

Technická zpráva číslo (ZZ219/2018)

**LOKALITA HÚ – EDU ZÁPAD
SOUHRNNÁ ZÁVĚREČNÁ
ZPRÁVA**

Autoři: Pavel Hanžl
a kolektiv

Česká geologická služba
Praha, únor 2018

Název projektu: Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ – EDU Západ

**Název dílčí etapové zprávy: Lokalita HÚ EDU západ – souhrnná závěrečná zpráva
Závěrečná zpráva**

Evidenční číslo smlouvy zadavatele: SO2016-056

Evidenční číslo smlouvy zhotovitele: ČGS 150/16/0263

Autoři: Pavel Hanžl¹,

Autorský kolektiv: M. Aue¹, P. Čoupek¹, F. Fiedler³, J. Franěk¹, K. Hrdličková¹, M. Karous², L. Krajíček⁴, E. Kryštofová, M. Paleček¹, J. Pertoldová¹, P. Pořádek¹, L. Rukavičková¹, I. Soejono¹, O. Švagera¹

¹Česká geologická služba,

²Geonika s. r. o.,

³ÚJV Řež, a.s., Divize ENERGOPROJEKT PRAHA

⁴Atelier T-plan s. r. o.

Schválil				
Funkce	Instituce	Jméno	Datum	Podpis
Osoba zhotovitele zodpovědná za technické řešení	ČGS	RNDr. Pavel Hanžl, Dr.		
Osoba zhotovitele zodpovědná za koordinaci projektu	ČGS	RNDr. Pavel Hanžl, Dr.		
Osoba zadavatele zodpovědná za koordinaci projektu	SÚRAO	Ing. Marek Vencel		

Obsah

1	Úvod	13
2	Přehled provedených prací a výstupů	15
2.1	První dílčí plnění	15
2.2	Druhé dílčí plnění	16
2.3	Třetí dílčí plnění	17
2.4	Geofyzikální profily Valeč	17
3	Centrální datový sklad	17
3.1	Databáze terénní dokumentace	17
3.1.1	Naplnění databáze zdrojovými daty	17
3.1.2	Databáze terénní dokumentace pro účely projektu	19
3.1.3	Výstupní formát pro zdrojová data dokumentační databáze	19
3.2	Mapové projekty	20
3.2.1	Geodatabáze	21
3.2.2	Rastrová data	21
3.2.3	Topografie	22
4	3D strukturně-geologické modely EDU-Z a EDU-Z2	22
4.1	Metodika přípravy dat pro 3D modely	23
4.2	Metodika tvorby 3D strukturně geologických modelů	23
4.3	Komplexita a extrapolovatelnost geologické stavby	27
4.4	Věrohodnost výsledného modelu	28
5	Vymezení a charakteristika potenciálně vhodných průzkumných území	29
5.1	Charakteristika vybraných polygonů	30
5.1.1	Geografická pozice a geomorfologie	30
5.1.2	Geologická stavba	34
5.1.3	Hydrogeologické poměry	38
6	Výběr polygonu a umístění povrchového areálu v lokalitě EDU-Z z hlediska střetů zájmů	41
6.1	Metodika a podklady	41
6.2	Vyhodnocení polygonu	42
6.2.1	Umístění v krajině	42

6.2.2	Vzdálenost od zastavěného území sídel	42
6.2.3	Dopravní napojení	42
6.2.4	Střety zájmů	43
6.2.5	Plánované záměry na využití území nadmístního významu	45
6.3	Ostatní hodnoty a limity využití území	45
7	Shrnutí a výběr polygonu pro další práce	46
8	Studie proveditelnosti	47
8.1	Úvod.....	47
8.2	Základní předpoklady řešení.....	48
8.3	Povrchový areál	49
8.3.1	Členění povrchového areálu	49
8.3.2	Střežené a nestřežené prostory.....	49
8.3.3	Dopravní napojení povrchového areálu.....	50
8.4	Podzemní areál.....	50
8.4.1	Koncepce podzemního areálu	50
8.4.2	Postup výstavby podzemní části HÚ	51
8.5	Posouzení alternativního umístění objektu přípravy VJP a RAO k uložení	51
8.6	Shrnutí	52
9	Návrh geologických prací	53
9.1	Geologické mapování	53
9.2	Technické práce.....	54
9.2.1	Kopné práce	54
9.2.2	Vrtné práce	54
9.3	Hydrogeologický průzkum.....	55
9.3.1	Hydrogeologické mapování	55
9.3.2	Hydrogeologický, hydrologický a hydrochemický monitoring	56
9.3.3	Hydrogeologický a hydrochemický výzkum v mapovacích a mělkých vrtech ...	56
9.3.4	Hydrogeologický a hydrochemický výzkum ve středně hlubokých a hlubokých vrtech	57
9.4	Geofyzikální měření	58
9.5	Inženýrskogeologický průzkum.....	59
9.5.1	Obecné zásady.....	59
9.5.2	Inženýrskogeologické mapování průzkumného území.....	60

Dlážděná 6 | 110 00 Praha 1 | ČR

tel.: +420 221 421 511 | fax: +420 221 421 544 | e-mail: info@sura0.cz | www.sura0.cz

IČ: 66000769 | Bankovní spojení: ČNB Praha 1, č. ú. 35-64726011/0710

Tato zpráva je výhradně majetkem SÚRAO a její šíření bez vědomí majitele je zakázáno.

Správa úložišť radioaktivních odpadů byla zřízena k 1. 6. 1997 Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR jako státní organizace na základě atomového zákona (§ 26 zákona č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření). Od roku 2000 je SÚRAO ve smyslu § 51 zákona č. 219/2000 Sb. organizační složkou státu.

9.5.3	Inženýrskogeologický průzkum povrchového areálu a přístupových cest	61
9.5.4	Inženýrskogeologický průzkum podzemního úložiště a těžebního tunelu	62
9.5.5	Vyhodnocení inženýrskogeologického průzkumu.....	62
10	Citace a seznam literatury.....	64

Seznam obrázků:

Obr. 1	Pozice lokality EDU-Z a její členění na topografickém podkladu ZABAGED.....	14
Obr. 2	Členění centrálního datového skladu na serveru Sievert.....	18
Obr. 3	Pohled na lokální 3D geologický model území EDU-Z s průhledným povrchem, s vynesáním interpretativních geologických řezů a vyznačením návrhu homogenních bloků (světle zelenou barvou).....	24
Obr. 4	Celkový pohled na výsledný 3D geologický model (hrubý hydrogeologický rozsah zobrazen s povrchovou geologickou mapou, území EDU-Z2 naopak s průhledným povrchem).....	25
Obr. 5	Litologická kolonka využitá pro tvorbu 3D geologických modelů EDU-Z2 a EDU-Z. ..	25
Obr. 6	Pozice dvou polygonů vybraných pro další posouzení.	30
Obr. 7	Pozice vybraných polygonů nad zjednodušenou geologickou mapou a ve vztahu k interpretovaným zlomovým systémům.	33
Obr. 8	Strukturní diagramy ukazující orientaci a četnost jednotlivých strukturních prvků v polygonu Klučovská Hora: a – magmatická foliace; b – magnetická anizotropie; c – pozdně magmatické stavby; d – metamorfní stavby; e – orientace puklin; f – orientace dislokací.	36
Obr. 9	Strukturní diagramy ukazující orientaci a četnost jednotlivých strukturních prvků v polygonu Na Skalním: a – magmatická foliace; b – magnetická anizotropie; c – pozdně magmatické stavby; d – metamorfní stavby; e – orientace puklin; f – orientace dislokací.	38
Obr. 10	Zájmy obrany státu (zdroj: ÚAP ORP Třebíč).....	44
Obr. 11	Limity využití území dle ÚAP kraje Vysočina.	45
Obr. 12	HÚ – 3D pohled.....	47
Obr. 13	Vizualizace HÚ Na Skalním.	49

Seznam tabulek:

Tab. 1	Přehled souřadnic vrcholů polygonů EDU-Z, S-JTSK ve verzi pro GIS.....	15
Tab. 2	Vrcholy polygonů Klučovská hora a Na Skalním, S-JTSK ve verzi pro GIS	31
Tab. 3	Přehled katastrů zasahujících do polygonu Klučovská Hora	31
Tab. 4	Přehled katastrů zasahujících do polygonu Na Skalním.....	32

Dlážděná 6 | 110 00 Praha 1 | ČR

tel.: +420 221 421 511 | fax: +420 221 421 544 | e-mail: info@sura0.cz | www.sura0.cz

IČ: 66000769 | Bankovní spojení: ČNB Praha 1, č. ú. 35-64726011/0710

Tato zpráva je výhradně majetkem SÚRAO a její šíření bez vědomí majitele je zakázáno.

Správa úložišť radioaktivních odpadů byla zřízena k 1. 6. 1997 Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR jako státní organizace na základě atomového zákona (§ 26 zákona č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření). Od roku 2000 je SÚRAO ve smyslu § 51 zákona č. 219/2000 Sb. organizační složkou státu.

Seznam samostatných textových příloh

1. Vyhodnocení lokality EDU-Z z hlediska vhodnosti k umístění hlubinného úložiště. Zhodnocení geologických, geotechnických, seismotektonických a hydrogeologických hazardů
2. Předběžná studie proveditelnosti HÚ v lokalitě Na Skalním
3. Studie vlivů HÚ v lokalitě Na Skalním na životní prostředí
4. Doplnkové geofyzikální měření a jeho geologická interpretace v okolí Valče u Hrotovic
5. Žádost o stanovení průzkumného území pro zvláštní zásahy do zemské kůry Na Skalním

Nezávislá příloha

Žádost o stanovení průzkumného území pro zvláštní zásahy do zemské kůry na Skalním

Seznam použitých zkratk:

AMS	anizotropie magnetické susceptibility
ARPHÚ	aktualizace referenčního projektu hlubinného úložiště
CDS	centrální datový sklad
ČSÚP	Československý uranový průmysl, státní podnik
ČGS	Česká geologická služba
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DuSO	důlní stavební objekt
EDU	jaderná elektrárna Dukovany
EDU-Z	polygon Dukovany-západ
EDU-Z2	rozšířený polygon Dukovany-západ pro strukturní výzkum
EDU-Z2	rozšířený polygon Dukovany-západ pro výzkum metodami dálkového průzkumu země
EIA	Environmental Impact Assessment (vyhodnocení vlivů na životní prostředí)
EU	Evropská Unie
GIS	geografický informační systém
HB	potenciálně využitelný homogenní blok
HG	hydrogeologický
HÚ	hlubinné úložiště
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
IAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
JE	jaderná elektrárna
NJZ	nový jaderný zdroj
NN	národní park
ORP	obec s rozšířenou působností
OS	obalový soubor
PA	pozemní areál
PPP	postupné profilování průtoků
PÚ	průzkumné území
PÚR ČR	politika územního rozvoje České republiky
RAO	radioaktivní odpad
SO	stavební objekt
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
THM	Technická univerzita Liberec
TMA	termomagnetická analýzy
TR	transformační stanice
ÚAP	územně analytické podklady
UOS	ukládací obalový soubor
ÚPD	územně plánovací dokumentace
VAO	vysokoaktivní radioaktivní odpady
VJP	vyhořelé jaderné palivo
VN	vysoké napětí
VTL	vysokotlaký
VTZ	vodní tlaková zkouška
VVN	velmi vysoké napětí
ZABAGED	základní báze geografických dat ČR
ZÚR	zásady územního rozvoje
ZVN	zvláště vysoké napětí

Abstrakt

V letech 2016–2018 byly na lokalitě Dukovany-západ provedeny výzkumné práce s cílem zhodnotit, zdali lze na polygonu ohraničeném zhruba obcemi Výčapy, Slavičky, Dolní Vilémovice, Zárubice, Myslibořice, Boňov a Ratibořice v kraji Vysočina vymezit vhodné území pro provedení dalších prací za účelem umístění hlubinného úložiště radioaktivního odpadu.

Polygon o rozloze asi 40 km² leží ve variském třebíčském plutonu, jižně od třebíčského zlomu na kontaktu se západomoravským moldanubikem. Byla sestavena geologická mapa a aplikované mapy území v měřítku 1 : 10 000. Mapovací práce byly doplněny strukturním, hydrogeologickým, inženýrskogeologickým a geofyzikálním výzkumem. Území je přirozeně rozděleno lipnickým zlomem průběhu ZSZ–VJV na severní a jižní blok. Výzkum ukázal, že strukturní porušení horninového masivu je menší a hydrogeologické vlastnosti jsou příznivější pro případné zbudování komplexu hlubinného úložiště v homogenních durbachitech třebíčského plutonu než v litologicky pestrém komplexu metamorfovaných hornin moldanubika.

Území vyhovuje podmínkám IAAE pro umístění jaderného zařízení, a proto byly pro další průzkum vybrány dva z geologického pohledu ekvivalentní polygony uvnitř třebíčského plutonu a to v severně od lipnického zlomu polygon Klučovská Hora a na jih od jmenované struktury polygon Na Skalním.

Na základě zhodnocení střetů zájmů, předběžného zhodnocení vlivu na životní prostředí a dopravní dostupnosti se jako vhodnější jeví jižní polygon Na Skalním. Předběžná studie proveditelnosti prokázala, že povrchový i podzemní areál hlubinného úložiště je zde možné umístit.

Klíčová slova

Dukovany-západ, výběr lokality, EIA, studie proveditelnosti, Na Skalním

Abstract

In the years 2016-2018, research work was carried out in the Dukovany-West site in order to assess whether it is possible to locate a suitable area for carrying out further work on placing a deep radioactive waste repository. The work was held in the polygon defined by the villages of Výčapy, Slavičky, Dolní Vilémovice, Zárubice, Myslibořice, Boňov and Ratibořice in the Vysočina Region.

A polygon of about 40 km² lies in the Variscan Třebíč pluton, south of the Třebíč fault on contact with the West Moravian Moldanubicum. A geological and applied maps of the territory in the scale of 1: 10 000 were compiled. The mapping work was supplemented by structural, hydrogeological, engineering geological and geophysical research. The territory is naturally divided by the Lipník fault to the northern and southern block. The research has shown that the structural and hydrogeological characteristics are more suitable for construction of the deep repository complex in the homogeneous durbachites of the Třebíč pluton than in the lithologically variable complex of metamorphic rocks of moldanubicum.

The territory meet the conditions of the IAEA for the location of the nuclear facility and therefore two polygons within the Třebíč pluton were chosen for further investigation. The Klučovská hora polygon to the north of the Lipník fault, and polygon Na Skalním to the south of it.

Based on the assessment of conflicts of interest, preliminary environmental impact assessments and transport accessibility, the southern polygon Na Skalní seems to be more appropriate. A preliminary feasibility study has shown that both – the surface and underground – areas of the deep repository can be situated here.

Keywords

Dukovany–West, site selection, EIA, prefeasibility study, Na Skalním

1 Úvod

Pro potřeby nalezení vhodné lokality pro umístění jaderného zařízení „Hlubinné úložiště“ v okolí jaderných elektráren Temelín a Dukovany byla Správou úložišť radioaktivních odpadů (zadavatel) vypsána 15. 5. 2015 veřejná zakázka „Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ“. Veřejná zakázka byla zadána formou „Soutěžního dialogu“ podle zákona č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách v platném znění. Česká geologická služba vytvořila s firmami EGP INVEST, s. r. o. (v průběhu projektu přešlo pod ÚJV Řež), GEOTest, a. s. a GEONIKA, s. r. o. konsorcium „**Úložiště Moldanubikum – ČGS**“ (dále jen „Konsorcium“). Po splnění kvalifikačních kritérií předložilo „Konsorcium“ dne 16. 9. 2015 návrh řešení „Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ“ a prezentovalo návrhy řešení před komisí zadavatele.

