutná kooperace vrtné osádky. Obvyklý průměr vrtu 76 mm.

Časová náročnost

Časovou náročnost pro realizaci MOVJ ve velmi hlubokých vrtech je možné pouze odborně odhadnout na základě dosavadních zkušeností. Předpokládaná časová náročnost cca 5 - 10 dnů na 1 měření, nutná kooperace vrtné osádky, časová náročnost bude přímo ovlivněna nalezenou kvalitou HM v místě měření.

Finanční náročnost

Finanční náročnost u **MOVJ** v hlubokých vrtech byla vzhledem k současné nedostupnosti relevantních informací odborně odhadnuta. Vzhledem k nutné subdodávce zahraniční firmou bude nutno počítat s cenovou náročností **cca 5 000 tis. Kč** (odhad se zohledněním napět'ových měření HF metodou měření v hlubokých vrtech 500 a 1000 m zahraničním subdodavatelem). Cena může být i vyšší vzhledem k tomu, že měření budou realizována etapově v rámci jednoho vrtu a časová náročnost může být ovlivněna kvalitou HM.

Deformometrická měření ve vrtu – GOODMAN JACK

Goodman Jack je zařízení, které je určeno pro měření modulu přetvárnosti in situ ve vrtech o průměru 76 mm. Jedná se o sondu válcového průřezu o průměru 70 mm a délky cca 445 mm, která je vybavena dvěma protilehlými hydraulicky zatěžovanými deskami o délce 200 mm s radiem rovným průměru vrtu, které v průběhu měření deformují stěny vrtu v úhlové výseči 90°. Moduly lze rovněž měřit při různé orientaci sondy ve vrtu (při jejím různém pootočení), např. vzhledem ke strukturním prvkům horninového masivu, a postihnout tak anizotropii deformačního pole horninového masivu.

V průběhu měření je zvyšován tlak v hydraulickém systému zařízení pomocí hydraulického čerpadla, přičemž dochází k roztlačování protilehlých desek a následné deformaci stěn vrtu. V průběhu měření je zaznamenáván jak hydraulický tlak, tak hodnoty deformace stěn vrtu (Heuze, 1984) pomocí snímačů. Obě hodnoty jsou kontinuálně zaznamenávány do PC. Při

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 106 (celkem 182)



měření deformačního modulu je zvyšován tlak v hydraulickém systému v tlakových stupních cca 10 MPa až do maximálního tlaku cca 60 MPa. Po dosažení maximálního tlaku v hydraulickém systému je tlak následně snižován v krocích cca 10 MPa až na úroveň počátečního tlaku, tj. 10 MPa.

Moduly jsou stanovovány dle metodiky a výpočtu uvedené v technickém manuálu a v příspěvku „Suggested Method for Estimating the In-Situ Modulus of Deformation of rock Using the NX-Borehole Jack“ (Heuze, 1984), popř. doporučení ISRM Mezinárodní společnosti pro mechaniku hornin (ISRM; doporučení “Suggested Methods for Deformability Determination Using a Stiff Dilatometer Testing in Ulusay & Hudson 2007).

Znalost hodnot modulů přetvárnosti HM a jeho anizotropie in situ má základní význam pro stanovení očekávaných deformací podzemních děl a stanovení indukovaných napětí v HM v průběhu výstavby HÚ, je to jeden ze základních vstupů pro matematické modelování procesu výstavby HÚ.

V tuzemských podmínkách jsou zkušenosti s použitím zařízení Goodman Jack pro měření modulu přetvárnosti ve vrtech o průměru 76 mm, dlouhých cca 50 m, proměřovaných z podzemních děl. Pro deformometrická měření lze použít flexibilní dilatometry, se kterými jsou pravděpodobně možná měření i v hlubších vrtech než 100 m.

Možné problémy při aplikaci metody: deformační měření mohou způsobit nestabilitu stěn vrtu a mohou nastat problémy se zaklíněním měřicí sondy ve vrtu.

Způsob aplikace: aplikace v předem určených intervalech ve vrtu v závislosti na poznání geologické, strukturní stavby a geotechnických vlastností HM na základě vyhodnocování vrtného jádra, karotáží apod. Aplikace možná pouze ve vrtech hlubokých do cca 100 m o průměru 76 mm.

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků: Vyhodnocení bude provedeno graficky a v tabulkách s doprovodným textem. Bude provedeno srovnání modulů přetvárnosti zjištěných v podmínkách in situ a z měření na intaktních vzorcích při laboratorních zkouškách v jednoosém tlaku. Bude hodnocena anizotropie deformačního pole horninového masivu.

Nutná vazba na další metody: deformační zkoušky je vhodné provádět v konečné fázi využití jednotlivých vrtů. Při měření je nutná kooperace s vrtnou osádkou. Nutno ponechat vrtné jádro pro parametrické mechanické zkoušky z jednotlivých poloh deformačních měření.

3.11.3.2. Časová náročnost

Za lokalitu celkem cca 400 hodin.

3.11.3.3. Finanční náročnost

Finanční náročnost popisované metody je uvedena v příloze č. 2. Uvedená kalkulace se týká pouze vrtů do 100 m.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 107 (celkem 182)

3.11.4. Hydrodynamické zkoušky v hlubokých vrtech, odběr vzorků podzemních vod

3.11.4.1. Hydrodynamické zkoušky

Základem hydrogeologického výzkumu ve vrtech jsou hydrodynamické zkoušky (HZ). V silně heterogenním puklinovém prostředí granitů nelze aplikovat v hydrogeologii běžně užívané čerpací zkoušky na otevřeném vrtu, je nutné použít specifické technické vybavení a metodiku testování. Hydraulické vlastnosti hornin se v puklinovém prostředí mění na malé vzdálenosti i o několik řádů a průměrná hodnota hydraulické vodivosti pro celý vrt je použitelná jen pro regionální modely. Pro situování hlubinného úložiště je nutné získat detailní informace o hydraulických vlastnostech všech domén tvořících hydrogeologickou strukturu. Velkou pozornost je třeba věnovat prostorové identifikaci hydraulických vodičů (poruchové zóny, zlomy) a jejich funkci v proudovém poli.

HZ je proto nutné realizovat etážově, na úsecích vrtů izolovaných pomocí dvojice pakrů. Kompletní testovací soustava pro etážovou HZ zahrnuje dvojici pakrů umístěných na testovacím soutyčí, tlakové snímače, čerpadla, automatický průtokový i objemový odečet spotřeb a datovou jednotku. Tlakové snímače umístěné na ústí vrtu, pod testovanou etáží, v mezikruží vrtu nad etáží a v případě potřeby i přímo v testované etáži slouží ke kontinuálnímu záznamu tlaku, respektive výšky hladiny podzemní vody ve vrtu. Tlakový záznam je využíván k výpočtu hydraulické vodivosti, kontrole obtékání pakrů a u detailních simulací ke kalibraci a verifikaci matematického modelu.

Při etážovém testování puklinového prostředí, často s velmi nízkou hydraulickou vodivostí, není možné používat čerpací zkoušky. U podstatné části testovaných úseků je přítok podzemní vody do vrtu tak malý, že při standardních čerpaných množstvích je voda po velmi krátkém časovém úseku vyčerpána. Regulace minimálních čerpaných množství z vrtu je technicky velmi obtížná. Současně se při čerpacích zkouškách silně projevuje vliv vyčerpávání zásoby vrtu na průběh měřených veličin, což může zejména v počátečních fázích zkoušky zastřít skutečnou odezvu kolektoru a vnést chybu do výpočtů hydraulických charakteristik prostředí.

Nejvhodnějším typem HZ pro identifikaci hydraulických vlastností hornin na hypotetické lokalitě jsou vodní tlakové zkoušky (VTZ) s konstantním vstupním tlakem, jejichž výhodou je velká univerzálnost. VTZ je možné uplatnit na testování puklinového prostředí krystalických hornin s hydraulickou vodivostí od 10^{-12} po 10^{-5} m.s⁻¹ tedy v rozsahu, se kterým se běžně setkáváme. VTZ budou aplikovány v jednostupňové podobě s konstantním vstupním tlakem 200 kPa.

Hydrogeologický výzkum v hlubokých vrtech bude na hypotetické lokalitě realizován ve 3 základních etapách:

- základní etapa – testy v celém profilu vrtu, standardní VTZ,
- detailní etapa – testování hydraulických vlastností vodivých struktur, detailní HZ,
- závěrečná etapa – ověření komunikace po vytipovaných vodivých strukturách, interferenční zkoušky, které budou provedeny po realizaci všech vrtů, tedy ve druhé etapě průzkumných prací, pokud budou pro jejich realizaci příznivé podmínky (viz kapitola 4.11.4.).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 108 (celkem 182)



Základní etapa - standardní VTZ

Cílem základní etapy hydrogeologického výzkumu je získání první představy o hydraulických vlastnostech horninového prostředí a jejich vývoji v prostoru hypotetické lokality.

V této etapě budou aplikovány VTZ s konstantním vstupním tlakem a konstantní délkou testovaného úseku. Pro srovnatelnost výsledků z různých vrtů na lokalitě i mezi jednotlivými lokalitami je v této fázi výzkum bezpodmínečně nutné dodržovat stejnou metodiku testování, tyto VTZ proto nazýváme „standardními VTZ“. Navrhovaná délka testovaného úseku je u hlubokých vrtů 30 m za vstupního tlaku 200 kPa a délkou vtláčeční fáze do 2 hodin. VTZ budou realizovány za podmínek quazistacionárního stavu. Při této variantě předpokládáme, že v poměrně krátkém intervalu (desítky minut) dojde k relativnímu ustálení proudových podmínek v okolí vrtu. VTZ jsou vyhodnocovány podle vzorců pro ustálené proudění.

Vrty budou testovány vzestupně, ode dna vrtu směrem vzhůru. Stabilní interval pakrů umožňuje rychlejší a efektivnější postup testování. Při postupném testování vrtu s dvojicí pakrů s neměnnou vzdáleností je třeba dbát na to, aby na sebe zkoušené etáže navazovaly svou efektivní délkou a ne délkou absolutní (vzdálenost středů pakrů). V průběhu testování bude monitorována hladina podzemní vody v okolních vrtech s relevantní hloubkou.

V základní etapě předpokládáme provedení celkem 33 standardních VTZ ve vrtu hlubokém 1000 m a 16 zkoušek ve vrtu hlubokém 500 m

V závěru základní etapy jsou standardní HZ vyhodnoceny a jsou vybrány významné pukliny, puklinové zóny a zajímavé polohy pro následnou detailní etapu hydrogeologického výzkumu.

Detailní etapa

Detailní etapa bude zaměřena na cílené testování hydraulických vlastností vodivých struktur. Propustné polohy identifikované v základní etapě a na základě karotážních měření jsou testovány detailními VTZ s konstantním vtláčeným množstvím. Délka etáže se řídí geometrií zastižených poruch, předpokládáme testované úseky o délce 1-10 m.

Pokud to podmínky dovolí, bude použit stejný vstupní tlak jako u standardních VTZ. Délka trvání detailních VTZ se bude řídit významem jednotlivých struktur a jejich hydraulickými vlastnostmi, předpoklad maximální délky vtláčeční fáze je 48 hodin.

V průběhu testování bude monitorována hladina podzemní vody v okolních vrtech s relevantní hloubkou.

Detailní VTZ budou vyhodnocovány podle vzorců pro neustálené proudění.

Pokud se ve vrtu vyskytnou vysoce propustné polohy, mohou být v detailní etapě aplikovány i čerpací zkoušky, které budou současně sloužit k odběrům vzorků podzemních vod.

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Primární záznamy měřených veličin budou vyhodnoceny s pomocí analytických vzorců pro ustálené či neustálené proudění, případně specializovanými softwary (Aquifer Test, AQTESOLV, Hytool) a prezentovány ve formě koeficientů hydraulické vodivosti, transmisivity a storativity tabulkovou formou. Primární záznamy tlaků, průtoků a dalších měřených veličin budou uloženy do databáze stejně jako výsledná odvozená data a stanou se součástí GISu lokality.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 109 (celkem 182)



Pro vyhodnocení standardních VTZ budou aplikovány vzorce pro ustálené proudění (např. Moya 1967), detailní VTZ budou vyhodnocovány podle vzorců pro neustálené proudění (např. Jakob a Lohman 1952). Každá z analytických metod přináší určitou míru zkreslení výsledků, proto je při hodnocení dat nutné přihlížet k typu použité HZ i použité metodě vyhodnocení. Výsledkem vyhodnocení stejného testu rozdílnými metodami mohou být velmi rozdílné hydraulické parametry. Před zahájením prací proto musí být zpracován podrobný projekt hydrodynamického testování zajišťující aplikaci stejné metodiky testování i vyhodnocení na všech lokalitách.

Výsledkem standardních VTZ budou hloubkové profily hydraulické vodivosti masivu, identifikace hydraulických vlastností jednotlivých horninových bloků (horninových domén) a indikace výskytu poloh se zvýšenou propustností. Na standardní VTZ naváže detailní etapa, jejíž výsledkem bude popis geometrický vlastností vodivých zón a stanovení jejich hydraulických vlastností.

Komplexní vyhodnocení obou etap hydrodynamických zkoušek bude zpracováno formou etapové zprávy pro každý z testovaných hlubokých vrtů (do 500 m a do 1000 m).

Zdůvodnění použití metody v projektu - přínos

Hydrodynamické zkoušky v hlubokých vrtech přinášejí informaci o propustnosti horninového prostředí v různých jeho částech. Etážové testování umožňuje stanovit hydraulické parametry jak různých horninových domén s nízkou mírou porušení, tak hydraulických vodičů.

Podzemní voda je hlavním transportním médiem při případném úniku znečištění z prostoru hlubinného úložiště, kvalitní popis a predikce cest toku podzemní vody je proto základem bezpečnostní analýzy. Bez znalosti hydraulických vlastností hornin v okolí potenciálního hlubinného úložiště není možné rozhodnout o vhodnosti či nevhodnosti perspektivní lokality pro výstavbu.

Výskyt významných vodivých poruch regionálního rozsahu na hypotetické lokalitě je vylučujícím kritériem pro její výběr pro situování úložiště.

Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách

V současné době jsou v České republice zkušenosti s etážovými VTZ ze dvou lokalit Potůčky-Podlesí v Krušných horách a melechovský masiv a to pouze do hloubek 200-350 m.

Možné problémy při aplikaci metody

Výše popsaná metodika byla na našem území doposud aplikována pouze v hloubkách do 350 m. Vývoj metodiky a technického vybavení zahrnujícího speciální testovací jednotku schopnou provádět testy bez asistence vrtné soupravy měl proběhnout v rámci výzkumných prací na testovací lokalitě melechovský masiv v předstihu před její aplikací na perspektivních lokalitách. K realizaci vývoje a výzkumu nedošlo, práce na melechovském masivu byly ukončeny první etapou s vrty do hloubky 200 m.

Hydrodynamické testy bude tedy nutné provádět technickým vybavením vyvinutými v rámci projektu projektů Ministerstva životního prostředí ČR VaV/630/3/00 (Pačes et al. 2002) a VaV/660/2/03 (Rukavičková et al. 2006A) a dále rozvinutým při první etapě výzkumu melechovského masivu (Rukavičková et al. 2006B), tedy za asistence vrtné soupravy s upravenými mechanickými pakry používanými pro testování v naftovém průzkumu. Předpokládáme, že toto vybavení je možné použít i v hloubkách do 1000 m, v praxi ovšem

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 110 (celkem 182)



tato skutečnost ověřena nebyla. Je možné, že v průběhu testování mohou nastat technické problémy, které si vyžádají dodatečné úpravy testovací sestavy a způsobí zpoždění prací.

Nutná vazba na další metody

Standardním hydrodynamickým zkouškám musí předcházet karotážní měření. Zejména výsledky kavernometrie jsou nepostradatelným podkladem pro kvalitní usazení pakrů. Pro sestavení plánu detailních VTZ jsou nutné výsledky hydrokarotážních metod. Jedná se zejména o rezistivimetrii za přirozeného stavu a za čerpání a o měření s velmi přesným průtokoměrem. Tyto metody umožní identifikovat místa hlavních přítoků podzemní vody do vrtu. Důležitým podkladem pro detailní etapu hydrodynamických testů bude také geologické a strukturně geologické zhodnocení vrtu na jehož základě budou definovány hlavní strukturní prvky.

Časová náročnost

Vlastní hydrodynamické testování předpokládáme v délce 20 dní na vrtu s hloubkou do 500 m a 40 dní na vrtu s hloubkou do 1000 m. Přípravné práce a vyhodnocení budou trvat do 2 měsíců u každého vrtu. Do tohoto intervalu není zahrnuto oponentní řízení a související administrativní kroky.

Časový průběh HZ bude záviset na rychlosti postupu vrtných prací a karotážních měření.

HZ je nutné realizovat mimo období s teplotami pod bodem mrazu.

Finanční náročnost

Finanční náročnost výše popsaných zkoušek je uvedena v příloze č. 2. V celkové ceně je zahrnuto celkem cca 100 etážových hydrodynamických zkoušek, náklady na pronájem a instalaci pakrů, měřící techniky a čerpadel, dopravu veškerého technického vybavení, náklady na energii a personální náklady, to vše pro techniku dostupnou v současné době v České republice. Cena zahrnuje také projekt prací, přípravu testovací sestavy, vyhodnocení a prezentaci dat.

V ceně nejsou zahrnuty prostroje vrtné soupravy (cca 1 500 000,- Kč).

3.11.4.2. Odběry vzorků podzemních vod

Stručný popis principu metody

Je známo, že v horninovém prostředí se chemické složení vod s hloubkou mění. To je dáno dobou zdržení podzemní vody v horninovém prostředí, délkou trasy průniku vody horninou, teplotou prostředí, chemickými reakcemi mezi vodou a horninou či míšením s dalšími typy vod (meteorickými, magmatickými aj.). Z tohoto důvodu se předpokládá vertikální chemická stratifikace vod i na území hypotetické lokality. Cílem odběrů vod z hlubokých vrtů je zjištění a fyzikálně-chemických parametrů v jednotlivých hloubkových úrovních v horninovém bloku budoucího HÚ. Úkolem bude identifikovat jednotlivé puklinové systémy pomocí karotážních metod a následně z těchto vytipovaných puklinových systémů odebrat izolované vzorky pro chemické analýzy.

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 111 (celkem 182)



V případě úspěšného odběru vod z hlubokých vrtů budou provedeny základní i rozšířené chemické a izotopické analýzy. Tyto analýzy budou zahrnovat následující chemické prvky a veličiny:

Tab. 3.11.- 1. Základní chemická analýza vod

Veličina	Det. limit	Veličina	Det. limit
vápník	0,005 mg/l	amoniak a amonné ionty	0,05 mg/l
železo	0,002 mg/l	dusitany	0,05 mg/l
draslík	0,015 mg/l	fluoridy	0,2 mg/l
hořčík	0,02 mg/l	fosforečnany	0,04 mg/l
mangan	0,0005 mg/l	pH	
sodík	0,03 mg/l	rozpuštěné látky	10 mg/l
zásadová neutralizační kapacita do pH 8,3 (ZNK 8,3) - celková acidita	0,15 mmol/l	chloridy	1 mg/l
zásadová neutralizační kapacita do pH 4,5 (ZNK 4,5) - zjevná acidita	0,15 mmol/l	dusičnany	2 mg/l
kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5 (KNK 4,5) - celková alkalita	0,15 mmol/l	sírany	5 mg/l
kyselinová neutralizační kapacita do pH 8,3 (KNK 8,3) - zjevná alkalita	0,15 mmol/l	konduktivita (vodivost)	0,1 mS/m
CHSK _{Mn}	0,5 mg/l		

Tab. 3.11.- 2. Sledované kovy ve vodách

Veličina	Det. Limit (mg/l)	Veličina	Det. Limit (mg/l)	Veličina	Det. Limit (mg/l)
arsen	0,005	mangan	0,0005	rtuť	0,00001
bór	0,01	měď	0,002	zinek	0,002
chrom	0,001	nikl	0,002	železo	0,002
kadmium	0,0004	olovo	0,005		

Tab. 3.11.- 3. Ukazatele radioaktivity

Veličina	Det. limit
celková objemová aktivita alfa	0,05 Bq/l
celková objemová aktivita beta	0,1 Bq/l
²²² Radon	1 Bq/l

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 112 (celkem 182)



Dále bude ve vodách stanovován celkový organický uhlík (TOC) a izotopické složení lehkých prvků C, O a S. Díky těmto údajům bude možné stanovit původ a zdroje vod. V případě dostatečného objemu odebraného vzorku vody bude možné izolovat koloidy a provést kvalitativní analýzu těchto částic. Z fyzikálních parametrů bude stanovována teplota, konduktivita, pH, oxidačně-redukční potenciál a koncentrace rozpuštěného kyslíku.

Soubor výše uvedených analýz podá komplexní přehled o fyzikálně chemických vlastnostech vod v cílové hloubce plánovaného HÚ i v jeho podloží a nadloží. Všechna získaná primární data budou ukládána do databází a budou skladována ve formě tabulek. Odvozené výpočty budou prezentovány ve formě grafů či odvozených tabulek a textových komentářů.

V případě, že budou vzorkováním zastiženy fosilní solanky, případně proplyněné vody a vody neobvyklého chemického složení (Frape et al., 2007), bude dodatečně navržen postup jejich zkoumání. Zejména půjde o analýzy prvků vzácných zemin Cl, Br, I, a vzácných plynů a změření izotopického složení Cl, Br a He, které bude nutné zajistit v zahraničí.

Zkušenosti s využitím metody v tuzemských podmínkách

K odběrům vod z izolovaných puklin se v menších hloubkách běžně používají multipakrové systémy. Na lokalitě Potůčky-Podlesí v Krušných horách byl multipakrový systém úspěšně otestován v hloubce do 300 metrů. Ve větších hloubkách jsou pakrové systémy využívány v naftovém průmyslu při geotechnických testech, ne však pro účely odběru vod. Odběr neovlivněných vod z velkých hloubek pod 400 metrů z izolovaných etáží pomocí multipakrových systémů je úkol nesmírně technologicky náročný a doposud nebyl nikde v ČR realizován, avšak zahraniční výzkumné instituce SKB či POSIVA mají s těmito hlubokými odběry zkušenosti a vyvinuli vlastní zařízení. Pro odběr vod z velkých hloubek v ČR je nutné vyvinout vlastní vzorkovací zařízení, nebo nakoupit technologie ze zahraničí. I v zahraničí jsou taková zařízení experimentálními prototypy a nejsou komerčně běžně dostupná. V současné době jsou k dispozici technické výkresy vlastního odběrového zařízení, které však nikdy nebylo vyrobeno a vyzkoušeno v reálných podmínkách. Výroba a testování reálného prototypu zaberou určitý čas a je nutné počítat s pravděpodobnou časovou prodlevou při výzkumu prvních hypotetických lokalit.

Vrtáním a hydraulickými testy v málo propustném prostředí krystalických hornin se naruší hydrochemický stav podzemní vody a jeho ustalování trvá dlouhou dobu, někdy i několika let (Pačes et al. 2007, 2010). Je proto třeba zajistit dlouhodobý monitoring změn chemického složení až do jeho ustálení. Doba ustálení je v každém případě různá a nelze ji předvídat.

Zdůvodnění použití metody v projektu - přínos

Informace o složení vod ve velkých hloubkách je z bezpečnostního hlediska velmi důležitá, protože informuje o případné agresivitě vod vůči geotechnickým bariérám v poli blízkých interakcí. Informace o chemickém složení a fyzikálních vlastnostech vod jsou primárními vstupními údaji pro další bezpečnostní analýzy, laboratorní práce a odvozené geochemické výpočty. Výskyt agresivních vod na území hypotetické lokality je vylučujícím kritériem pro její výběr pro situování HÚ.

Možné problémy při aplikaci metody

Nejzávažnějším problémem v současné době je nedostupnost ověřeného odběrového zařízení schopného odebírat neovlivněné vody z jednotlivých hloubkových etáží v hlubokém vrtu.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 113 (celkem 182)



Vývoj metodiky a technického vybavení zahrnující odběrové zařízení schopné provádět odběry ve velkých hloubkách měl proběhnout v rámci výzkumných prací na testovací lokalitě melechovský masiv v předstihu před její aplikací na perspektivních lokalitách. K realizaci vývoje a výzkumu nedošlo, práce na melechovském masivu byly ukončeny první etapou s vrty do hloubky 200 m. Z tohoto důvodu by bylo vhodné začít pracovat na vývoji a testování odběrového zařízení v co nejbližším možném termínu. Dalším případným problémem je neexistence hlubokého (≥ 500 m) vrtu pro ověřovací práce a testování odběrového systému.

Problémy mohou být i přírodního charakteru, kdy ve velkých hloubkách bude přítomné pouze velmi malé množství vody, kterou nebude možné odčerpávat. Tento stav by byl pro celý projekt pozitivní, protože omezený výskyt vody v oblasti HÚ je žádoucí.

Nutná vazba na další metody

Odběrům z hlubokých vrtů musí předcházet karotážní měření a hydrodynamické zkoušky. Zejména na základě hydrodynamických zkoušek budou vytipovány vodivé tektonické struktury vhodné pro odběr vod.

Časová náročnost

Časová náročnost odběrů vod je u 500 m hlubokého vrtu odhadována cca 12 až 20 dní v závislosti na době nutné pro získání dostatečně velkého objemu vzorku vody z horninového prostředí. Tento čas je odhadem za předpokladu, že se budou odebírat 3 různé etáže. U vrtu do 1000 metrů je časový odhad odběru 15 – 30 dní za předpokladu odběru 5 etáží. Do celkové časové náročnosti je potřeba započítat dobu potřebnou pro následné analýzy a vyhodnocení výsledků v řádu cca 4 měsíců.

Problémem bude získat chemické složení podzemní vody, které bude odpovídat jak dynamickému, tak hydrochemickému stacionárnímu stavu. Doporučujeme, aby hluboké vrty byly osazeny v místech intenzivních přítoků permanentními čerpadly, které umožní dlouhodobý monitoring jak piezometrických úrovní, tak chemického složení vody.

Finanční náročnost

Kalkulace nákladů je uvedena v příloze č. 2. V celkové ceně je zahrnutý odběr vzorků vod z cca 15 horizontů, náklady na pronájem a instalaci pakrů a odběrového zařízení, dopravu veškerého technického vybavení, náklady na energii, personální náklady, náklady na chemické analýzy, softwarovou výbavu a vyhodnocení. Cena zahrnuje také projekt prací a přípravu testovací sestavy.

Pro projekt je nutné vyvinout a otestovat odběrové zařízení, jehož vývoj bude stát přibližně 2 až 3 mil. Kč. V případě, že by se volila varianta pronájmu technologie ze zahraničí kvůli časové úspoře, je částka v této chvíli těžko odhadnutelná. Cena za vývoj je jednorázovou investicí společnou pro práce na všech hypotetických lokalitách.

V ceně nejsou zahrnuty prostroje vrtné soupravy (cca 1 400 000,- Kč).