V návrhu řešení bylo vymezeno pět potenciálních polygonů o rozloze cca 40 až 60 km² v okolí jaderných elektráren Temelín a Dukovany. Jednotlivé polygony byly zhodnoceny z hlediska geologické stavby včetně strukturní charakteristiky, hydrogeologických a geofyzikálních poměrů, dopravní dostupnosti, výskytu nerostných surovin a střetů zájmů. Na výše uvedených faktorech bylo postaveno závěrečné zdůvodnění vhodnosti polygonu pro umístění vyhořelého jaderného paliva.

Po zpracování finální zadávací dokumentace zadavatel vyzval „Konsorcium“ k podání nabídky pro doporučené lokality Temelín – jih a Dukovany – západ. V lednu 2016 zahájil zadavatel Zadávací řízení nadlimitní veřejné zakázky na služby formou soutěžního dialogu podle § 35 ZVZ „Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ“. „Konsorcium“ předložilo zadavateli veřejné zakázky dne 17. 2. 2016 nabídky:

- a) Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ ETE – jih a
- b) Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ EDU – západ.

„Konsorcium“ uspělo ve veřejné zakázce „Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ EDU – západ“ a v květnu 2016 podepsalo se zadavatelem Smlouvu o Dílo EDU – západ. Práce na řešení zakázky byly rozděleny na tři dílčí plnění (viz kapitola 2).

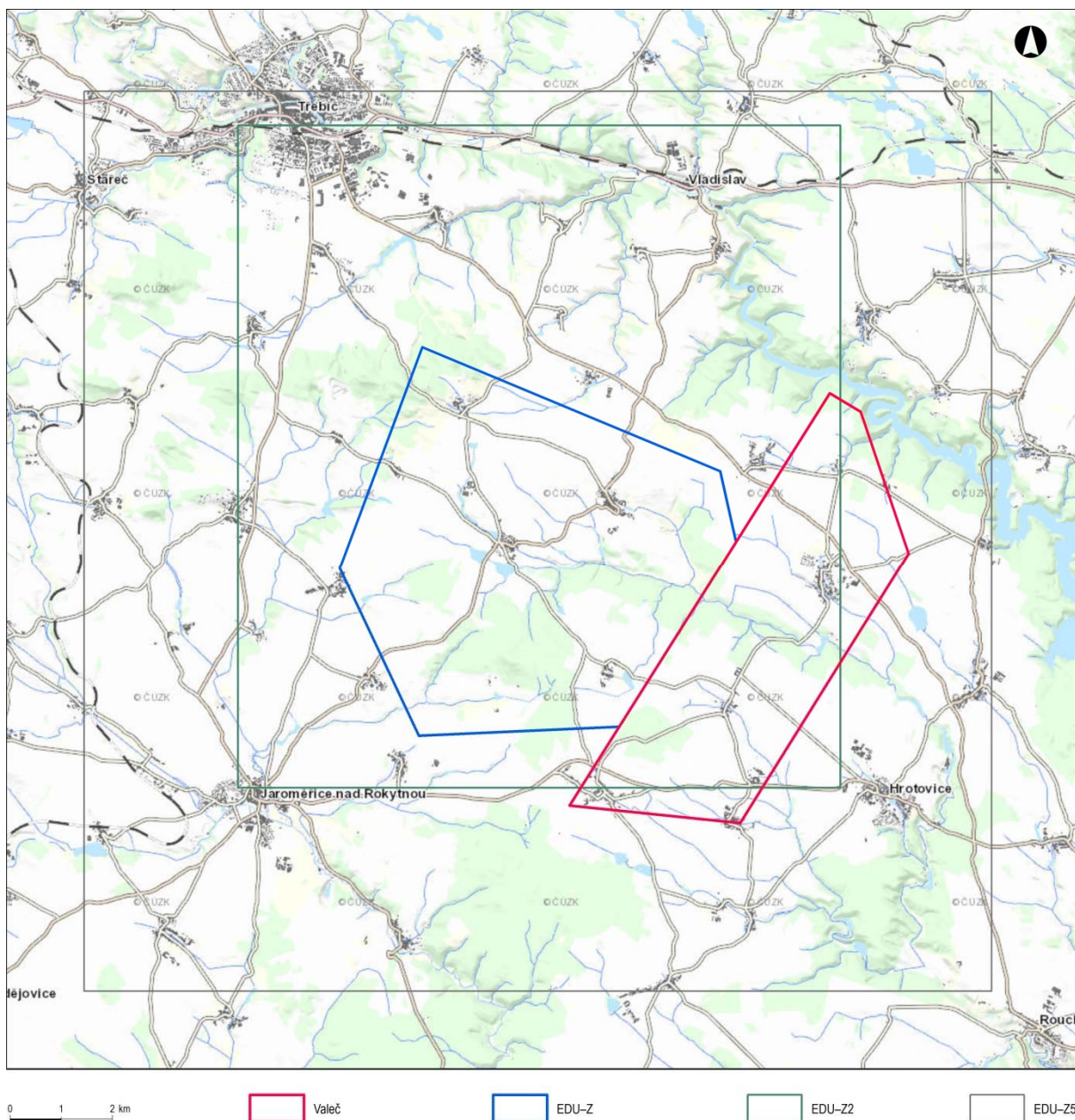
Lokalita pro výzkum hlubinného úložiště Dukovany – západ (HÚ EDU-Z) leží asi 9 km JJV od Třebíče a 16 km SZ od Jaderné elektrárny Dukovany na katastrálních územích Výčapy, Ostašov na Moravě, Klučov, Slavičky, Dolní Vilémovice, Ratibořice na Moravě, Lipník u Hrotovic, Boňov, Příložany, Myslibořice, Zárubice, Odunec a Valeč u Hrotovic. Polygon je definován 6 vrcholy. Pro účely projektu bylo vlastní zájmové území označeno jako polygon **EDU-Z**.

Identifikované lineamenty DPZ byly interpretovány v obdélníku s minimální vzdáleností 5 km od polygonu EDU-Z a s vrcholy přibližně v obcích Červená Hospoda, Pozďatín, Rouchovany a Blatnice a rozlohou 312,6 km², který je označen jako polygon **EDU-Z5**.

Pro pochopení geologických vztahů a významných geologických struktur (např. třebíčský zlom, kontakt třebíčského plutonu a moldanubika) a provedení strukturních výzkumů byl

definován polygon označený jako **EDU-Z2** o rozloze 152 km² s vrcholy v obcích Třebíč, Smrk, Hrotovice a Jaroměřice nad Rokytnou.

Souřadnice vrcholů jednotlivých polygonů a jejich schéma je na Obr. 1 a v Tab. 1.



Obr. 1 Pozice lokality EDU-Z a její členění na topografickém podkladu ZABAGED.

Tab. 1 Přehled souřadnic vrcholů polygonů EDU-Z, S-JTSK ve verzi pro GIS.

polygon	vrchol	x	y	polygon	vrchol	x	y
EDU-Z	EDU-Z_1	-648058,99	-1157180,70	EDU-Z2	EDU-Z2_1	-651662,77	-1152844,42
	EDU-Z_2	-642228,26	-1159605,14		EDU-Z2_2	-639877,55	-1152844,42
	EDU-Z_3	-641918,23	-1160990,42		EDU-Z2_3	-639877,55	-1165811,86
	EDU-Z_4	-644204,02	-1164615,82		EDU-Z2_4	-651662,77	-1165811,86
	EDU-Z_5	-648127,14	-1164792,15	EDU-Z5	EDU-Z5_1	-654670,38	-1152180,70
	EDU-Z_6	-649670,38	-1161507,23		EDU-Z5_2	-636918,23	-1152180,70
					EDU-Z5_3	-636918,23	-1169792,15
					EDU-Z5_4	-654670,38	-1169792,15

V průběhu řešení zakázky zadavatel doporučil rozšíření území pro geofyzikální výzkum dále na východ směrem k obci Valeč. Zadání prací bylo řešeno Dodatkem č. 1 a 2 ke Smlouvě o Dílo.

Provedené práce odpovídaly rekognoskační etapě výzkumu potenciálních lokalit HÚ v České republice ve smyslu Procházky ed. (2010) nebo „site characterization stage“ ve smyslu předpisů IAAE.

2 Přehled provedených prací a výstupů

2.1 První dílčí plnění

První dílčí plnění proběhlo v červnu až prosinci 2016 s těmito hlavními aktivitami:

- zpracování prováděcího projektu;
- dálkový průzkum Země;
- rešerše – shrnutí dostupných dat týkajících se polygonu a metodiky prací.

Prováděcí projekt (TZ č. 45/2016; Hanžl a Pertoldová ed. 2016) shrnul postupy geologických a navazujících činností nutných posouzení potenciální vhodnosti horninových masivů jako hostitelského prostředí hlubinného úložiště RAO v lokalitě Jaderná elektrárna Dukovany – západ.

Dálkový průzkum Země byl založen na nezávisle provedené morfostrukturní analýze digitálních modelů terénu a analýze radarového snímku ALOS PALSAR – 2. Výsledkem byla Mapa morfolineamentů širšího okolí polygonu HÚ EDU – Západ a Mapa identifikovaných lineamentů DPZ širšího okolí polygonu HÚ EDU – Západ. Tyto mapy v měřítku 1 : 25 000 zobrazují síť detekovaných strukturních lineárních indicií v polygonu EDU-Z5 a jsou doplněny vysvětlujícím textem (TZ č. 55/2016; Kopačková a Jelínek et al. 2016), který shrnuje postupy, jak byly dané lineamenty získány.

Shrnutí dostupných dat (TZ č. 53/2016; Hrdličková a Pertoldová et al. 2016) bylo zaměřeno na základní informace o přístupech k HÚ ve světě a stav prací související s touto problematikou v České republice, a to včetně postupů k výběru a ohodnocení území k umístění HÚ. Podstatná část výzkumu byla věnována přehledu poznatků o geologické stavbě území, hydrogeologických a inženýrskogeologických datech. Jako součást rešerše

byla sestavena i tabulka s přehledem relevantních výzkumných a průzkumných prací v rámci polygonu.

Dále byly zahájeny práce na struktuře centrálního datového skladu, struktuře geodatabáze pro zpracování mapových dat. Byly provedeny také rekognoskační mapové túry, základní geofyzikální měření a odběr vzorků pro laboratorní zpracování. Tyto činnosti byly shrnuty v TZ č. 54/2016 (Hanžl a Pertoldová et al. 2016).

2.2 Druhé dílčí plnění

Druhé dílčí plnění proběhlo v lednu až říjnu 2017 a jeho hlavní náplní bylo sestavení geologických a aplikovaných map na základě geologického, hydrogeologického a inženýrskogeologického mapování 1 : 10 000 v polygonu EDU-Z, strukturního a geomorfologického výzkumu v polygonu EDU-Z2 a geofyzikálního měření podél předem vybraných profilů uvnitř polygonu EDU-Z. Výsledky byly shrnuty ve „Zprávě o provedení geologicko-výzkumných prací na lokalitě EDU – západ“ (TZ č. 116/2017; Hanžl a Hrdličková et al. 2017).

Zpráva je doplněna o dvě samostatné přílohy, kterými jsou „Geofyzikální výzkum na lokalitě HÚ EDU – západ“ (M. Karous a kolektiv) a „Petrofyzikální charakteristika horninového prostředí na lokalitě HÚ EDU – Západ (J. Hanák – P. Ondra)“.

Celkem bylo sestaveno 14 geovědně orientovaných map:

1. Geomorfologická mapa na lokalitě EDU – západ 1 : 25 000
2. Mapa tektonické členitosti a intenzity porušení hornin na lokalitě EDU – západ 1 : 25 000
3. Synoptická strukturní mapa na lokalitě EDU – západ 1 : 25 000
4. Mapa geologických dokumentačních bodů na lokalitě EDU – západ 1 : 25 000
5. Mapa geologických dokumentačních bodů na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
6. Mapa HG a IG dokumentačních bodů na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
7. Základní geologická mapa zakrytá na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
8. Základní geologická mapa odkrytá na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
9. Tektonická mapa na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
10. Geologické řezy na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
11. Hydrologická mapa na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
12. Hydrogeologická mapa na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
13. Mapa chemismu podzemních vod na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000
14. Mapa IG rajonování na lokalitě EDU – západ 1 : 10 000

Databáze dokumentačních bodů a mapy geologických túr byly připraveny jako samostatné elektronické přílohy.

Na základě těchto dat byly vybrány dvě oblasti vhodné pro další průzkum (viz kapitola 5).

2.3 Třetí dílčí plnění

Cílem třetího dílčího plnění bylo zhodnocení geologických dat ve 3D modelech (Obr. 4, Obr. 3), vymezení potenciálně vhodných území pro další průzkum a zhodnocení lokality dle kritérií IAAE, sestavení předběžné studie proveditelnosti a posouzení vlivu a dopadu předpokládané stavby HÚ na životní prostředí.

Práce proběhly od května 2017 do února 2018 a jejich výsledky jsou součástí této zprávy jako samostatné přílohy:

Vyhodnocení lokality EDU-Z z hlediska vhodnosti k umístění hlubinného úložiště. Zhodnocení geologických, geotechnických, seismotektonických a hydrogeologických hazardů

Předběžná Studie proveditelnosti HÚ v lokalitě Na Skalním

Studie vlivů HÚ v lokalitě Na Skalním na životní prostředí

2.4 Geofyzikální profily Valeč

Na základě požadavků zadavatele byly geologické práce rozšířeny k východu do polygonu zhruba vytyčeného obcemi Třebenice, Plešice, Krhov a Myslibořice. Důvodem rozšíření bylo ověření předpokládané výrazné zlomové struktury SSZ–JJV podél údolí Rouchovanky a k ní kosé strukturní lineární indikace detekované metodami dálkového průzkumu Země. Hlavní výzkumnou metodou bylo geofyzikální profilování podél čtyř profilů o celkové délce cca 22 km doplněné o geologickou dokumentaci podél nich.

Na základě těchto dat byla sestavena samostatná zpráva, která je přílohou této závěrečné zprávy. Vlastní geologická dokumentace byla doplněna o vybrané výsledky z mapovacího kurzu PŘF MU, který proběhl v květnu 2017 v okolí Hrotovic a na jejichž základě byla sestavena geologická mapa v měřítku 1 : 10 000 kolem geofyzikálních profilů.

3 Centrální datový sklad

Geologická data, mapové i tabulkové výstupy a vlastní textové zprávy byly průběžně ukládány v centrálním datovém skladu, jehož struktura je znázorněna na Obr. 2Dvě základní a nejobsáhlejší datové skupiny jsou databáze terénní dokumentace a mapové projekty.

3.1 Databáze terénní dokumentace

3.1.1 Naplnění databáze zdrojovými daty

Terénní dokumentace (geologická, hydrogeologická a inženýrskogeologická) byla během terénních prací průběžně pořizována s využitím existujícího on-line databázového systému ČGS. K tomuto účelu bylo využito infrastruktury používané v ČGS.

Stávající on-line systém byl na začátku projektu operativně rozšířen pro potřeby inženýrskogeologické dokumentace. Rozsah úprav byl realizovaný 23. 9. 2016 ve stávajícím systému a pokrývá požadavky na záznamy údajů IG v projektu. Úpravy se týkaly zadávací aplikace a zdrojové databáze.

Autorům třetích stran (spolupracujících organizací), kteří se na zadávání dokumentace podíleli, byl umožněn přístup do systému prostřednictvím individuálně zřízených účtů portálu ČGS.

V období práce na projektu byly do zdrojových databází zadány popisy celkem 1497 zdokumentovaných terénních objektů: 1263 geologických dokumentačních bodů (z toho 102 nesoucí inženýrskogeologickou informaci), 11 čistě inženýrskogeologických bodů a 223 hydrogeologických bodů. K tomuto souboru je připojeno 1070 souborů s fotodokumentací. Editační práce nad zdrojovou databází probíhaly od července 2016 do ledna 2018, kdy byly dokončeny poslední opravy v souvislosti s dokončováním mapy Valeč.

01_ZPRAVY_A_VYSTUPY

- 1_DILCI_PLNENI
 - 1_texty
 - 2_mapy
- 2_DILCI_PLNENI
 - 1_texty
 - 2_mapy
- 3_5_DILCI_PLNENI
 - ENGL_preklad

02_DATOVE_TABULKY

- 1_plneni
- 2_plneni
- 3_plneni
- 5_plneni_Valec

03_TERENNI_DOKUMENTACE

- 1_plneni
- 2_plneni
- 3_5_plneni

04_GIS


- 01_MAPY
- 02_SCHEMATA
- 03_Geofyzika
- 04_EIA

05_GEOFYZIKALNI_DATA

- 2_PLNENI
- 5_PLNENI_VALEC

06_3D_MODEL

Obr. 2 Členění centrálního datového skladu na serveru Sievert.

 SÚRAO	EDU-Z Závěrečná zpráva	Evidenční označení:
		ZZ219/2018

3.1.2 Databáze terénní dokumentace pro účely projektu

Struktura databáze pro účely projektu byla navržena v prováděcím projektu. Při následném plnění databáze reálnými daty byla navržená struktura drobně modifikována, což bylo dáno snahou o maximálně možný a úplný popis zdrojových dat. Entita označená DAT_DOKUMENTACE je ve výsledné struktuře pojmenována DAT_DOKUMENT, byly doplněny entity DAT_DOK_VYBRUS a DAT_VYBRUSY. Finální verze struktury výstupní databáze odpovídá materiálu "Projektová dokumentace struktury databáze terénní dokumentace" (1. 7. 2017) připravenému v rámci druhého plnění. Databáze obsahuje terénní údaje různých odborných druhů dokumentace a veškeré používané relačně vázané seznamy kódových hodnot. Tato struktura je dále nazývána „výstupní databáze“.

Pro účely projektu byla vyvinuta sada dávkových souborů, které umožní řízený přenos předmětných datových záznamů ze stávajících systémů (geologie, hydrogeologie, inženýrská geologie) do připravené datové struktury výstupní databáze.

Výstupní databáze slouží k archivaci zdrojových dat terénní dokumentace a je kompletována a předána v exportním formátu zadavateli. Vzhledem k tomu, že je tato databáze uložena v prostředí ArcSDE včetně vazby na prostorovou informaci, je též využita pro další zpracování v rámci GIS výstupů.

Výsledky laboratorních zkoušek a měření nelze předem připravit na úrovni databázové struktury a proto nejmenším společným jmenovatelem těchto dat je připojený soubor (dokument), který je v databázi registrován shodně jako je tomu u fotodokumentace. K danému bodu dokumentace lze na úrovni dokumentačního bodu a jednotlivých litologií (entita DAT_DOKUMENT, atribut PORADI_HORNINA) připojovat soubor (soubory) např. s výsledky laboratorních měření.

3.1.3 Výstupní formát pro zdrojová data dokumentační databáze

Výstupní formát byl zvolen s ohledem na možnost importu dat do jiného databázového systému. Export všech zdrojových dat dokumentační databáze je rozdělen do dvou balíčků:

- exportní tvar relačních databázových dat, balíček v souboru **ZDterenniDokDBdata_201801_SO2016056.zip**;
- exportní tvar fotodokumentace a připojených souborů, balíček v souboru **ZDterenniDokDBFoto_201801_SO2016056.zip**.

Relační tabulky uvnitř jsou exportovány po jednotlivých souborech ve formátu CSV. Oddělovačem atributů je středník. Kódování české diakritiky je ve znakové sadě Windows1250. Názvy exportních souborů uvnitř balíčku se kryjí s názvy relačních entit. Tabulky s geometrií obsahují geometrii kódování do výstupního interoperabilního tvaru "Open Geospatial Consortium (OGC) Well-Known Text (WKT) representation". Formát je popsán například na odkazu <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb933977.aspx>. Obsah relační databáze je členěn do dvou složek, „data“ a „kodovniky“. Složka „data“ obsahuje datové tabulky se zdrojovými daty, složka „kodovniky“ obsahuje relačně využívané kódovniky s výčtem možných hodnot.

Struktura samotné databáze je popsána v projektové dokumentaci v textové příloze 1 „Projektová dokumentace struktury databáze terénní dokumentace“. Zde jsou vysvětleny významy jednotlivých databázových struktur a všech atributů spolu s technickým popisem.

Připojené soubory (zejména se jedná o fotodokumentaci zmiňovanou v databázi) jsou předány ve druhém balíčku. Soubory jsou členěny po adresářích nazvaných čísly mapových listů související dokumentace. Je zde zachováno členění, které je využito na aplikačním serveru a které má za cíl zamezit existenci velkého množství souborů v jediné složce. Databáze obsahuje entitu DAT_DOKUMENT, která obsahuje relativní cesty k jednotlivým souborům a jejich vazby na relační data. Tato entita je součástí exportu prvního balíčku.

V průběhu projektu došlo k několika předání průběžných dat tak, aby na straně zadavatele mohlo dojít k ověření technické interoperability importu relačních dat do systémů zadavatele. Aktuální datové exporty byly součástí průběžných plnění.

Předání zdrojových dat je doplněno o přehledovou sestavu „Dokumentační deník“ ve formátu PDF, která obsahuje veškeré údaje zjištěné a zaznamenané při terénních pracích. Soubor se sestavou je označen jako


ZDterenniDokDenikPDF_201801_SO2016056.pdf

Sestava je na úvod doplněna orientační přehledovou mapkou s orientačním umístěním všech zkoumaných objektů, následována seznamem objektů s geologickou a hydrogeologickou dokumentací (členěná dle jednotlivých autorů a jejich dokumentací abecedně, každý kód objektu je v seznamu odkazem přímo na stránku s popisem objektu) přehlednou formou obsahovat všechny zdrojové údaje. Tato sestava obsahuje na celkem 1736 stranách textu výsledky práce kolektivu 14 autorů v období březen 2016 až prosinec 2017.

3.2 Mapové projekty

Mapové projekty jsou uloženy v tematických adresářích ve složce CDS 04_GIS\01_MAPY\01_MXD. K prvnímu plnění byly vytvořeny dílčí adresáře DPZ, Geofyzika a Morfolineamenty, které obsahují jednotlivé MXD soubory, ze kterých byly vytvořeny mapy. Jednotlivé dokumenty jsou nazvány podle stanoveného názvosloví:

- GSdpzEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha1BouguerEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha2GradientyEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha3TAnomalieEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha4LinsserEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha5AnomaliedTEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha6horizGradientEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha7AnomaliedTEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha8DraslikEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha9uranEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha10ThoriumEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha11PomKoncentraciEDUZ5_201611_SO2016056
- GSgeofyzikaPriloha12nSvhEDUZ5_201611_SO2016056

 SÚRAO	EDU-Z Závěrečná zpráva	Evidenční označení:
		ZZ219/2018

K druhému plnění byly vytvořeny dílčí adresáře Dokumentace, Geologie, Geomorfologie, Hydrogeologie, IG, Tektonika, které obsahují jednotlivé MXD soubory, ze kterých byly vytvořeny mapy. Jednotlivé dokumenty jsou nazvány podle stanoveného názvosloví:

- GSDokumentace25EDUZ2_201707_SO2016056
- GSDokumentaceGeolEDUZ_201707_SO2016056
- GSDokumentaceHglgEDUZ_201707_SO2016056
- GSGeologickeRezyEDUZ_201707_SO2016056
- GSGeologieOdkrytaEDUZ_201707_SO2016056
- GSGeologieZakrytaEDUZ_201707_SO2016056
- GSGeomorfologieEDUZ2_201707_SO2016056
- GSHydrogeologieEDUZ_201707_SO2016056
- GSHydrogeologieEDUZ_201707_SO2016056
- GSChemismusVodEDUZ_201707_SO2016056
- GSigEDUZ_201707_SO2016056
- GSSynoptiskaStDUZ2_201707_SO2016056
- GSTektClenitostEDUZ2_201707_SO2016056
- GSTektonickaEDUZ_201707_SO2016056

Veškeré MXD dokumenty byly opatřeny krycími listy a metadaty

3.2.1 Geodatabáze

Souborová databáze (*GSgeodatabazeEDUZ_SO2016056.gdb*) je umístěna ve složce: \\nts46\546005_HU_EDU\10_CDS\04_GIS\2_plnění\01_MAPY\02_GEODATABAZE. Tato geodatabáze je pojmenována *GSgeodatabazeEDUZ_SO2016056.gdb* bez roku a měsíce odevzdání. Z důvodu zachování napojení dat v mapových dokumentech není možné měnit název zdrojů dat. **Proto název geodatabáze musí být stále neměnný.**

Samotná struktura geodatabáze vychází z návrhu, který je popsán v Prováděcím projektu (kapitola 2.1.2). Geodatabáze je rozčleněna tematicky do jednotlivých datasetů. V současné době jsou naplněny daty datasety DPZ, GEOFYZIKA, GEOLOGIE, GEOLOGIE_LEGENDY, GEOMORFOLOGIE, IG, LEGENDY. Datasety RAMY_MAP A TOPOGRAFIE obsahují doplňková a topografická data, která jsou nezbytná při konstrukci jednotlivých map.

3.2.2 Rastrová data

Geodatabáze dále obsahuje rastrová data: Je zde uložen zdrojový snímek Alos Palsar 2 pro tvorbu lineamentů DPZ:

\\nts46\546005_HU_EDU\10_CDS\04_GIS\2_plnění\01_MAPY\02_GEODATABAZE\GSgeodatabazeEDUZ_SO2016056.gdb\alos_palsar2_originalni_data a výsledný rastr s plošnou hustotou mikrolineamentů;

\\nts46\546005_HU_EDU\10_CDS\04_GIS\2_plnění\01_MAPY\02_GEODATABAZE\GSgeodatabazeEDUZ_SO2016056.gdb\DPZ_kernel5001.

Dále jsou zde uloženy všechny zdrojové rastry geofyzikálních map a čtyři varianty stínovaného reliéfu podle azimutu osvitů.

3.2.3 Topografie

Pro sestavení jednotlivých map byl vytvořen účelový topografický podklad, který vychází z datového modelu ZABAGED. Tato data nejsou předávána do CDS a pro vlastníky licence ZABAGED mimo pracoviště ČGS je třeba zdroj navázat na vlastní zdroj dat. V jednotlivých vrstvách nebyly provedeny žádné datové zásahy. Pouze byly jednotlivé vrstvy vyladěny tak, aby topografie byla čitelná i pro měřítka 1 : 25 000 a 1 : 50 000, ve kterých byly konstruovány jednotlivé mapy.

Topografie se skládá z osmi vrstev:

- Ulice
- BudovaBlokBudov
- SilniceDalnice
- DefinicniBodSpravnihoCelku
- Cesta
- ZeleznicniTrat
- VodniPlocha
- VodniTok
- VrstevniceZesilena
- VrstevniceDoplnkova
- VrstevniceHlavni_JV
- VrstevniceHlavni_JZ

Pro vrstvu cesty bylo ještě definováno omezení `typcesty_p = 'Cesta udržovaná'`, které zobrazuje pouze zpevněné komunikace. Vrstva `DefinicniBodSpravnihoCelku` slouží k zobrazení názvu jednotlivých obcí. Aby tyto názvy byly co nejlépe čitelné, byla vytvořena anotační třída prvků, která zobrazuje jednotlivé názvy obcí v měřítku 1 : 25 000 přemístěné do ideálních pozic. Dostupné je v geodatabázi na adrese:

GSgeodatabazeEDUZ_SO2016056.gdb\TOPOGRAFIE\DefinicniBodSpravnihoCelkuAAAnno.

Aby bylo možné restaurovat identickou topografii, jaká byla použita při tvorbě výstupů ČGS, byl vytvořen soubor `topografie25_50.lyr`. Po připojení tohoto souboru na vlastní topografické vrstvy datového modelu ZABAGED dojde k jejich identickému rozbarvení jako na dodaných mapách.

4 3D strukturně-geologické modely EDU-Z a EDU-Z2

3D strukturně geologické modely EDU-Z (lokální) a EDU-Z2 (regionální) byly vytvořeny v software MOVE (verze 2017.2), který je vhodný pro zobrazení komplexní geologické stavby krystalinika Českého masivu a umožňuje jednoduchý import a export různých datových formátů. Rovněž byla zohledněna možnost využití výstupů v navazujících hydrogeologických a transportních modelech. Pro účely 3D modelů 7 potenciálních lokalit HÚ nejsou v MOVE modelovány objemy hornin, ale povrchy horninových těles. Modely tedy zahrnují dvě skupiny 3D objektů (meshů) - povrchy horninových těles a zlomové plochy.

Modely byly připraveny jako samostatné elektronické přílohy dostupné na serveru Sievert.

4.1 Metodika přípravy dat pro 3D modely

Pro tvorbu modelů byla digitálně zpracována dostupná geologická data, která zahrnovala následující: geologickou mapu měřítka 1 : 50 000 pro regionální model a geologickou mapu měřítka 1 : 10 000 pro podrobný model, vrtná data, gravimetrické modelové řezy, vertikální geologické řezy, orientace foliací, orientace zlomových ploch.

Konkrétně byly modely sestaveny na základě následujícího spektra dat:

- Sjednocená geologická mapa území 3D regionálního modelu

Na základě nových dat byla sestavena sjednocená účelová geologická mapa. Zároveň byla stanovena litologická kolonka, která představovala základ pro nadefinování „litologických horizontů“ – „Horizons“ v MOVE.

Geologická situace je velmi podrobně vymodelována v území EDU-Z, v území EDU-Z2 je geologická stavba dle nově vytvořených mapových podkladů mírně generalizována. Extrapolace za hranicí modelového území EDU-Z2, v rozsahu určeném týmem HG modelářů a SÚRAO, byla provedena jen pro účely hydrogeologických modelů a představuje velmi hrubý kvalifikovaný odhad geologické situace, vycházejícím zejména z geologických map 1 : 50 000. Takto vytvořené geologické mapy byly sloučeny v prostředí GIS a následně využity pro tvorbu regionálních 3D modelů.

- Gravimetrické modelové řezy

Čtyři gravimetrické modelové řezy (T1–T4) byly umístěny s ohledem na nejvýznamnější horninová tělesa, která připadají v úvahu pro umístění HÚ v oblasti EDU-Z, s cílem odhadnout jejich hloubkový dosah. Řezy na všech stranách výrazně přesahují území EDU-Z2. Jednotlivé řezy byly dodány firmou Miligal s.r.o.

- Geologické řezy

Nově vytvořených 6 vertikálních geologických řezů v rozsahu území EDU-Z bylo importováno a naškálováno dle měřítka 1 : 10 000 ve kterém byly sestaveny.

- Vrtná data

Vrtná data pro účel modelu byla připravena v podobě dvou ASCII tabulek ve formátu *.txt. První tabulka obsahovala název vrtu, jeho přesnou lokalizaci (X, Y a Z koordináty) a celkovou hloubku vrtu. Druhá tabulka pak obsahovala jednotlivé litologické horizonty a jejich metráž ve vrtu. Hloubka jednotlivých horizontů byla uvedena jako hloubka v metrech.

- Strukturní data

Z databáze dokumentačních bodů v území EDU-Z2 byly přejaty orientace duktilních i křehkých struktur. Tabulka strukturních měření byla importována do MOVE, jednotlivá měření vizualizovaná danou orientací a využita pro konstrukci průběhu horninových těles či zlomových ploch.