Cena monitoringu je uvedena zvlášť. Celkové náklady odpovídají čtyřletému monitoringu všech hlubokých vrtů, takže monitoring bude probíhat ve všech etapách prací.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 114 (celkem 182)



3.11.5. Hydrogeologické testy v průběhu vrtání

Hydrodynamické zkoušky (HZ) v průběhu vrtných prací budou realizovány pouze v případě nestability vrtného stvolu u pilotních a hlubokých vrtů. Pokud dojde k zapadávání vrtu, hroucení stěn apod., které bude nutné řešit trvalým zpevněním postiženého úseku nebo jeho stabilizací pomocí cementace, bude nestabilní úsek hydraulicky otestován před jeho stabilizací.

Hydrodynamické zkoušky budou provedeny s pomocí jednoho pakru, který bude umístěn nad nestabilní polohou. Pakr bude izolovat testovaný úsek od ostatních částí vrtu.

Typ HZ a délka jejího trvání bude záviset na hydraulických vlastnostech porušeného úseku. Standardně bude aplikována vodní tlaková zkouška se vstupním tlakem 200 kPa s délkou vtláčeční fáze 2-3 hodiny. Pokud půjde o významný vodivý prvek (propustnou poruchovou zónu), bude se jednat o dlouhodobou vodní tlakovou zkoušku, nebo v případě vysokého přítoku podzemní vody do vrtu o zkoušku čerpací s délkou trvání do 3 dnů. Vstupní tlak respektive snížení hladiny budou voleny v závislosti na hydraulických vlastnostech poruchy a jejich piezometrických poměrech. V průběhu HZ bude kontinuálně zaznamenáván tlak v testovaném úseku i nad ním a spotřeby vtláčené vody (čerpané množství v případě čerpací zkoušky).

Možné problémy při aplikaci metody

Vzhledem k možné nestabilitě vrtu mohou nastat problémy se zapouštěním náradí a usazením pakru, rozsah nestabilní polohy se může v průběhu testu zvětšovat.

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Primární záznamy měřených veličin budou vyhodnoceny s pomocí analytických vzorců pro ustálené či neustálené proudění, případně specializovanými softwary (Aquifer Test, AQTESOLV) a prezentovány ve formě koeficientů hydraulické vodivosti a transmisivity tabulkovou formou.

Zdůvodnění použití metody v projektu - přínos

Hydraulické vlastnosti poruchových zón, které mohou sloužit jako preferenční cesty pro únik znečištění z prostoru úložiště, jsou jedním z nejdůležitějších parametrů pro výběr kandidátní lokality HÚ VAO. Výskyt vysoce vodivých zón je vylučujícím kritériem pro umístění hlubinného úložiště. Pokud bude poruchová zóna nestabilní, je bezpodmínečně nutné zjistit její hydraulické vlastnosti před její stabilizací, která může významným způsobem omezit či dokonce zcela zamezit možnost pozdějšího testování.

Časová náročnost

Odhad časové náročnosti je do 5 dní na jeden vrt.

Finanční náročnost

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2. Cena je kalkulovaná pro testování zahrnující pět 12 hodinových směn, odpovědného hydrogeologa, pronájemy pakrů s asistencí techniků, vyhodnocení a prezentaci dat.

V ceně nejsou zahrnuty prostroje vrtné soupravy (cca 120 000,- Kč).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 115 (celkem 182)

3.12. Analýzy vrtného jádra

Vrtné jádro, zejména z vrtů, zejména pak do 500 a 1000 m, bude představovat velmi cenný materiál jak pro řadu různých testů a analýz, tak pro dokumentaci stavu horninového prostředí v hloubce předpokládaného úložiště. U vědomí této skutečnosti by měla být jádru věnována potřebná pozornost (úroveň skladování) a specialistům, kteří s ním budou pracovat, by měly být vytvořeny přiměřené pracovní podmínky a zajištěny potřebné technické kapacity (řezání jádra apod. Vzhledem k tomu, jaké množství jádra bude k dispozici ze štíhlých vrtů, je nezbytné stanovení postupu při manipulaci s jádrem a při odběrech vzorků.

Pořadí prací na vrtném jádře:

1. prvotní petrografický a strukturní popis jádra během vrtání, bez jakéhokoliv vzorkování či jiného zásahu do jádra (součástí tohoto popisu bude i stanovení parametru RQD - Rock Quality Designation),
2. po dokončení vrtu převoz kompletního jádra do skladu,
3. komplexní strukturní výzkum jádra včetně jeho orientace, fotografická dokumentace a případně další popisné metody bez odběru vzorků,
4. souhlas ke vzorkování vrtu,
5. odpovědný geolog lokality vyznačí intervaly jádra pro odběr vzorků pro základní petrologický a geochemický popis jádra (vždy 1 běžný m půleného jádra na 10 m vrtu), ostatní metody potom naplánují odběr svých vzorků v návaznosti na tuto základní vzorkovací kostru,
6. odběr vzorků pro metody pracující s celým průměrem jádra a fixace míst, ze kterých bylo jádro odebráno,
7. podélné rozříznutí zbývajících jádra. Zde zvážit, zda obě poloviny jádra nadále skladovat odděleně (tedy „nedotknutelné“ dokumentační jádro, a jádro pro vzorkování),
8. odběr vzorků pro metody pracující s půleným jádrem a úlomky jádra.

Vzorky odebrané z vrtného jádra budou předmětem následujícího studia a testů:

- petrografická a geochemická charakteristika,
- plošná geochemie,
- petrofyzikální vlastnosti hornin,
- strukturně geologická charakteristika hornin
- geomechanické vlastnosti hornin,
- stanovení migračních parametrů hornin.

3.12.1. Petrografická a geochemická charakteristika

3.12.1.1. Základní petrologická a geochemická charakteristika horniny

Pro tyto účely bude vzorkováno půlené jádro (vždy 1 m dlouhý úsek v interalu 10 m). Zpracování vzorků bude stejné jako na dokumentačních bodech ke geologické mapě. Bude zhotoven a petrograficky popsán výbrus horniny, budou určeny horninotvorné a akcesorické minerály, jejich složení bude stanoveno na mikrosondě. Cca 5-10 cm dlouhý kousek jádra

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 116 (celkem 182)



bude ponechán jako dokladový vzorek, zbytek bude rozemlet a homogenizován pro chemickou analýzu. Ta bude provedena výhradně v akreditovaných laboratořích. Hlavní prvky budou stanoveny klasickými chemickými metodami, které jsou pro obsahy prvků vyšší než 1% výrazně přesnější než komerčně používané instrumentální metody. Stopové prvky (soubor cca 30-40 prvků) budou stanoveny metodou ICP-MS. V současné době se jeví v poměru kvalita/cena jako nejvýhodnější nabídka ACMELab Vancouver. V následující tabulce 3.12-1 jsou sumarizovány počty laboratorních prací pro pertografickou a geochemickou charakteristiku 2500 m vrtného jádra, z první etapy prací.

Tab. 3.12.-1. Sumarizace laboratorních prací

Metoda	počet vzorků
Leštěný výbrus	250
vzorek pro mikrosundu	100
silikátová analýza	250
analýza stopových prvků	250

Finanční náročnost geologické dokumentace vrtného jádra a potřebných laboratorních prací je uvedena v příloze č. 2

3.12.1.2. Mineralogie puklin

Mineralogické složení výplní puklin je možné studovat klasickými mineralogickými metodami. Identifikace minerálů, stejně jako jejich chemické složení, přináší informace o genezi pukliny podobně jako četnost a množství těchto minerálů. Pro určení minerálů je nejběžnější rentgenová prášková difrakční metoda, využívající pro identifikaci minerálů jejich strukturní vlastnosti. Chemické složení jednotlivých fází lze sledovat např. lokální mikroanalýzou, přičemž výhodná je zejména energiově disperzní analýza, případně i vlnově disperzní analýza. Tyto metody umožňují pomocí mikrosondy zkoumat objekty o velikosti nad cca 5 μm . Chemická korozie i mechanické procesy, proběhlé na puklině po vzniku minerálů, zanechaly stopy na jejich povrchu. Obdobné pozůstatky jsou zaznamenány na některých zrnech minerálů i v malé vzdálenosti od pukliny směrem do horniny. S ohledem na velikosti těchto stop je nutné k jejich pozorování použít elektronový rastrovací mikroskop. P-T podmínky vzniku a vlastnosti zdrojových roztoků puklinových minerálů lze studovat pomocí fluidních inkluzí a stabilních izotopů C, O, H.

K případnému určení zdrojových fluid u vybraných vzorků může přispět studium izotopů Sr. U řady žilek a puklinových minerálů lze často nalézt znaky vícenásobného otevírání puklin, krystalizace minerálů a jejich deformace. Rozlišení jednotlivých generací minerálů „vícegeneračních“ vzorků lze případně studovat pomocí katodové luminiscence.

Metody, které jsou navrhované pro studium výplní puklin, jsou v ČR dostupné v několika institucích a jsou běžně používané.

Vzorky budou odebírány z jádra před púlením v potřebné délce a v intervalu, který bude postihovat frekvenci výskytu puklin a jejich charakteristiku.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 117 (celkem 182)



Časová náročnost rekognoskace, popisu a odběru vzorku puklin je cca 100 m/den. Předpokládaná hustota puklin z analogie s jinými vrty bude cca 30-40 puklin/100 m. Předpokládané počty vzorků pro jednotlivé metody jsou uvedeny v tab. 3.12.-2

Tab. 3.12.-2. Počty vzorků pro jednotlivá stanovení.

Metoda	počet vzorků
rtg prášk. difrakce	150
mikrosonda	125
fluidní inkluze	100
stabilní izotopy	100

V těchto počtech jsou zahrnuty i povrchové vzorky (viz kapitola 3.1), které činí max. 10% celkového počtu.

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2

3.12.2. Plošná geochemie

Propojení výsledků získaných povrchovou geochemií s výsledky chemických analýz vrtných jader umožní získat základní představu o prostorovém rozložení sledovaných parametrů a sestavení 3D geochemického modelu daného výřezu zemské kůry. Vzájemná konfrontace s ostatními 3D modely pak povede k získání objektivnějších výsledků a k mnohem lepšímu pochopení geologické stavby zájmového území.

Za tímto účelem projektujeme u všech vrtů odběr pevných vzorků hornin z vrtných jader bodovou brázdou (systematický pravidelný otluk kousků půleného jádra v intervalu cca 20 – 30 cm). Za optimální krok vzorkování u vrtů do 100 m považujeme 4 m a u hlubších vrtů (do 500 m a do 1000 m) vzorkování s krokem 6 m. Váha vzorku bude cca 2 – 3 kg. Z vrtů, které budou realizovány v první etapě prací, předpokládáme odběr 458 vzorků.

Příprava vzorků k chemické analýze (drcení, kvartace a mletí na analytickou jemnost) bude provedena v České republice, vlastní chemické analýzy (whole rock analysis) budou zadány atestované laboratoři buď v ČR, nebo v zahraničí. Škála stanovovaných prvků bude stejná jako v případě plošné geochemie (viz kap. 3.1.4), doplněna bude pouze o stanovení FeO.

Finanční náročnost prací je uvedena v příloze č. 2.

3.12.3. Petrofyzikální vlastnosti hornin

Petrofyzikální vlastnosti hornin jsou zkoumány komplexem vnitřně provázaných laboratorních testů. Výsledky získané petrofyzikální analýzou přispějí podstatnou měrou k poznání homogenity zkoumaného masivu a jeho základních strukturálních parametrů. Dále jsou nezbytné pro správné vyhodnocení karotážních měření a měření vrtní geofyziky.

Zkoumány budou následující parametry hornin:

- hustotní parametry,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 118 (celkem 182)



- rezistivita hornin,
- přirozená radioaktivita hornin,
- rychlost šíření podélných elastických vln,
- magnetické vlastnosti hornin.

3.12.3.1. Popis metod a jejich přínos

Hustotní parametry postihují nejjednodušším způsobem modální složení hornin a změny pórovitostí, odrážejí rovněž porušenost (tektonika, stupně navětrání masívu) horninových typů. Výsledkem hustotních měření je objemová hustota, mineralogická hustota a otevřená pórovitost. Principem stanovení hustotních parametrů je tzv. metoda trojího vážení. Jsou stanoveny tyto parametry:

- objemová hustota (D_o) představuje hustotu vysušené horniny včetně pórů,
- mineralogická hustota (D_m) udává hustotu pevné fáze horniny bez pórů s jejich výplní,
- pórovitost (Por) udává poměr komunikujících pórů, tzv. otevřenou pórovitost.
 $Por = ((D_m - D_o)/D_m) * 100$ (%)

U objemové a mineralogické hustoty je chyba stanovení $\pm 0,003 \text{ g.cm}^{-3}$, u pórovitosti $\pm 0,2$ %.

Pro charakteristiku granitoidních hornin obecně platí, že pórovitost u neporušených granitů je nízká, pod 0,5 %, s alteracemi a mylonitizací narůstá. Pórovitost je jedním z nejlepších indikátorů porušení horniny. Okolnost, že ji lze přesně stanovit, je výhodou pro porovnání výsledků s karotáží měřených rezistivit, elastických vlastností atp. Její slabě zvýšené hodnoty, od 0,5 do cca 2 % charakterizují celé, několik desítek metrů mocné, bloky porušených hornin.

Objemová hustota je rovněž závislá na porušení horniny, ale i na jejím minerálním složení. Koreluje zpravidla s rychlostí V_p a dalšími elastickými parametry, takže ji lze právě na základě korelačních vztahů použít i pro odhad změn V_p , neboť je snáze stanovitelná.

Mineralogická hustota v granitech je ukazatelem jejich hustotní látkové homogenity, která v nich dosahuje zpravidla vysokého stupně. Je to parametr vhodný pro indikaci změn v nerostném složení, vlivem např. hematitizace, chloritizace, zrudnění, výskyt leukokratnějších a bazičtějších facií, vyčleňování a porovnávání různých typů a jejich korelace. Hustota hornin koreluje s tepelným tokem v hornině a je jedním z parametrů pro jeho dobré vyhodnocení.

Vzorky pro stanovení hustotních parametrů mají mít ideální hmotnost cca 200 g, avšak záleží na zrnitosti a homogenitě horniny. U homogenních a jemnozrnných typů pak lze použít i menší vzorky od cca 40 gramů. Počet potřebných vzorků je dán ve vrtech stanoveným krokem odběrů a horninovým typem, Pro povrchové odběry platí vhodný výběr petrografického typu a potřebný počet vzorků z lokality (cca 6), který je dostatečný pro základní statistiku a charakteristiku horninového typu.

Na stejném vzorku se stanovuje magnetická susceptibilita (viz níže) - pokud nebyla hustota stanovená v petroleji, vzorek není znehodnocen.

Rezistivita hornin závisí na mnoha faktorech, z nichž za nejdůležitější jsou považovány následující:

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 119 (celkem 182)



- otevřená pórovitost horniny, tvar a propojení pórů,
- koncentrace solí v elektrolytu, který tyto póry zaplňuje a stupeň nasycení,
- modální složení horniny,
- prostorové uspořádání minerálních komponent.

Vnitřní stavba hornin a vlastnosti pórového prostoru podmiňují anizotropii rezistivity.

Obecně platí, že rezistivita je stanovena ve směru vrtu (jádra) a ve dvou směrech pasných. Tyto rezistivity představují stanovení při 100% nasycení vzorků elektrolytem o koncentraci, jejíž hodnota je uváděna u hodnot měření. Vhodným a správným vyjádřením průměrné rezistivity je v případě dobře i špatně strukturně orientovaných vzorků geometrický průměr ze všech tří měření. Rezistivita závisí na frekvenci elektrického proudu v celém frekvenčním rozsahu používaném při terénních i laboratorních měřeních (0 - 17 kHz) a mění se v rozmezí několika řádů.

Měření se provádí střídavým proudem např. pomocí digitálního nízkofrekvenčního mostu SR 720 (LCR METR, USA) klasickou dvoupólovou metodou (u nás popsanou např. Kozlem, 1963, nebo Venhodovou et al. 1986) při základní frekvenci 100 Hz (tu je možno měnit). K sycení jsou používány elektrolyty, které vznikly loužením vzorků hornin v destilované vodě (R_w v desítkách ohm m) nebo 0,01 normální roztok ($R_w=10$ ohm m), případně 0,1 normální roztok ($R_w=1$ ohm m) NaCl. Relativní přesnost měření je udávána 3 - 5 %. Metodiky měření elektrických vlastností hornin rozvádí Kněz et al. (1997).

Z látkového hlediska je rezistivita hornin závislá na jejich modálním složení, na vnitřní stavbě minerálů a na tvaru, struktuře a propojení pórů. Pórový prostor významně ovlivňuje rezistivitu v případě, že je zaplněn vodou, přičemž rezistivita vody závisí na koncentraci v ní disociovaných iontů. Rezistivitu také významně ovlivňují jílové minerály u metamorfovaných hornin a rud ji podstatnou měrou snižují dobře propojené vodivé minerály, jako je např. grafit, pyrit, pyrotin atp. Vnitřní stavba hornin a vlastnosti pórového prostoru podmiňují anizotropii rezistivity. Nejnížší rezistivitu vykazují horniny ve směrech paralelních s vrstevnatostí či foliací, nejvyšší ve směru kolmém k těmto rovinám.

K měření jsou použity vzorky upravené jako krychličky nebo válečky, které lze využít i pro stanovení rychlostí elastických vln, při zachování stejných směrů měření jako u této metody.

Přirozená radioaktivita hornin přináší základní údaje pro klasifikaci hornin podílejících se na stavbě území. Výsledkem měření jsou obsahy přirozeně radioaktivních prvků K, U a Th, případně lze měřit i přetrvávající kontaminaci území ^{137}Cs po černobylské havárii. Vhodným postupem je kombinace terénního a laboratorního měření. V laboratoři se obsahy K (%), U a Th (ppm) zásadně stanovují měřením odebraných vzorků hornin. Vzorky jsou vysušeny, podrceny, homogenizovány a nakonec hermeticky uzavřeny do měřicích pouzder. Jejich radioaktivita je měřena až po alespoň 2 – 3 týdnech, kdy je bezpečně ustavena radioaktivní rovnováha mezi ^{226}Ra a ^{222}Rn , a tedy všech dceřiných radionuklidů U-Ra a Th přeměnové řady s mateřskými radionuklidy. Využívají se i nízké energie záření gama, protože vzorek je vkládán na měřicí sondu, která je umístěna v masivním stínění, které potlačuje rušivý signál pozadí. Na rozdíl od terénních měření lze (kromě obsahů K, U a Th) stanovit i stupeň rovnováhy mezi ^{238}U (hodnota U) a ^{226}Ra (hodnota eU), a tedy upozornit na možné recentně probíhající geologické procesy. Pochopitelně je možné stanovit i kontaminaci ^{137}Cs . Naměřené spektrum se porovnává se spektry certifikovaných materiálů (RG set IAEA ve

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 120 (celkem 182)



Vídni, IIZ ČMI v Praze, atd.) metodou nejmenších čtverců s automatickou korekcí nestability zesílení. Výsledkem jsou obsahy K, U, eU, a Th, resp. hmotnostní aktivita ^{137}Cs ($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$). Metodika byla uvedena do praxe hlavně J.Bartoškem a I. Kašparcem (např. Bartošek 1968, 1977; Kašparec 1984, 1988 et al.). K laboratornímu měření je v současné době možné využít např. spektrometr RT-50, který je typově schválen Inspektorátem pro ionizující záření (IIZ Praha) Českého metrologického institutu v Brně.

Radioaktivita hornin (eTh, eU(Ra), K) představuje tzv. látkové parametry. Poskytuje obsahy přirozených radioaktivních prvků, včetně nerovnováhy uranu a radia, které jsou dobrým indikátorem recentních a subrecentních změn v horninovém masívu. Thorium i uran jsou typickými inkompatibilními stopovými prvky, vázanými na akcesorie. Jejich rozdílná mobilita se využije při charakterizaci poruchových pásem a bloků, z nichž mohou být některé uranem obohacené, jiné ochuzené. Ochuzení o Th vždy indikuje specifický chemismus alterací anebo jejich větší intenzitu, obohacení o Th v poruchových pásmech bývá krajně výjimečné. Podobně jako Th se chová i draslík, s narůstající alterací většinou jeho obsah klesá. Výhodou použité spektrometrické metody je současné měření uranu i radia, které je geochemicky stabilnější a z toho vyplývající možnost zjištění jejich radioaktivní rovnováhy. Stanovení rovnováhy mezi uranem a radiem, posuzované podle poměru U/U(Ra) je vhodným podkladem pro posouzení migrace uranu a tím i určitého druhu hydrotermálních alterací v subrecentní době.

Při laboratorní spektrometrii gama může být použit jak kusový vzorek, tak i rozpadlý skelet a úlomky. Obvyklá hmotnost vzorku je kolem 400 g, je ale možné měřit i vzorky o nižší hmotnosti při zavedení patřičné korekce. Váha vzorku by neměla klesnout pod 70 gramů, protože prudce narůstá nepřesnost stanovených obsahů. K měření jsou použity vzorky homogenizované. Vzorky lze dále využít ke geochemickým analýzám.

Studium rychlostí podélných elastických vln nabízí dvě možnosti výstupů. Jednak se jedná o výsledky založené na studiu prostorové distribuce mikrotrhlin, jednak jsou poskytovány údaje o anizotropii tenzoru rychlostí a směrových parametrech rychlostí v orientaci nejméně ke směru vrtu.

A) Stanovení prostorové distribuce mikrotrhlin metodou ultrazvukové pulzní transmise vychází ze skutečnosti, že mikroporozita výrazně snižuje rychlost průchodu elastických podélných vln (P-vln) prostředím. S nárůstem omezujícího tlaku jsou mikrotrhliny postupně uzavírány a rychlost průchodu P-vln se zvyšuje (Birch, 1961). Metoda UPT (Pros a Babuška, 1968; Pros et al., 1998) umožňuje měření rychlosti P-vln v prostoru na kulových vzorcích ve 132 nezávislých směrech v rozmezí omezujícího tlaku 0.1 až 400 MPa, obvykle v krocích 0.1, 10, 20, 50, 100, 200 a 400 MPa. Prostorové rozložení mikrotrhlin ve vzorcích bude stanoveno odečítáním naměřených hodnot rychlostí P-vln za stoupajícího omezujícího hydrostatického tlaku. Tato změna odpovídá velikosti otevřeného prostoru, který byl uzavřen ve směru měření vlivem rostoucího omezujícího tlaku. Anizotropie a průměrná hodnota rozdílů rychlosti P-vln mezi danými kroky omezujícího tlaku tak přímo ukazuje stupeň přednostní orientace mikrotrhlin a relativní objem mikroporozity v jednotlivých vzorcích.

Prostorová distribuce mikrotrhlin přináší základní charakteristiku pórového prostoru v doménách s malým makroskopickým porušením, které jsou nejvhodnější k budování úložiště. V kombinaci se stanovením permeability, absolutní porozity, termální konduktivity a kvantitativní mikrostrukturní analýzou mikrofraktur, přináší důkladnou informaci o

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 121 (celkem 182)



petrofyzikálních vlastnostech studovaného horninového masívu, kterou nelze získat jinou metodikou.

Finální kulový vzorek pro experimentální měření má průměr 5 cm a proto je vyžadováno ponechání celého vrtného jádra v plánovaném průměru v úsecích po jednom metru. Důrazně doporučujeme osobní výběr místa vzorkování. V hlubokých vrtech (500 a 1000 m) doporučujeme navíc ponechat metrový úsek každých 50 m hloubky jako zálohu pro případ nutnosti doplňujícího měření. Metoda je destruktivní, protože zvyšování a následné rychlé snížení omezujícího tlaku může vytvořit nové mikrotrhliny. Tento fakt a také velikost vzorku neumožňuje napojení na ostatní metody.

B) Rychlosti podélných elastických vln závisí na nerostném složení hornin, vnitřní stavbě (textuře a velikosti minerálů), jejich sepětí a uspořádání pórového prostoru. Rychlost V_p je tenzorová veličina, k jejímuž úplnému stanovení nestačí běžně prováděná měření na třech vzájemně kolmých směrech. Pro běžné účely však stanovení ve 3 základních texturních směrech postačuje, kdy rychlost je stanovena obecně ve směru vrtu a ve dvou směrech pasných.

Rychlosti podélných elastických vln V_p ($\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$) je měřena pomocí aparatury, která sestává z generátoru budících a synchronizačních impulsů, piezokeramických měničů integrovaných v držáku vzorků a paměťového osciloskopu Tektronix 2230. K měření se používají krychlové nebo válcové vzorky definovaných rozměrů. Čas průchodu elastického impulsu v μs se odečítá na obrazovce osciloskopu. Výsledná rychlost v daném směru se určuje jako aritmetický průměr ze tří měření.

Stanovení rychlosti podélných elastických vln umožňuje použít získané hodnoty pro interpretaci seismických a karotážích měření, ale i pro výpočty různých geomechanických parametrů. V_p koreluje s pórovitostí (objemovou hustotou) i s rezistivitou, upozorňuje na změny pórovitosti v souvislosti s alteracemi a je ovlivněna orientací některých minerálních součástí. Lze je využít k výpočtům Youngova modulu a Poissonovy konstanty.

K měření jsou použity vzorky upravené jako krychličky nebo válečky, které jsou vyhotoveny pro stanovení rezistivit. Při měření jsou zachovány stejné orientace vzorků jako u této metody.

Z magnetických vlastností byly pro účely průzkumu lokality vybrány následující měřící metodiky:

- magnetická susceptibilita (k)
- anizotropie magnetické susceptibility (AMS)
- termomagnetické vlastnosti minerálů

Magnetická susceptibilita je tenzor druhého řádu, určující relaci mezi magnetickým polem a indukovanou magnetizací. Speciálně orientované studium na orientaci a tvar tenzoru magnetické susceptibility představuje anizotropie magnetické susceptibility (AMS). Susceptibilita hornin závisí na susceptibilitě minerálů, jejich obsahu, velikosti zrna, AMS indikuje přednostní orientaci minerálů v hornině (podle strukturní mřížky i tvaru zrna). Stupeň anizotropie P charakterizuje intenzitu přednostního uspořádání minerálu, magnetická lineace a foliace charakterizují typ přednostního uspořádání.

Susceptibilita se měří v laboratoři na střídavých můstcích řady KLY a MFK1 s vysokou citlivostí, které ani terénní měření kapametrem ani karotážní měření nedosahují. AMS se měří

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 122 (celkem 182)



na střídavých mostech typu KLY a MFK1 s citlivostí $4 \cdot 10^{-8}$ (SI). Pro termomagnetickou analýzu je zapotřebí kryostat CS-L, včetně nemagnetických pecí CS-3, nebo CS-4.

Magnetická susceptibilita (k)

Magnetická susceptibilita je parametrem, odrážejícím velmi citlivě litologii granitů z hlediska jejich tektonomagmatické provenience, jejich magmatického vývoje i změn při jejich solidifikaci a po ní. Rozhodující vliv na magnetickou susceptibilitu granitů mají akcesorické feromagnetické minerály, jejichž množství je velmi variabilní, ale téměř vždy se v granitech vyskytují. Je to hlavně magnetit a maghemit se susceptibilitou v jednotkách SI, méně často pyrrhotin se susceptibilitou 10^{-1} SI, v hematizovaných granitech pak přistupuje, pro susceptibilitu méně významný, antiferomagnetický hematit ($\text{susc} \cdot 10^{-3} - 10^{-2}$ SI). Dalšími nositeli susceptibility jsou paramagnetické minerály, slídy, amfiboly, někdy ilmenit a někdy dokonce feromagnetický kassiterit ($\text{susc} \cdot 10^{-3}$ SI). Přítomnost a poměrné zastoupení výše uvedených minerálů určuje susceptibilitu granitů, která je obvykle pro určitý typ granitu typická, projevují se však určité změny se vzdáleností od kontaktu a ve vertikálním směru. Křemenoživcová komponenta granitů vykazuje obvykle susceptibilitu jen v prvních jednotkách řádu 10^{-6} SI. Při hydrotermálních alteracích granitů dochází k přeměnám a mobilitě feromagnetických akcesorií, při mylonitizaci jednak k jejich přeměnám, ale i k přínosům a rekrystalizaci. Měření susceptibility vrtných jader umožní kromě bezprostřední litologické indikace upřesnit průběh karotážních křivek, interpolaci v zapažených úsecích vrtů a vymezit úseky silných alterací s velmi nízkou susceptibilitou, které karotážní měření nemůže vzhledem k jeho menší citlivosti postihnout.