4.2 Metodika tvorby 3D strukturně geologických modelů

3D strukturně geologické modely jsou složeny z většího množství ploch, které reprezentují hranice horninových těles nebo zlomové plochy. Jednotlivé plochy tvořící výsledné 3D strukturně geologické modely (tzv. mesh) byly vytvářeny s pokud možno plynulým průběhem. Dále byly dle požadavku vždy konstruovány vertikální hranice modelu ve 3D pro

lokální strukturně geologický model EDU-Z2 (Obr. 3 i pro regionální HG model (Obr. 4). Topologické chyby v modelech dosahují měřítek jednotek nebo prvních desítek metrů (zejména nepřesnosti na hranicích sousedících ploch). Tyto chyby nezpůsobují problémy pro využití modelů v navazujících pracích, ani nejsou v měřítku modelů vizuálně patrné. Z těchto důvodů nebyly tyto chyby v modelech opravovány.

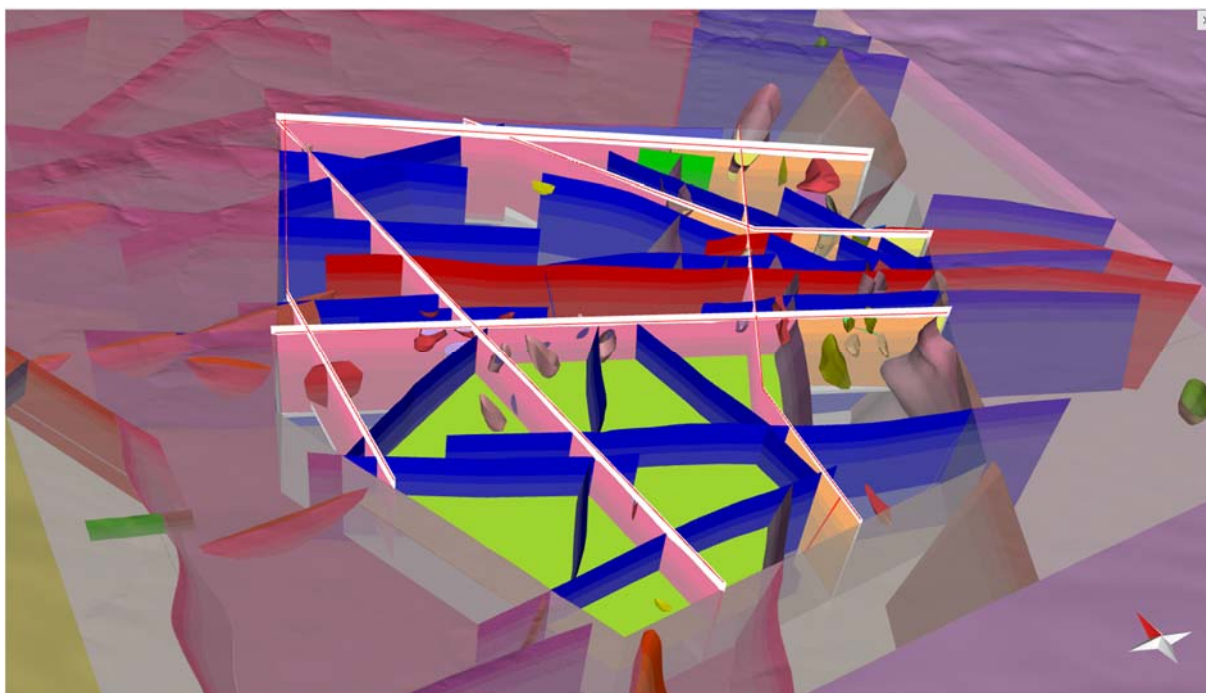
Každý model byl vytvořen za využití následujících kroků:

- Založení projektu a nastavení projekce

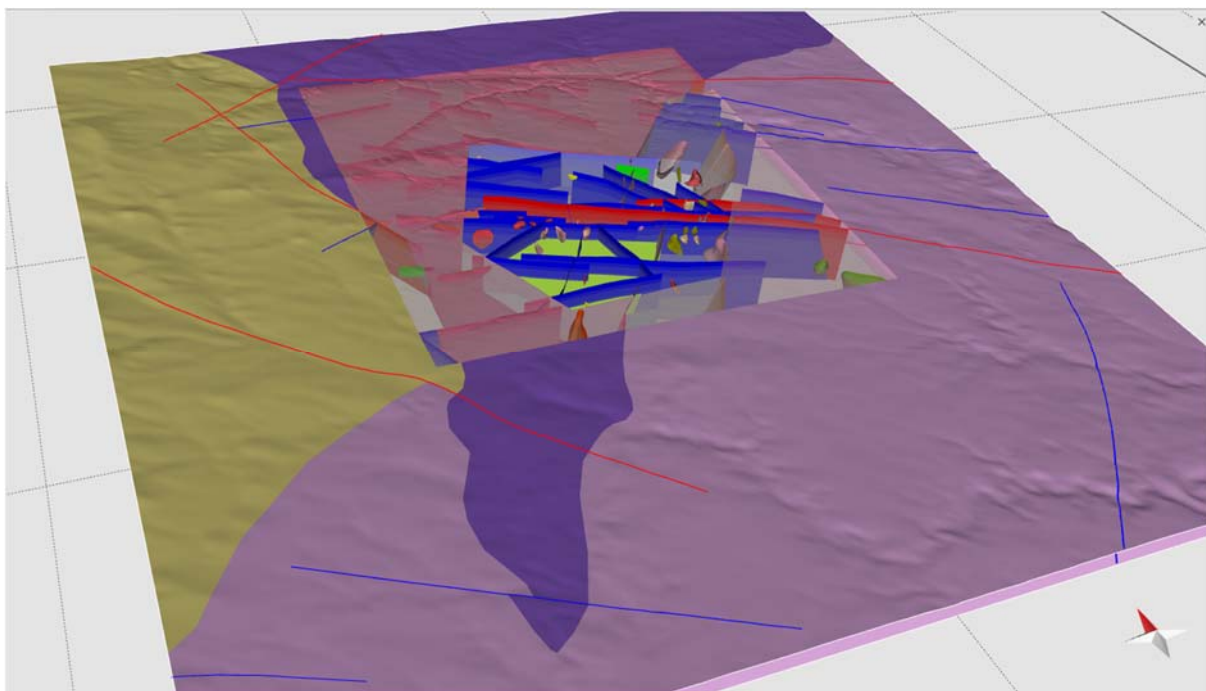
Při založení nového projektu byl nastaven topografický systém odpovídající topografickému systému ČR: S-JTSK (Křovák East-North). Importy vektorových dat a georeferencovaných rastrů z programů ARC GIS zpracovávaných v koordinátovém systému S-JTSK Křovák East-North pak proběhly bez problémů.

- Vytvoření sjednocené litologické kolonky v „Horizons“ v souladu s geologickou mapou

V souladu s geologickou mapou bylo vytvořeno „stratigrafické“ (litologické) členění v programu, tak aby jednotlivé nově vytvořené Horizons (reprezentující v tomto případě jednotlivé litologie) odpovídaly předem definovaným názvům z geologické mapy a byly barevně odlišeny (Obr. 5).



Obr. 3 Pohled na lokální 3D geologický model území EDU-Z s průhledným povrchem, s vynesáním interpretativních geologických řezů a vyznačením návrhu homogenních bloků (světle zelenou barvou).



Obr. 4 Celkový pohled na výsledný 3D geologický model (hrubý hydrogeologický rozsah zobrazen s povrchovou geologickou mapou, území EDU-Z2 naopak s průhledným povrchem).

	Horizon	Colour
1	biotitický migmatit se sillimanitem, místy s granátem, lokálně až ortorulového vzhledu	
2	granulitová rula s relikty granulitu	
3	hrubě zrnitý porfyrický amfibol-biotický melagranit až melasyenit	
4	křemenné pískovce s železitým tmelem	
5	migmatizovaná biotitická pararula, místy se sillimanitem	
6	pegmatit	
7	serpentinit	
8	stromatitický až nebulitický sillimanit-biotitický migmatit, místy se sillimanitem místy s granátem	
9	stromatitický migmatit s polohami vapanátosilikátových hornin	
10	středně až hrubě zrnitý biotický melasyenit až melagranit (okrajová facie)	
11	středně až hrubě zrnitý biotitický syenit až granit s amfibolem, místy porfyrický	
12	středně zrnitý biotitický granit	
13	středně zrnitý leukokratní migmatit až anatektický granit	
14	turmalinický granit	
15	brekcie	
16	žilný křemen	
17	HG_Trebický_pluton-durbachity	
18	HG_Monotoni_skupina_moldanubika-pararuly a migmatity	
19	HG_Gfohlska_jednotka_moldanubika-ortoruly a migmatity	

Obr. 5 Litologická kolonka využitá pro tvorbu 3D geologických modelů EDU-Z2 a EDU-Z.

- Definice strukturních a dalších symbolů

Příprava strukturních symbolů probíhala obdobně jako příprava „horizontů“. Program MOVE obsahuje vlastní databázi běžně využívaných strukturních znamének, které lze přiřadit k uživateli předem definovaným strukturním prvkům (puklina, kliváž, foliace, lineace aj.) a tyto byly přiřazeny především projektovaným orientacím foliací.

- Import sjednocené geologické mapy včetně zlomové sítě

Geologická mapa byla do projektu nahrána jako polygonová vrstva ve formátu shapefile (*.shp). Každý polygon měl již v atributové tabulce uvedeno jeho litologické zařazení dle předem vytvořené litologické legendy pro celý model (nedefinované v Horizons). V nastavení importu GIS vektorových dat v rámci programu MOVE pak byl pouze přiřazen tento atribut položce Horizon, každý polygon se tak přiřadil dané litologii nedefinované v Horizons. Import zlomové sítě (liniový shapefile) proběhl stejným způsobem bez nutnosti definovat Horizons. Po nahrání do projektu se linie nedefinovaly jako zlomy (Fault) a program s nimi tak dále nakládal.

- Import rastrových podkladů a jejich rektifikace

Import geologických map a řezů ve formě rastrových obrázků lze provádět v širokém rozsahu formátů, čistých rastrů i rastrů s uloženými metadaty (např. polohopis, výškopis aj.). Řezy byly vloženy do předem vytvořené sekce (průběhu řezu) a jejich ořez i zmenšení/zvětšení byl proveden během importu a následně transformací snímku v rámci sekce.

- Import vrtných dat

Vrtná data jsou důležitou součástí při konstrukci modelu a program jejich důležitost reflektuje propracovaným rozhraním importu průběhu vrtu a mnoha doplňkových informací. Vrtná data byla importována z textového formátu ASCII (*.csv nebo *.txt). Textové soubory obsahovaly název vrtu, zaměření vrtu ve formátu souřadnic XYZ v koordinátovém systému S-JTSK Křovák East-North, údaj o hloubce vrtu v metrech (lze použít i upravenou Z souřadnici), údaje o litologických horizontech a jejich hloubkový dosah.

- Import strukturních dat

V programu je možné vkládat a vizualizovat strukturní data různého charakteru, záleží na uživateli, jaké kategorie si zvolí a jaké strukturní prvky bude do programu vkládat. Ve 2D režimu se tektonická znaménka zobrazují v klasické podobě, ve 3D pak jako kruh (čtverec, trojúhelník) orientovaný do směru sklonu a sklonu daného měření. Import dat proběhl přes tabulku ve formátu ASCII (obdobně jako u vrtů) za využití koordinát místa měření (X, Y), typu měřené struktury a samotných naměřených údajů.

- Import DEM, projekce dat na DEM

Pro horní hranici modelu byl využit digitální model reliéfu (digitální model reliéfu 4. a 5. generace, ČÚZK 2013), který byl do modelu naimportován jako grid, na který byla dále vyprojektována geologická mapa zkompileovaná pro účely 3D strukturněgeologického modelu lokality, zlomové linie a další povrchová data.

- Tvorba geologických těles regionálního modelu přes horizontální řezy

Samotná tvorba geologických hranic těles do hloubky byla primárně provedena přes konstrukci horizontálních řezů do hloubky modelu, tj. cca 1500 m od povrchu dané lokality. V každém řezu byly liniemi vykresleny průběhy geologických těles. Tyto linie byly v některých

případech editovány ve 3D prostoru manuálním přesunem jednotlivých vertexů, nebo celkovou deformací a translací linie. Všechny takto získané linie byly následně využity pro konstrukci povrchů (meshů) daných těles. Obdobným způsobem byly vytvořeny také meshe tvořící hranice a bázi průzkumného území, území EDU-Z2 a regionálního HG modelu. Dle dohody se SÚRAO byla modelována jen ta horninová tělesa, která vycházejí na Zemský povrch a jejichž existenci lze tedy relativně jednoduše ověřit terénními pracemi.

- Tvorba zlomů regionálního modelu

Linie zlomů vyprojektované na povrch byly použity pro tvorbu meshů zlomů, kdy byly jednotlivými liniemi proloženy plochy s manuálně nadefinovaným sklonem a orientací, na základě expertního odhadu do hloubky odpovídající zhruba polovině délky zlomu.

- Tvorba lokálního 3D strukturně geologického modelu

Tvorba lokálního modelu probíhala formou importu nových dat do regionálního modelu a aktualizace regionálního modelu dle těchto nových dat. S ohledem na budoucí využití lokálního modelu pro projektovací práce a hydrogeologické modely probíhala tato aktualizace následovně:

- v rozsahu lokálního modelu byl zpřesněn průběh horninových těles (přidána malá tělesa ignorovaná v regionálním modelu, případně upraven průběh stávajících těles
- v rozsahu lokálního modelu byly doplněny zlomy, které byly v regionálním modelu ignorovány nebo zjednodušeny (např. malé zlomy 3. kategorie)
- hranice lokálního modelu byly vytvořeny jako jeden informativní poloprůhledný mesh o tvaru průzkumného území extrudovaný do hloubky lokálního modelu = 1 km.

Popsaný postup byl na společných jednáních se SÚRAO a HG modeláři vyhodnocen jako nejefektivnější co se týká využití dostupných archivních i nových geologických a geofyzikálních dat, i potřeb navazujícího využití detailních modelů dle plánu SÚRAO.

4.3 Komplexita a extrapovatelnost geologické stavby

Třebíčský pluton tvořený durbachity zaujímá největší část modelu a celého průzkumného území lokality EDU-Z, tj. oblasti, do které by bylo v případě výběru této lokality situováno HÚ RAO. Litologicky je složen z několika variet durbachitů, které byly pro účely geologického modelu sjednoceny do dvou položek legendy. V durbachitech se v menší míře v celém modelu vyskytují drobné žíly granitů, leukogranitů a aplitů ~ V–Z směru, které byly, vzhledem k malým rozměrům v mapových podkladech a tedy i ve 3D modelu, částečně ignorovány. Absence hlubokých vrtů v celém území EDU-Z2 a variabilita hustot durbachitů třebíčského plutonu neumožňují přesné stanovení jeho hloubky pod současným povrchem. V článku Leichmanna et al. (2016) autoři akcentují velmi malý hloubkový dosah tohoto plošně rozsáhlého masívu, který by v jeho jižní polovině (tedy v celém území 3D regionálního modelu) neměl být hlubší než cca 1200 m. Také nově vytvořené gravimetrické 2D řezy, využitě pro tvorbu modelu, jsou v souladu s názorem, že se jedná o takto relativně mělce založené ploché deskovité těleso. Dle výsledků těchto gravimetrických modelů byl pluton ve výsledném modelu protažen těsně nad úroveň báze modelu v hloubce 1,5 km. Durbachity často nesou silně vyvinutou magmatickou nebo deformační stavbu (převažují mírné úklony k východu), která je v souladu s předpokládaným plochým deskovitým tvarem tělesa durbachitů.

Východní i západní hranice plutonu je charakterizována intruzivním kontaktem s metamorfovanými horninami moldanubika, které dle předpokladů zapadají pod středními až strmými úhly směrem do tělesa plutonu, a je z části zlomově modifikována.

V případě monotónní skupiny moldanubika v západní části modelu a gföhlské jednotky ve východní části modelu byl respektován průběh foliací z nově provedených terénních prací a z archivních podkladů (GeoČR 50), a dále průběh horninových těles v interpretativních geologických řezech nově zkonstruovaných v území EDU-Z. Hranice těchto jednotek i průběh jednotlivých těles do hloubky jsou tedy konformní s převažující orientací duktilních staveb.

Celé území modelu je protínáno větším množstvím zlomů a zlomových zón. V území EDU-Z mají tyto zlomy sklon přejatý z interpretativních geologických řezů. Sklon těchto zlomů byl respektován i v širším území EDU-Z2, další zlomy v území EDU-Z2 byly modelovány dle převažující orientace subparalelních blízkých zlomů a s přihlédnutím k orientaci mezoskopických zlomů dokumentovaných na výchozech v blízkém okolí. Pokud tyto údaje nebyly k dispozici, pak byly zlomy modelovány konvenčně jako vertikální. Stejný přístup byl zvolen i v případě zlomů v nejširším modelu konstruovaném výhradně z technických důvodů pro potřeby navazujícího hydrogeologického modelování.

4.4 Věrohodnost výsledného modelu

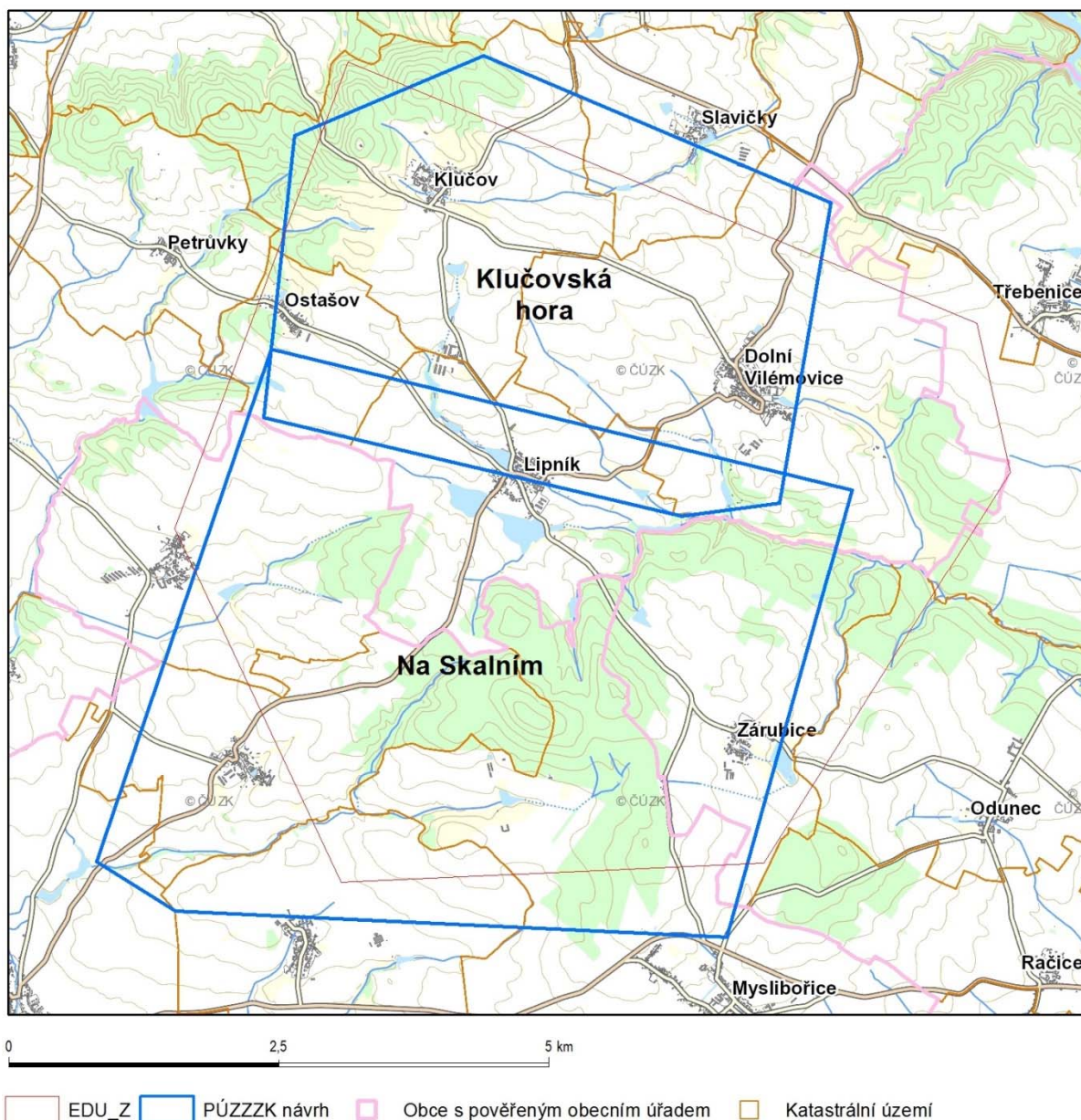
Pro lokalitu EDU-Z bylo shromážděno množství povrchových geologických dat dostatečné pro tvorbu regionálního a lokálního 3D strukturně-geologického modelu, hloubková vrtná data bohužel v tomto území zcela chybí. Gravimetrické 2D modely vedené napříč modelovaným územím jsou tak jedinou informací o hloubkovém dosahu třebíčského plutonu. Dále není možné přímo ověřit průběh a šířku řady důležitých dislokací z důvodu vysoké zakrytosti terénu. To je důvodem, že je model lokality zatížen výraznou mírou nejistoty zejména v hlubších partiích.

Zájmové těleso jižní části třebíčského plutonu je charakteristické výraznou variabilitou hustot durbachitů a komplikovaným průběhem regionálních i lokálních gravimetrických anomálií. Jeho většina byla v minulosti bohužel nezajímavá pro podrobné průzkumné práce ČSÚP, Geoindustrie apod. Jeho přesnější hloubkový dosah, tvar a míru křehkého porušení by bylo nutno před započítím podrobnějších projektových prací, a/nebo podrobnějších bezpečnostních a dalších studií ověřit a výrazně zpřesnit technickými pracemi, zejména jádrovými vrty do hloubek alespoň 1 km, případně doplněnými reflexní seismikou. Z hlediska zlomových struktur nelze určit jejich hydraulické a geomechanické parametry potřebné pro navazující HG a případně geotechnické modely. U žádné zlomové struktury v modelu nejsou k dispozici přímé údaje o jejím hloubkovém průběhu v řádu vyšších stovek metrů. Sklon většiny zlomových struktur v modelu vychází z vertikálních geologických řezů a měření doprovodných mezoskopických struktur na blízkých výchozech. V případě jejich absence byly zlomové struktury modelovány konvenčně jako vertikální, tudíž věrohodnost jejich průběhu s hloubkou klesá.

5 Vymezení a charakteristika potenciálně vhodných průzkumných území

Vymezení potenciálně vhodných průzkumných území bylo definováno jako jeden z hlavních cílů projektu. Výběr území byl postaven na předběžném vyhodnocení lokality EDU-Z k umístění hlubinného úložiště. Hodnocení bylo omezeno na posouzení geologických, geotechnických, seismických a hydrogeologických podmínek, kdy charakteristiky lokality byly porovnány s vylučujícími kritérii, které jsou uvedeny ve Vyhlášce SÚJB č. 378/2016 Sb. a standardech IAAE nebo vycházejí z analýz požadavků a kritérií aplikovaných při umísťování hlubinného úložiště v ČR (viz Hrdličková a Pertoldová et al., 2016, kap. 10; Vokál et al., 2015). Dále byly posouzeny relevantní „geohazardy“, které by mohly ovlivnit budoucí výstavbu a provoz hlubinného úložiště v lokalitě EDU-Z, včetně období po jeho uzavření. Celkové vyhodnocení lokality EDU-Z z hlediska vhodnosti k umístění hlubinného úložiště je shrnuto v samostatné příloze č. 1.

Zpráva konstatuje, že geologická kritéria v lokalitě nevylučují umístění jaderného zařízení a proto bylo v rámci polygonu možné vymezit dvě území potenciálně vhodná pro další geologické práce. Jde o území „Klučovská Hora“ o ploše 16,51 km² na severovýchodě a o území „Na Skalním“ o ploše 27,49 km² na jihu polygonu EDU-Z (Obr. 6). Území leží v geomorfologické oblasti Českomoravská vysočina jižně od Třebíče v území mezi silnicemi II. třídy č. 361 Hrotovice – Třebíč (– Polná – Chotěboř) na východě, silnicí II/360 Jaroměřice nad Rokytnou – Třebíč (– Velké Meziříčí) na západě a silnicí II/152 (Ivančice –) Hrotovice – Jaroměřice n. Rokytnou (– Moravské Budějovice) na jihu.



Obr. 6 Pozice dvou polygonů vybraných pro další posouzení.

5.1 Charakteristika vybraných polygonů

5.1.1 Geografická pozice a geomorfologie

Potenciálně vhodná území pro další geologické práce jsou přirozeně oddělena lipnickým zlomem a částečně přesahují za hranice polygonu EDU-Z. Souřadnice vrcholů vybraných polygonů v Tab. 2.

Tab. 2 Vrcholy polygonů Klučovská hora a Na Skalním, S-JTSK ve verzi pro GIS

území	vrchol	X	Y
Na Skalním	S1	-648775	-1159843
	S2	-643385	-1161156
	S3	-644552	-1165301
	S4	-649664	-1165061
	S5	-650395	-1164602
Klučovská hora	K1	-648558	-1157862
	K2	-646805	-1157119
	K3	-643586	-1158486
	K4	-644060	-1161274
	K5	-644966	-1161399
	K6	-648842	-1160482

Klučovská hora

Území má rozlohu 16,51 km² a obvod 15,76 km. Leží na území obcí Ostašov, Klučov, Slavičky, Dolní Vilémovice a Lipník, kdy všechny obce do něj alespoň částečně zasahují svoji zástavbou (Tab. 3).

Tab. 3 Přehled katastrů zasahujících do polygonu Klučovská Hora

katastrální území	obec	plocha (km ²)
Lipník u Hrotovic	Lipník	2,11
Dolní Vilémovice	Dolní Vilémovice	5,67
Ostašov na Moravě	Ostašov	1,58
Klučov	Klučov	5,80
Slavičky	Slavičky	1,35

Silnice II. třídy č. 401 Jaroměřice nad Rokytnou – Vladislav prochází polygonem při jeho východním okraji zhruba ve směru JZ–SV.

Území patří do podcelku Jaroměřická kotlina (IIC-7C) s okrsky Stařečská pahorkatina (IIC-7C-1), Třebíčská kotlina (IIC-7C-2) a Moravskobudějovická kotlina (IIC-7C-3). Nejvyšším bodem je Klučovská hora (595 m n. m.) v okrsku Stařečská pahorkatina. Území se od Klučovské hory, která leží na SSV–JJZ orientovaném hřbetu svažuje plochými hřbety s poli a loukami k JV. Údolí jsou plochá, kromě části Rouhovanky mezi rybníky Podtvrzník a Návesník, které má až kaňonovitý charakter. V severní části území jsou hojné ruvary tvořené skupinami durbachitových bloků. Severně a severovýchodně od bloku je oblast postižena procesy zpětné eroze, jsou zde vytvořena hluboká erozní údolí Střížovského a Číměřského potoka.

Území je situováno na plochem penneplenizovaném povrchu, kde nedochází k povrchové erozi a transportu materiálu. Erozní báze odpovídá povrchu nivy řeky Jihlavy (v nadmořské výšce cca 390 m n. m.). Lze předpokládat, že v dlouhodobém časovém horizontu může čelo zpětné eroze a prohloubení říčních údolí pravobřežních přítoků Jihlavy postoupit blíže k

vymezenému území, nicméně samotné území polygonu by zpětnou erozí nemělo být postiženo.

Severní část je k východu odvodňována Střížovským potokem s pramenem pod Klučovskou horou. Jižně od Klučova v pramenním rybníku Machák začíná tok Roučovanky, zde orientovaný k jihu. Dalším potokem pramenícím pod Klučovem jsou Zátoky tekoucí k západu do Štěpánovického potoka. Ostatní, většinou plochá údolí jsou meliorovaná jen s občasným tokem.

Na Skalním

Území má rozlohu 27,49 km² a obvod 20,86 km. Leží na katastrech obcí Lipník, Zárubice, Myslibořice, Příložany, Ratibořice a Jaroměřice nad Rokytou, kdy první tři leží svým intravilánem uvnitř vymezeného polygonu, další dvě těsně za jeho okraje a Jaroměřice nad Rokytou pak jz. od něj (Tab. 4).

Tab. 4 Přehled katastrů zasahujících do polygonu Na Skalním

katastrální území	obec	plocha (km ²)
Myslibořice	Myslibořice	5,34
Boňov	Jaroměřice nad Rokytou	4,96
Lipník u Hrotovic	Lipník	4,73
Zárubice	Zárubice	4,26
Ratibořice na Moravě	Jaroměřice nad Rokytou	3,65
Příložany	Jaroměřice nad Rokytou	2,40
Dolní Vilémovice	Dolní Vilémovice	1,03
Ostašov na Moravě	Ostašov	0,75
Jaroměřice nad Rokytou	Jaroměřice nad Rokytou	0,38

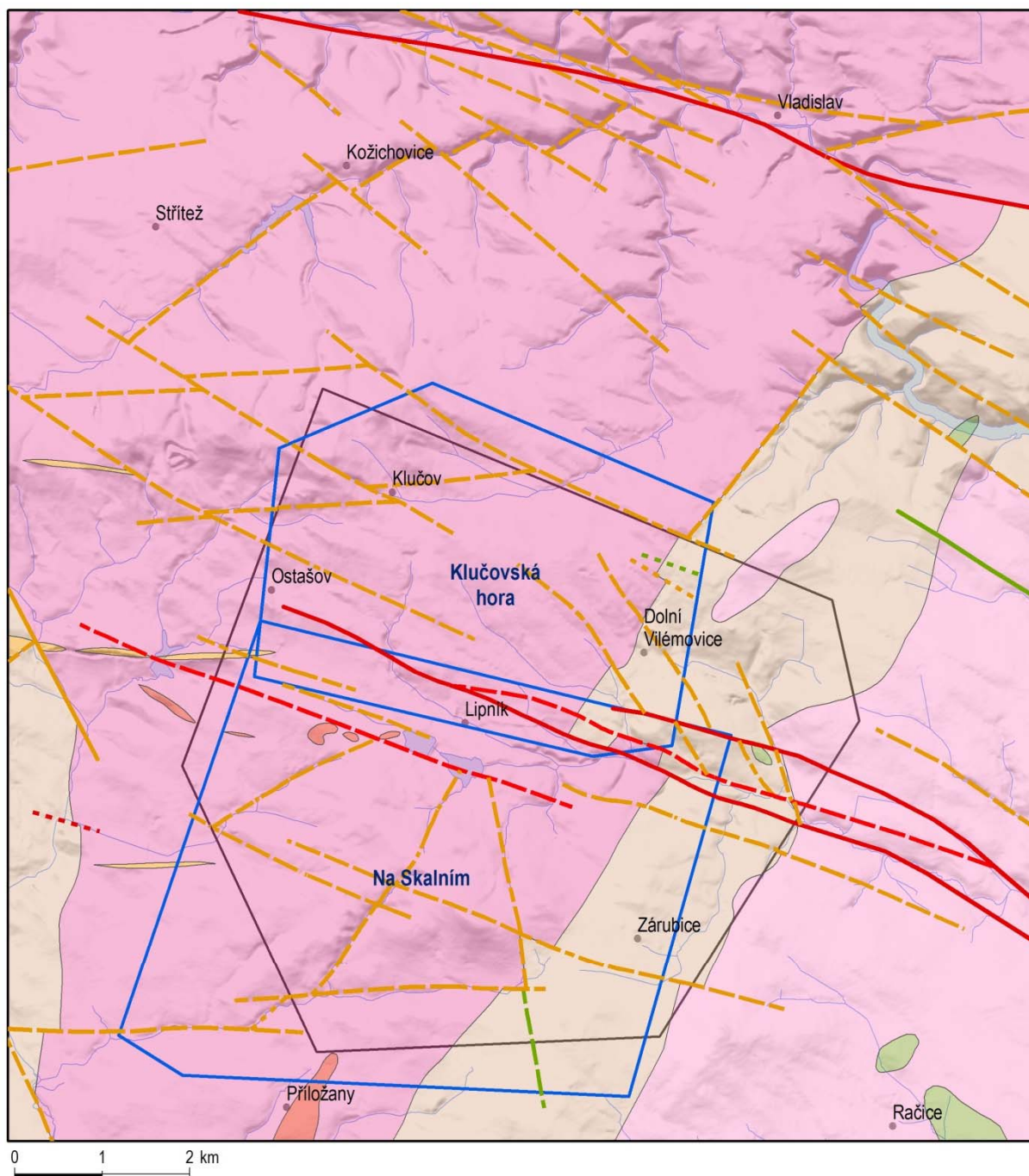
Silnice II. třídy č. 401 Jaroměřice nad Rokytou – Vladislav prochází polygonem zhruba jeho centrem ve směru JZ–SV.