Anizotropie magnetické susceptibility (AMS)

Tento parametr je tenzorem druhého řádu, který umožňuje efektivní indikaci vnitřní stavby granitů. Jako takový je graficky znázorňován elipsoidem susceptibility s maximální (k_1), prostřední (k_2) a minimální susceptibilitou (k_3) jako jeho hlavními osami. Obvykle se AMS charakterizuje magnetickou foliací, což je rovina proložená osami maximální a prostřední susceptibility, a magnetickou lineací, což je směr maximální susceptibility. Kvantitativně je AMS charakterizována koeficientem P, což je poměr k_1/k_3 . Tvar elipsoidu vyjadřuje koeficient T, který nabývá hodnot od -1 (elipsoid vyhraněně prolátní) do $+1$ (elipsoid vyhraněně oblátní). AMS bývá většinou zkoumána na povrchových výchozech, tedy přibližně v horizontální úrovni v nepříliš členitém terénu. Ve vrtech lze sledovat změny tohoto parametru do hloubky ve vztahu k ose vrtu u jader neorientovaných, plně orientovaná jádra by poskytla úplnou geografickou orientaci magnetické foliace a lineace. V případě silně magnetických granitů je AMS slíd a feromagnetických minerálů buď shodná v případech mimetické krystalizace feromagnetik, nebo jen částečně shodná, případně rozdílná, v případech postmagmatické krystalizace feromagnetik a indikuje pak průběh určitých interních diskontinuit granitů. V mylonitech je obvykle AMS paramagnetických tmavých minerálů a feromagnetik shodná díky rekrystalizaci obojích za stejných podmínek. V těsné blízkosti zlomových pásmech může být AMS výrazná a jiná než v partiích tektonikou nepostižených.

Termomagnetická analýza

Změna magnetické susceptibility s teplotou je měřena rovněž na střídavých můstcích typu KLY a MFK1 ve spojení s kryostatem CS-L či nemagnetickou pecí CS-3 či CS-4 v teplotním rozmezí $-190 - 700$ °C. Prvotním posláním termoanalýzy je určování teploty Curieova bodu T_C , která je stabilní a na velikosti zrna nezávislou veličinou a pro jednotlivé feromagnetické minerály veličinou specifickou. Pro magnetit je to např. $575-580$ °C. K dalším

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 123 (celkem 182)



charakteristickým veličinám náleží např. teplota Verweyova přechodu (u čistého magnetitu je $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$) nebo teplota Morinova přechodu (u hematitu od cca -20 do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$). Pomocí termoanalýzy lze také doložit, zda se jedná o čistě paramagnetický granit na základě hyperbolického průběhu susceptibility nebo o granit s obojími minerály a pak lze dosti spolehlivě odhadnout podíl paramagnetické a feromagnetické komponenty za normální teploty, což je údaj důležitý pro správnou interpretaci magnetické anizotropie. V neposlední řadě pak v průběhu nahřívání a zejména při ochlazení z teploty $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ může u alterovaných granitů a teplotně nestabilních magnetických minerálů docházet k silným změnám jejich susceptibility, často k prudkému nárůstu, který po ochlazení na normální teplotu setrvává. Dokládá se tak, jaké by mohly být případné změny v magnetickém působení granitu v okolí úložiště při jeho zahřívání.

K měření jsou použity vzorky upravené jako krychličky nebo válečky, které jsou vyhotoveny v orientaci nejméně ve směru vrtu. Na výchozech se vzorky odebírají orientovaně pomocí geologického kompasu.

3.12.3.2. Počty zkoumaných vzorků a jejich lokalizace

Vzorky z vrtů budou tvořit naprostou většinu vzorků, na nichž budou realizovány výše popsané zkoušky. Povrchové vzorky (viz kapitola 3.7.1.) mají menší význam, zejména s ohledem na skutečnost, že v naprosté většině půjde o vzorky v různé míře postižené větráním a tedy s vlastnostmi dosti odlišnými od hornin, které lze očekávat v hloubce budoucího úložiště. Počty zkoumaných vzorků uvádí tab. 3.12.-1.

Tab. 3.12.-1. Počty vzorků pro zkoumání petrofyzikálních vlastností hornin.

Metoda	vrtý do 100 m		vrtý do 500 m		vrt do 1000m	celkem
	1 vrt	celkem	1 vrt	celkem		
Hustotní parametry	20	100	50	100	100	300
Rezistivita	10	50	20	40	40	130
Radioaktivita	20	100	50	100	100	300
<i>Studium podélných vln</i>						
Pulzní transmise	2	10	2	4	4	18
Rychlost šíření vln	10	50	20	40	40	130
<i>Magnetické vlastnosti</i>						
Magnetická anizotropie	11	55	35	70	60	185
Magnetická susceptibilita	20	100	50	100	100	300
AMS	11	55	35	70	60	185
Termoanalýza	4	20	10	20	10	50

Větší hustota vzorkování vrtů do 100 m je dána požadavkem na minimální počet vzorků v souboru pro statistické vyhodnocení.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 124 (celkem 182)

3.12.3.3. Časová náročnost

Čas potřebný pro zpracování počtu vzorků uvedených v předcházející tabulce je uveden v tab. 3:12.-2.

Tab. 3.12.-2. Čas potřebný pro zpracování petrofyzikálních vzorků.

Metoda	čas *)
Hustotní parametry	1 měsíc
Rezistivita	2-3 měsíce
Radioaktivita	1-2 měsíce
<i>Studium podélných vln</i>	
Pulzní transmise	1 vzorek/týden
Rychlost šíření vln	1-2 měsíce
<i>Magnetické vlastnosti</i>	
Magnetická anizotropie	3-4 měsíce
Magnetická susceptibilita	3-4 měsíce
AMS	3-4 měsíce
Termoanalýza	3-4 měsíce

*) čas je počítán od doby, kdy jsou k dispozici vzorky pro laboratorní zpracování

3.12.3.4. Finanční náročnost

Finanční náročnost zpracování petrofyzikálních vzorků je uvedena v příloze č. 2. Cena za laboratorní zpracování má zakalkulovánu i přípravu vzorků.

3.12.4. Geomechanické vlastnosti hornin

Následující popis metod platí jak pro vzorky z vrtných jader, tak v menší míře i pro vzorky odebrané z výchozů. Výsledky provedených testů ověří stupeň porušenosti horniny, budou sloužit jako vstupy pro různé typy modelů (zejména THM) a v neposlední řadě přinesou poznatky pro optimalizaci metody a postupu ražebních prací a rovněž optimalizace vrtných prací v dalších etapách průzkumu.

V rámci průzkumu lokality pro hlubinné úložiště projektujeme použití následujících metod:

- digitální skenování obrazu vrtného jádra,
- zařazení horninového masivu podle indexových geomechanických klasifikačních systémů,
- stanovení vnitřní stavby a stavební anizotropie horniny,
- stanovení porozimetrických charakteristik horniny vysokotlakou rtuťovou porozimetrií,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 125 (celkem 182)



- stanovení průběhu nasákavosti jako funkce času a výšky hladiny vody vč. odparu vody z pórového prostoru do volného prostoru za laboratorních podmínek,
- mineralogická identifikace zvětrání horniny,
- stanovení tepelné vodivosti a tepelné kapacity,
- stanovení tepelné roztažnosti horniny,
- stanovení abrazivnosti horniny,
- stanovení pevnosti v prostém tlaku, modulu pružnosti a Poissonova čísla horniny,
- stanovení pevnosti v příčném tahu,
- triaxiální test deformace horniny za trojosého stavu napjatosti,

3.12.4.1. Popis metod a jejich přínos

Digitální skenování obrazu vrtného jádra

Jedná se o digitalizaci obrazu vrtných jader ve vysokém rozlišení pro následnou analýzu, archivaci a dokumentaci vrtného jádra. Skenovaný obraz vrtného jádra lze využít pro následnou strukturní a petrografickou analýzu HM a hornin - např. zařízení DMT CoreScan II + vyhodnocovací software CoreBase™ (Digital Drill Core Library), CoreLog-Integra & Fracture Analysis™ (Quantitative Structural Analysis) a CoreImage Analysis™ (Petrographic Analysis). Lze provádět re-orientaci naskenovaného obrazu vrtného jádra v závislosti na inklinometrických měření ve vrtu a srovnání výsledků karotážních měření s digitálním obrazem vrtného jádra.

Archivace obrazu povrchu pláště vrtného jádra (virtuální knihovna vrtných jader z lokality) – umožňuje rychlý přístup zúčastněných stran na projektu k základním informacím týkající se vrtného jádra, možnost doplňkových analýz digitálního obrazu povrchu pláště vrtného jádra (strukturní analýza HM, zrnitostní analýza, petrografická analýza, rozlišení minerálních fází, analýza kusovitosti vrtného jádra RQD apod.). Možnost korelace obrazu rozbaleného vrtného jádra s výsledky ultrazvukových a video karotáží prováděných v průzkumných vrtech. Skenování celého sloupce vrtného jádra je možno provádět na místě vrtání.

Zařazení horninového masivu podle indexových geomechanických klasifikačních systémů

Úkolem indexových klasifikačních systémů je rozčlenit předmětný horninový masiv (HM) určený pro výstavbu HÚ na kvazihomogenní části.

Jedná se o klasifikační systémy:

RQD (Rock quality designation, Deer et al., 1967),

RMR (Rock mass rating, Bienawski 1989),

Q (Rock Tunneling Quality, Bienawski 1989).

Zmíněné klasifikační systémy, kromě RQD, hodnotí kvalitu horninového masivu především na základě znalosti (vstupní data) vlastností puklinového systému (např. rozteč, resp. četnost puklin na jednotku délky, jejich rozevření, drsnost stěn a výplň diskontinuit, jejich orientace v prostoru, resp. počet puklinových systémů), pevnosti hornin v prostém tlaku, existence

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 126 (celkem 182)



přítku a tlaku podzemní vody, napěťových poměrů horninového masivu apod. Důležitým momentem pro odlišení typů porušení masivu je identifikace druhu alterace stěn puklin a mineralogie výplně.

Parametr RQD představuje jeden ze základních parametrů vstupujících do výpočtů kvality horninového masivu pomocí indexových klasifikačních systémů RMR a Q. Jedná se o jedno-parametrovou, směrově závislou klasifikaci hodnotící horninový masiv na základě porušenosti vrtného jádra.

Zmíněné klasifikační systémy jsou běžně používané při projektování v oblasti podzemního stavitelství, v omezené míře i v oblasti hlubinného dobývání nerostných surovin.

Úkolem indexových klasifikačních systémů je rozčlenit předmětný horninový masiv (HM) určený pro výstavbu HÚ na kvazihomogenní části z pohledu rozhodujících vlastností HM relevantních v procesu výstavby (ražení, stability, vyztužování apod.) podzemních děl. Na základě zařazení horninového masivu pomocí navržených klasifikačních systémů lze orientačně stanovit např. základní vlastnosti horninového masivu (např. moduly přetvárnosti, pevnostní parametry), základní parametry a způsoby vyztužování podzemních děl, způsob ražení podzemních děl HÚ.

Možné problémy při aplikaci metody mohou představovat:

nedostatečný objem potřebných vstupních dat způsobený např. významnou ztrátou vrtného jádra při vrtání, nedostatečné informace o hydrogeologických, napěťových podmínkách apod.

V tomto případě pro stanovení parametru RQD a popisu puklinového systému lze doporučit informace získané z ultrazvukových a video karotáží průzkumných vrtů. Tyto výsledky mohou mít nižší vypovídající schopnost než výsledky získané v případě přímého studia vrtného jádra.

Metoda je plně závislá na studiu a popisu získaných vrtných jader v celé jejich délce. Doplňkově lze využít vizualizace strukturní stavby horninového masivu analyzované z ultrazvukových a video karotáží, popř. z vizualizace pláště horninového jádra pomocí digitálního skenování jeho obrazu (pomocí např. CoreScan II systému). Prezentace výsledků bude provedena graficky (např. rozložení hodnot indexů jednotlivých klasifikačních podél vrtu, histogramy) a v tabulkách s doprovodným textem, vyhodnocení by mělo rovněž zahrnovat návržení základních výztužných schémat pro jednotlivé kvazihomogenní celky HM.

Stanovení vnitřní stavby a stavební anizotropie horniny

Základem je zjištění vazeb mezi makroskopicky patrnými prvky strukturní stavby masivu (orientace ploch foliace, puklin, lineací) na výchozech a vnitřní stavbou horniny (morfologická orientace zrn, orientace mikroporušení).

Použité postupy vycházejí z metod strukturní analýzy a petrotektonické analýzy. Analýzy jsou prováděny na třech orientovaných, na sebe kolmých, výbrusech a jsou doplněny o analýzu orientace porušení orientovaných diskových tělísek po zkoušce pevnosti v tahu metodou souosých roubíků. Potřebné vybavení: zařízení pro přípravu mikroskopických preparátů, optický polarizační mikroskop, stacionární kamera k mikroskopu, SW pro zpracování a analýzu obrazu, tlakový laboratorní lis, přípravek pro zkoušku pevnosti v tahu metodou souosých roubíků. Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 127 (celkem 182)



Postup umožňuje interpretaci výsledků zkoušek pevnostních a přetvárných vlastností horniny, provedených na zkušebních tělesech s různou orientací svislé osy vůči vnitřní stavbě anizotropní horniny. Výsledky se prezentují ve stereografické projekci na úrovni strukturní stavby a petrotektonické stavby a to jednak podle míst odběru, jednak v souhrnných prezentacích.

Stanovení porozimetrických charakteristik horniny vysokotlakou rtuťovou porozimetrií

Principem metody je vtlačení rtuti do pórového prostoru objemově a tvarově definovaného objemu horniny. Výsledkem je stanovení pórovitosti a distribuce pórů podle velikosti. Postup umožňuje stanovit pórovitost a kategorie pórů v hornině (velikost, objemy pórů dle velikosti).

Potřebné vybavení: diamantová pila pro přípravu vzorků, vysokotlaký rtuťový porozimetr. Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Výsledky se prezentují formou grafů a tabulek.

Stanovení průběhu nasákavosti jako funkce času a výšky hladiny vody vč. odparu vody z pórového prostoru do volného prostoru za laboratorních podmínek

Principem uvedené metody je postupné nasakování horniny a stanovení průběhu nasycení horninového pórového prostoru vodou po dobu cca 1500 h při postupném zvedání hladiny vody a stanovení časové závislosti odparu za laboratorních podmínek po dobu cca 300 hod. Interpretace výsledků a porovnání s výsledky rtuťové porozimetrie.

Potřebné vybavení: skleněná nádoba, laboratorní váhy, vlhkoměr, teploměr, tlakoměr. Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Postup umožňuje stanovit průběh interakce horniny s vodou a posoudit transportní vlastnosti horniny. Lze jej aplikovat na válcových vzorcích o štíhlostním poměru průměr:délka = 1:2, odvrtných z horninového bloku nejlépe podle stupně čerstvosti (navětralé-alterované-čerstvé). Výsledky se prezentují formou grafů a tabulek.

Údaje jsou důležité pro hodnocení komunikativnosti pórového systému v horninách.

Mineralogická identifikace zvětrání horniny

Identifikace procesů hypergenní nebo hydrotermální alterace horniny metodami infračervené spektroskopie, RTG-práškové difrakce a RTG-fluorescence, se současným stanovením síranů, CO₂ a ztráty žíháním v závislosti na konkrétním charakteru dostupného vzorku.

Potřebné vybavení: infračervený spektrometr, přístroje pro RTG-práškovou difrakci a RTG-fluorescenci, laboratorní pec. Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Exaktně se stanoví stupeň čerstvosti horniny. Stanoví se hloubkový dosah hypergenní alterace horniny a v masívu. Metodu lze aplikovat na kusových vzorcích s různým stupněm čerstvosti.

Stanovení tepelné vodivosti a tepelné kapacity

Na rovném zabroušeném povrchu horninového tělesa se stanoví měřením sondou součinitel tepelné vodivosti a měrná tepelná kapacita horniny. Potřebné vybavení: zařízení pro řezání a zabroušení horninového vzorku; zařízení pro měření součinitele tepelné vodivosti a měrné tepelné kapacity.

Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 128 (celkem 182)



Výsledky se prezentují formou tabulek. Tepelné parametry slouží jako vstupy do matematických THM modelů. Není přímá návaznost na ostatní rozborů.

Stanovení tepelné roztažnosti hornin

Na krychlových těliscích o rozměrech 10 x 10 mm, vyřezaných z horniny, se stanoví změna jeho délky vlivem postupného zahřívání do 1000 °C. Potřebné vybavení: zařízení pro řezání a zabroušení horninového vzorku; zařízení pro měření součinitele tepelné roztažnosti.

Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Tepelné parametry slouží jako vstupy do matematických THM modelů. Výsledky se prezentují formou tabulek.

Stanovení abrazivnosti horniny

Na 5 diskových tělesech o tloušťce cca 20 mm, vyřezaných z bloku, se stanoví abrazivnost podle ON 441121. Potřebné vybavení: zařízení pro tvarování a zabroušení zkušebních těles, abrazivometr. Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Údaje o abrazivnosti spolu s údaji o pevnosti v tlaku a složení hornin slouží pro návrh rozpojovacích orgánů razících strojů. Výsledky se prezentují formou tabulek.

Stanovení pevnosti v prostém tlaku, modulu pružnosti a Poissonova čísla horniny

Záznam průběhu chování válcového zkušebního tělesa (min. 5 těles o štíhlostním poměru průměr:délka = 1:2) při jednoosém tlakovém zatížení. Potřebné vybavení: zařízení pro řezání a zabrušování zkušebních těles, laboratorní tlakový lis s počítačovým záznamem podélných a příčných deformací.

Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Cílem testu je získání základních geotechnických parametrů pro stabilitní a THM výpočty. Výsledky se prezentují formou grafů a tabulek.

Stanovení pevnosti v příčném tahu

Stanovení pevnosti diskového zkušebního tělesa (min. 5 těles o štíhlostním poměru průměr:délka = 1:1) v příčném tahu. Potřebné vybavení: zařízení pro řezání a zabrušování zkušebních těles, laboratorní tlakový lis.

Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Cílem testu je získání základních geotechnických parametrů pro stabilitní výpočty. Výsledky se prezentují formou grafů a tabulek.

Triaxiální test deformace horniny za trojosého stavu napjatosti

Záznam průběhu chování válcového zkušebního tělesa (min. 5 těles o štíhlostním poměru průměr:délka = 1:2) při trojosém tlakovém zatížení.

Potřebné vybavení: zařízení pro řezání a zabrušování zkušebních těles, laboratorní tlakový lis s triaxiální buňkou s počítačovým záznamem podélných a příčných deformací. Prováděno na min. 5 válcových zkušebních tělesech.

Zkušenosti i potřebné vybavení jsou v tuzemských podmínkách k dispozici.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 129 (celkem 182)



Získání základních geotechnických parametrů pro stabilitní a THM výpočty. Výsledky se prezentují formou grafů a tabulek.

3.12.4.2. Časová náročnost

Časová náročnost jednotlivých výše popsaných testů při projektovaném počtu vzorků je uvedena v následující tab. 3.12.-3.

Tab. 3.12.-3 Časová náročnost testů geomechanických vlastností hornin

Metoda	počet stanovení	příprava	realizace testů
digitální skenování obrazu vrtného jádra	2500 m	-	580 hod.
zařazení horninového masivu podle indexových geomechanických klasifikačních systémů	2500 m	-	840 hod.
stanovení vnitřní stavby a stavební anizotropie horniny	50	440 hod.	1210 hod.
stanovení porozimetrických charakteristik horniny vysokotlakou rtuťovou porozimetrií	55	53 hod.	543 hod.
stanovení průběhu nasákavosti jako funkce času a výšky hladiny vody vč. odparu vody z pórového prostoru	40	58 hod.	2000 hod.
mineralogická identifikace zvětrání horniny	100	300 hod.	852 hod.
stanovení tepelné vodivosti a tepelné kapacity	104	83 hod.	247 hod.
stanovení tepelné roztažnosti horniny	104	52 hod.	253 hod.
stanovení abrazivnosti horniny	104	104 hod.	382 hod.
stanovení pevnosti v prostém tlaku, modulu pružnosti a poissonova čísla horniny	80	39 hod.	809 hod.
stanovení pevnosti v příčném tahu	55	35 hod.	61 hod.
triaxiální test deformace horniny za trojosého stavu napjatosti	55	35 hod.	557 hod.

3.12.4.3. Finanční náročnost

Finanční náročnost výše specifikovaných prací s vyčíslením nákladů na přípravu, realizaci testů, sledu prací a vyhodnocení včetně průběžné zprávy je uvedena v příloze č. 2.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 130 (celkem 182)



3.12.5. Stanovení migračních parametrů hornin

Při posuzování horninového prostředí jako přírodní bariéry je důležitá znalost geologických, geochemických, hydrogeologických a inženýrsko-geologických údajů, jež ovlivňují migraci radionuklidů v horninovém prostředí. Jde zejména o následující parametry, které jsou uvedeny v metodických podkladech pro přípravu předběžné bezpečnostní zprávy pro povolení výstavby úložiště radioaktivních odpadů (SÚJB, 2003):

- rozpustnost radionuklidu (není hodnocena, nenavazuje na cíl projektu),
- difúze do horninové matrice,
- sorpce na horninovou matici.

Návrh prací na stanovení migračních parametrů vychází z těchto požadavků. Metodicky pak navazuje na švédský koncept charakterizace lokality a na postupy, které byly prakticky uplatněny na lokalitě Forsmark.

Až dosud v ČR doposud nikdy neprobíhalo vyhodnocení migračních vlastností hornin v přímé návaznosti na vrtné práce na lokalitě a také nikdy nebylo zpracovááno tak velké množství dat, jaké se předpokládá. V současnosti neexistuje rozsáhlejší soubor dat pro vyhodnocení sorpčních a difúzních vlastností hornin v Českém masivu.

Jelikož se horniny Českého masivu liší od skandinávských, nelze data přímo přejímat z databází SKB či Posivy. Proto je nutno přistoupit k hustějšímu vzorkování s cílem shromáždit základní soubor dat, jenž bude použit pro statistická vyhodnocení, stanovení okrajových hodnot, rozptylu hodnot a další potřebné parametry. Na těchto základech bude následně možné vytvořit hodnotící kritéria pro další výzkumy a plán prací. Vzhledem k nedostatku dat z hlubších oblastí horninového masivu lze v pokročilém stádiu projektu předpokládat zaměření především na hloubky nad 500 m.

Projektované počty vzorků jsou spíše konzervativní, redukce vzorkovací metody (kroku) je možná. Současně je však reálný počet vzorků výrazně závislý na situaci na lokalitě a na rozmístění vrtů

Při plánování laboratorních prací též předpokládáme, že všechny vzorky z lokality jsou k dispozici již v okamžiku zahájení laboratorního výzkumu a jsou již popsány a charakterizovány.

Vyhodnocení migračních vlastností hornin je založeno na konceptu:

- 1) vyhodnocení sorpčních vlastností
 - a) primární screening: stanovení CEC a specifického povrchu
 - b) stanovení K_d : vsádkové experimenty
- 2) stanovení pórovitosti
- 3) vyhodnocení difúzních vlastností
 - a) primární screening, včetně stanovení D_e a F_f : TEM
 - b) stanovení D_e : difúzní experimenty

Vzorky pro detailní popis migračních vlastností hornin (vsádkové experimenty, TEM a difúzní experimenty) musí být odebírány ze sousedních partií vrtného jádra (musí na sebe navazovat).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 131 (celkem 182)



3.12.5.1. Vyhodnocení sorpčních vlastností

Kationtová výměnná kapacita (CEC) určuje množství kationtů, které je negativně nabitý povrch vzorku schopen navázat (sorbovat), případně zpět uvolnit do roztoku. Veličina je udávána v jednotkách meq/100 g. Stanovení CEC slouží v tomto případě jako základní screeningová metoda pro expertní rozhodnutí, které vzorky hornin mohou vykazovat abnormální vlastnosti a je nutno dále zkoumat jejich sorpční charakteristiky. Stanovení CEC představuje jednoduchou laboratorní metodiku, příkladem budiž ČSN ISO 11260. Postup spočívá v nasycení vzorku solemi kovů alkalických zemin (Ba, Mg) a stanovení přebytku Mg pomocí plamenné atomové absorpční spektrometrie (FAAS).

Specifický povrch, tj. plocha povrchu pevné látky, vztažená na jednotku hmotnosti (obvykle m²/g) je důležitým parametrem zejména pro vyhodnocení sorpčních experimentů, či pro migrační experimenty se sorbujícími se radionuklidy (Cs, Sr), i jako vstup do modelů popisujících tyto procesy. V tomto případě poslouží jako screeningová metoda pro první krok vyhodnocení sorpčních vlastností horninového materiálu. Velikost plochy povrchu pevných látek se nejčastěji stanovuje z adsorpčních dat (plynné i kapalná fáze). Standardní metoda určování specifického povrchu vychází z izotermy adsorpce dusíku při 77 K (tlak nasycených par dusíku při jeho normálním bodu varu, $p_0 = 101,325$ kPa) měřené v intervalu relativních tlaků p/p_0 0,05-0,3. Základní standardní metodou vyhodnocení je izoterma BET (Havlová et al, 2009a).

Stanovení kationtové výměnné kapacity je jednoduchá laboratorní technika, která je k dispozici v řadě laboratoří. Stanovení specifického povrchu je standardní metoda, která se provádí většinou na specializovaných pracovištích, zaměřených na studium povrchů či struktury látek. Tyto laboratoře postupují podle certifikovaných, či alespoň ověřených metodik. V ČR však neexistuje oficiální norma pro obecné stanovení.

Obě metody jsou standardně používané v zahraničních programech ukládání radioaktivních odpadů (např. Byegard et al., 1998; Widestrand et al., 2003; Selnert et al., 2008) – ISO 13536.

Metoda stanovení CEC je použita jako primární screeningová metoda pro základní charakterizaci sorpčních vlastností horniny. Cílem jejího užití je výběr vzorků pro vsádkové sorpční experimenty a redukce jejich počtu. Stanovení specifického povrchu je použito jako primární screeningová metoda pro základní charakterizaci sorpčních vlastností horniny. Vzhledem k nedostatku dat z českého prostředí je nutné především v prvních fázích projektu husté vzorkování. Problematickou se jeví citlivost obou metod, vzorky krystalických hornin mají obecně nízkou kationtovou výměnnou kapacitu a malý specifický povrch. CEC se mění jak s klesající velikostí částic (drcené vzorky), tak s rostoucím obsahem sekundárních minerálů (puklinová výplň). Z tohoto důvodu je nutno měřit i namleté horniny o různé zrnitosti.