Z geomorfologického hlediska patří do podcelku Jaroměřická kotlina (IIC-7C) s okrskem Moravskobudějovická kotlina (IIC-7C-3) a do podcelku Znojemská pahorkatina (IIC-7D) Myslibořický hřbet (IIC-7D-12), kde leží i nejvyšší bod území kóta 557 m Na Skalním. Reliéf je plochý s otevřenými mělkými údolími, pouze Roučovanka tvoří sz. od Lipníka a v úseku rybníka Kopyto kaňonovité údolí. Pro západní část území jsou charakteristické ruvary – ploché výchozy, obvykle durbachitů, na dílčích elevacích, často doprovázené „stády“ oválných bloků.

Území je situováno na plochem peneplenizovaném povrchu, kde nedochází k výrazné povrchové erozi a transportu materiálu. Lokální erozní bázi tvoří povrch Jaroměřické kotliny (cca 430 m.n.m.). V širším území nejsou zřejmé intenzivní projevy zpětné eroze, nelze předpokládat, že by v budoucnu došlo v širším okolí k výraznému zahloubení drenážního systému.

Plochý z velké části zalesněný hřbet táhnoucí se od kóty Na Skalním k sz. tvoří rozvodnici mezi povodím Roučovanky na severu, která teče při severním okraji polygonu směrem k JJV a povodím Rokytne na jihu, do které teče Ostrý potok na jihu a bezejmenný potok na

severozápadě u Ratibořic. Na pravostranném přítoku Rouchovanky leží dva největší rybníky v oblasti – Okrouhlík a Silniční rybník.



TŘEBÍČSKÝ PLUTON A VARISKÉ MAGMATITY V MOLDANUBIKU

durbachity nerozlišené

biotitické granity a syenity

turmalinické granity

MOLDANUBIKUM

stromatitické až nebulitické migmatity

granulitové ruly a migmatizované ortoruly

serpentinity

polygon EDU-Z

ověřený regionální

ověřený lokálně významný

ověřený lokálně nevýznamný

pravděpodobný regionální

pravděpodobný lokálně významný

pravděpodobný lokálně nevýznamný

nepravděpodobný regionální

nepravděpodobný lokálně významný

nepravděpodobný lokálně nevýznamný

Obr. 7 Pozice vybraných polygonů nad zjednodušenou geologickou mapou a ve vztahu k interpretovaným zlomovým systémům.

5.1.2 Geologická stavba

Obě území leží v jižní části variského třebíčského plutonu při jeho východní hranici s moravským moldanubikem, zde reprezentovaným gföhlskou skupinou. Kenozoický pokryv je v zájmovém území zanedbatelný. Terciér Českého masivu je reprezentovaný relikty křemenných pískovců se železitým tmelem, v širším okolí pak lze nalézt neogenní křemenné štěrky a jíly a také pliocenní vltavínonosné štěrky. S terciérním a předterciérním zvětráváním souvisí silně vyvinutá eluvia a zvětrávací tvary třebíčského plutonu. Kvartérní uloženiny jsou plošně i mocností velmi malého rozsahu, oblast má výrazně denudační charakter.

V rámci obou popisovaných oblastí lze definovat dvě odlišné litotektonické jednotky:

- **gföhlská skupina** moldanubika (různé typy migmatitů a granulitové ruly s granulity a serpentinity);
- **třebíčský pluton** (amfibol-biotitické melanokratické granity až syenity, dále označované jako durbachity, biotitické a turmalinické granity, žilná tělesa pegmatitů a aplitů).

Z důvodu nerovnoměrné odkrytosti studovaného území je plošná distribuce strukturních dat nehomogenní. Terénní pozorování a statistické zpracování strukturních dat však umožňují stanovit vzájemné časové a prostorové vztahy jednotlivých staveb a získat představu o celkovém deformačním záznamu ve studovaných litotektonických jednotkách i jednotlivých horninách. Popisované oblasti se částečně překrývají (Obr. 7), proto jsou některá data zahrnuta do popisu obou polygonů. Množství dostupných puklinových dat v horninách jednotky moldanubika, vzhledem k malému plošnému rozsahu na obou polygonech, neumožňuje statistickou analýzu prostorové orientace. Není se tedy možné k charakteru puklinové sítě v těchto horninách relevantně vyjádřit.

Klučovská hora

Oblast je tvořena litologicky homogenním tělesem hrubě zrnitého porfyrického amfibol-biotitického melagranitu až melasyenitu, který na jv. sousedí se stromatitickými až nebulitickými magmatity, které místy obsahují sillimanit a granát. Hranice je strmá, orientovaná SSV–JJZ, může být tektonizovaná a je porušena lokálními příčnými zlomy. Pouze v okolí Dolních Vilémovicích, kde na kontaktu s moldanubikem vystupuje okrajová facie durbachitů (středně až hrubě zrnitý biotitický melagranit až melasyenit). Na Klučovské hoře bylo v melasyenitech vymezeno drobné těleso syn-magmatického středně až hrubě zrnitého biotitického granitu až syenitu. Výskyt hrubě zrnitého křemenživcového pegmatitu mezi Dolními Vilémovicemi a Klučovem byl interpretován jako SZ–JV orientovaná žíla.

V několika drobných reliktech s. od Klučova a dále mezi Ostašovem a Klučovem vystupují neogenní křemenné pískovce s železitým tmelem. Na morfologických plošinách a plochých svazích jsou na třebíčském plutonu zachovány až několik metrů mocná písčité eluvia. Intenzivní předmiocenní zvětrávání dokazují reziduální křemeny až hrancového charakteru.

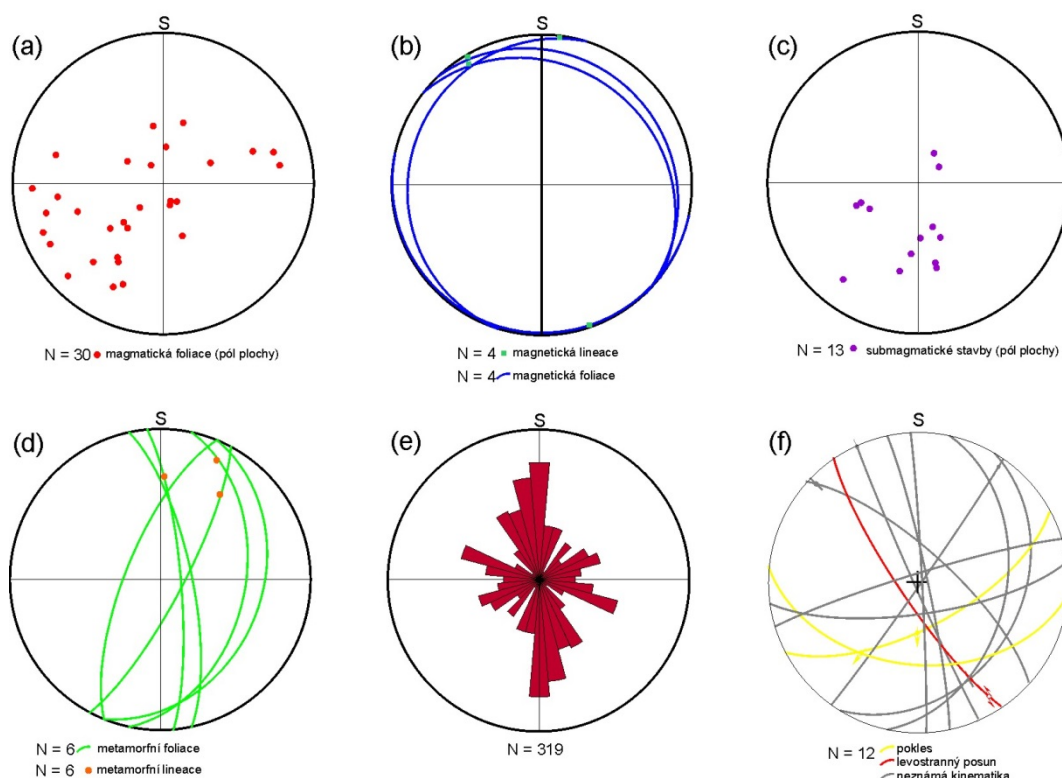
Území má zřetelně denudační charakter a kvartérní uloženiny jsou zde zastoupeny velmi málo. Plošně nejvýznamnější jsou svahové sedimenty v údolí Střítežského potoka. Horní části údolí jsou vyplněny splachovými sedimenty. Pouze v údolí Roučovanky u Lipníka jsou slabě vyvinuty fluvialní sedimenty. Na svazích Klučovské hory lze pozorovat kamenné moře a kamenné proudy.

Podle tíhového řezu T2 (Sedlák 2017) dosahuje třebíčský pluton největších hloubek severně od polygonu a to až 2 500 m, směrem k jihu se mocnost snižuje a u Lipníku je interpretována na cca 500 m.

Nejvýraznějším zlomovým systémem polygonu je lipnický zlom, který probíhá v několika větvích od Ostašova přes Lipník k JV až VJV do údolí Rouchovanky. Klučovský zlom směru V–Z nemá výrazný morfologický ani geofyzikální projev. Morfologicky daleko významněji se projevuje SZ–JV zlom porušující klučovský zlom přímo v Klučově. Hranice třebíčského plutonu a moldanubika je porušena příčnými dislokacemi krátkého dosahu. Kinematika zlomů není známa. Pouze u lipnického zlomu se dá konstatovat, že má zřetelnou složku s levostranným horizontálním posunem.

Magmatické foliace dokumentované v durbachitech vykazují dvě orientační maxima. Relativně starší magmatické stavby jsou subvertikální a mají průběh převážně SZ–JV, zatímco mladší magmatické stavby jsou převážně subhorizontální (Obr. 8a). Magnetické foliace mají jednotně subhorizontální orientaci s úklony k SV a SSZ, a magnetické lineace ležící na těchto plochách mají jednotně průběh SZ–JV (Obr. 8b). Přechné stavby submagmatického charakteru zapadají k S pod středními úhly nebo mají subhorizontální orientaci (Obr. 8c). Na těchto plochách je možné výjimečně pozorovat agregátové lineace SZ–JV průběhu. V biotitickém granitu je dobře vyvinutá subhorizontální deformační foliace (191GCH0328). V metamorfovaných horninách jednotky moldanubika jsou, v rámci tohoto polygonu, převážně vyvinuty relativně starší subvertikální metamorfní průběhu S–J nebo zapadající pod středními úhly k V. Na těchto foliačních plochách se vyskytují dobře vyvinuté minerální subhorizontální lineace (Obr. 8d). V této oblasti bylo v durbachitech třebíčského plutonu zjištěno, několik metrů mocné, žilné těleso pegmatitu zapadající pod středním úhlem k JV. Dále byla zastižena lokalizovaná kataklastická střižná zóna v durbachitu strmé orientace a S–J průběhu.

Puklinový systém je v horninách třebíčského plutonu definován především strmými extenzními puklinami, které tvoří dva hlavní puklinové sety S–J a ZSZ–VJV průběhu (Obr. 8). Zastižené zlomové struktury a střižné pukliny mají v oblasti Klučovská Hora dva hlavní směry, relativně strmé poruchy ~S–J průběhu a zlomy zapadající pod vysokými až středními úhly k ~JV (Obr. 8f). Na většině pozorovaných zlomových struktur nebylo možné jednoznačně určit smysl pohybu, datový soubor obsahuje dva poklesové zlomy a jeden levostranný horizontální posun.



Obr. 8 Strukturní diagramy ukazující orientaci a četnost jednotlivých strukturálních prvků v polygonu Klučovská Hora: a – magmatická foliace; b – magnetická anizotropie; c – pozdně magmatické stavby; d – metamorfni stavby; e – orientace puklin; f – orientace dislokací.

Na Skalním

Oblast je tvořena dominujícím hrubě zrnitým porfyrickým amfibol-biotitickým melagranitem až melasyenitem, který na jv. sousedí s migmatity moldanubika. Hranice je strmá, orientovaná SSV–JJZ, může být tektonizovaná. Z geologické analogie se sklání pravděpodobně k západu. Komplikovanější strukturu podlé kontaktu naopak indikují Linsserovy indikace (Sedlák in Hrdličková a Pertoldová 2015), které mohou indikovat sklon třebíčského plutonu pod moldanubikum, nebo gravimetrické rozhraní v moldanubikum paralelní s hranicí plutonu.

Středně až hrubě zrnitý biotitický melagranit až melasyenit (okrajová facie durbachitů) tvoří drobná tělesa u rybníka Jarošovský kacíř. Jižně od Lipníku vystupují v durbachitech kogenetická tělesa středně až hrubě zrnitého biotitického granitu až syenitu. Hranice mezi horninami jsou přechodné. Západně a severozápadně od rybníka Okrouhlík v durbachitech vystupují oválná až žilná tělesa biotických granitů. Jejich přímé vztahy nejsou odkryty.

Moldanubikum reprezentuje stromatitický až nebulitický biotitický migmatit, místy se sillimanitem, místy s granátem. V trati Štrafy v. od Horního dvora v nich vystupuje severojižní těleso středně zrnitého leukokratního migmatitu až anatektického granitu. Podobná hornina vystupuje i v metamorfním plášti durbachitů sz. od Zárubic. Severně od Zárubic leží stromatitický migmatit s polohami vápenatosilikátových hornin

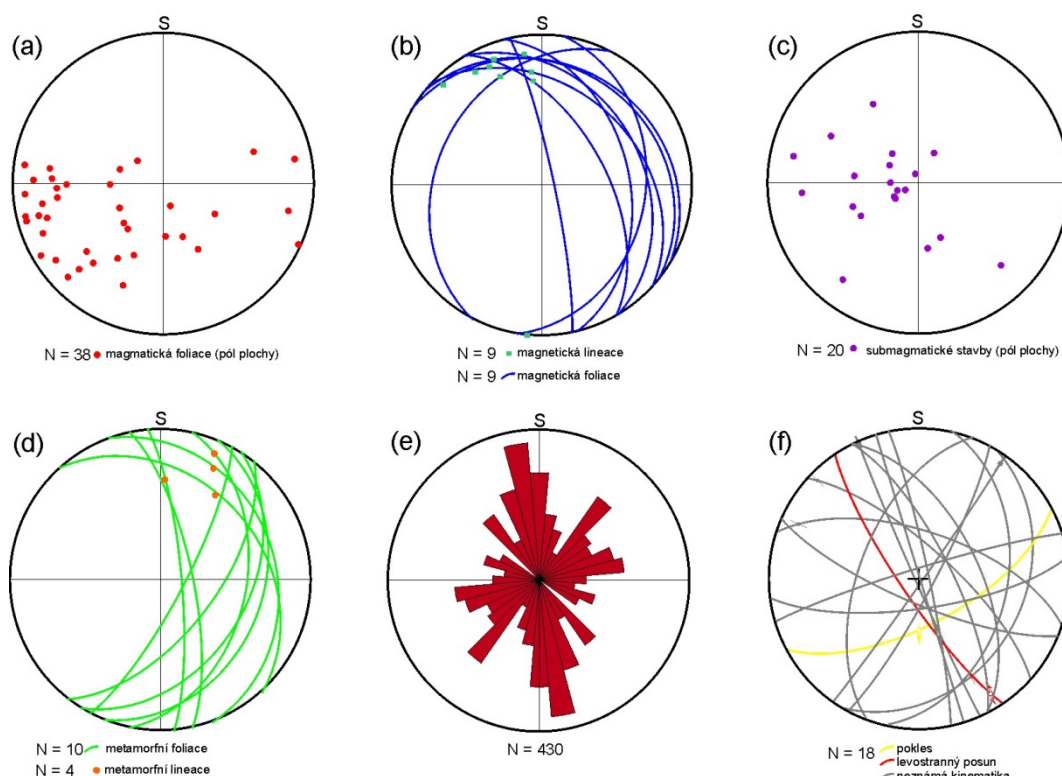
Podle tíhového řezu T1 aT2 (Sedlák 2017) dosahuje třebíčský pluton v oblasti Na Skalním mocnosti kolem 1 km.