Metoda stanovení CEC je aplikována v laboratoři na drcených vzorcích hornin. K pevnému vzorku je přidán reakční roztok, z něhož jsou odebírány vzorky a měřeny pomocí FAAS. Vzorky jsou experimentem znehodnoceny. Výsledkem je hodnota kationtové výměnné kapacity horninového materiálu (meq/kg). Výsledky budou statisticky vyhodnoceny vzhledem k ostatním vlastnostem horninového materiálu, prezentovány ve formě technické zprávy a zařazeny do databáze.

Stanovení specifického povrchu se provádí na malých úlomcích hornin. Vzorky nebudou po měření znehodnoceny (působí N₂). Výsledky budou statisticky vyhodnoceny vzhledem

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 132 (celkem 182)



k ostatním vlastnostem horninového materiálu, prezentovány ve formě technické zprávy a zařazeny do databáze.

Na základě znalosti hodnot CEC a specifického povrchu (viz dále) budou vybrány vzorky pro reálné stanovení distribučních koeficientů K_d pro vybrané radionuklidy, tj. pro vsádkové experimenty. Tyto vzorky budou zahrnovat jak neporušenou horninu, tak především horniny, jež vykazují „extrémní“ hodnoty CEC a specifického povrchu z obou sčástí spektra hodnot (min, max).

Obě výše uvedená stanovení jsou prováděna na úlomcích horniny (cca 100g pro každou metodu). Vzorky nejsou odebírány z celého profilu (úločky, drť).

Počet vzorků pro každou metodu:

1000 m vrt: 79 vzorků

krok vzorkování po 20 m (50 vz) + 29 vzorků s významnými charakteristikami (puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) dle výběru na místě

500 m vrt: 38 vzorků (dva vrty)

krok vzorkování po 20 m (25 vz) + 13 vzorků s významnými charakteristikami (puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) dle výběru na místě

100 m vrt: 11 vzorků (pět vrtů)

krok vzorkování po 20 m (5 vz) + 6 vzorků s významnými charakteristikami (puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) dle výběru na místě

Celkem lokalita: 420 vzorků pro obě metody

Stanovení CEC a specifického povrchu je bezvýhradně spojeno s následujícími metodami, bez jejichž provedení jsou samostatné výsledky stanovení specifického povrchu bezcenné.

- odběr vzorků a zpracování (přípravné práce) – předchází,
- geologický a petrografický popis vzorků (nutné pro výběr vzorků) – předchází,
- stanovení pórovitosti (nutné pro vyhodnocení, případně pro výběr vzorků pro vsádkové experimenty) – souběh,
- návaznost na výběr vzorků pro měření TEM a difúze – souběh,
- stanovení chemického složení horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení minerálního složení horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení propustnosti horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení hustoty hornin (nutné pro vyhodnocení).

Časová náročnost obou výše popsaných metod je patrná z následující tabulky.

Tab. 3.12.-4. časová náročnost stanovení CEC a specifického povrchu.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 133 (celkem 182)



Činnost	CEC	specifický povrch
přípravné práce	1 měsíc	1 měsíc
analýza sady 10 vrorků	5 pracovních dnů	
analýza 1 vzorku		3 pracovní dny
zpracování vzorků z lokality	12 měsíců	24 měsíců
zpracování výsledků	1 měsíc	1 měsíc
vyhodnocení a zpracování zprávy	1 měsíc	1 měsíc

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2

3.12.5.2. Metoda vsádkových sorpčních experimentů

Metoda je nejčastěji používanou metodou k získání hodnot distribučního koeficientu K_d . Ten popisuje sorpci látek na pevný materiál a je nutný jako jeden z přímých vstupů do hodnocení bezpečnosti HÚ VJP a RAO. Tento požadavek je přímo uveden mezi požadavky na vstupy do předběžné bezpečnostní zprávy v metodickém návodu. Prostup zpracování předběžné bezpečnostní zprávy pro povolení výstavby úložiště jaderných odpadů (SÚJB, 2003). Metoda je založena na kontaktu pevné a kapalné fáze v uzavřené nádobě (reaktoru) po zvolenou dobu. Z hlediska experimentálního uspořádání se jedná o velmi jednoduchý systém, který lze velmi snadno multiplikovat a provádět tak řadu stanovení v relativně krátkých časových intervalech (Havlová et al., 2008 a, b, 2009a).

Metoda vsádkových sorpčních experimentů bude v tomto případě použita jako druhý stupeň charakterizace sorpčních vlastností horninových vzorků. Bude použita pouze pro vzorky vybrané na základě stanovení kationtové výměnné kapacity, specifického povrchu a pórovitosti. Pro definování sorpčních vlastností budou využity 3 radionuklidy s různým valenčním stavem (A^{1+} , B^{2+} , C^{3+}). Pro zjednodušení bude použit jeden směsný roztok. Pro vyhodnocení je nutný tabulkový procesor pro vyhodnocení základních výpočtů a hodnot K_d .

Metodika je jednoduchá a velmi rozšířená. Je dostupná i pro laboratoř se základním vybavením. Při práci s radionuklidy je však nutno provádět ve sledovaném či kontrolovaném pásmu za dodržení předpisů pro zajištění radiální bezpečnosti. Pracoviště se zkušenostmi s metodikou pro práci s radionuklidy, relevantními pro hodnocení bezpečnosti HÚ VJP a RAO v ČR existují. Metodika je propracovaná na odpovídající úrovni, srovnatelná se zahraničím.

Možné problémy při aplikaci metody souvisí s chybami obdobných laboratorních postupů. Problémy mohou být následujícího rázu:

- nereprezentativnost horninového vzorku vznikající při odběru,
- nereprezentativnost horninového vzorku vznikající při zpracování vzorku (sítování, mletí apod.),
- chyba při přípravě značených roztoků,
- chyba analytického stanovení aktivity v roztoku,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 134 (celkem 182)



- chyba při zpracování systému voda-hornina (centrifugace apod.),
- lidský faktor apod.

Vzorky pro provedení vsádkových experimentů jsou vybrány na základě expertního rozhodnutí (výsledky stanovení kationtové výměnné kapacity, specifického povrchu, pórovitosti a výběru vzorků ze základního vzorkovacího kroku). Značený roztok je přidán k mletým vzorkům a po centrifugaci je měřen pokles aktivity v roztoku. Měření je provedeno 4× v průběhu jednoho experimentu.

Vzhledem k vlivu složení podzemní vody a zrnitosti vzorku je nutno zahrnout i vyhodnocení těchto vlivů. Budou použity 3 typy zrnitosti pro každý vybraný vzorek v různé kombinace chemismu podzemní vody (3 podzemní vody pro vrt do 1000m, 2 pro vrt do 500 m a 1 pro mělký vrt). Navíc je každý experiment prováděn ve 3 replikacích za účelem vyhodnocení nejistot, tj. 27 variací (experimentů) pro 1 vzorek horniny, odebraný z vrtného jádra.

Pro zjednodušení je možno použít jeden směsný roztok radionuklidů (gama radionuklidy). Při práci s radionuklidy je nutno zajistit dodržování radiační ochrany a podmínek práce se zdroji ionizujícího záření (ZIZ), včetně likvidace vzorků a vzniklých odpadů.

Počet vzorků pro vsádkové sorpční experimenty:

1000 m vrt: 42 vzorků

29 vzorků s významnými charakteristikami (neporušená hornina, puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) + cca 25 % vzorků ze souboru vzorků základního vzorkovacího kroku po 20 m (dle situace, výsledků CEC a specifického povrchu)

500 m vrt: 19 vzorků (dva vrty)

13 vzorků s významnými charakteristikami (neporušená hornina, puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) + cca 25 % vzorků ze souboru vzorků základního vzorkovacího kroku po 20 m (dle situace, výsledků CEC a specifického povrchu)

100 m vrt: 7 vzorků (pět vrtů)

6 vzorků s významnými charakteristikami (neporušená hornina, puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) + cca 25 % vzorků ze souboru vzorků základního vzorkovacího kroku po 20 m (dle situace, výsledků CEC a specifického povrchu).

Celkem bude na lokalitě odebráno 115 vzorků a na každém bude provedeno 27 variací, celkem tedy 3105 experimentů.

Pro každý vzorek je třeba cca 200 g nadrceného materiálu, zpracovaného na 3 zrnitostní frakce. V případě nedostatku horninového materiálu je možné zmenšení počtu analýz (počet zrnitostních frakcí či kombinací s různými typy podzemní vody), tedy i menší množství materiálu. Vzorky nejsou odebírány z celého profilu (úlomky, drť). Experimentem budou znehodnoceny (práce s radionuklidy).

Výsledky (hodnoty K_d) budou statisticky vyhodnoceny vzhledem k ostatním vlastnostem horninového materiálu a podmínkám experimentu (zrnitost horniny, složení podzemní vody), prezentovány ve formě technické zprávy a zařazeny do databáze.

Nutná vazba na další metody:

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 135 (celkem 182)



Stanovení distribučního koeficientu K_d metodou vsádkových experimentů je bezvýhradně spojeno s následujícími metodami, bez jejichž provedení jsou samostatné hodnoty K_d vlastností bezcenné.

- odběr vzorků a zpracování (přípravné práce) – předchází,
- geologický a petrografický popis vzorků (nutné pro výběr vzorků) – předchází,
- stanovení chemismu podzemní vody ve vrtu - předchází,
- stanovení kationtové výměnné kapacity CEC (nutné pro výběr vzorků pro vsádkové experimenty) – předchází,
- stanovení specifického povrchu vzorků (nutné pro výběr vzorků pro vsádkové experimenty) – předchází,
- stanovení pórovitosti (nutné pro vyhodnocení, případně pro výběr vzorků pro vsádkové experimenty) – předchází,
- návaznost na výběr vzorků pro měření TEM a difúze – souběh,
- stanovení chemického složení horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení minerálního složení horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení propustnosti horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení hustoty hornin (nutné pro vyhodnocení).

Časová náročnost výše popsané metody je patrná z následující tabulky.

Tab. 3.12.-5. časová náročnost vsádkových sorpčních experimentů.

Činnost	trvání
přípravné práce	1 měsíc
analýza 1 sady 27 vzorků	10 pracovních dnů
zpracování vzorků z lokality	18 měsíců
zpracování výsledků	2 měsíce
vyhodnocení a zpracování zprávy	4 měsíce

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2

3.12.5.3. Stanovení pórovitosti metodou nasycení vodou

Pórovitost je míra volného prostoru v určitém materiálu (0-100 %), který může obsahovat vzduch, plyny či roztoky. Je kvantifikována jako poměr objemu volného prostoru V_v a celkového objemu vzorku V_T materiálu (včetně pevné, kapalné i plynné fáze).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 136 (celkem 182)



Měření pórovitosti pro krystalické horniny, kde hodnoty stěží dosahují prvních procent objemu horniny, je problematické a z tohoto důvodu je vhodné použití různých, navzájem se doplňujících metod. Metoda nasycení vodou (Skagius a Neretnieks, 1986) je poměrně jednoduchá a je proveditelná i v jednoduše zařízené laboratoři. Je obdobou ČSN EN 1936, kdy je postup založen na gravimetrickém měření množství vody, která se vsákne do horniny po jejím vysušení a evakuování (odstranění vzduchu z pórů). Tento postup lze rozdělit do čtyř kroků: zjištění hmotnosti suchého vzorku; nasycení vzorku pod vakuem vodou; zjištění hmotnosti nasyceného, na povrchu suchého vzorku; zjištění objemu vzorku na základě Archimédova zákona. Metoda nasycení vodou však bere v úvahu i osychání povrchu a chybu, která tímto procesem vzniká. Metodika nevyžaduje speciální SW, je však náročná na zpracování dat (vyhodnocení křivky osychání povrchu) a vyhodnocení výsledků. Metoda je snadná, je ji možno zavést do každé běžně vybavené laboratoře.

Kromě uvedené metody se v ČR i v zahraničí používají i jiné metody:

- rtuťová porozimetrie - má z hlediska stanovení pórovitosti hornin s malým objemem pórů má tato metodika několik omezení. Molekuly rtuti, vystavené vysokému tlaku mohou proniknout i do pórů, které jinak nejsou přístupné molekulám vody a výsledky pak mohou být vyšší než u jiných metod stanovení pórovitosti v důsledku působícího tlaku.
- stanovení pórovitosti pomocí adsorpce plynu - u této metodiky je významným zdrojem nejistot je vlastní provedení experimentu, v tomto případě především forma měřeného vzorku. Pokud dochází k rozemletí a homogenizaci vzorku před stanovením, u něhož mělo být provedeno měření pórovitosti v kusovém stavu, měření zcela pozbývá smyslu. Metoda selhává u vzorků s malým vnitřním povrchem.
- metoda ^{14}C -PMMA - se jeví jako jedna z velmi perspektivních (Siitari-Kauppi et al., 1997, Johansson et al., 1998; Hellmuth et al., 1993). Je však poměrně náročná a v současné době v ČR není dostupná.

Navrhovaná metoda jednoznačně definuje objem pórů, přístupných molekulám vody. Nejde tedy o molekuly cizorodé látky (Hg u rtuťové porozimetrie) či molekuly plynu (u metody BET), které jsou za zvýšeného tlaku vpravovány do vzorků horniny. Z tohoto hlediska se tato metoda jeví jako nejvhodnější pro popis migračních cest, přístupných stopovačům v podzemní vodě.

Měření pórovitosti by mělo předcházet výběr vzorků pro TEM a difúzní měření..

Klíčovým předpokladem je dokonalé nasycení vzorku kapalinou. Metoda je vhodná pro větší vzorky. Nevýhodou této metody je poměrně velká časová náročnost na měření (lze měřit pouze jednotlivé vzorky, nikoli sady) a nebezpečí, že všechny póry nebudou dostatečně nasyceny vodou, což platí zejména pro póry o malé velikosti, a dojde pak k podhodnocení pórovitosti, zejména pro krystalické horniny.

Vzorky jsou pouze syceny vodou a po experimentech nejsou znehodnoceny. Na vybraných vzorcích je možno přímo pokračovat s dalšími experimenty (vsádkové experimenty, TEM)

Metodika je vhodná pro větší vzorky. Je prováděna na větších úlomcích hornin. V případě dostatku vzorků je nejvhodnější unifikovaný tvar 30×30×30 mm. Nejdou nutné vzorky z celého profilu jádra. V případě nedostatku horninového materiálu je možno vzorek zmenšit či použít pouhé úlomky horniny, či je možno provádět přímo na vzorcích pro TEM.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 137 (celkem 182)



Počet vzorků:

1000 m vrt: 79 vzorků

krok vzorkování po 20 m (50 vz) + 29 vzorků s významnými charakteristikami (puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) dle výběru na místě

500 m vrt: 38 vzorků (dva vrty)

krok vzorkování po 20 m (25 vz) + 13 vzorků s významnými charakteristikami (puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) dle výběru na místě

100 m vrt 11 vzorků (pět vrtů)

krok vzorkování po 20 m (5 vz) + 6 vzorků s významnými charakteristikami (puklina, puklinová výplň, alterační produkty, mylonit, xenolit, dislokační jíly apod.) dle výběru na místě

Celkem lokalita: 210 vzorků

Způsob vyhodnocení a forma prezentace stanovení porozity metodou nasycení vodou

Výsledky stanovení pórovitosti jsou vyhodnoceny jednoduchým výpočtem s pomocí tabulkového procesoru. Jsou prezentovány jako hodnota pórovitosti (%). Hodnoty jsou zapracovány do dalších výpočtů a do jejich vyhodnocení (sorpce a difúze). Závěry jsou následně zpracovány v závěrečné zprávě.

Stanovení pórovitosti je bezpodmínečně spojeno s následujícími metodami, bez jejich provedení jsou samostatné výsledky stanovení pórovitosti za účelem vyhodnocení migračních vlastností bezcenné:

- geologický a petrografický popis vzorků (nutné pro výběr vzorků) – předchází,
- odběr vzorků a zpracování (přípravné práce) – předchází,
- návaznost na výběr vzorků pro stanovení CEC a specifického povrchu (souběh),
- stanovení chemického složení horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení minerálního složení horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení propustnosti horniny (nutné pro vyhodnocení),
- stanovení hustoty hornin (nutné pro vyhodnocení).

Časová náročnost výše popsané metody je patrná z následující tabulky

Tab. 3.12.-6. časová náročnost stanovení porozity.

Činnost	trvání
přípravné práce	1 měsíc
analýza 1 vrorku	4 pracovní dny
zpracování vzorků z lokality	7 měsíců

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 138 (celkem 182)



zpracování výsledků	1 měsíc
vyhodnocení a zpracování zprávy	2 měsíce

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2

3.12.5.4. Vyhodnocení difúzních vlastností

Elektromigrační metody stanovení difúzních parametrů (TEM)

Pomocí elektromigračních experimentů a měření vodivostí vzorků nasycených stanoveným elektrolytem je možno určit efektivní difúzní koeficient D_e a formační faktor studovaného materiálu F_f (Löfgen, 2004; Löfgren, Večerník a Havlová, 2009; Havlová et al., 2008b, 2009a). Je to metoda velmi vhodná ke studiu migračních a difúzních procesů ve vzorcích horninových materiálů. K sestavení aparatury je možné použít i upravenou aparaturu z through-diffusion experimentů. Umístěním vzorku do gradientu elektrického potenciálu je významně urychlen tok difundujících látek skrz horninový materiál, avšak nezbytným předpokladem je, že studovaný stopovač má iontový charakter (aniont). K vyhodnocení postačí tabulkový procesor, jsou však nutné poměrně složité matematické přepočty pro vyhodnocení experimentálních dat a přepočet na výsledné hodnoty D_e a F_f .

Proces difúze do horninové matrice je považován za jeden z procesů, které ovlivňují významným způsobem retardaci radionuklidů v hornině a jejichž hodnoty pro horninovou matici je nutno kvantifikovat a vyhodnotit. Vyhodnocení retardačních vlastností, včetně difúze, je přímo požadováno v metodickém návodu Prostup zpracování předběžné bezpečnostní zprávy pro povolení výstavby úložiště jaderných odpadů (SÚJB, 2003) jako nutný podklad pro vyhodnocení předpokládané interakce mezi horninovým prostředím a radionuklidy, a tím i posouzení dopadu případné kontaminace v definované lokalitě.

Metoda byla testována ve spolupráci s autorem metodiky (Löfgren, Večerník a Havlová, 2009) v ÚJV Řež a.s. Design původní cely byl upraven pro cely, užívané na tomto pracovišti, a byly rovněž upraveny některé části okruhu tak, aby nedocházelo ke zkratování aparatury. Projekt, zahrnující testování švédských vzorků z potenciálních lokalit pro švédské HÚ Forsmark a Oskarshamn, byl úspěšně završen vydáním zprávy SKB Löfgren, Večerník a Havlová (2009).

Základním přínosem metodiky je urychlení získání informací o difúzních vlastnostech horniny (v řádu dnů) a využití jako primární screeningové metody. Velmi podstatným krokem je dokonalé nasycení vzorků roztokem před provedením experimentu. Obecně je nutné zajistit, aby byl systém v aparatuře dostatečně a stejnoměrně míchan a aby byla aparatura těsná a nedocházelo k průchodu proudu podél vzorku.

Jde o laboratorní metodu založenou na měření odporu roztoku (elektrolytu) při průchodu stopovače (např. NaI) horninovým vzorkem ze zdrojového rezervoáru do výstupní nádrže. Současně je měřen nárůst koncentrace stopovače ve výstupní nádrži. Experiment je neaktivní a relativně rychlý. Umožňuje stanovení formačního faktoru F_f , parametru, jež popisuje vlastnosti pórů v hornině (konstrikivitu a tortuozitu), na nichž závisí proces difúze, a efektivní difúzní koeficient D_e , jež popisuje míru průniku stopovače horninovým vzorkem

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 139 (celkem 182)



(Havlová et al., 2008b). Metoda je relativně náročná na čas (pravidelné odběry vzorků a měření) a obsluhu aparatury. Délka experimentů se pohybuje obvykle v jednotkách dnů.

Metoda je aplikována na celistvých vzorcích – discích, převážně o průměru 50 mm a šířce převážně 10 mm. Vzorky jsou odebírány z plného profilu vrtného jádra. Experimentem budou znehodnoceny díky nasycení pórů elektrolytem.

Počet vzorků pro jednotlivé vrty je následující:

1000 m vrt: 68 vzorků

50 vzorků ze základního vzorkovacího kroku po 20 m + 18 vzorků s významnými charakteristikami (změna pórovitosti, vzorky z každé hlavní pukliny + vzorky z každé minoritní pukliny)

500 m vrt: 43 vzorků (dva vrty)

25 vzorků ze základního vzorkovacího kroku po 20 m + 18 vzorků s významnými charakteristikami (změna pórovitosti, vzorky z každé hlavní pukliny + vzorky z každé minoritní pukliny)

100 m vrt 11 vzorků (pět vrtů)

5 vzorků ze základního vzorkovacího kroku po 20 m + 6 vzorků s významnými charakteristikami (změna pórovitosti, vzorky z každé hlavní pukliny + vzorky z každé minoritní pukliny).

Celkový počet vzorků pro TEM na 1 lokalitu je 209 vzorků.

Výsledky TEM jsou vyhodnocovány pomocí matematických výpočtů dle dané metody (např. Havlová et al., 2008a, 2009b). Vyhodnocení však nevyžaduje speciální programy, vyžaduje tabulkový procesor. Výsledky měření (hodnoty D_e a F_f) budou statisticky vyhodnoceny vzhledem k ostatním vlastnostem horninového materiálu, prezentovány ve formě technické zprávy a zařazeny do databáze.

Stanovení difúzních parametrů (difúzních koeficientů D_e a D_a a F_f) je bezvýhradně spojeno s dříve uvedenými metodami. Bez jejich provedení jsou samostatné výsledky hodnot D_e a F_f za účelem vyhodnocení migračních vlastností bezcenné.

Časová náročnost výše popsané metody je patrná z následující tabulky.

Tab. 3.12.-7. časová náročnost vyhodnocení difúzních vlastností.

Činnost	trvání
přípravné práce	2 měsíce
analýza 1 vrorku včetně nasycení	4 pracovní dny
zpracování vzorků z lokality	15 měsíců
zpracování výsledků	2 měsíce

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 140 (celkem 182)



Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2

3.12.5.5. Difúzní experimenty

Metodika difúzních experimentů

Základním principem difúzních experimentů je průchod radionuklidů vzorkem horniny a měření nárůstu/poklesu radionuklidů ve výstupním/vstupním rezervoáru (průnikové difúzní experimenty). Jako primární roztok v obou rezervoárech je použita odpovídající podzemní voda. Do vstupní nádrže je následně přidána alikvota stopovače (zde radioaktivního). Je měřen buď časový průběh koncentračního profilu radionuklidu ve výstupním rezervoáru či profil radionuklidu uvnitř horninového vzorku. Z těchto údajů je pak na základě různých metod (například metodou rovnovážného stavu, metodou time-lag) určován difúzní koeficient. Tato metoda se používá především pro slabě či středně se sorbující radionuklidy (^3H , ^{22}Na , ^{85}Sr apod.).

V případě silněji se sorbujících radionuklidů, u kterých není zaznamenán průnik horninovým vzorkem, je využívána metoda in-diffusion. Experimentální sestava je obdobná, jako pro vzorky u metody průnikové, jen jsou následně vzorky vyjmuty a nařezány. Příprava vzorku závisí na metodice vyhodnocení. V případě, že jsou vzorky měřeny pomocí gamaspektrometrie, pak jsou pouze nařezány kolmo ke směru předpokládané difúze. Pokud je míra průniku radionuklidů sledována ještě například pomocí autoradiografie, pak jsou nejdříve rozříznuty ve směru difúze a následně dále zpracovány. Jako stopovače jsou užívány radioizotopy vzhledem k jejich dobré detekci.

Vyhodnocení průnikových difúzních experimentů je možno uskutečnit jednak pomocí numerického výpočtu (relativně komplikované za dodržení definovaných podmínek) či s použitím difúzního modulu GOLDSIM. Vyhodnocení je časově náročné.

Metodika in-diffusion pro sorbující se radionuklidy je ve stádiu zavádění. Problematické je zejména řezání/zpracování aktivních vzorků po ukončení experimentu pro měření proniklé aktivity do vzorku a zajištění práce se ZIZ.

Experimenty jsou prováděny v zahraničí obdobným způsobem (např. Skagius a Neretnieks, 1986, Byegard et al., 1998 aj.). V praxi existují různé designy difúzních aparatur, využívané organizacemi PSI (Paul Scherrer Institute, Švýcarsko); HYRL (University of Helsinki, Radiochemistry Laboratory, Finsko), JAEA (Japan Nuclear Cycle Development Institute, Japonsko), AECL (Atomic Energy Canada Limited, Kanada), KTH (Royal Institute of Technology, Švédsko). Fungují na stejném principu vstupní nádrž – vzorek - výstupní nádrž.

Metoda je použita pro verifikaci metody TEM, ověření hodnot difúzních koeficientů D_e a současně pro screening difúzních vlastností horninového materiálu (jsou vybírány „výjimečné vzorky“). Je nutné testovat i vliv délky vzorku u různých materiálů na výsledky difúzního experimentu – tj. použít i vzorky o tloušťce 5, 10, 30 a 50 mm.

Difúzní experimenty jsou dlouhodobé, trvají měsíce až roky. Úspěšnost experimentu závisí významně na nasycení vzorku roztokem tak, aby byl celý pórový prostor vyplněn roztokem. Významnou podmínkou je těsnost experimentální sestavy tak, aby nedocházelo k nekontrolovanému průniku radionuklidu jinými cestami než horninovým vzorkem.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 141 (celkem 182)



Vzorkování závisí na zvoleném radionuklidu, jeho aktivitě a době průběhu experimentu. Experimenty s materiály o nízké pórovitosti (granit, 0,5 %) trvají zejména pro sorbující se radionuklidy relativně dlouho – měsíce až roky, což významně zvyšuje nároky na provedení experimentu i finanční náklady.

Metoda je aplikována v laboratoři v speciálních difúzních celách na souboru vzorků, vybraných pro verifikaci TEM (základní horninové typy a významné minoritní typy hornin). Základním předpokladem jsou vzorky ve tvaru disku o průměru 50 mm a tloušťce 10 mm přes celý profil jádra. Pro sledování vlivu tloušťky vzorku na difúzi stopovače je pak nutno užít vzorky o tloušťce 5, 10, 30 a 50 mm. Je možno provést experimenty pro směsný roztok stopovačů a tím eliminovat nárůst počtu vzorků.

Experimenty probíhají s radionuklidy (ZIZ). Při práci s radionuklidy a materiálem, jenž byl v kontaktu s radionuklidy (horninový vzorek po ukončení experimentu a jeho řezání/broušení) je nutno zajistit dodržování radiační ochrany a podmínky práce se zdroji ionizujícího záření (ZIZ). Vzorky jsou experimenty znehodnoceny. U vzorků, u nichž bude podezření na výskyt pukliny, budou provedeny měření propustnosti a optická mikroskopie za účelem potvrzení této domněnky.

Základním předpokladem výše popsaných experimentů jsou vzorky ve tvaru disku o průměru 50 mm a tloušťce 10 mm přes celý profil jádra. Vzorky jsou voleny na základě výběru vzorků pro TEM metodiku a výsledků měření pórovitosti, kdy jsou vybrány reprezentativní vzorky (neporušená horniny, hornina alterovaná, minoritní typy hornin, puklinové výplně apod.) k verifikaci metody TEM.

Počet vzorků pro jednotlivé vrty je následující:

- 1000 m vrt: 20 vzorků pro difúzní experimenty
- 8 vzorků pro verifikaci vlivu délky vzorku na difúzi (2 sady po 4 vzorcích 5, 10, 30 a 50 mm)
- 500 m vrt 13 vzorků pro difúzní experimenty (dva vrty)
- 8 vzorků pro verifikaci vlivu délky vzorku na difúzi (2 sady po 4 vzorcích 5, 10, 30 a 50 mm)
- 100 m vrt pro mělké vrty není verifikace požadována

V některých případech vzorky pro difúzní experimenty přímo navazují (sousedí) na vzorky pro TEM.

Celkový počet vzorků pro difúzní experimenty je 49 vzorků.

Pro vyhodnocení difúzních experimentů je využívám softwarový nástroj, difúzní modul GOLDSIM. Výsledky jsou prezentovány ve formě hodnot formačního faktoru F_f efektivního difúzního koeficientu D_e ($m^2 \cdot s^{-1}$) a zdánlivého difúzního koeficientu D_a ($m^2 \cdot s^{-1}$). Výsledky budou zpracovány ve formě technické/výzkumné/závěrečné zprávy či v jiných požadovaných formátech.

Stanovení difúzních parametrů (difúzních koeficientů D_e a D_a a F_f) je stejně jako dříve popsané experimenty a jejich výsledky bezvýhradně spojeno s výše popsanými metodami. Bez jejich provedení jsou samostatné výsledky hodnot D_e a F_f za účelem vyhodnocení migračních vlastností bezcenné.

Časová náročnost výše popsané metody je patrná z následující tabulky.

Tab. 3.12.-8. časová náročnost difúzních experimentů.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 142 (celkem 182)



Činnost	trvání
přípravné práce	2 měsíce
zpracování vzorků z lokality	min. 18 měsíců
zpracování výsledků	2 měsíce
vyhodnocení a zpracování zprávy	2 měsíce

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2

3.12.5.6. Rekapitulace požadavků na vrtné jádro

Množství jádra potřebné na vzorky nelze určit přesně, protože kromě pravidelného intervalového vzorkování se budou odebírat i vzorky z puklin a jiných nehomogenit, jejichž množství lze jen velmi přibližně odhadnout. Při sumaci požadavků vzorků pro různé metody pro různé kategorie vrtů lze dojít k těmto hrubým odhadům:

1. **vrty do 100 m** – předpokládá se pažení do cca 20m, tedy jádro ke zpracování v intervalu 20-100 m. Z těchto cca 80 běžných m jádra jsou požadavky na 32 m vzorků celého jádra (40% celého jádra) a cca 15 m půleného jádra. S půleným jádrem tedy nebudou problémy, požadavky na celé jádro se zdají být poněkud nerealistické.
2. **vrty do 500 a 1000 m** – se schématem vzorkování neliší a lze je probrat současně. Sumární požadavky zde dosahují cca 12% celého jádra a cca 16% půleného jádra, jsou tedy jak z hlediska zachování dlouhodobé dokumentace, tak z hlediska případného dalšího vzorkování, akceptovatelné.

Do výše uvedené rozvahy nejsou započítány požadavky Geominu na průběžné vzorkování pro plošnou variantu geochemie, ale způsob vzorkování bodovou brázdou nezvýší požadavky nijak dramaticky.

Použité metodiky práce při zpracování vzorků z vrtů budou stejné jako při zpracování vzorků z povrchových výchozů a jejich podrobné popisy tedy jsou na jiných místech této zprávy.

3.13. Měřičské práce

3.13.1. Cíl prací

Cílem prací je geodetické vytýčení a zaměření sítě pro odběr geochemických vzorků a pro geofyzikální měření, zaměření vodních zdrojů, vytýčení a zaměření technických prací a průzkumných vrtů.

3.13.2. Specifikace prací

Práce budou v otevřeném terénu prováděny s pomocí geodetické stanice GPS. V místech pokrytých vegetací, v zastavěných plochách a ostatních lokalitách, kde nebude dostatečná viditelnost satelitů GPS, budou práce prováděny klasickými měřicími metodami s použitím

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 143 (celkem 182)



totální stanice s automatickým sběrem naměřených dat. Měření budou prováděna ve 3. třídě přesnosti mapování. Metodika prací není podrobně popisována, neboť se jedná o rutinní měřické práce, které jsou běžně používány v průběhu geologického průzkumu.

3.13.3. Rozsah prací

Rozsah prací byl stanoven po konzultaci s řešiteli jednotlivých kapitol částečně výpočtem, částečně kvalifikovaným odhadem a může se v jednotlivých oblastech lišit.

3.13.3.1. Přehled prací

- příprava sítě pro vzorkování – zájmová lokalita bude pokryta sítí 200x200 m, to znamená při ploše 25 km² a cca 10% rezervě celkem 700 bodů. Vzorkovací síť bude využita pro odběry geochemických vzorků a pro provedení několika druhů geofyzikálního měření,
- vytýčení vzorkovací sítě v terénu – 700 bodů vytýčených dle připravené sítě stabilizovaných dřevěnými kolíky nebo plastovými mezníky. Harmonogram terénních prací bude upřesněn podle vyřešení střetů zájmů, resp. povolení vstupu na pozemky,
- zaměření vodních zdrojů v lokalitě – zde je uvažováno s cca 50 vodními zdroji,
- vytýčení a následné zaměření technických prací – vrtů a rýh – předpokládaný počet je 10 rýh s lomovým bodem (30 bodů), 10 rýh bez lomového bodu (20 bodů), 18 mapovacích vrtů a 7 pilotních vrtů.

3.13.3.2. Výstupy

Veškeré souřadnice změřené v rámci této kapitoly budou shromážděny v databázi, která bude vytvořena v databázovém systému MS Access. Pro využití v systémech GIS budou převedeny do výměnného formátu SHP firmy ESRI.

Souřadnice budou v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému BPV.

3.13.3.3. Časový harmonogram prací

Časový harmonogram prací je patrný z následující tabulky.

Tab. 3.13.-1 Harmonogram měřických prací v první etapě.

Činnost	Doba řešení projektu (čtvrtletí)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Příprava vzorkovací sítě	■	■						
2. Vytýčení vzorkovací sítě v terénu		■	■	■	■			
3. Zaměření vodních zdrojů v lokalitě		■						
4. Vytýčení a zaměření technických prací – vrtů a rýh				■	■	■	■	■
5. Výstupy							■	■

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 144 (celkem 182)



3.13.3.4. Odhad finanční náročnosti

Odhad finanční náročnosti měřických prací je uveden v příloze č. 2

3.14. Střety zájmů, náhrady škod

3.14.1. Cíl prací

Cílem prací je vyřešení střetů zájmů a získání povolení k vstupu na pozemky pro potřeby realizace geologického průzkumu na hypotetické lokalitě. Součástí činností je i cílené šíření informací o prováděných pracích tak, aby byl zajištěn bezkonfliktní průběh projektovaných prací v plánovaném věcném i časovém rozsahu, včetně řešení náhrad škod vzniklých při provádění těchto prací.

3.14.2. Identifikace a aktualizace střetů zájmů

Identifikace střetů zájmů z hlediska informací o stavu využití zájmového území, stávající infrastruktury a z hlediska prvků ochrany životního prostředí bude metodicky a obsahově vycházet z požadavků daných Vyhláškou č. 368/2004 Sb. V zájmu komplexního podchycení všech údajů o využití území a jeho limitech vyplývajících z územně plánovací dokumentace dle Zákona č. 183/2006 Sb. budou sledovány i všechny podstatné rozvojové záměry v dané lokalitě zjišťované od majitelů a správců sítí.

Je pravděpodobné, že u části lokalit budou uvedena šetření teritoriálně situována do oblastí, kde již dříve byly zjišťovány střety zájmů, v rámci programu, který směřoval k hodnocení a k zúžení lokalit pro umístění HÚ (Woller a Slovák, 2004). V takto definovaných průzkumných územích bude provedena aktualizace údajů, které byly kompilovány do mapy střetů zájmů. Přestože je reálný předpoklad, že od vzniku těchto map nedošlo k významným změnám, je nezbytné uvedené střety znovu prověřit, neboť vyjádření, spjatá s konstrukcí těchto map již pozbyla platnosti. V oblastech bez výše uvedeného šetření budou všechny střety identifikovány nově a zkonstruována nová mapa střetů zájmů.

V úvodní etapě prací budou kontaktovány všechny dotčené orgány státní správy – krajské úřady a jimi zřizované organizace, dotčené obce a správci sítí a technické infrastruktury. Šetření a sběr dat se bude týkat především těchto informací:

- vodohospodářské sítě, ochrana vodních zdrojů a zátopové oblasti (územní plány obcí, územní plány VÚC, údaje ze základní vodohospodářské mapy, informace OÚ),
- energetické liniové stavby – energetické sítě, plynovody (vektorová data správců sítí, situační zákresy),
- spoje, telekomunikační rozvody (vektorová data správců sítí, situační zákresy),
- ochranná pásma silniční a železniční sítě, letecká doprava,
- surovinové zdroje - evidovaná ložiska nerostných surovin, CHLÚ, DP, včetně souvisejících informací – existence poddolovaných území, stará a průzkumná důlní díla (data poskytnutá ČBÚ a ČGS – Geofond),

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 145 (celkem 182)



- ochrana přírody a krajiny – informace z ÚSES, tj. biokoridory, biocentra, významné krajinné prvky, z NATURA 2000 a další informace z krajských úřadů a MŽP,
- ochrana půdy a lesních porostů – data z územního plánu VÚC převzatá od Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa, informace o kategorizaci lesních porostů od krajských úřadů,
- ochrana kulturních, historických a archeologických památek – informace Národního památkového úřadu.

Identifikace střetů v této etapě proběhne korespondenční formou s možným upřesněním informací při osobním jednání s případným terénním šetřením. Výstupem této činnosti bude sestavení střetové mapy, která s mapou vlastnických vztahů vytvoří základní nástroj pro další postup prací ve věci vyřizování vstupů pro projektované technické práce v průzkumném území i při projednávání všech navazujících aktivit a záměrů.

3.14.3. Identifikace vlastníků

Ve smyslu Zákona č. 62/1988 Sb. v platném znění jsou organizace provádějící geologické práce spojené se zásahem do pozemku povinny uzavřít s vlastníkem, resp. nájemcem pozemku písemnou dohodu o podmínkách provádění prací, zřízení pracovišť a přístupových cest, přívodu vody a energie a terénních úprav. Z těchto důvodů a v souvislosti s požadavkem na plynulý průběh projektovaných prací je nezbytné před zahájením prací na jednotlivých lokalitách identifikovat vlastníky pozemků, na které bude v průběhu řešení projektu vstupováno.

Pro účely tohoto projektu s uvažovanou plochou průzkumného území 25 km² a s ohledem na předpokládané oblasti realizace prací lze aktuálně získat potřebná data na místně příslušných katastrálních úřadech a to ve dvou formách v závislosti na postupu digitalizace výchozích podkladů jako:

- vektorové mapy v souřadném systému S-JTSK s možnou následnou identifikací všech vlastníků pozemků na www.cuzk.cz,
- rastrové mapy katastru nemovitostí, které poskytují částečnou identifikaci vlastníků pozemků na www.cuzk.cz, kterou je nutné doplnit o další vlastníky pozemků z map zjednodušené evidence v měřítku 1 : 2880. Tuto doplňující informaci lze získat pouze v listinné podobě jako listy vlastnictví na katastrálním úřadě.

Pro potřeby výstupu – mapy pozemkových vlastníků nad RZM 10 (rastrovou základní mapou v měřítku 1 : 10 000) budou oba formáty dat sloučeny.

3.14.4. Šíření informací

Realizace dosud prováděných prací, které se dotýkaly řešené problematiky, zřetelně ukázala, že základním předpokladem k úspěšnému řešení střetů zájmů je včasné a dostatečně podrobné a věrohodné informování všech zainteresovaných složek státní správy, místní samosprávy, vlastníků či uživatelů dotčených pozemků a dalších organizací o rozsahu plánovaných prací v průzkumném území. Podrobná informovanost veřejnosti a stálý kontakt s místními obyvateli rozhodným způsobem omezí šíření neopodstatněných obav a zkreslených informací o dopadech prováděných prací na obyvatele a na stav životního prostředí v zájmovém regionu

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 146 (celkem 182)



a ve svém důsledku povede k rychlejšímu vyřešení potřebných vstupů na pozemky a k uzavírání smluvních vztahů s vlastníky pozemků.

V rámci těchto aktivit budou v úzké součinnosti s pracovníky objednatele, tj. SÚRAO, s projekčními záměry seznamováni pracovníci státní správy a místních zastupitelstev, a to vždy před započítím uceleného komplexu prací v daném regionu. Předávání informací bude probíhat na úrovni:

- a) jednání s místní samosprávou,
- b) setkání se širokou veřejností, místními občany a zástupci místních organizací,
- c) dotčených vlastníků nebo uživatelů pozemků.

Uvedená informační kampaň bude doplňovat činnosti v oblasti „public relation“ realizované v zájmovém území představiteli SÚRAO. Bude zahájena bezprostředně po podpisu smlouvy na realizaci geologického průzkumu a bude probíhat prakticky po celou dobu řešení úkolu.

3.14.5. Pasportizace individuálních vodních zdrojů a stavu objektů

Nezbytným krokem, který musí být před vlastním zahájením prací proveden, je inženýrsko geologická pasportizace technickým pracím blízkých stavebních objektů a vytvoření databáze individuálních vodních zdrojů. Pasport vybraných stavebních objektů bude obsahovat základní identifikační údaje objektu, fotodokumentaci objektu před a po dokončení technických prací a popis případné statické narušenosti objektů.

Databáze individuálních vodních zdrojů bude vytvořena v rámci realizace hydrogeologických prací. Činnost odpovědného pracovníka za střety zájmů bude spočívat ve vyjednání přístupu k jednotlivým studnám – vodním zdrojům pro zjištění základních hydrogeologických parametrů objektu, příp. v dohodě o jejich periodické kontrole.

3.14.6. Řešení infrastrukturních střetů zájmů

V průběhu projektování jednotlivých průzkumných činností budou zjišťovány skutečnosti, zda-li se navrhované práce nedostávají do střetu se zájmy chráněnými zvláštními právními předpisy, zejména pak technické infrastruktury. V případě střetu budou tyto skutečnosti vyřešeny před zahájením prací ve spolupráci s dotčenými vlastníky nebo správci technické infrastruktury. Pokud bude situace vyžadovat, bude průběh podzemních sítí vyznačen přímo v terénu zodpovědnými pracovníky jejich správce.

3.14.7. Zajištění povolení vstupu na pozemky

Základním předpokladem plynulého chodu prací na úkolu je sladění časového harmonogramu terénních prací s vyřízením souhlasu vlastníků se vstupem na průzkumem dotčené pozemky. Z dlouhodobé praxe a s ohledem na zadání úkolu lze předpokládat, že se bude jednat o časově velmi náročné zadání (předpoklad 2 – 4 měsíce i více v závislosti na lokalizaci průzkumného území), spočívající v písemném obeslání vlastníků, urgencí odpovědí, vyhledávání telefonických kontaktů, sjednávání osobních schůzek, osobního jednání s vlastníky a to vše často s nejistým výsledkem pod časovým tlakem termínu zahájení vlastních technických prací. Kontakty s vlastníky pozemků budou o to obtížnější, že část vlastníků z vytvořené databáze již žije mimo zájmový region nebo i v zahraničí.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 147 (celkem 182)



Povolení vstupů na pozemky bude tedy projednáno s jednotlivými vlastníky pozemků, se kterými bude následně uzavřena písemná dohoda o podmínkách, za kterých lze vstupovat na dotčené pozemky a provádět na nich geologické práce. Nedojde-li k dohodě s vlastníkem pozemku, bude postupováno v souladu s § 14, odst. 2 Zákona č. 62/1988 Sb.

V souvislosti s pasportizací individuálních vodních zdrojů a stavebních objektů bude pro dokumentující osoby zajištěn vstup na pozemky dohodou s jejich vlastníky. S vlastníky pozemků bude rovněž projednáno strpění vytyčovací sítě 200 x 200 m pro potřeby realizace geochemických a geofyzikálních prací.

V souvislosti s prováděním geologických prací na lokalitě a při řešení vstupů na pozemky se předpokládá řada nesouhlasných stanovisek jak vlastníků nemovitostí, tak i některých organizací. Z těchto důvodů bude k následnému postupu při řešení střetů přizvána vybraná právní kancelář. S objednatelům prací a uvedenou právní kanceláří bude rovněž konzultována výsledná forma a znění písemných dohod uzavíraných v průběhu řešení střetů zájmů.

Je zřejmé, že při projektování lokalizace technických prací bude třeba neustále uvažovat se záložními „ústupovými“ variantami činností, tj. přemístěním prací na méně střetové území nebo časové rozřazování prací v případně neřešitelných střetů nebo střetů, jejichž řešení je reálné pouze v dlouhodobém časovém horizontu.

3.14.8. Dokumentace průběhu prací

U geologických prací spojených se zásahem do pozemku bude kromě povinností vyplývajících z Vyhlášky č. 368/2004 Sb. prováděna fotodokumentace vybraných pozemků, příp. dalších nemovitostí, pro potřeby doložení faktického stavu před zahájením činnosti a po ukončení prací.

O likvidaci prací spojených se zásahem do pozemku bude vždy vyhotoven protokol, jehož stejnopis bude uložen u řešitele zodpovědného za vyřešení střetů zájmů.

3.14.9. Náhrada škod na pozemcích

Ve smyslu Zákona č. 62/1988 Sb. je provádějící organizace povinna po skončení své činnosti uvést používané pozemky do původního stavu a protokolárně předat vlastníkovi. Pokud v souvislosti s plněním geologických prací dojde na dotčených pozemcích ke škodám, bude s vlastníkem, příp. nájemcem uzavřena písemná dohoda o finanční náhradě. V případě pokud nedojde k dohodě o způsobu náhrady škod, bude přizván soudní znalec k vyhodnocení vzniklých škod na pozemcích.

Obdobně, pokud vznikne potřeba dlouhodobě uchovat některé z vybraných technických prací, zejména pak vrtů a monitorovacích objektů, bude s vlastníkem pozemku uzavřena dohoda o jejich uchování, v případě podstatného omezení vlastnických práv k pozemku může být tato újma vlastníku finančně kompenzována.

3.14.10. Výstupy

Veškerá originální listinná dokumentace týkající se vstupů na pozemky, střetů zájmů apod., bude soustředěna a zaevidována na pracovišti řešitele střetů. Předpokládá se, že všechny skupiny pracovníků, které budou v průzkumném území provádět práce spojené se zásahem do pozemku, budou kromě písemného dokladu objednatele – SÚRAO se základními

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 148 (celkem 182)



informacemi o projektu, vybaveny i kopiemi všech povolení, smluv a rozhodnutí rozhodných pro prokázání vyřešení střetů.

V souladu s požadavky Přílohy č. 3 k Vyhlášce č. 369/2004 Sb. budou doklady o výsledcích projednání střetů zájmů chráněných zvláštními právními předpisy součástí zprávy o řešení geologického úkolu jako samostatná textová příloha.

3.14.11. Časový harmonogram prací

Časový harmonogram prací je patrný z následující tabulky.

Tab. 3.14.-1. Časový harmonogram průběhu řešení střetů zájmů.

Činnost	Doba řešení projektu (čtvrtletí)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Identifikace a aktualizace střetů zájmů	■							
2. Identifikace vlastníků pozemků	■							
3. Šíření informací		■	■	■	■	■	■	
4. Pasportizace		■						
5. Řešení střetů infrastrukturních zájmů		■	■	■				
6. Zajištění povolení vstupu na pozemky		■	■	■				
7. Dokumentace průběhu prací			■	■	■	■	■	
8. Náhrada škod						■	■	■
9. Výstupy							■	■

3.14.12. Odhad finanční náročnosti

Odhad nákladů spojených se zajištěním činnosti popsané v kapitole je uveden v příloze č. 2.

3.15. Sled a řízení prací

V projektu popsané práce jsou mimořádné svým rozsahem, finančním objemem i množstvím různých metod, jejichž použití je projektováno. Množství a různorodost metod bude mít za důsledek skutečnost, že se na realizaci projektu budou podílet pracovníci celé řady organizací. Dále je třeba počítat se skutečností, že realizace projektu sama vyvolá zájem odborné i laické veřejnosti a iniciativ. Za těchto okolností je třeba mimořádnou pozornost věnovat řízení projektu.

Práce podle projektu bude řídit odpovědný řešitel geologických prací (§ 3 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích). Tuto pozici je třeba obsadit odborníkem, který nejen že splňuje

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 149 (celkem 182)



legislativní požadavky na její výkon, ale má zároveň zkušenosti s řízením rozsáhlých projektů geologických prací.

Odpovědný řešitel bude mít k dispozici skupinu dvou lidí, z nichž jeden bude geolog a druhý ekonom, která bude operativně řešit problémy a řídit a organizovat hladký průběh všech prací na projektu a jejich časové návaznosti.

Popsaná skupina bude řídit, kontrolovat a koordinovat průběh všech prací na úkolu a jejich časovou a věcnou návaznost a bude zajišťovat, aby tyto práce probíhaly v souladu se schváleným projektem a jeho rozpočtem. Náplní skupiny bude rovněž operativní řešení problémů v průběhu prací. Ke své práci bude používat standardní nástroje řízení.

Z charakteru projektu vyplyne pro skupinu ještě řada dalších úkolů a činností, mezi něž bude patřit zejména:

- pravidelný kontakt se zadavatelem prací,
- kontakt s nadřízenými a dozorujícími orgány,
- kontakt se zainteresovanými organizacemi (např. správci sítí),
- intenzivní a pravidelný kontakt s veřejností (zaštitěný a organizovaný zadavatelem prací).

Předpokládáme, že řídicí skupina 3 pracovníků bude pracovat po celou dobu trvání úkolu. **Finanční náklady** na její činnost jsou uvedené v příloze č. 2.

3.16. Závěrečné zpracování výsledků první etapy prací

Projektovaný postup závěrečného zpracování výsledků za první etapu prací vychází ze skutečnosti, že všechny na projektu zúčastněné disciplíny končí svoje aktivity vyhodnocením výsledků a zpracováním příslušných dílčích zpráv.

Závěrečné zpracování výsledků první etapy prací se tedy soustředí na syntézu jednotlivých dílčích zhodnocení a na vytvoření modelu lokality, ve kterém budou zapracovány všechny relevantní poznatky získané v průběhu první fáze prací.

Je třeba upozornit na skutečnost, že je technicky neřešitelné sladění časového rámce projektovaných prací (viz kapitola 1.7.2.) s časem potřebným pro stanovení migračních parametrů horniny (kapitola 3.12.5.). Doba potřebná ke stanovení sorpčních a difúzních vlastností hornin je tak dlouhá, že při požadavku na zpracování komplexních výsledků do závěrečného zpracování výsledků první etapy prací, by termín jeho dokončení posunulo minimálně o jeden rok, pravděpodobně však o více. Autoři tohoto projektu navrhnou zahrnout do závěrečného hodnocení výsledků první etapy prací na konkrétní lokalitě pouze přesně definované dílčí výsledky stanovení migračních parametrů horniny s tím, že finální vyhodnocení výsledků prací realizovaných v první etapě bude provedeno v rámci závěrečného hodnocení celé lokality po ukončení druhé etapy prací.

Předpokládáme, že závěrečné zpracování provede tým v následujícím složení:

- skupina pro sled a řízení prací (viz 3.15.),
- geolog (mapér, petrograf),

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 150 (celkem 182)



- geolog (geochemik),
- strukturní geolog,
- hydrogeolog,
- geofyzik,
- geochemik (plošná geochemie),
- karotážník,
- geotechnik,
- specialista GIS,
- vrtný specialista (částečně),
- specialista na střety zájmů (částečně)

Kromě výše vyjmenovaných předpokládáme, že k závěrečnému zpracování budou přizváni špičkoví odborníci z některých disciplín, kteří se přímo nepodíleli na řešení úkolu.

Závěrečná zpráva by měla přiměřeně (s ohledem na charakter a cíl prováděných prací) respektovat ustanovená Vyhl. č. 369/2004 Sb.

Kromě syntézy všech relevantních poznatků získaných v průběhu první etapy průzkumu, bude závěrečná zpráva hodnotit vhodnost lokality pro umístění HÚ na základě objednatelům zpracovaných kritérií. V závěrečné zprávě bude tedy formulována a zdůvodněna vhodnost konkrétní lokality pro sledovaný cíl a vymezena její část pro provádění druhé etapy prací, pokud bude tato lokalita doporučena.

Cílem první etapy prací není v žádném případě výběr dvou lokalit ve smyslu Koncepce (MPO 2002). K tomu je objem a skladba navrhovaných prací příliš malý. Po realizaci prací první etapy a shrnutí jejich výsledků bude možno optimálně připravit druhou etapu prací (včetně možnosti optimalizace rozsahu lokalit či jejich počtu), která vyústí

Předpokládáme, že závěrečné zpracování bude trvat 6 měsíců.

Finanční náročnost závěrečného zpracování a reprodukce závěrečné zprávy je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace vychází ze skutečnosti, že po celou dobu bude průměrný stav pracovníků 10. Skupina pro sled a řízení prací je kalkulovaná separátně po celou dobu trvání úkolu.

4. Projekt druhé etapy prací

4.1. Výchozí pozice druhé etapy prací

Geologicko-průzkumné práce druhé etapy představují ve smyslu Vyhlášky č. 369/2004 Sb., etapu průzkumu, přesněji řešeno její zahájení. Některé zahraniční programy používají pro tuto etapu prací označení „preliminary site investigation“. Počet lokalit, na nichž bude tato etapa realizovaná, je v současné době neznámý. Jak plyne z požadavků Koncepce (MPO 2002), (viz kapitola 1.7.2) neměl by tento počet být nižší než 2.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 151 (celkem 182)



Projekt druhé etapy prací na hypotetické lokalitě je kromě jiného specifický tím, že vzniká jako pokračování (2. etapa) prací, aniž je znám výsledek etapy první.

Dalším specifikem je skutečnost, že v době, kdy tento projekt vzniká, není (a ani nemůže být) znám rozsah lokality, který vyplyne ze závěrečné syntézy první etapy prací.

Třetím specifickým rysem projektu druhé etapy průzkumných prací na hypotetické lokalitě je skutečnost, že vzniká cca 5 let před tím, než bude zahájena realizace prací. Toto časové období je dosti dlouhé na to, aby přineslo významný metodický i vědomostní pokrok v řadě geovědních disciplín, nové názory, poznatky plynoucí z realizace pokročilejších (zejména skandinávských) programů, nová doporučení mezinárodních organizací (IAEA, OECD/NEA, EC), změny v tuzemské legislativě a v neposlední řadě i změny v přístupu veřejnosti i vrcholných českých orgánů k řešené problematice.