Neogenní sedimenty nebyly v polygonu Na Skalním zastiženy. Písečité eluvia jsou vázána především na plošiny vyvinuté na třebíčském plutonu. Kvartérní sedimenty v s. části území jsou zanedbatelné. Větší plochy svahových sedimentů i s blokovými proudy jsou vyvinuty na jižních svazích kóty Na Skalním. Spraše a sprašové hlíny vytvořily větší závěje jižně od Horního Dvora a v. od kóty Na Skalním. Mocnosti ale nepřesahují první metry.

Hlavním zlomovým systémem polygonu je lipnický zlom při jeho severní hraně, který probíhá v několika větvích od Ostašova přes Lipník k JV až VJV do údolí Roučovanky. K jihu pak byly interpretovány paralelní struktury lokálního rozsahu jdoucí přes Silniční rybník a kolem kóty Na Skalním. Východozápadní předpokládaná zlomová struktura jde přibližně územím Ostrého potoka. V území pak vystupují, dva pravděpodobně konjugované systémy porušené oběma předchozími zlomy. Zlomy orientace zhruba JZ–SV probíhají bezejmenným údolím v. od Ratibořic a pravostranným přítokem Ostrého potoka mezi Boňovem a Silničním rybníkem. Druhý systém probíhá od hráze Silničního rybníka k jihu.

Strukturní záznam v polygonu Na Skalním je, v základních rysech, velice podobný polygonu Klučovská hora. V durbachitech třebíčského plutonu jsou ve větší míře zastoupené relativně starší subvertikální magmatické foliace, které mají ~S–J průběh (Obr. 9a). Magnetické planární stavby generelně zapadají pod středními úhly k V až VSV a jsou s nimi asociované subhorizontální magnetické lineace ~SSZ–JJV průběhu (Obr. 9). Naložené submagmatické stavby v durbachitech mají převážně také subhorizontální orientaci (Obr. 9). Metamorfní foliace dokumentované v horninách jednotky moldanubika mají jednotně ~S–J průběh, zapadají pod vysokým i až středními úhly k V a jsou na nich vyvinuté subhorizontální minerální lineace ~SSV–JJZ průběhu (Obr. 9d). V tomto polygonu bylo v durbachitech detekováno několik žilných těles: dvě žíly aplitů (5 a 40 cm mocných) SSZ–JJV průběhu a dvě pegmatitové žíly ZSZ–VJV a SV–JZ průběhu a strmé orientace.

Puklinový systém je v rámci tohoto polygonu v horninách třebíčského plutonu definován především strmými extenzními puklinami, které tvoří tři hlavní puklinové sety SSZ–JJV, SV–JZ a VSV–ZJZ průběhu (Obr. 9e). Dokumentované zlomové struktury a střížné pukliny v oblasti Na Skalním vykazují variabilní orientace bez zjevného orientačního maxima (Obr. 9f). Podobně jako v předchozí oblasti, nebylo možné na většině pozorovaných zlomových struktur jednoznačně určit smysl pohybu.



Obr. 9 Strukturální diagramy ukazující orientaci a četnost jednotlivých strukturálních prvků v polygonu Na Skalním: a – magmatická foliace; b – magnetická anizotropie; c – pozdně magmatické stavby; d – metamorfní stavby; e – orientace puklin; f – orientace dislokací.

5.1.3 Hydrogeologické poměry

Území Klučovská hora i Na Skalním leží v oblasti rozšíření tzv. hydrogeologického masivu vázaného na magmatické a metamorfované horniny. Tyto puklinově propustné horniny jsou na povrchu kryty zvětralinovým pláštěm a různými typy kvartérních sedimentů s převládající průlinovou propustností. Pod nimi leží hlubší pásmo přípovrchového rozpojení puklin, zasahující obvykle do hloubek od několika desítek až po cca 150 metrů, které dále do hloubky přechází do tzv. masivní zóny, kde podzemní voda proudí téměř výhradně po výrazných zlomech a tektonických zónách.

Hydrogeologický masiv představuje složité, heterogenní a anizotropní hydrogeologické prostředí s velmi nepravidelným rozdělením cest proudění podzemní vody. Různá intenzita zvětrání a zejména rozpukání obvykle vyvolává značné rozdíly v propustnosti příslušných hornin i na velmi krátké vzdálenosti.

V zájmové oblasti byly identifikovány dvě hlavní hydrogeologické jednotky, které zasahují na obě vymezená území. První z nich je vázána na durbachity třebíčského plutonu a druhá na metamorfity moldanubika. Hranice obou zmiňovaných hydrogeologických jednotek sleduje směr SSV–JJZ a pro proudění podzemních vod nepředstavuje hydraulickou bariéru. Hloubkový dosah obou jednotek je rozdílný, třebíčský pluton dosahuje do hloubky max. 2 km, dosah moldanubika lze předpokládat daleko hlubší. Ačkoli jsou si tyto hydrogeologické jednotky z hlediska kvalitativních i kvantitativních hydraulických parametrů velmi blízké,

existují mezi nimi určité rozdíly. Odlišný charakter zvětralin a výplně puklin se projevuje zejména různou mírou infiltrace srážkových vod a oběhu podzemních vod. Rozdíly v geomechanických vlastnostech hornin a v dispozici k rozevření puklin se projevují i v hloubkovém dosahu otevřených puklinových systémů, umožňujících hluboké proudění podzemní vody.

Eluvium v oblasti rozšíření syenitů a granitů je obvykle tvořeno hrubě a středně zrnitým pískem s úlomky hornin, je poměrně dobře propustné a umožňuje snadnou infiltraci srážkových vod do kolektorů připovrchové zóny. Podobně výplň puklin je tvořena úlomky hornin s proměnlivým podílem písčité a jílovité složky. Magmatické horniny se při působení tektonických tlaků chovají jako křehké, díky tomu jsou v nich častější otevřené pukliny schopné vést podzemní vodu. V magmatitech může docházet ke vzniku velmi dobře propustných a hluboko zasahujících systémů preferenčních cest proudění podzemních vod. Syenity a granity se ve srovnání s metamorfity moldanubika vyznačují vyšší mírou homogenity geologického prostředí a tím i proudění podzemních vod.

Zvětralin v oblastech výskytu metamorfitů mají spíše hlinotopísčité charakter, což způsobuje obecně nižší míru infiltrace srážkových vod. Metamorfity se vyznačují vyšší mírou litologické a strukturní nehomogenity ve srovnání s granitoidy, častější jsou střídání poloh hornin s jinými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, které mohou působit jako preferenční cesty proudění nebo naopak jako lokální izolátory. Predikovatelnost proudění podzemních vod v tomto prostředí je obtížná.

V nejsvrchnějších částech krystalinika tvořených kvartérním pokryvem, eluviem a nejsvrchnější částí puklinového prostředí syenitů a migmatitů podzemní voda proudí převážně k nejbližší erozní bázi – místní vodoteči. Hydraulický gradient proudění je dán spádem svahů v konkrétním místě lokality. Část podzemních vod proniká do hlubších částí krystalinika.

V ryze puklinovém prostředí hlavních hydrogeologických jednotek polygonu EDU-Z má proudění podzemních vod silně heterogenní charakter, proudění je vázáno na otevřené pukliny, zlomy a puklinové zóny. Generelní směr odtoku podzemních vod je k regionální erozní bázi. Aktivní oběh podzemních vod probíhá v hloubkovém intervalu do 60 až do 150 m. Se vzrůstající hloubkou dochází k uzavírání puklin a pomalý oběh podzemních vod je v hlubších částech vázán výhradně na poruchové zóny.

Informace o hydraulických vlastnostech hornin jsou pro obě území i jejich širší okolí známy pouze pro hloubky do 100 m. Pro obě hlavní hydrogeologické jednotky je charakteristická vysoká heterogenita hydraulických vlastností hornin, která se může měnit na velmi krátké vzdálenosti o několik řádů. Výrazněji než vliv rozdílné litologie jednotek se uplatňuje vliv hydrogeologické pozice zkoušených objektů, stupně zvětrání a geometrie a vlastností otevřených puklin a zlomů.

Střední hodnoty specifické vydatnosti vrtů v syenitech zájmové oblasti dosahují setin $l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ v hloubkách do 40 m a tisícín $l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ v hlubších částech. Tomu odpovídají hodnoty koeficientu hydraulické vodivosti v řádu $10^{-6} m \cdot s^{-1}$, respektive $10^{-7} m \cdot s^{-1}$ a hodnoty koeficientu transmisivity v řádu $10^{-5} m^2 \cdot s^{-1}$, respektive $10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$ v hloubkách přesahujících 40 m.

Střední hodnoty specifické vydatnosti, koeficientů transmisivity a hydraulické vodivosti migmatitů zájmového území se pohybují v obdobných hloubkových kategoriích ve stejných řádech jako výše uvedené střední hodnoty syenitů. V rámci těchto řádů jsou hydraulické vodivosti a transmisivity migmatitů přibližně dvakrát větší než syenitů třebíčského plutonu.

Vyšší hydraulická vodivost metamorfitů v hodnoceném souboru dat je pravděpodobně způsobena menším počtem hlubších vrtů v migmatitech a rulách, jejich převládající pozicí v drenážních oblastech a častou pozicí vrtů na zlomech a v blízkosti poloh serpentinitů.

Klučovská hora

Převážná část území Klučovské hory je budována tělesem syenitu, který na jv. okraji v okolí Dolních Vilémovic sousedí s migmatity moldanubika. Tyto horninové typy představují výše popsany hydrogeologický masiv se dvěma hlavními hydrogeologickými jednotkami. V okolí Klučova byly ověřeny drobné výskyty neogenních sedimentů, které jsou pro svůj malý plošný i hloubkový rozsah pro proudění a akumulaci podzemních vod na lokalitě bezvýznamné. Kvartérní hydrogeologické jednotky zasahující na území Klučovské hory mají malý rozsah a mocnost pro proudění podzemních vod mají proto malý význam.

Vzhledem k pozici lokality Klučovská hora v pramenné oblasti několika drobnějších vodních toků a na jejich horních tocích lze konstatovat, že se jedná převážně o oblast infiltrace, případně transmise. Zejména část třebíčského plutonu v oblasti vlastní Klučovské hory leží v infiltrační oblasti vysoko nad drenážními bázemi, s rychlou reakcí na výkyvy atmosférických srážek.

Mělký oběh v nejsvrchnějších částech krystalinika je odvodňován do místních vodotečí (Zátoky, Střížovský potok, horní tok Roučovanky a další bezejmenné drobné vodní toky). V ryze puklinovém prostředí hlavních hydrogeologických jednotek lokality Klučovská hora má proudění podzemních vod silně heterogenní charakter, proudění je vázáno na otevřené pukliny, zlomy a puklinové zóny. Regionální drenážní bázi pro oběh v puklinovém prostředí hydrogeologického masivu tvoří v s. části území Klučovská hora řeka Jihlava (směr odtoku podzemní vody k S až SV), na naprosté většině zbytku území řeka Rokytá (směr odtoku podzemní vody k JV a V). Směr odtoku k JV a V platí i pro hluboké části krystalinika, kde je možné předpokládat pomalý odtok podzemní vody do karpatské předhlubně, která tvoří drenážní bázi nadregionálního charakteru.

Severozápadně od Klučova byla identifikována nápadná drenážní linie směru SSZ–JJV tvořená několika pramennými vývěry, pramenními liniemi a dalšími drobnými průsaky podzemní vody. Existence drenážní linie by zde mohla být podmíněna hydrogeologicky aktivním zlomem. Vydatnosti drenáží na této linii jsou nízké, pohybují se v setinách a tisícinách l.s⁻¹. Přes Klučov probíhá klučovský zlom, vrt HV-21 ležící na tomto zlomu zastihl tektonicky porušené horniny s výraznými přítoky podzemní vody. Jižní okraj polygonu lemuje tektonická zóna ZSZ–VJV sledující údolí Roučovanky, která má pravděpodobně relativně významnou hydrogeologickou funkci ve srovnání s ostatními indikovanými liniemi. Tato zóna zahrnuje několik paralelních zlomů a z údolí Roučovanky pokračuje přes Lipník k rybníku Panenka. Vyskytuje se zde několik pramenů s o řád až dva vyšší vydatností ve srovnání s ostatními prameny na polygonu a několik indikací drenáže podzemních vod z hlubší, redukční části krystalinika.

Na Skalním

Oblast je z převážné části budována durbachity třebíčského plutonu, které na JV sousedí s migmatity moldanubika. Ty představují výše popsany hydrogeologický masiv se dvěma hlavními hydrogeologickými jednotkami, hranice mezi jednotkami probíhá zhruba ve směru SSV–JJZ. Neogenní sedimenty nebyly na lokalitě Na Skalním zastíženy. Kvartérní sedimenty

jsou malého plošného rozsahu a nevelkých mocností a pro oběh a akumulaci podzemní vody nejsou příliš významné.

Lokalita Na Skalním leží v pramenné oblasti několika drobných vodních toků, lze ji označit za oblast infiltrace, případně transmise. Mělký oběh v nejsvrchnějších částech krystalinika je odvodňován do místních vodotečí (Ostrý potok a řada dalších bezejmenných drobných vodních toků). Hydraulický gradient proudění je dán spádem svahů v konkrétním místě lokality. V prudších svazích, například v údolí Roučovanky v sv. části území může hydraulický gradient nabývat hodnot do 0,1. Část podzemních vod proniká do hlubších částí krystalinika.

V ryze puklinovém prostředí hlavních hydrogeologických jednotek lokality Na Skalním má proudění podzemních vod silně heterogenní charakter, proudění je vázáno na otevřené pukliny, zlomy a puklinové zóny. Generelní směr odtoku podzemních vod je k regionální erozní bázi. V jihozápadní polovině území je regionální drenážní báze tvořena řekou Rokytnou, v hlubším oběhu Dyjí (odtok podzemní vody k JZ), v sv. polovině opět Rokytnou a částečně jejím přítokem Roučovankou (odtok podzemních vod k V, respektive JV).

Směr proudění podzemních vod k JV a V je platný také pro hluboké části krystalinika, kde je možné předpokládat velmi pomalý pohyb podzemních vod směrem do karpatské předhlubně, která má funkci drenážní báze nadregionálního významu.

Pro drenáž a proudění podzemních vod na lokalitě Na Skalním jsou významné dva navzájem kolmé směry linií a to SSV–JJZ a ZSZ–VJV. Směr SSV–JJZ sledují drenážní linie v údolí bezejmenného pravostranného přítoku Ostrého potoka v. od Boňova. Směr ZSZ–VJV má výše zmíněná tektonická zóna v údolí Roučovanky, která pravděpodobně tvoří preferenční cestu proudění směrem k JV. Tato zóna leží na severní hranici polygonu.