Z těchto důvodů se projekt druhé etapy prací soustředí více na filozofii přístupu k řešené problematice než na technické detaily.

Už v tento okamžik je zcela zřejmé, že po ukončení první etapy prací a schválení jejich výsledků bude nezbytné před zahájením druhé etapy realizovat změnu projektu, která zohlední jak geovědní poznatky získané v průběhu první etapy, tak i pravděpodobnou změnu rozsahu území, na němž bude další etapa prací prováděna.

Prezentovaný projekt druhé etapy prací v podstatě kopíruje posloupností prací etapu první a snaží se odhadnout, jaké specifické úkoly bude třeba řešit. Obecně lze konstatovat, že projektované práce prohlubují znalosti získané v první etapě (významně zvětšují jejich množství) a nemění příliš jejich sortiment.

4.2. Geologické mapování

4.2.1. Existující podklady

Z první etapy prací bude k dispozici geologická mapa s předepsanými náležitostmi (viz kapitola 3.1.) a se zakomponovanými výsledky povrchové geofyziky, plošné geochemie, hydrogeologického mapování a zejména kopných prací a několika kategorií vrtů. Za těchto okolností nelze považovat za pravděpodobné, že by bylo možno klasickými metodami geologického mapování mapu výrazným způsobem zpřesnit.

4.2.2. Práce na geologické mapě v druhé etapě

V této etapě bude zásadní zakomponovat do geologické mapy všechny výsledky povrchové geofyziky, plošné geochemie, hydrogeologie, případně dalších disciplín a vyplynulé změny v mapě ověřit technickými pracemi (mělkými vrty, kopnými pracemi). Při zpřesnění geologické mapy půjde zejména o průběh lineárních struktur, které mohou poukazovat na přítomnost zlomových struktur.

4.2.3. Časová náročnost

Práce na geologické mapě v druhé etapě budou intenzivní v jejím počátku (cca 4 měsíce), v dalším období se soustředí na začleňování nových poznatků do mapy a přípravu geologického modelu lokality.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 152 (celkem 182)



4.2.4. Finanční náročnost

Finanční náročnost popsanych prací je v tabelární formě uvedena v příloze č. 2.

4.3. Strukturní geologie

O možnostech strukturně-geologických prací na povrchu platí v plné míře to, co už bylo řečeno o geologickém mapování.

4.3.1. Práce strukturní geologie ve druhé etapě

Ve druhé etapě prací se práce strukturní geologie soustředí na získání maximálního množství informací jednak z dalších disciplin (geofyzika, plošná geochemie), jednak ze studia vrtných jader. Metodicky se bude jednat o pokračování strukturně-geologických výzkumů na povrchu a zejména na vrtných jádrech (viz kap. 3.2. a 3.12.2.)

4.4. Geofyzikální detaily

Podrobná geofyzikální měření v rámci druhé etapy průzkumu lokality budou provedena na omezeném počtu detailů komplexem geofyzikálních metod. Lokalizace dílčích detailů bude poplatná výsledkům úvodní etapy prací a upřesní lokalizaci vrtných prací druhé etapy průzkumu.

4.4.1. Navrhované geofyzikální práce

Navrhujeme provedení následujících prací:

- Na 30 % původního území HYPL (tj. území o ploše asi 3 x 3 km) bude provedeno zahuštění profilů z úvodní etapy tak, aby v obou směrech byly vzdáleny 100 m od sebe (tj. bude vytyčeno a změřeno geofyzikálními metodami 115 000 m nových profilů). Na těchto profilech budou doměřeny základní geofyzikální metody
 - dipólové odporové profilování DOP s krokem 20 m (tj. 5 750 bodů),
 - magnetometrie (+ VDV) s krokem 20 m (tj. 5 750 bodů).
- Bude provedeno měření na třech geofyzikálních detailech pro upřesnění stanovišť vrtů o plochách 500 x 500 m s profily vzdálenými 50 m v obou směrech (tj. 12 000 m nových profilů). Na nich bude měřeno
 - komplexní odporové měření (celkem 12 000 m),
 - komplexní seismická měření (celkem 12 000 m),
 - gravimetrie s krokem 25 m (500 bodů).

4.4.2. Rozsah geofyzikálních prací a jejich časová finanční náročnost v 2. etapě

V rámci geofyzikálních prací budou provedeny následující úkony:

- vytyčení a zpřístupnění geofyzikálních profilů,
- tíhové měření včetně nivelace, 500 bodů,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 153 (celkem 182)

- odporové profilování DOP, 5 750 bodů,
- profilová magnetometrie (+ VDV), 5 750 bodů,
- komplexní odporové měření, 12 000 m,
- komplexní seismické měření, 12 000 m,
- zpracování a interpretace měřených dat,
- sestavení geofyzikálních modelů, geofyzikální interpretace,
- geologická interpretace, sestavení závěrečné zprávy,

Níže uvedený časový harmonogram (tab. 4.4-1.) předpokládá v začátku prací nasazení asi tři terénních skupin, takže simultánně budou měřeny alespoň tři geofyzikální metody. To je v možnostech každé větší geofyzikální firmy.

Tab. 4.4.-1. Harmonogram geofyzikálních prací druhé etapy.

Časový harmonogram geofyzikálních prací 2. etapy (definitivní)									
práce:	měsíce								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
rešeršní, reinterpretační a přípravné práce	●								
vytyčení geofyzikálních bodů a profilů		●	●						
dipólové odporové profilování DOP		●	●						
magnetometrie + (VDV)			●						
profilová gravimetrie				●					
komplexní seismická měření				●	●	●			
komplexní odporová měření				●	●	●			
zpracování a interpretace dat, sestavení geofyzikálních modelů						●	●		
geologická interpretace							●	●	
sestavení závěrečné zprávy								●	●

Finanční náročnost projektovaných prací je uvedena v příloze č. 2. V ceně jednotlivých měření je zahrnuta práce techniků a operátorů. V cenách jsou zahrnuty ceny za pronájem přístrojů, SW a další náklady.

4.5. Plošná geochemie - detaily

V druhé etapě prací předpokládáme zahuštění profilové sítě z první etapy na hustotu 100 x 100 m cca na 30 % původní plochy hypotetické lokality, tedy asi na 8 km². Plocha resp. plochy, na nichž bude zahuštění provedeno, vyplynou ze syntézy, která bude provedená na závěr první etapy prací. Bude se jednat o anomální části lokality, kde bude třeba dořešit problémy jejich stavby.

Metodika prací, která bude použita ve druhé etapě, bude zcela totožná s metodikou první etapy (viz kapitola 3.4.).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 154 (celkem 182)



Předpokládáme, že v druhé etapě bude odebráno 450 vzorků. Doba odběru bude 1 měsíc, pokud budou všechny vzorky odebírány lehkou vrtnou soupravou, resp. 2 měsíce, pokud bude muset být použita ve všech případech vibrační souprava.

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2.

4.6. Povrchová hydrogeologie a hydrochemie

Povrchové hydrogeologické, hydrologické a hydrochemické práce v druhé etapě naváží bezprostředně na první etapu prací podrobně popsanou v kapitole 3.5. Bude se jednat o následující oblasti:

- zpřesnění hydrogeologické mapy s.l.,
- pokračování monitorovacích prací a optimalizace monitorovací sítě.

4.6.1. Zpřesnění hydrogeologické mapy s.l.

S postupem vrtných prací, výzkumu ve vrtech a v průběhu monitoringu na hypotetické lokalitě bude přibývat geologických, hydrogeologických, hydrologických a hydrochemických informací a budou vznikat další podklady pro zpřesnění účelových map.

Podkladem pro zpřesnění hydrogeologické mapy s.l. bude zejména:

- aktualizovaná verze geologické mapy,
- hydraulické vlastnosti hornin zjištěné ve vrtech,
- pozice hydraulických vodičů ve vrtech,
- výsledky první etapy monitorovacích prací (vydatnosti pramenů, chemismus vod, výšky hladin podzemní vody, průtoky)

Zpřesnění se bude týkat grafické i textové části mapy. V grafické části půjde o upřesnění hydraulických vlastností hornin přiřazených jednotlivým hydrogeologickým jednotkám, zpřesnění hranic jednotek v souvislosti s novou verzí geologické mapy, doplnění vodivých strukturních prvků ověřených hydrodynamickými zkouškami ve vrtech, zpřesnění hydroizohyps, novou kategorizaci pramenů vycházející z monitorovacích prací, doplnění dokumentačních bodů, zpřesnění mapy chemizmu podzemních vod apod.

Nové poznatky, které nebude možné zobrazit v grafické části hydrogeologické mapy s.l., budou stručně zapracovány do textových vysvětlivek formou tabulek, grafů a vysvětlujícího textu.

4.6.2. Pokračování monitorovacích prací a optimalizace monitorovací sítě

Nejdůležitější monitorovací práce, zahájené v úvodní etapě výzkumu hypotetické lokality, budou pokračovat i v etapě druhé a to dle metodiky a navržených postupů uvedených v kapitole 3.5.3.

Monitorovací síť bude v průběhu druhé etapy postupně rozšiřována o nové hluboké vrty a její rozsah a interval režimních měření optimalizován na základě výsledků měření v úvodní etapě.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 155 (celkem 182)



Předpokládáme snížení počtu monitorovaných pramenů a malých vodních toků na provizorních případech, vybudování stabilních měrných objektů na pramenech s indikací hlubokého oběhu podzemních vod a v případě potřeby (členitá morfologie, složité srážkovodtokové poměry) o vybudování druhé srážkoměrné stanice a měrného objektu na vodním toku. Pokud by mohly být technickými pracemi na lokalitě ovlivněny zdroje podzemních vod (domovní, obecní studny) budou do monitorovací sítě zahrnuty i tyto stávající objekty. Jejich monitoring bude sloužit jako podklad pro případné řešení střetů zájmů.

Současně bude optimalizován interval odběru vzorků podzemních vod.

Po vyhodnocení hydrogeochemických dat získaných v první etapě bude rozhodnuto které chemické složky budou dále analyzovány a které izotopy budou dále měřeny. Předpokládá se vypuštění analýz těch stopových prvků, které budou většinou pod detekčním limitem. Z izotopů bude v druhé etapě měřen pouze izotop ^{18}O s cílem určit množství základního odtoku podzemní vody z území.

4.6.3. Způsob vyhodnocení a prezentace výsledků

Nová verze hydrogeologické mapy s.l. bude zpracována metodikou popsanou v kapitole 3.5.1. Primární data z monitorovacích prací budou zpracována pomocí odpovídajících softwarů do časových řad měřených veličin v tabulkové a grafické formě, začleněna do databáze a statisticky zpracována.

Výsledky monitoringu budou vyhodnoceny v ročních etapových zprávách (ke konci hydrologického roku – 31.10.). V etapové zprávě budou data shrnuta za celé zkoumané období a budou zveřejněny výsledky a z nich vyplývající závěry.

Shrnující závěrečná zpráva bude zpracována po tříletém (3 celé hydrologické roky) cyklu. V tomto období budou naměřené datové řady představovat dostačující podklad pro první stanovení základních charakteristik. V rámci závěrečného zpracování režimových pozorování budou vyhodnoceny charakteristiky vodních stavů, odtokové poměry, teplotní charakteristiky vodotečí a podzemních vod a parametry jakosti podzemních a povrchových vod.

4.6.4. Zdůvodnění přínosu metody

Zjištěné údaje o klimatických poměrech průzkumné oblasti, povrchovém odtoku, úrovních hladin podzemních vod, vydatnostech pramenů a o kvalitativních ukazatelích povrchových a podzemních vod představují soubor podkladů potřebných pro hodnocení stavu a režimu oběhu vod zájmového území. Popis a sledování stavu přírodního prostředí, jehož nedílnou součástí jsou podzemní a povrchové vody, je základním předpokladem pro objektivní hodnocení vlivu destruktivní fáze výzkumu a výstavby úložiště na hostitelskou strukturu. Jak vlastní zdrojová data, tak i odvozené charakteristiky budou současně využívány jako vstupy do řešení navazujících úloh (modelové výpočty, vyhodnocení kritických zátěží, projektování staveb aj.).

Získaná data budou sloužit při řešení střetů zájmů jako důkazní materiál.

4.6.5. Časová náročnost

Zpřesnění hydrogeologické mapy proběhne během dvou kalendářních měsíců.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 156 (celkem 182)



Režimní měření budou probíhat po celou dobu výzkumu hypotetické lokality. Kontrolu monitorovaných objektů, manuální režimní měření a odběr vzorků předpokládáme v rozsahu 5 dní měsíčně.

Zprovoznění nových objektů monitorovací sítě předpokládáme v rozsahu 6-9 měsíců, výstavba monitorovacích stanic musí probíhat mimo období zámrazu. Rychlost uvedení sítě do provozu bude záviset také na rychlosti a úspěšnosti stavebního řízení.

4.6.6. Finanční náročnost

Finanční náročnost prací na zpřesnění hydrogeologické mapy je uvedena v příloze č. 2. Ceny terénních prací, zpracování dat a chemických analýz jsou uvedeny pro jeden rok monitoringu.

4.7. První průběžné vyhodnocení

Stejně jako v první etapě prací bude i ve druhé před realizací vrtů provedeno shrnutí dosažených výsledků, jehož výsledkem bude zdůvodněné rozhodnutí o optimální lokalizaci dalších dvou vrtů do hloubky 500 m. Průběžného vyhodnocení, jehož závěr bude prezentován formou stručné zprávy, se zúčastní kromě zodpovědného řešitele:

- geolog mapér,
- strukturní geolog,
- hydrogeolog
- geofyzik,
- geochemik,
- karotážník,
- specialista na vrtné práce.

Předpokládáme, že průběžné vyhodnocení bude trvat včetně nezbytné přípravy 2 měsíce a celkový náklad na ně bude 6 člm/VŠ a cca 50 000,- Kč na průběžnou zprávu. V této části nejsou zahrnuty náklady na účast zodpovědného řešitele, jehož průběžná činnost je rozpočtovaná odděleně.

Finanční náklady jsou vyčísleny v příloze č. 2.

4.8. Druhé průběžné vyhodnocení

Bude, stejně jako v první etapě prací provedené po realizaci a základním vyhodnocení dvou vrtů do hloubky 500 m s cílem navrhnout a zdůvodnit optimální lokalizaci druhého vrtu do 1000 m. Průběžného vyhodnocení, jehož závěr bude prezentován formou stručné zprávy, se zúčastní kromě zodpovědného řešitele:

- geolog mapér,
- strukturní geolog,
- hydrogeolog
- geofyzik,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 157 (celkem 182)



- geochemik,
- karotážník,
- specialista na vrtné práce.

Předpokládáme, že včetně nezbytné přípravy bude druhé průběžné vyhodnocení trvat 4 měsíce a náklady na ně se budou odvíjet z potřeby 10 člm/VŠ a 100 tis. Kč na zpracování průběžné zprávy. V této částce nejsou zahrnuty náklady na účast týmu zodpovědného řešitele, jehož průběžná činnost je rozpočtována odděleně.

Finanční náklady jsou vyčísleny v příloze č. 2.

4.9. Jádrové vrty do hloubky 500 m

4.9.1. Způsob realizace

Stejně jako v první etapě, je i ve druhé projektována realizace dvou jádrových vrtů do hloubek 500 m. I tyto vrty budou provedeny technologií W-L.

Pro jejich předpokládaný geologický profil, konstrukci, požadavky na výplachovou kapalinu, techniku a přípravu pracoviště platí beze zbytku vše, co bylo řečeno v kapitole 3.10.1. tohoto projektu.

Typová konstrukce vrtu do hloubky 500 m v jednoduchých geologických podmínkách je uvedena na obr. 3.10.-2. Na obr. 3.10.-3 je pak konstrukce vrtu stejné hloubky ve složitých geologických podmínkách.

4.9.2. Časový průběh prací

Doba potřebná k realizaci jednoho vrtu do hloubky 500 m je v optimálním případě cca 6 týdnů včetně prostoje při provádění karotážních měření. Realizace obou vrtů včetně času potřebného k přestěhování soupravy zabere tedy cca 16 týdnů (4 měsíce). Z uvedeného je patrné, že projekt předpokládá postupnou realizaci obou vrtů. To umožní účast stejné vrtné osádky i shodného týmu specialistů.

V průběhu vrtání se předpokládá nepřetržitý provoz vrtné soupravy (denní a noční směny vrtné osádky) za stálého technického dozoru vrtné firmy.

Do časového harmonogramu není započítán čas pro provedení čerpacích zkoušek v průběhu vrtání dle dispozic geologické služby.

4.9.3. Finanční náročnost

Finanční náročnost vrtných prací (2 vrty do hloubky 500 m) je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace neuvažuje karotáž a hydrogeologické testy v průběhu vrtání. Kalkulace rovněž nezahrnuje:

- nákup, výrobu nebo pronájem měřicí a pakrovací techniky, servisní práce technika při usazování pakru,
- náklady na pronájem pozemků, zřízení a likvidaci příjezdových cest a škod na pozemcích a komunikacích, které jsou rozpočtovány v rámci kapitoly Střety zájmů, náhrada škod.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 158 (celkem 182)



V případě, že bude realizován orientovaná odběr jádra (viz kapitola 3.10) se náklady na realizaci vrtů zvýší o částku 334 258,- Kč, která rovněž není do kalkulace zahrnuta.

4.10. Jádrový vrt do hloubky 1000 m

4.10.1. Způsob realizace

V druhé etapě prací bude na lokalitě odvrtán druhý vrt do hloubky 1000 m. Způsob realizace tohoto vrtu bude shodný s realizací vrtu stejné hloubky v první etapě prací. I v tomto případě bude použita shodná technologie vrtání (W-L). Stejně budou s velkou pravděpodobností i další parametry a podmínky realizace vrtu, které jsou uvedeny v kapitole 3.10.2.

S ohledem na nedostatek zkušeností s vrty do hloubky 1000 m nelze zcela vyloučit, že po realizaci prvního takto hlubokého vrtu navrhne vrtná firma určitou modifikaci postupu a technologie vrtání. V takovém případě bude tento návrh zapracován do změny projektu před zahájením druhé etapy prací (viz kapitola 4.1.).

Typová konstrukce vrtu do 1000 m je na obr. 3.10.-4.

4.10.2. Časový průběh prací

Za předpokladu nepřetržitého provozu je optimální doba potřebná k realizaci 1000 m hlubokého vrtu 3 – 4 měsíce od předání pracoviště. Tento čas nezahrnuje prostoje spojené s karotáží a hydrogeologickými testy v průběhu vrtání. Z těchto důvodů je v harmonogramu prací (příloha č.1) uvažována přiměřeně delší doba.

4.10.3. Finanční náročnost

Finanční náročnost realizace vrtu do hloubky 1000 m je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace neuvažuje karotáž a hydrogeologické testy v průběhu vrtání. Kalkulace rovněž nezahrnuje:

- nákup, výrobu nebo pronájem měřicí a pakrovací techniky, servisní práce technika při usazování pakru,
- náklady na pronájem pozemků, zřízení a likvidaci příjezdových cest a škod na pozemcích a komunikacích, které jsou rozpočtovány v rámci kapitoly Střety zájmů, náhrada škod.

V případě, že bude realizován orientovaná odběr jádra (viz kapitola 3.10) se náklady na realizaci vrtu zvýší o částku 334 258,- Kč, která rovněž není do kalkulace zahrnuta.

4.11. Testy ve vrtech

4.11.1. Karotáž

4.11.1.1. Způsob provádění, rozsah prací

Karotážní měření budou provedena na všech vrtech, které budou v rámci druhé etapy prací odvrtány. Pro práce v druhé etapě bude použit stejný komplex metod, který je popsán v kapitole 3.11.1. tohoto projektu. Použití shodných metod má v případě karotážních měření

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 159 (celkem 182)



ještě jeden efekt – umožní do jisté míry porovnávat výsledky měření v jednotlivých vrtech mezi sebou. Kromě komplexu metod bude z první etapy prací přejet i způsob měření:

- základní soubor karotážních metod v intervalech po 250 m, metody, které používají zářiče v tyčích,
- soubor speciálních karotážních metod po ukončení vrtů a po zajištění jeho dokonalé průchodnosti.

I v druhé etapě prací by bylo účelné rozšířit navrhovaný soubor karotážních metod měřením průtokoměrem firmy POSIVA formou subdodávky.

V druhé etapě prací budou karotovány dva vrty 500 m hluboké a jeden vrt hluboký 1000 m, celkem tedy 2000 m vrtů.

4.11.1.2. Časová a finanční náročnost

Časová náročnost měření na vrtech je uvedena v následující tab. 4.11.-1

Tab. 4.11.-1. Časová náročnost karotážních měření:

metodika měření	vrt do 500 m	vrt do 1000 m
Měření základního souboru metod do hloubky 250 m	2 dny	2 dny
Měření základního souboru metod do hloubky 500 m	-	3 dny
Měření základního souboru metod do hloubky 750 m	-	3 dny
Měření úplného komplexu metod po dokončení vrtu	4 dny	5 dní
Měření propojení dvojice vrtů kombinací VTZ a karotáže	-	5 dní

Finanční náročnost karotážních měření je uvedena v příloze č. 2. Kalkulovaná cena zahrnuje náklady na měření, dopravu a zpracování výsledků.

4.11.2. Vrtní geofyzika

4.11.2.1. Základní charakteristika metodiky

Problematika pojednávána v této kapitole se shoduje po stránce metodické i manažerské s pracemi uváděnými v kapitole 3.11.2, kde byla metodika podrobně probrána pro potřeby 1. etapy průzkumných prací. Po odborné stránce proto odkazujeme na zmiňovanou kapitolu výše.

Všechny vrtné práce provedené na lokalitě budou využity pro metody vrtní geofyziky. Předpokládá se zejména využití seismické tomografie a vrtní refrakce. V zásadě budou vždy umísťovány seismické geofony do vrtu a seismické rozruchy (odpaly) budou situovány do okolí vrtu. Charakteristická budou uspořádání, kdy ve vrtu bude umísťována kolona geofonů s krokem po 20 metrech. Na povrchu pak budou prováděny odpaly na dvou křížových

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 160 (celkem 182)



profilech se středem v místě vrtu. Krok seismických rozruchů bude vesměs po 50 až 100 metrech. Pokud bude možno pracovat s dvojicemi vrtů, které budou k sobě vzájemně přiblíženy (na cca 10 až 50 metrů), bude realizována i klasická seismická tomografie s prostřelováním mezi vrty.

Cílem prací bude vyhodnotit geologické (geotechnické) poměry v blízkém okolí vrtů, tj. v místech, kam vrt nezasáhne a klasická karotáž již nemůže proniknout. Důsledné využití vrtných variant měření je zásadní.

4.11.2.2. Časová a finanční náročnost

Vrtní geofyzika bude probíhat v těsném sledu po dokončení vrtných prací. Pro lokalitu se předpokládá čas na terénní práce v době trvání asi 20 pracovních dnů. Zpracování dat a jejich vyhodnocení (nikoliv konečná závěrečná zpráva) bude vyžadovat asi 80 pracovních dní.

Finanční náročnost prací vrtní geofyziky je uvedena v příloze č. 2.

4.11.3. Geotechnické testy ve vrtu

4.11.3.1. Základní charakteristika metody

Geotechnické testy ve vrtech budou probíhat ve stejném rozsahu a se stejným cílem jako na hlubokých vrtech (do 500 a do 1000 m) v první etapě průzkumu (viz kapitolu 3.11.3.). Budou realizovány následující metody:

- metoda hydraulického štěpení stěn vrtu,
- měření napět'ového stavu horninového masivu metodou odlehčeného vrtného jádra.

Získaná data budou sloužit k stanovení optimálního směru ražby podzemních děl při zajištění jejich maximální stability a rovněž přispějí k řešení a hodnocení strukturní stavby zkoumané části masivu.

Geotechnické testování musí být realizováno v nezapažených vrtech o průměru 76 mm a větším. Měření napět'ového stavu horninového masivu je destruktivního charakteru. K této skutečnosti musí být přihlédnuto při realizaci ostatních testovacích metod ve vrtu, karotážního měření, vrtní geofyziky a zejména hydrogeologických testů při stanovení jejich pořadí. Porušení stěny vrtu nemusí mít výrazně negativní dopad na hydrogeologická pozorování také proto, že geotechnické testy budou z pochopitelných důvodů aplikovány v neporušených intervalech vrtu (podle karotážního měření), kdežto hydrogeologické testy budou vázány převážně na rozpukané partie.

4.11.3.2. Časová a finanční náročnost

Časovou náročnost měření nelze, stejně jako u první etapy, stanovit přesně, pracnost některých metod je závislá na charakteru horninového masivu, o kterém v současnosti nemáme informace. Předpokládáme, že práce druhé etapy, včetně dílčího vyhodnocení výsledků budou trvat 5 měsíců.

Finanční náročnost testů ve vrtech je uvedena v příloze č. 2.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 161 (celkem 182)



4.11.4. Hydrodynamické zkoušky v hlubokých vrtech, odběr podzemních vod

4.11.4.1. Stručný popis principu metody

V hlubokých vrtech 2. etapy výzkumu hypotetické lokality budou provedeny hydrodynamické zkoušky i odběr vzorků podzemních vod stejnou metodikou a ve stejném rozsahu jako v hlubokých vrtech úvodní etapy (kapitola 3.1.4.).

Pokud budou více hlubokými vrty na lokalitě zastiženy významné vodivé struktury (puklinové zóny) a bude možné předpokládat, že se jedná o struktury regionálního charakteru významně ovlivňující proudění podzemních vod v prostoru hypotetické lokality, bude v závěru výzkumných prací realizována dlouhodobá interferenční (skupinová) hydrodynamická zkouška. Jejím cílem bude ověření hydraulických vlastností hlavních vodičů podzemní vody v prostoru lokality a zjištění míry jejich vzájemného propojení a komunikace.

Metodika a délka interferenční zkoušky se bude řídit konkrétními poměry na lokalitě, výskytem a polohou vodivých zón a vzdáleností vrtů. Před realizací bude zpracován podrobný projekt zkoušky, jemuž bude předcházet vyhodnocení veškerých dat z hydrodynamického testování z mělkých i hlubokých vrtů.

Předpokládáme, že se bude jednat o čerpací zkoušku, případně o vodní tlakovou zkoušku na izolovaném úseku vrtu s délkou trvání do 3 týdnů. Odezvy na HZ budou kontinuálně monitorovány v okolních vrtech a to buď pomocí tlakového čidla s datalogerem ve volném vrtu nebo pomocí multipakového systému (systém pakrů a tlakových snímačů napojených na datovou jednotku) v několika izolovaných etážích vrtů sousedních. Pokud budou na lokalitě vhodné geologické podmínky, bude tato interferenční zkouška současně zkouškou stopovací. Do izolovaného úseku vrtu bude vtlačěn stopovač a čas a místa jeho příchodu do okolních vrtů budou monitorovány karotážním měřením, případně periodickým odběrem vzorků.

4.11.4.2. Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků

Kromě běžného vyhodnocení interferenční zkoušky pomocí analytických vzorců a příslušných softwarů bude přímým výstupem 3D koncepční model lokality s prostorovou orientací a znázorněním míry propojení hlavních vodivých struktur na hypotetické lokalitě. Interferenční zkouška bude zhodnocena ve zvláštní etapové zprávě.

4.11.4.3. Zdůvodnění použití metody v projektu – přínos

Interferenční zkouška doplní potřebné znalosti o prostorovém rozložení a vlastnostech vodivých struktur na lokalitě tak, aby bylo možné zodpovědně rozhodnout, zda jejich výskyt nevyklučuje výstavbu hlubinného úložiště.

4.11.4.4. Časová a finanční náročnost

Vlastní délku trvání interferenční HZ předpokládáme do 3 týdnů, vlastní zkoušce musí předcházet příprava a vývoj technického vybavení a projekční práce v rozsahu 6-9 měsíců. Vyhodnocení a sestavení etapové zprávy pak bude v délce 2 měsíců.

Finanční náročnost hydrodynamických zkoušek druhé etapy prací je uvedena v příloze č. 2. Uvedená cena interferenční HZ je stanovena odhadem a zahrnuje použití technického

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 162 (celkem 182)



vybavení, které doposud není v České republice dostupné, instalaci multipakrových systémů a zprovoznění monitorovací sítě. Ceny nezahrnují manipulaci a prostoje vrtné soupravy. V cenách jsou zakalkulovány náklady na dílčí vyhodnocení a etapovou zprávu.

Ve finančním odhadu není uvedena částka na dlouhodobý monitoring, jehož průběh předpokládáme i po ukončení projektovaných prací.

4.11.5. Hydrogeologické testy v průběhu vrtání

4.11.5.1. Průběh testů a jejich vyhodnocení

Hydrodynamické zkoušky (HZ) v průběhu vrtných prací budou také ve druhé etapě prací realizovány pouze v případě nestability vrtného stvolu u pilotních a hlubokých vrtů (viz kapitola (3.11.5.)). Postup při jejich provádění bude zcela stejný jako v případě první etapy prací.

Hydrodynamické zkoušky budou provedeny s pomocí jednoho pakru, který bude umístěn nad nestabilní polohou. Pakr bude izolovat testovaný úsek od ostatních částí vrtu. Typ HZ a délka jejího trvání bude záviset na hydraulických vlastnostech porušeného úseku

Způsob vyhodnocení a forma prezentace výsledků bude rovněž totožná s dříve prováděnými testy (musí být zachována možnost srovnání).

4.11.5.2. Časová a finanční náročnost

Odhad časové náročnosti je do 5 dní na jeden vrt.

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2. Cena je kalkulovaná pro testování zahrnující pět 12 hodinových směn, odpovědného hydrogeologa, pronájemy pakrů s asistencí techniků, vyhodnocení a prezentaci dat.

V ceně nejsou zahrnuty prostoje vrtné soupravy (cca 120 000,- Kč).

4.12. Analýzy vrtného jádra

Zásady nakládání s vrtným jádrem byly detailně formulovány v kapitole 3.12. tohoto projektu. Všechny formulované zásady a postupy budou beze zbytku platit i v případě vrtů druhé etapy prací.

4.12.1. Petrografická a geochemická charakteristika

4.12.1.1. Základní petrografická a geochemická charakteristika hornin

Stejně jako v první etapě bude vzorkováno půlené jádro (vždy 1 m dlouhý úsek v interalu 10 m). Zpracování vzorků bude stejné jako na dokumentačních bodech ke geologické mapě. Bude zhotoven a petrograficky výbrus horniny, budou určeny horninotvorné a akcesorické minerály, jejich složení bude stanoveno na mikrosondě. Cca 5-10 cm dlouhý kousek jádra bude ponechán jako dokladový vzorek, zbytek bude rozemlet a homogenizován pro chemickou analýzu. V následující tabulce 4.12-1 jsou sumarizovány počty laboratorních prací pro petrografickou a geochemickou charakteristiku 2500 m vrtného jádra, z první etapy prací.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 163 (celkem 182)



Tab. 4.12.-1. Sumarizace laboratorních prací

Metoda	počet vzorků
Leštěný výbrus	200
vzorek pro mikrosundu	80
silikátová analýza	200
analýza stopových prvků	200

Finanční náročnost geologické dokumentace vrtného jádra a potřebných laboratorních prací je uvedena v příloze č. 2

4.12.1.2. Mineralogie puklin

Mineralogické složení výplní puklin bude na jádrech získaných v druhé etapě prací studováno s použitím metodiky, která bude zcela shodná s metodikou popsanou v projektu prací první etapy (viz kapitola 3.12.1.2.).

Předpokládáme, že i frekvence odběru vzorků na jednotlivé testy bude stejná jako v první etapě prací s tím, že už nebudou odebírány povrchové vzorky. Předpokládané počty vzorků pro jednotlivé metody jsou uvedeny v tab. 4.12.-2

Tab. 4.12.-2. Počty vzorků pro jednotlivá stanovení.

Metoda	počet vzorků
rtg prášk. difrakce	100
mikrosonda	70
fluidní inkluze	65
stabilní izotopy	65

Finanční náročnost je uvedena v příloze č. 2.

4.12.2. Strukturní dokumentace vrtných jader

Úkolem strukturní dokumentace vrtných jader je systematicky a kvantitativně popsat všechny deformační struktury, určit jejich časové a superpoziční vztahy a případně určit tlakově-teplotní podmínky nebo vliv tlaku fluid či kompakce na jejich vznik.

Strukturní dokumentace vrtných jader bude v druhé etapě prací probíhat naprosto stejně jako v etapě první. Podrobný popis metodiky je v kapitole 3.12.2. tohoto projektu.

Všechny zaznamenané a identifikované struktury jsou posléze převedeny do informačního systému. Tyto informace jsou později korelovány s výsledky geofyzikálních, hydrogeologických a karotážních metod, zejména pak výsledky analýzy video a akustické karotáže z vrtů za účelem určení geografické orientace strukturních prvků.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 164 (celkem 182)



Strukturní dokumentace vrtných jader musí probíhat v souslednosti s vrtnými pracemi a musí předcházet jakékoliv destrukční práce na jádře.

Časová náročnost.

- strukturní dokumentace vrtných jader 200 hod.
- interpretace, zpráva 60 hod.

Finanční náročnost strukturní dokumentace vrtných jader v druhé etapě prací je uvedena v příloze č. 2.

4.12.3. Plošná geochemie

Propojení výsledků získaných povrchovou geochemií s výsledky chemických analýz vrtných jader umožní získat základní představu o prostorovém rozložení sledovaných parametrů a sestavení 3D geochemického modelu daného výřezu zemské kůry.

Za tímto účelem projektujeme stejně jako v první etapě prací u všech vrtů odběr pevných vzorků hornin z vrtných jader stejným způsobem, jaký je popsán u jader z vrtů první etapy v kapitole 3.12.2. Za optimální krok vzorkování u vrtů do 500 m a do 1000 m vzorkování s krokem 6 m. Z vrtů, které budou realizovány v první etapě prací, předpokládáme odběr 458 vzorků.

Příprava vzorků k chemické analýze (drcení, kvartace a mletí na analytickou jemnost) bude provedena v České republice, vlastní chemické analýzy (whole rock analysis) budou zadány atestované laboratoři buď v ČR, nebo v zahraničí. Škála stanovovaných prvků bude stejná jako v případě plošné geochemie (viz kap. 3.1.4), doplněna bude pouze o stanovení FeO.

Finanční náročnost prací je uvedena v příloze č. 2.

4.12.4. Petrofyzikální vlastnosti hornin

4.12.4.1. Náplň a rozsah prací

Na vzorcích z vrtných jader získaných v druhé etapě prací, budou stejně jako v první etapě zkoumány budou následující parametry hornin:

- hustotní parametry,
- rezistivita hornin,
- přirozená radioaktivita hornin,
- rychlost šíření podélných elastických vln,
- magnetické vlastnosti hornin.

Zkoumání těchto parametrů sleduje stejný cíl, jaký je popsán v kapitole 3.12.3. tohoto projektu. Ve stejné kapitole jsou detailně popsány jednotlivé metody a jejich přínos.

Pro druhou etapu bude použita stejná metodika prací jako pro etapu první. Bude rovněž použita stejná frekvence vzorkování pro jednotlivé zkoušky (viz následující tabulka 4.12.-3).

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 165 (celkem 182)



Tab. 4.12.-3. Počty vzorků pro zkoumání petrofyzikálních vlastností hornin

Metoda	vrty do 500 m		vrt do 1000m	celkem
	1 vrt	celkem		
Hustotní parametry	50	100	100	200
Rezistivita	20	40	40	80
Radioaktivita	50	100	100	200
<i>Studium podélných vln</i>				
Pulzní transmise	2	4	4	8
Rychlost šíření vln	20	40	40	80
<i>Magnetické vlastnosti</i>				
Magnetická anizotropie	35	70	60	130
Magnetická susceptibilita	50	100	100	200
AMS	35	70	60	130
Termoanalýza	10	20	10	30

4.12.4.2. Časová a finanční náročnost

Časová náročnost zpracování jednotlivých zkoušek je velmi rozdílná (viz tab. 3.12.-2). Předpokládáme, že zpracování všech odebraných vzorků si vyžádá cca 4 měsíce od okamžiku, kdy budou vzorky dodány do laboratoří. Zhodnocení výsledků a zpracování dílčí zprávy potrvá další cca 3 měsíce.

Finanční náročnost zpracování petrofyzikálních vzorků je uvedena v příloze č. 2. V ceně jednotlivých stanovení je zakalkulována příprava vzorků a zhodnocení výsledků.

4.12.5. Geomechanické vlastnosti hornin

4.12.5.1. Náplň prací

Ve druhé etapě prací budou na jádře provedeny stejné testy, jako v etapě první:

- digitální skenování obrazu vrtného jádra,
- zařazení horninového masivu podle indexových geomechanických klasifikačních systémů,
- stanovení vnitřní stavby a stavební anizotropie horniny,
- stanovení porozimetrických charakteristik horniny vysokotlakou rtuťovou porozimetrií,
- stanovení průběhu nasákavosti jako funkce času a výšky hladiny vody vč. odparu vody z pórového prostoru do volného prostoru za laboratorních podmínek,
- mineralogická identifikace zvětrání horniny,
- stanovení tepelné vodivosti a tepelné kapacity,

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 166 (celkem 182)



- stanovení tepelné roztažnosti horniny,
- stanovení abrazivnosti horniny,
- stanovení pevnosti v prostém tlaku, modulu pružnosti a poissonova čísla horniny,
- stanovení pevnosti v příčném tahu,
- triaxiální test deformace horniny za trojosého stavu napjatosti,

Podrobný popis jednotlivých metod je uveden v kapitole 3.12.4.

4.12.5.2. Rozsah prací, časová a finanční náročnost

Počet stanovení jednotlivými metodami a čas potřebný na jejich přípravu a realizaci je patrný z následující tab. 4.12.-4.

Tab. 4.12.-4. počet stanovení a jejich časová náročnost (údaje pro lokalitu).

Metoda	počet stanovení	příprava	realizace
digitální skenování obrazu vrtného jádra	2000 m		
zařazení horninového masivu podle indexových geomechanických klasifikačních systémů	2000 m	40 hod.	180 hod.
stanovení vnitřní stavby a stavební anizotropie horniny	30	264 hod.	726 hod.
stanovení porozimetrických charakteristik horniny vysokotlakou rtuťovou porozimetrií	30	29 hod.	296 hod.
stanovení porozimetrických charakteristik horniny vysokotlakou rtuťovou porozimetrií	15	22 hod.	2000 hod.
mineralogická identifikace zvětrání horniny	75	225 hod.	640 hod.
stanovení tepelné vodivosti a tepelné kapacity	54	43 hod.	128 hod.
stanovení tepelné roztažnosti horniny	54	27 hod.	131 hod.
stanovení abrazivnosti horniny	54	58 hod.	198 hod.
stanovení pevnosti v prostém tlaku, modulu pružnosti a poissonova čísla	30	15 hod.	303 hod.
stanovení pevnosti v příčném tahu	30	20 hod.	34 hod.
triaxiální test deformace horniny za trojosého stavu napjatosti	30	19 hod.	304 hod.

Finanční náročnost projektovaných prací je uvedena v příloze č. 2.

4.12.6. Stanovení migračních parametrů hornin

Vyhodnocení migračních vlastností hornin je založeno na konceptu:

- 1) vyhodnocení sorpčních vlastností
 - a) primární screening: stanovení CEC a specifického povrchu
 - b) stanovení Kd: vsádkové experimenty

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 167 (celkem 182)



- 2) stanovení pórovitosti
- 3) vyhodnocení difúzních vlastností
 - a) primární screening, včetně stanovení D_e a F_f : TEM
 - b) stanovení D_e : difúzní experimenty

Stanovení migračních parametrů hornin je detailně popsáno v kapitole 3.12.5. Z popisu metodik a zejména z kalkulace času potřebného k realizaci testů a jejich vyhodnocení je patrné, že komplexní výsledky prací na vzorcích první etapy nebudou k dispozici dříve než za 24 měsíců po zahájení prací. Z toho plyne, že zpráva za první etapu prací nemůže obsahovat kompletní výsledky popisovaných testů. Ty budou k dispozici teprve pro závěrečnou zprávu druhé etapy.

Tato skutečnost nás vede k návrhu nerealizovat v druhé etapě prací stanovení migračních parametrů hornin, ale pouze odebrat vzorky z vrtů v takovém množství, aby na nich bylo možno realizovat testy popsanou metodikou. Počty vzorků jsou uvedeny v tab. 4.12.-5. Při realizaci testů by se zcela neúměrně prodloužil termín předložení závěrečné zprávy za obě etapy a termín požadovaný Koncepcí (MPO 2002) uvedený v kapitole 1.4.2. by nebylo možno splnit.

Tab. 4.12.-5. Počty vzorků pro stanovení migračních parametrů hornin z vrtů 2. etapy.

Stanovení	počty vzorků	
	2 vrty 500 m	1 vrt 1000 m
Vyhodnocení sorpčních vlastností	76	79
Vsázkové sorpční experimenty	38	42
Stanovení pórovitosti metodou nasycení vodou	76	79
Vyhodnocení difúzních vlastností	86	68
Difúzní experimenty	26	20

Celkem se jedná o 590 vzorků z vrtů druhé etapy, které by byly odebrány z vrtného jádra.

Vyhodnocení vzorků by bylo možné mimo rámec projektovaného úkolu.

Z uvedených důvodů jsou do finanční náročnosti 2. etapy započítány pouze 2 člm/VŠ za prohlídku vrtných jader a předpis míst pro odběr vzorků (viz příloha č. 2).

4.12.7. Rekapitulace požadavků na vrtné jádro

Množství jádra potřebné na vzorky nelze určit přesně, protože kromě pravidelného intervalového vzorkování se budou odebírat i vzorky z puklin a jiných nehomogenit, jejichž množství lze jen velmi přibližně odhadnout. Při sumaci požadavků vzorků pro různé metody pro vrty realizované ve druhé etapě průzkumných prací lze dojít k těmto hrubým odhadům:

- sumární požadavky zde dosahují cca 12% celého jádra a
- cca 16% půleného jádra.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 168 (celkem 182)



Tyto požadavky jsou zcela akceptovatelné jak z hlediska zachování hmotné dokumentace, tak z hlediska případného dalšího vzorkování.

Do výše uvedené rozvahy nejsou započítány požadavky Geominu na průběžné vzorkování pro plošnou variantu geochemie, ale navržený způsob vzorkování nezvýší požadavky nijak dramaticky.

4.13. Měřičské práce

4.13.1. Specifikace prací

Cílem prací je geodetické vytýčení a zaměření detailní sítě sítě pro odběr geochemických vzorků a pro geofyzikální měření a dále vytýčení a zaměření technických prací a průzkumných vrtů.

Práce budou v otevřeném terénu prováděny s pomocí geodetické stanice GPS. V místech pokrytých vegetací, v zastavěných plochách a ostatních lokalitách, kde nebude dostatečná viditelnost satelitů GPS, budou práce prováděny klasickými měřickými metodami s použitím totální stanice s automatickým sběrem naměřených dat. Měření budou prováděna ve 3. třídě přesnosti mapování. Metodika prací není podrobně popisována, neboť se jedná o rutinní měřičské práce, které jsou běžně používány v průběhu realizace geologického průzkumu.

4.13.2. Rozsah prací

Rozsah prací byl stanoven po konzultaci s řešiteli jednotlivých kapitol částečně výpočtem, částečně kvalifikovaným odhadem a může se v jednotlivých oblastech lišit.

- příprava sítě pro vzorkování – 30 % zájmové lokality bude pokryta sítí 100x100 m, to Vzorkovací síť bude využita pro odběry geochemických vzorků a pro provedení několika druhů geofyzikálního měření,
- vytýčení vzorkovací sítě v terénu – 450 bodů vytýčených dle připravené sítě stabilizovaných dřevěnými kolíky nebo plastovými mezníky. Harmonogram terénních prací bude upřesněn podle vyřešení střetů zájmů, resp. povolení vstupu na pozemky,
- vytýčení a následné zaměření 3 vrtů

Veškeré souřadnice změřené v rámci této kapitoly budou shromážděny v databázi, která bude vytvořena v databázovém systému MS Access. Pro využití v systémech GIS budou převedeny do výměnného formátu SHP firmy ESRI.

Souřadnice budou v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému BPV.

4.13.3. Odhad časové a finanční náročnosti

Maximum měřičských prací bude soustředěno do počáteční fáze 2. etapy průzkumu, kdy budou připraveny a vytyčeny vzorkovací sítě pro geochemii a geofyzikální měření. Dále v průběhu prací budou vytyčeny a zaměřeny projektované vrty a na závěr zpracovány výsledky

Odhad finanční náročnosti měřičských prací je uveden v příloze č. 2

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 169 (celkem 182)



4.14. Střety zájmů, náhrady škod

4.14.1. Cíl prací

Cílem prací je vyřešení střetů zájmů a získání povolení k vstupu na pozemky pro potřeby realizace geologického průzkumu na hypotetické lokalitě pro situování úložiště radioaktivního odpadu. Součástí činností je i cílené šíření informací o prováděných pracích tak, aby byl zajištěn bezkonfliktní průběh projektovaných prací v plánovaném věcném i časovém rozsahu, včetně řešení náhrad škod při provádění těchto prací. Práce budou navazovat na činnost popsanou v kapitole 3.14. tohoto projektu, ve které je rovněž detailní popis jednotlivých činností.

4.14.2. Aktualizace střetů zájmů

V úvodní etapě prací budou kontaktovány všechny dotčené orgány státní správy – krajské úřady a jimi zřizované organizace, dotčené obce a správci sítí a technické infrastruktury. Šetření a sběr dat se bude týkat především aktualizace těchto informací a podchycení eventuálních změn proti stavu na počátku první etapy prací:

- vodohospodářské sítě, ochrana vodních zdrojů a zátopové oblasti (územní plány obcí, územní plány VÚC, údaje ze základní vodohospodářské mapy, informace OÚ),
- energetické liniové stavby – energetické sítě, plynovody (vektorová data správců sítí, situační zákresy),
- spoje, telekomunikační rozvody (vektorová data správců sítí, situační zákresy),
- ochranná pásma silniční a železniční sítě, letecká doprava,
- surovinové zdroje - evidovaná ložiska nerostných surovin, CHLÚ, DP, včetně souvisejících informací – existence poddolovaných území, stará a průzkumná důlní díla (data poskytnutá ČBÚ a ČGS – Geofond),
- ochrana přírody a krajiny – informace z ÚSES, tj. biokoridory, biocentra, významné krajinné prvky, z NATURA 2000 a další informace z krajských úřadů a MŽP,
- ochrana půdy a lesních porostů – data z územního plánu VÚC převzatá od Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa, informace o kategorizaci lesních porostů od krajských úřadů,
- ochrana kulturních, historických a archeologických památek – informace Národního památkového úřadu.

Identifikace střetů v této etapě proběhne korespondenční formou s možným upřesněním informací při osobním jednání s případným terénním šetřením. Výstupem této činnosti bude sestavení střetové mapy, která s mapou vlastnických vztahů vytvoří základní nástroj pro další postup prací ve věci vyřizování vstupů pro projektované technické práce v průzkumném území i při projednávání všech navazujících aktivit a záměrů.

4.14.3. Identifikace vlastníků

I v případě vlastníků pozemků půjde pouze o pochycení reálného stavu, resp. evidenci změn za období od zahájení první etapy prací.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 170 (celkem 182)



4.14.4. Šíření informací

Bude pokračovat v rozsahu popsaném v kapitole 3.14.4. Pokládáme za vhodné, aby bylo zajištěno šíření informací i v období mezi oběma etapami prací (není rozpočtováno).

4.14.5. Pasportizace individuálních vodních zdrojů a stavu objektů

V druhé etapě prací budou pouze dokumentovány změny proti původní pasportizaci, provedené v rámci první etapy prací

4.14.6. Řešení infrastrukturních střetů zájmů

V průběhu projektování jednotlivých průzkumných činností budou zjišťovány skutečnosti, zda-li se navrhované práce nedostávají do střetu se zájmy chráněnými zvláštními právními předpisy, zejména pak technické infrastruktury. V případě střetu budou tyto skutečnosti vyřešeny před zahájením prací ve spolupráci s dotčenými vlastníky nebo správci technické infrastruktury. Pokud bude situace vyžadovat, bude průběh podzemních sítí vyznačen přímo v terénu zodpovědnými pracovníky jejich správce.

4.14.7. Zajištění povolení vstupu na pozemky

Vstupy na pozemky budou řešeny podle platné legislativy způsobem, který je podrobně popsán v kapitole 3.14.7.

4.14.8. Dokumentace průběhu prací

U geologických prací spojených se zásahem do pozemku bude kromě povinností vyplývajících z Vyhlášky č. 368/2004 Sb. prováděna fotodokumentace vybraných pozemků, příp. dalších nemovitostí, pro potřeby doložení faktického stavu před zahájením činnosti a po ukončení prací.

O likvidaci prací spojených se zásahem do pozemku bude vždy vyhotoven protokol, jehož stejnopis bude uložen u řešitele zodpovědného za vyřešení střetů zájmů.

4.14.9. Náhrada škod na pozemcích

Ve smyslu Zákona č. 62/1988 Sb. je provádějící organizace povinna po skončení své činnosti uvést používané pozemky do původního stavu a protokolárně předat vlastníkovi. Pokud v souvislosti s plněním geologických prací dojde na dotčených pozemcích ke škodám, bude s vlastníkem, příp. nájemcem uzavřena písemná dohoda o finanční náhradě. V případě pokud nedojde k dohodě o způsobu náhrady škod, bude přizván soudní znalec k vyhodnocení vzniklých škod na pozemcích.

Obdobně, pokud vznikne potřeba dlouhodobě uchovat některé z vybraných technických prací, zejména pak vrtů a monitorovacích objektů, bude s vlastníkem pozemku uzavřena dohoda o jejich uchování, v případě podstatného omezení vlastnických práv k pozemku může být tato újma vlastníku finančně kompenzována.

4.14.10. Výstupy

Veškerá originální listinná dokumentace týkající se vstupů na pozemky, střetů zájmů apod., bude soustředěna a zaevidována na pracovišti řešitele střetů. Předpokládá se, že všechny

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 171 (celkem 182)



skupiny pracovníků, které budou v průzkumném území provádět práce spojené se zásahem do pozemku, budou kromě písemného dokladu objednatele – SÚRAO se základními informacemi o projektu, vybaveny i kopiemi všech povolení, smluv a rozhodnutí rozhodných pro prokázání vyřešení střetů.

V souladu s požadavky Přílohy č. 3 k Vyhlášce č. 369/2004 Sb. budou doklady o výsledcích projednání střetů zájmů chráněných zvláštními právními předpisy součástí zprávy o řešení geologického úkolu jako samostatná textová příloha.

4.14.11. Odhad časové a finanční náročnosti

Jakkoliv bude činnost popisovaná v této kapitole méně intenzivní než v předešlé etapě, na kterou bude ve všech směrech navazovat, je třeba počítat s tím, že bude probíhat po celou dobu trvání druhé etapy prací.

Odhad nákladů spojených se zajištěním činnosti popsané v této kapitole je uveden v příloze č. 2.

4.15. Sled a řízení prací

Sled a řízení prací druhé etapy bude probíhat stejným způsobem a pokrývat stejný rozsah činností jako v etapě první:

- pravidelný kontakt se zadavatelem prací,
- kontakt s nadřízenými a dozorujícími orgány,
- kontakt se zainteresovanými organizacemi (např. správci sítí),
- intenzivní a pravidelný kontakt s veřejností (zaštitěný a organizovaný zadavatelem prací).

Odpovědný řešitel bude mít k dispozici skupinu dvou lidí, z nichž jeden bude geolog a druhý ekonom, která bude operativně řešit problémy a řídit a organizovat hladký průběh všech prací na projektu a jejich časové návaznosti.

Popsaná skupina bude řídit, kontrolovat a koordinovat průběh všech prací na úkolu a jejich časovou a věcnou návaznost a bude zajišťovat, aby tyto práce probíhaly v souladu se schváleným projektem a jeho rozpočtem. Náplní skupiny bude rovněž operativní řešení problémů v průběhu prací. Ke své práci bude používat standardní nástroje řízení.

Předpokládáme, že řídicí skupina 3 pracovníků bude pracovat po celou dobu trvání úkolu.

Finanční náklady na její činnost jsou uvedené v příloze č. 2.

4.16. Závěrečné zpracování výsledků obou etap prací

Projektovaný postup závěrečného zpracování výsledků obou etap prací vychází ze skutečnosti, že všechny na projektu zúčastněné disciplíny končí svoje aktivity vyhodnocením výsledků a zpracováním dílčích zpráv, a že bude k dispozici zpráva shrnující výsledky první etapy prací.

Závěrečné zpracování výsledků se tedy soustředí na syntézu jednotlivých dílčích zhodnocení a na vytvoření modelu lokality, ve kterém budou zapracovány všechny relevantní poznatky

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 172 (celkem 182)



získané v průběhu obou etap průzkumných prací. Jedinou výjimku z tohoto konstatování tvoří vyhodnocení migračních parametrů hornin. V tomto případě budou z důvodů časově enormně náročného zpracování k dispozici pouze výsledky získané v první etapě prací (viz kapitoly 3.12.5 a 4.12.5).

Závěrečné zpracování provede tým v následujícím složení:

- skupina pro sled a řízení prací,
- geolog (mapér, petrograf),
- geolog (geochemik),
- strukturní geolog,
- specialista na fyzikální vlastnosti hornin
- hydrogeolog,
- geofyzik,
- geochemik (plošná geochemie),
- karotážník,
- geotechnik,
- specialista na migrační parametry hornin
- specialista GIS,
- vrtný specialista (částečně),
- specialista na střety zájmů (částečně)

Kromě výše vyjmenovaných předpokládáme, že k závěrečnému zpracování budou přizváni jako konzultanti špičkoví odborníci z některých disciplín, kteří se přímo nepodíleli na řešení úkolu.

Závěrečná zpráva by měla přiměřeně (s ohledem na charakter a cíl prováděných prací) respektovat ustanovená Vyhl. č. 369/2004 Sb.

Kromě syntézy všech relevantních poznatků získaných v průběhu první etapy průzkumu, bude závěrečná zpráva hodnotit vhodnost lokality pro umístění HÚ na základě objednatelům zpracovaných kritérií. V závěrečné zprávě bude tedy formulována a zdůvodněna vhodnost lokality pro sledovaný cíl a vymezena její část pro zařazení do územního plánu jak ukládá Koncepce (MPO 2002).

Teprve realizace druhé etapy prací přinese takové množství a takovou skladbu informací, že bude možno na jejich základě zodpovědně posoudit nadějnost lokality pro umístění hlubinného úložiště. Z tohoto konstatování plyne, že pro naplnění požadavků Koncepce (MPO 2002) je nezbytné realizovat druhou etapu prací na minimálně dvou lokalitách. Realizace pouze na dvou lokalitách představuje ovšem riziko, že v případě nevhodných geologických podmínek na jedné z nich, které povedou k negativnímu hodnocení lokality, nebude možno splnit požadavek Koncepce.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 173 (celkem 182)



Předpokládáme, že závěrečné zpracování bude trvat 6 měsíců.

Finanční náročnost závěrečného zpracování a reprodukce závěrečné zprávy je uvedena v příloze č. 2. Kalkulace vychází ze skutečnosti, že po celou dobu bude průměrný stav pracovníků 12. Skupina pro sled a řízení prací je kalkulovaná separátně po celou dobu trvání úkolu.

5. Seznam literatury

BÁRTA J., BENEŠ, V. (1997): Guiamets, seismická tomografie. Španělsko. G IMPULS Praha spol. s r.o. pro katedru geotechniky Polytechniky v Madridu.

BARTON, N. (1979): Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts 15, 6, 319-368.

BARTON, N. (2007): Rock Quality, seismic velocity, attenuation and anisotropy. Taylor & Francis Group.

BARTOŠEK, J. (1968): Výzkum měření radioaktivity slabě aktivních hornin. MS, ÚGF Brno.

BARTOŠEK, J. (1977): Citlivá metoda stanovení obsahu přirozeně radioaktivních prvků v horninách. Kandidátská disertační práce, Geofyzika n.p., Brno.

BARTOŠEK, J., HROUDA, F., JANÁK, F., ONDRA, P., PELLANT, K., UHMANN, J. (1975): Aplikace petrofyzikálních metod pro užitou geologii. MS Geofyzika Brno.

BAUMGÄRTNER, J. AND RUMMEL, F. (1989): Experience with "Fracture pressurization test" as a stress measuring technique in a jointed rock mass. Int. J. Rock mech. min. Sci & geomech. abstr., 26, 661-671.

BENEŠ, V. (2008): VD Šance. Závěrečná zpráva o geofyzikálním měření (seismická tomografie). G IMPULS Praha spol. s r.o. Praha.

BIENIAWSKI, Z., T. (1989): Engineering Rock Mass Classifications, pp. 251, Wiley-Interscience, New York.

BIRCH, F. (1961): The velocity of compressional wave in rocks to 10 Kilobars, Part 2. J. Geophys. Res., 66(7), 2199-2224.

BLACKBOURN, A, G. (2006): Cores and core logging for geologist. Whittles Publishing Ltd. 113 pp. Caithnes.

BLIŠŤAN, P., KONDELA, J. (2001): Základy bánskej geologie a výpočtu zásob. 203 pp. ELFA, Košice

BOUCHEZ, J., L. (1997): Granite is never isotropic: an introduction to AMS studies of granitic rocks. Str. 95 – 112, in: Bouchez J.L., Hutton D.H.W., Stephens W.E. (eds.): Granite: From Segregation of Melt to Emplacement Fabrics. – Kluwer Academic Publishers, 358 str.

BURANSZKI, J., PROHAZSKA, A., TOTH, I., (2006): Report on geophysical logs in the MEL-5 borehole. (součást zprávy „Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masiv . 2. etapa“). Česká geologická služba a SÚRAO, Praha.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 174 (celkem 182)



BURKOV, J., K., RUNDQUIST, D., V. (1979): Ore Element Accumulation in the Earth's Crust Evolution. In Ahrens L. H. (1979): Origin and Distribution of the Elements. s. 565-573. Pergamon Press Oxford. New York.

BYEGARD, J. et al. (1998): The interaction of sorbing and non-sorbing tracers with different Äspö rock types. SKB Technical Report TR 98-18.

COSMA, C. (2006): Two Decades of Evolution of Hardrock Seismic Imaging Methods Applied to Nuclear Waste Disposal in Finland. Presentation, Praha, ČAAG.

COSMA, C. AND ENESCU, N. (2004): Two Decades of Evolution of Hardrock Seismic Imaging Methods Applied to Nuclear Waste Disposal in Finland. Proceedings of the 66th International EAGE Conference and Exhibition, Paris, France.

COSMA, C., ENESCU, N., COSMA, M. and the CO2 Team (2000): Borehole Seismic Monitoring at the CO2 SINK Site. The 9th International Workshop on the Application of Geophysics to Rock Engineering, Hong Kong, China.

ČSN EN 1936: Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení měrné a objemové hmotnosti a celkové a otevřené pórovitosti. CEN Evropský výbor pro normalizaci, Brusel.

ČSN EN ISO 9001:2001

ČSN ISO 11260:1994: Kvalita půdy- Stanovení kationtové výměnné kapacity při pH půdy a výměnných kationtů za použití roztoku chloridu barnatého.

DEER, D., U. ET AL. (1967): Design of Surface and Near Surface Construction in Rock. In failure and Breakage of rock. C. Fairhurst ed. Society of mining Engineers of AIME, New York, pp. 237-302.

FRAPE, S.K., SHOUAKAR-STASH, O., PAČES, T., STOTLER, R. (2007): Geochemical and Isotopical Characteristics of the Waters from Crystalline and Sedimentary Structures of the Bohemian Massif. In: Water – Rock Interaction, 727- 733, (Bullen and Wang, eds), Balkema, Taylor and Francis Group, London.

HALLIBURTON (2010): Product: Vertical Seismic Profile VSP. <http://www.halliburton.com/>

HANÁK, J., CHLUPÁČOVÁ, M. (2006): Fyzikální a geomechanické vlastnosti vzorků vrtných jader z druhé etapy výběru polygonů. Etapová zpráva I za rok 2006. in Procházka J. et al. Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masív - 2. etapa. MS ČGS Praha. 2006.

HANÁK, J., MACHEK, M., ULRICH, S., HROUDA, F., CHLUPÁČOVÁ, M., ONDRA, P. (2008): Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů. Expertní odhad vybraných fyzikálních, mikrotektonických a geomechanických vlastností masivu. Dílčí závěrečná zpráva. SÚRAO Praha. 329 str.

HANŽL, P., ČECH, S., ČURDA, J., DOLEŽALOVÁ, Š., DUŠEK, K., GÜRTLEROVÁ, P., KREJČÍ, Z., KYCL, P., MAN, O., MAŠEK, D., MIXA, P., MORAVCOVÁ, O., PERTOLDOVÁ, J., PETÁKOVÁ, Z., PETROVÁ, A., RAMBOUSEK, P., SKÁCELOVÁ, Z., ŠTĚPÁNEK, P., VEČEŘA, J., ŽÁČEK, V. (2009): Směrnice pro sestavení Základní geologické mapy České republiky 1 : 25 000. Praha. 36 s. Česká geologická služba, Ministerstvo životního prostředí ČR, ČGS.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 175 (celkem 182)



HAVÍŘ, J. (1970): Výzkum a vypracování metodiky zjišťování technologických vlastností hornin. II. část fakultního úkolu F-60. VŠB Ostrava, 1970.

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. Příloha Průběžné technické zprávy č. 3 projektu Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení Geobariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.

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.. Příloha Průběžné technické zprávy č. 3 projektu Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení Geobariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.

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. Příloha Průběžné technické zprávy č. 4 projektu Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení Geobariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.

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. Příloha Průběžné technické zprávy č. 4 projektu Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, sdružení Geobariéra. Registrační číslo Geofondu 1291/2007 z 1.6.2007.

HELLMUTH, K.-H., SIITARI-KAUPPI, M., LINDBERG, A. (1993): Study of porosity and migration pathways in crystalline rock by impregnation with ¹⁴C-polymethylmethacrylate. J. Contam. Hydrol. 13, 403-418.

HEUZE, F., E. (1984): Suggested Method for Estimation the In Situ Modulus of Deformation of Rock Using the NX-borehole Jack, F.E., ASTM Geotechnical Testing Journal, Vol 7, No. 4, Dec. 1984, pp 205-210.

HEUZE, F., E. (2007): Suggested Method for Estimation the In Situ Modulus of Deformation of Rock Using the NX-borehole Jack, F.E., ASTM Geotechnical Testing Journal, Vol 7, No. 4, Dec. 1984, pp 205-210. (Ulusay R., Hudson J. A., The compete methods for rock characterization, testing a monitoring: 1974-2006, 2007, Ankara, Turkey).

HRKALOVÁ, M. (2009): Kritická rešerše geologických informací o území současných vojenských újezdů ČR z hlediska vymezení potenciálně vhodného území pro umístění hlubinného úložiště. Výzkumná zpráva. MS ČGS-Geofond, archiv SÚRAO Praha.

HROUDA, F. (2002): Low-field variation of magnetic susceptibility and its effect on the anisotropy of magnetic susceptibility of rocks. Geophys. J. Int., 150, 715–723.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 176 (celkem 182)



HROUDA, F., CHLUPÁČOVÁ, M., MRÁZOVÁ, Š. (2006b):. Low-field variation of magnetic susceptibility as a tool for magnetic mineralogy of rocks. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 323, 154–336.

HROUDA, F., CHLUPÁČOVÁ, M., POKORNÝ, J. (2006a): Low-field variation of magnetic susceptibility measured by the KLY-4S Kappabridge and KLF-4A magnetic susceptibility meter: accuracy and interpretational programme. *Stud. Geophys. Geod.*, 50, 283–298.

HROUDA, F. (1994): A technique for the measurement of thermal changes of magnetic susceptibility of weakly magnetic rocks by the CS-2 apparatus and KLY-2 Kappabridge. *Geophys. J. Int.*, 118, 604-612.

HROUDA, F., HANÁK, J. (1999): Anizotropie magnetické susceptibility granitoidních intruzí melechovského masivu. MS Geofyziky a.s., Brno.

HROUDA, F., CHLUPÁČOVÁ, M. (1993): Petrofyzikální výzkum v Západních Čechách ve vazbě na ultrahluboký vrt (KTB-1) v SRN - MS - Geofond Praha, GF Brno

CHLUPÁČOVÁ, M. (1978): Petrofyzikální vlastnosti magmatitů - MS , Geofond Praha

CHLUPÁČOVÁ, M., KAŠPAREC, I. (1987): Distribuce Th, U a K v granitech z vrtů série E vyhledávacího průzkumu n.p. Geindustria Praha. Zpráva n. p. Geofyzika Brno, závod Praha, MS Geofond Praha.

CHLUPÁČOVÁ, M., ŠTEMPROK, M., GNOJEK, I. (1998): Distribution of Th, U a K and petrophysical properties of granites in the Czech part of the SMRČINY (Fichtelgebirge) pluton. *Věstník Českého geologického ústavu* 73, 4, Praha.

CHUDÁČEK, S. (1983): Laboratory determination of electric properties of rocks. - *Sbor. geol. Věd, Užitá geofyz.*, 18, 179-189. Ústř. Úst. geol., Praha

IAEA (1996): TECDOC 895 Application of quality assurance to radioactive Waste disposal facilities, Vienna..

IAEA (1994): Siting of Geological Disposal Facilities. A Safety Guide. Safety Series No. 111-G-4.1. Vienna.

IAEA (2003): Scientific and Technical Basis for the Geological Disposal of Radioactive Waste. Technical Reports Series No. 413. Vienna.

IAEA (2006): Geological Disposal of Radioactive Waste. Safety Requirements No. WS-R-4. Vienna.

IAEA (1988): Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Quality Assurance Safety Series No. 50-C-QA(rev.2), Vienna.

JACOB, C.E., LOHMAN, S.W. (1952): Non steady flow to a well of constant drawdown in an extensive aquifer. *Transactions of the American Geophysical Union* 33, 4, 559–569. Johns, 1998. Pressure solution for sequential hydraulic tests in low-transmissivity.

JANÁK, F. et al.(1975): Aplikace petrofyzikálních metod pro užitou geologii. MS Geofyzika Brno

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 177 (celkem 182)



JANOUSEK, V., FARROW, C. M., AND ERBAN, V. (2006): Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: Introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit): *Journal of Petrology*, v. 47, p. 1255–1259.

JOHANSSON, H., SIITARI-KAUPI, M., SKALBERG, M., TULLBORG, E. L. (1998): Difusion pathways in crystalline rock-examples from Aspö diorite and fine grained granite, *J. Contam. Hydrol.* 35, 41-53.

KAŠPAREC, I. (1984): Srovnání měření přirozené radioaktivity hornin v Marinelliho nádobě a v nádobě válcového tvaru. Sborník prací z konference Fyzikální vlastnosti hornin a jejich využití v geofyzice a geologii. Liblice.

KAŠPAREC, I. JELÍNEK, V., KOZEL, J., KRUPA, K., PARMA, J., POSPÍŠIL, M., VENHODOVÁ, D., VEVERKA, J., WOHLGEMUTH, J., ZAPLETAL, K. (1988): Výzkum v oboru petrofyziky – ložiskové a regionální aplikace. Etapová zpráva úkolu Výzkum měřicích metod v petrofyzice, MS Geofyzika n.p., Brno.

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.

KNĚŽ, J. (1997): Elektrické vlastnosti hornin, str. 77-108 In: KOBR, M. ed., *Petrofyzika*. Univerzita Karlova, Karolinum, Praha

KOBR, M. et al. (1998): *Petrofyzika*. Učební texty Univerzity Karlovy, Praha

KOBR, M., HRÁCH, S., CHLUPÁČOVÁ, M., KNĚŽ, J., MAREK, F., MATOLÍN, M. (1997): *PETROFYZIKA*. PF UK Praha, 1997.

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.

KOZEL, J. (1963): Laboratorní měření specifických odporů hornin. *Geol. Průzkum*. 4.107-109.

KRASOVEC, M., COATES, R., TOKSÓZ, M.N. (20??): Subsurface Imaging with Reverse Vertical Seismic Profiles. , <http://www-eaps.mit.edu/erl/research/report1/pdf/krasovec.Pdf>

KŘÍŽ, J. (1991): Geologický výzkum bezpečného uložení vysoce radioaktivního odpadu. MS ČGS. Praha

LÖFGREN, M. (2004): Diffusive properties of granitic rock as measured by in-situ electrical methods. Doctoral thesis (2004), Royal Institute of Technology Stockholm.

LÖFGREN, M., VECERNIK P., HAVLOVA V. (2004): Studying the influence of pore water electrical conductivity on the formation factor as estimated based on electrical method. SKB report R-09-57.

LUDVIGSON, J., E., HANSSON, K., ROUHIAINEN, P. (2002): Methodology study of Posiva difference flow meter in borehole KLX02 at Laxemar. SKB, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, Sweden.

LUKEŠ, J. (2005): Methods of well logging used for correlation in the granite stock, Podlesí granite, Bohemian Massif. *Bulletin of Geosciences*, Vol. 80, No.2, p.155-161. Czech Geological Survey, Prague.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 178 (celkem 182)



LUKEŠ, J. (2002): Zpráva o karotážním měření ve vrtech PTP3 a PTP4A, lokalita Potůčky – Podlesí. Česká geologická služba a MŽP, Praha.

LUKEŠ, J. (2006): Závěrečná zpráva o karotážním měření ve vrtech MEL-1 až MEL-6 (součást zprávy „Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masív . 2. etapa“). Česká geologická služba a SÚRAO, Praha.

LUKEŠ, J. (2006): Zpráva o karotážním měření ve vrtu PTP5, lokalita Potůčky – Podlesí. Česká geologická služba a SÚRAO, Praha.

MCKINLEY, I. G. AND ALEXANDER, W. R. (1992): Constraints on the Applicability of In-situ distribution coefficient values J. Environ. Radioactivity 15, 19 – 34.

MORIN, E. (1977): La Nature de la Nature. Éditions du Seuil. Paris.

MOYE, D.G. (1967): Diamond drilling for foundation exploration. Australian Civil Engineering Trans. 9, 95-100.

MPO (2002): Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR. Ministerstvo průmyslu a obchodu, Praha.

NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 116/1995 SB., kterým se stanoví geodetické referenční systémy, státní mapová díla závazná na celém území státu a zásady jejich používání.

ON 44 1121 (1982): Stanovení abrazivnosti. VVUÚ Ostrava-Radvanice. Praha: ÚNM. 4 s.

ONDRA, P., HANÁK, J. (1981): Mapa hustot geologicko-petrografických jednotek Českého Masívu v měřítku 1:200 000. Geol. průzkum, 4, Praha

PAČES T., et al. (2002): Závěrečná zpráva o výsledcích řešení projektu VaV/630/3/00 „Komplexní geochemický výzkum interakcí a migrací organických a anorganických látek v horninovém prostředí“. MS MŽP, Praha.

PAČES, T., BLÁHA, V., RUKAVIČKOVÁ, L. (2007): Temporal chemical stability of groundwater in impermeable fractured granite massif. In: Water – Rock Interaction, 1101-1104, (Bullen and Wang, eds), Balkema, Taylor and Francis Group, London.

PAČES, T., BUZEK, F., BLÁHA, V., PAŘEZOVÁ, E. (2010): Chemical behavior of groundwater in granite with very low permeability suitable for geological storage of spent nuclear fuel. In: Water – Rock Interaction, Mexico, (v tisku).

PALÁGYI, Š., FRANTA, P., HAVLOVÁ, V., LACIOK, A., PALÁGYIOVÁ, J., VODIČKOVÁ, H. (2006): Laboratorní studium migrace radionuklidů v přírodních bariérách, Výzkumná zpráva úkolu MPO ČR č. 1H-PK/25, Etapa 2.5, ÚJV Řež a.s., ev. č. Z1798, Řež, prosinec 2006, 130 stran.

PETROŠ, V. (1980): Výzkum fyzikálně chemických a mechanických vlastností hornin z hlediska jejich vlivu na tlakové a deformační projevy v důlních dílech. Závěrečná zpráva samostatné etapy státního úkolu II - 6 - 1/ 1.5. VŠB Ostrava, 1980.

PROCHÁZKA, J. (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 naplně – Směrnice pro vybrané účelové mapy, MS, ČGS.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 179 (celkem 182)



PROCHÁZKA, J. (2006): Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masiv – 2. etapa. Souborná zpráva projektu. MS ČGS Praha.

PROS, Z., BABUŠKA, V. (1968): An apparatus for investigating the elastic anisotropy on spherical rock samples. *Studia Geophysica and Geodetica*, 12:192-198.

PROS, Z., LOKAJÍČEK, T., KLÍMA, K. (1998): Laboratory study of elastic anisotropy on rock samples. *Pure and Applied Geophysics* 151: 619-629.

ROLLINSON, H. (1993): Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation: Longman, p. 352 pp.

RUDAJEV, V. (1994): Katalog geovědních průzkumných metod. Výzkumná zpráva VIL 93-01. MS archiv SÚRAO.

RUIGING, H., KARRENBACH, M., PAULSSON, B. AND SOUTYRINE, V. (2009): Near-wellbore VSP imaging without overburden. *Geophysics*, Vol. 74.

RUKAVIČKOVÁ L. (2006a): Závěrečná zpráva Programu státní podpory výzkumu a vývoje MŽP – projekt VaV/660/2/03 „Vývoj metodiky identifikace a matematického modelování proudění a geochemické interakce v rozpukaném prostředí kompaktních hornin“. MS MŽP, Praha.

RUKAVIČKOVÁ, L., BLÁHA, V., OTRUBOVÁ, D. (2006b): Hydrogeologický výzkum ve vrtech Mel-1, Mel-2, Mel-3, Mel-4 a Mel-5 2. etapy výběru testovacích polygonů. MS SÚRAO, Praha.

RUKAVIČKOVÁ, L., BUDKOVSKÝ, J., HOLEČEK, J., PAČES, T. (2009): Definování postupů a nástrojů terénního hydrogeologického a hydrochemického výzkumu pole vzdálených interakcí. DZZ 2.2., část 1. MS SÚRAO, Praha.

SEBESS, L.Z., SZONGOTH, G. (2002): Investigation of granite inhomogeneity with well logging methods. *Bulletin of Czech Geological Survey*, Vol. 77, No.2, p.127-134. Czech Geological Survey, Prague.

SELNERT, E., BYEGARD, J., WIDESTRAND, H. (2008): Forsmark site investigation: Laboratory measurements within the site investigation programme for the transport properties of the rock. Final report. SKB P-07-139.

SCHULMANN, K., KONOPÁSEK, J., ŠTÍPSKÁ, P., TÁBORSKÁ, Š, ULRICH, S., VENERA, Z. (1997): Studie strukturních poměrů melechovského masivu a fyzikálních vlastností jeho hornin. – MS ÚPSG UK Praha.

SIITARI-KAUPPI, M., LINDBER, G.A., HELLMUTH, K.-H., TIMONEN, J., VAATAINEN, K., HARTIKAINEN, J., HARTIKAINEN, K. (1997): The effect of microscale pore structure on matrix diffusion a site-specific study on tonalite. *J. Contam. Hydrol.* 26, 147-158.

SKAGIUS, K., NERETNIEKS, I. (1986): Porosities and diffusivities of some nonsorbing species in crystalline rocks, *Water Resource Res.* 22, 389-398.

SKB (2008): Site investigation Oskarshamn 2002-2007. Annual report SKB. Stockholm, Sweden.

SKB (2008a): Site description of Forsmark at completion of the site investigation phase. SDM-Site Forsmark. Technical report SKB. Stockholm

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 180 (celkem 182)



SKB (2009): Site description of Laxemar at completion of the site investigation phase. SDM-Site Laxemar. Technical report SKB. Stockholm

SKOPOVÝ, J. A KOL. (1999): Výzkum homogenity vybraných granitoidních masívů, projekt prací na hypotetické lokalitě. Výzkumná zpráva. MS archiv SÚRAO Praha.

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.

SÚJB (2003): Prostup zpracování předběžné bezpečnostní zprávy pro povolení výstavby úložiště jaderných odpadů. Metodický návod.

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.

ŠIMŮMEK, P. (2003): Výběr lokality a staveniště HÚ RAO v ČR. MS SÚRAO. Praha.

TARLING, D.,H.,, Hrouda, F. (1993): The magnetic anisotropy of rocks. Chapman and Hall,217str.

TEURNEAU B., FORSMARK T., FORSMARK I., RHĚN I., ZINN E. (2008): Correlation of Posiva Flow Log anomalies to core mapped features in KFM01D, KFM01C, KFM08A, KFM08C and KFM10A (Forsmark site investigation). SKB, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, Sweden.

UHMANN, J., JANÁK, F., KOZEL, J., BARTOŠEK, J., MITEVOVÁ, J. (1964): Fyzikální vlastnosti hornin. MS -Ústav užitě geofyziky Brno. 99 str.

VENHODOVÁ, D., POSPÍŠIL, M., KRUPA, K., CHLUPÁČOVÁ, M. (1986): Geofyzikální výzkum pro rudní geofyziku. Etapa 1983 - 1984. Díl 1: Výzkum elektrických vlastností hornin. - MS Geofond Praha

VYHLÁŠKA ČBÚ č. 239/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při těžbě a úpravě zemního plynu a při vrtných a geofyzikálních pracích a o změně předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem.

VYHLÁŠKA ČBÚ č. 26/1989 Sb. , o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu.

VYHLÁŠKA ČBÚ č.104/1988 Sb., o hospodárném využívání výhradních ložisek a povolování a ohlašování hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem.

VYHLÁŠKA Č. 15/1995 SB., o oprávnění k hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, jakož i k projektování objektů a zařízení, které jsou součástí těchto činností

VYHLÁŠKA Č. 282/2001 SB., o evidenci geologických prací,

VYHLÁŠKA Č. 368/2004 SB., o geologické dokumentaci,

VYHLÁŠKA Č. 368/2004 SB.: O geologické dokumentaci, v platném znění.

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 181 (celkem 182)



VYHLÁŠKA Č. 369/2004 SB., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek,

VYHLÁŠKA Č. 369/2004 SB., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek.

VYHLÁŠKA Č. 369/2004 SB.: O projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, v platném znění.

VYHLÁŠKA Č. 435/1992 SB., o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti a některých činnostech prováděných hornickým způsobem

VYHLÁŠKA MŽP 206/2001 osvědčení odborné způsobilosti ve znění pozdějších předpisů

VYHLÁŠKA MŽP 282/2001 o evidenci geologických prací ve znění pozdějších předpisů

VYHLÁŠKA SÚJB č. 307/2002 o radiační ochraně.

WIDESTRAND, H., BYEGARD, J., OHLSSON, Y., TULLBORG, E.-L (2003): Strategy for the use of laboratory methods in the site investigations programme for the transport properties of the rock. SKB report R-02-20. SKB, Sweden.

WINBERG, A. et al. (2009): Site description of Laxemar at completion of the site investigation phase. Technical Report TR-09-01. SKB, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, Sweden.

WITHERSPOON, P. A., BODVARSSON, G. S. ED. (2006): Geological Challenges in Radioactive Waste Isolation. Fourth Worldwide Review. Berkeley National Laboratory, University of California. USA.

WOLLER F. ET AL. (1996): Kritická rešerše archivovaných geologických informací. Úkol č. 59 91 0001. MS ÚJV. Řež.

WOLLER, F. (2006): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Zkrácená závěrečná zpráva. SÚRAO. Praha.

WOLLER, F. ET.AL. . (1997): Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO a VP v podmínkách ČR – aktualizace.

WOLLER, F. ET AL.(1995): Obecný projekt geologických aktivit souvisejících s vývojem HÚ VAO. Výzkumná zpráva. MS archiv SÚRAO Praha.

WOLLER, F., SLOVÁK, J. (2004): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Závěrečná zpráva. MS SÚRAO. Praha

ZÁKON č. 114/1992 o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON č. 17/1992 o životním prostředí ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON Č. 18/1997 SB., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) v platném znění.

ZÁKON Č. 183/2006 Sb.: O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění.

ZÁKON č. 244/1992 o posuzování vlivů na životní prostředí ve znění pozdějších předpisů

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 182 (celkem 182)



Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010



ZÁKON č. 44/1988 S. (horní zákon) ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON Č. 44/1988 SB., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) v platném znění.

ZÁKON č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON č. 62/1988 Sb. o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů

ZÁKON Č. 62/1988 SB., o geologických pracích v platném znění.

ZÁKON Č. 62/1988 SB.: O geologických pracích, v platném znění.

ŽÁČEK, M., PÁŠA, J. (2008): Řešení blokové stavby granitoidních masivů s využitím geochemických dat. Metodika. Etapová zpráva. MS SÚRAO. Praha.

ŽÁČEK M., PÁŠA J., VESELÝ M., KOPŘIVA A. (2006): Detailní geochemický výzkum. Závěrečná zpráva projektu „Provedení geologických a dalších prací na testovací lokalitě Melechovský masiv – 2. etapa“. Závěrečná zpráva. MS ČGS, SÚRAO. Praha

Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě 2010	Vydání dokumentu - revize	Strana (celkem)
Závěrečná zpráva	0 1 2 3	Strana 183 (celkem 182)



Správa úložišť radioaktivních odpadů
Dlážděná 6, 110 00 Praha 1
Tel.: 221 421 511
E-mail: info@rawra.cz
www.surao.cz