6 Výběr polygonu a umístění povrchového areálu v lokalitě EDU-Z z hlediska střetů zájmů

6.1 Metodika a podklady

Varianty zájmového území pro umístění povrchového areálu hlubinného úložiště RAO v lokalitě EDU-Z (dále jen „PA“) jsou vymezeny podle kritérií vycházejících z vyhlášky č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení, ve znění pozdějších předpisů a z Metodického pokynu SÚRAO MP22¹. Návrh jednotlivých polygonů zohledňuje tyto aspekty:

- umístění v krajině (reliéf území);
- vzdálenost od zastavěného území sídel;
- možnosti dopravního napojení (silnice, železnice);
- střety zájmů vyplývající z ochrany území dle zvláštních předpisů (ochranná a bezpečnostní pásma technické infrastruktury nadmístního významu);
- plánované záměry na využití území nadmístního významu
- ostatní hodnoty limity území.

Jako podklady obsahující nezbytné informace o území byly využity platné Zásady územního rozvoje kraje Vysočina, územně analytické podklady kraje Vysočina a územně analytické

¹ Vokál et al. (2015): Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště (SÚRAO 06/2015)

podklady správního obvodu ORP Třebíč, doplněné poznatky z terénního průzkumu. Současně bylo přihlédnuto k předběžným informacím strukturního a geofyzikálního průzkumu o existenci a vymezení hlavních tektonických linií v rámci průzkumného polygonu. Pro rozdělení polygonu na severní a jižní část je určující linie tzv. „lipnické poruchy“ orientované ve směru V–Z. Z vyhodnocení těchto podkladů vyplynuly ve vztahu k jednotlivým kritériím skutečnosti uvedené v následujícím textu.

6.2 Vyhodnocení polygonu

6.2.1 Umístění v krajině

Z hlediska reliéfu a charakteru krajiny lze pro umístění PA preferovat jižní část polygonu s dominantou zalesněného masivu Na Skalním (556 m n. m.), celkovým leso-zemědělským charakterem krajiny a generelně vyšší pohledovou uzavřeností jednotlivých krajinných bloků. V severní části polygonu naopak převažuje pohledově otevřená zemědělská krajina větších měřítek a vysokým stupněm zornění zemědělské půdy (80–90 %), rozčleněná sítí nevýrazných rozvodnicových hřbetů oddělujících převážně mělká, široce otevřená údolí. Zalesněný masiv Klučovské hory představuje samostatný krajinný segment s odlišnou charakteristikou. S ohledem na jeho okrajovou v rámci polygonu se však jako krajinnotvorný prvek uplatňuje pouze jako pohledová dominanta této části území.

6.2.2 Vzdálenost od zastavěného území sídel

Osídlení v rámci polygonu má výhradně venkovský charakter. Všechny obce na území polygonu měly k 31. 12. 2016 méně než 500 obyvatel. Prostorové rozmístění sídel je do značné míry historicky podmíněno právě charakterem reliéfu. Z tohoto důvodu je vzájemná vzdálenost sídel v jižní části polygonu v porovnání se severní částí mírně vyšší.

6.2.3 Dopravní napojení

Silniční i kolejové napojení PA je u všech prověřovaných variant proveditelné ovšem velmi pravděpodobně s odlišnou technické a ekonomické náročnosti.

Silniční síť

Územím polygonu nebo v jeho těsné blízkosti procházejí tyto silnice II. třídy:


- II/351 Hrotovice – Třebíč (– Polná – Chotěboř);
- II/401 Jaroměřice nad Rokytnou – Vladislav;
- II/360 Jaroměřice nad Rokytnou – Třebíč (- Velké Meziříčí);
- II/152 (Ivančice –) Hrotovice – Jaroměřice n. Rokytnou (- Moravské Budějovice).

Všechny zmíněné silnice zajišťují dopravní vazby na nadřazenou silniční síť tvořenou silnicemi I/23 (D1, exit 82 - Rosice Náměšť n. O. – Třebíč – Telč – J. Hradec) a I/38 (Znojmo – Mor. Budějovice – Jihlava – D1, exit 112).

Železniční síť

K prověření kolejového napojení PA jsou v širším okolí polygonu k dispozici tyto železniční trati:

- č. 240 Brno – Třebíč – Jihlava

 SÚRAO	EDU-Z Závěrečná zpráva	Evidenční označení:
		ZZ219/2018

- ostatní dráha celostátní (třída dopravního zatížení C3), neelektrifikovaná,
- možnost napojení cca 4,5 km severozápadně od hranice polygonu (ž. st. Třebíč);
- č. 241 Znojmo – Moravské Budějovice – Jaroměřice nad Rokytnou - Okříšky
 - ostatní dráha celostátní (třída dopravního zatížení D4), neelektrifikovaná,
 - možnost napojení cca 4 km jihozápadně od hranice polygonu (ž. st. Jaroměřice nad Rokytnou).

Další možností z hlediska kolejového napojení PA, kterou je třeba prověřit, je prodloužení vlečky z areálu EDU. Vzdálenost v ose EDU – Slavětice – Třebenice – Lipník je cca 17 km.

6.2.4 Střety zájmů

V rámci umístění PA byly v této fázi prací zohledněna pouze ochranná pásma stanovená podle zvláštních předpisů, jejichž existence umístění PA jednoznačně vylučuje² a dále ostatní ochranná a bezpečnostní pásma většího plošného rozsahu.

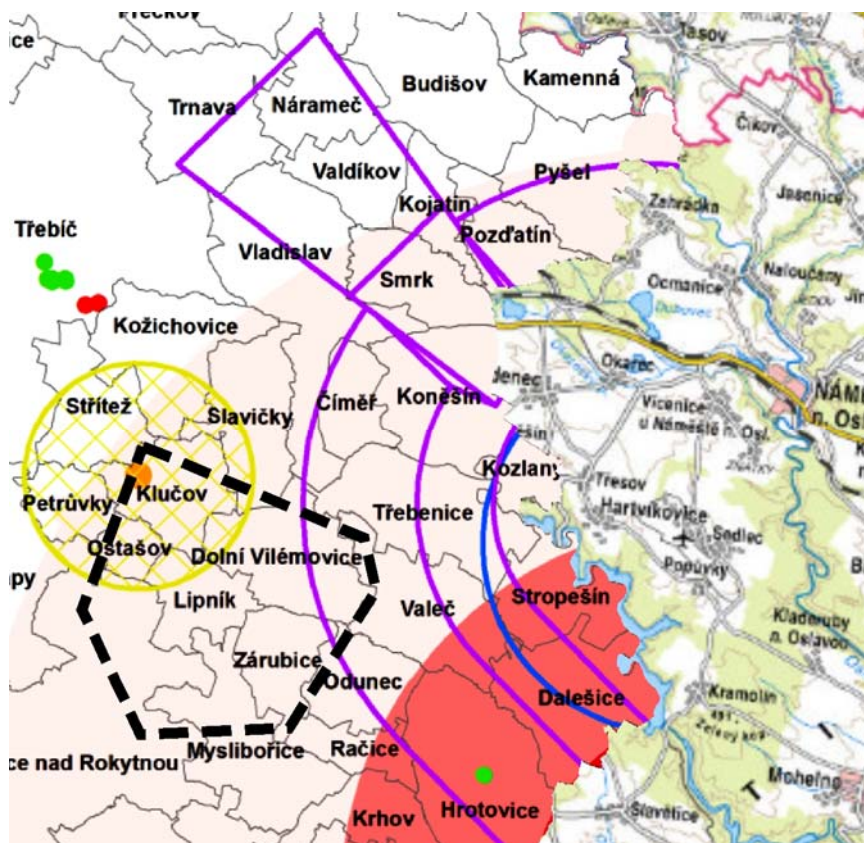
Zájmy obrany státu

Z hlediska střetů zájmů případného umístění PA lze za nejvýznamnější faktor považovat ochranná pásma vojenského letiště Náměšť nad Oslavou, vyhlášená Ministerstvem obrany dne 09. 05. 2013. Jedná se o tato ochranná pásma:

- OP výškového omezení staveb - vnější vodorovná plocha 609,0 m n. m, zasahuje do severovýchodní části polygonu na území obcí Dolní Vilémovice, Zárubice, Odunec a Valeč)
- OP RSP-6 Náměšť n. Osl. (Klučovská hora – radar AČR) – zasahuje do severozápadní části polygonu na území obcí Klučov, Ostašov, Petruvky, Jaroměřice n. Rokytnou, Lipník, Slavíčky a Dolní Vilémovice.

Jak je patrné z obrázku níže, tato ochranná pásma svým rozsahem významně zasahují do severní části polygonu.

² Viz tabulka 7.1. Vokál et al. (2015) (SÚRAO, 06/2015)



Obr. 10 Zájmy obrany státu (zdroj: ÚAP ORP Třebíč).

Technická infrastruktura

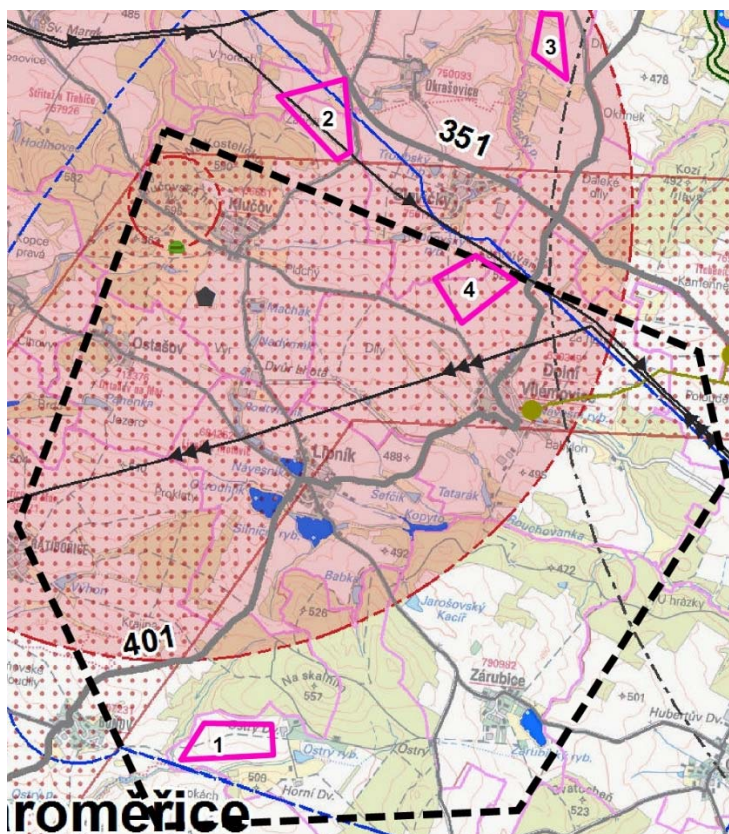
Kromě lokálních sítí energetické infrastruktury určené k zásobování (elektrické vedení VN a NN, stl. plynovody, telekomunikační kabely určené k zásobování sídel), jejichž existence včetně ochranných pásem nepředstavuje z hlediska případného umístění PA zásadní problém, procházejí územím polygonu následující trasy přenosové a distribuční soustavy elektro a plynoenergetiky s ochrannými pásmy, stanovenými podle příslušných ustanovení energetického zákona³:

- elektrická vedení přenosové a distribuční soustavy:
 - ZVN 400 kV (V433) ve směru TR Slavětice (EDU) - Valeč – Dol. Vilémovice – Ratibořice – Dačice - TR Dasný / Č. Budějovice (400 kV –V433)
 - VVN 110 kV (V5580/5581) ve směru TR Slavětice – Valeč – Slavíčky – Střítež - TR Řípov / Třebíč
- VTL plynovody distribuční soustavy ve směru:
 - Hrotovice – Myslibořice – Jaroměřice n. Rokytou
 - Valeč – Třebenice – Dol. Vilémovice

Ve vrcholové části Klučovské hory je umístěno významné telekomunikační zařízení (vysílač Klučovská hora).

Všechny uvedené stavby mají stanovena svá ochranná pásma ve smyslu platné legislativy. Jejich rozsah ve vztahu k zájmovému území polygonu EDU-Z je patrný z obr. 2.

³ § 46 a § 68 zák. č. 458/2000 Sb., energetický zákon, ve znění pozdějších předpisů.



Obr. 11 Limity využití území dle ÚAP kraje Vysočina.

6.2.5 Plánované záměry na využití území nadmístního významu

V návaznosti na platnou PÚR ČR sledují ÚAP kraje Vysočina záměr na vymezení koridoru E20 pro dvojité vedení 400 kV pro navýšení přenosové kapacity mezi rozvodnami Slavětice a Dasný v Jihočeském kraji. Koridor sleduje trasu stávajícího vedení 400 kV V433, které polygon EDU-Z protíná v ose Valeč – Dolní Vilémovice – Ratibořice. Šířka koridoru bude závazně stanovena až v rámci následující aktualizace ZÚR kraje Vysočina. S ohledem na dosavadní praxi této ÚPD lze předběžně předpokládat vymezení koridoru o šířce 300 m.

6.3 Ostatní hodnoty a limity využití území

Lesní porosty se kromě výše zmíněných masivů Na Skalném a Klučovská hora významněji uplatňují pouze v pásu pravobřežního svahu údolí Rouchovanky a dále v několika nepřiléhajících rozsáhlých enklávách u Ostašova, mezi Lipníkem a Ratibořicemi a v prostoru mezi Valčí a Dolními Vilémovicemi.

V ostatních částech polygonu převažuje zemědělská půda se zpravidla s vysokým stupněm zornění (cca 80–90 %). Bloky nejkvalitnější půdy (I. a II. třída ochrany) mají větší zastoupení především v severní a východní části polygonu.

Z hlediska ochrany přírody se přímo v polygonu nachází přírodní památka Klučovský kopec (společenstvo suchomilných trávníků s výskytem chráněného koniklece lučního), několik památných stromů a registrovaný významný krajinný prvek „Pastvina u Klučova“. V širším zájmovém území pak to jsou přírodní památka Hošťanka (cca 3 km západně od hranice polygonu) a přírodní park Rokytná (cca 5 km jižně od polygonu) vymezený v rozsahu údolí

od obce Příštpo dále po proudu řeky. Významným krajinným fenoménem je také příkře zahluobené a zalesněné údolí Jihlavy s vodními nádržemi Dalešice a Mohelno, cca 1,5 km sv. od hranice polygonu.

Z významnějších kulturně historických hodnot je třeba zmínit vesnickou památkovou zónu Boňov, těsně za jihozápadní hranicí polygonu. Jedná se o obec horského návesního typu se zachovaným historickým půdorysem zástavby a návsí obklopenou štítově orientovanými uzavřenými statky. Zhruba 4 km jihozápadně od této hranice se nachází národní kulturní památka zámek Jaroměřice nad Rokytnou. Historické jádro města je vyhlášeno jako městská památková zóna. Přímo v polygonu se v zastavěném území i ve volné krajině nacházejí pouze vesnické kostelíky a drobné sakrální stavby v krajině.

S výjimkou lesních porostů, které představují rizikový faktor z hlediska vzniku lesních požárů⁴, a přírodní památky Klučovský kopec, nepředstavuje existence ostatních uvedených jevů pro umístění PA zásadní omezení.

7 Shrnutí a výběr polygonu pro další práce

Na podkladě výše prezentovaných poznatků bylo zájmové území povrchového areálu vymezeno ve čtyřech variantách (Obr. 11), přičemž lokality Záhoří (2) a Střížov (3) jsou vymezeny vně polygonu. Důvodem tohoto kroku je značný rozsah ochranných pásem vojenského letiště Náměšť nad Oslavou v severní části polygonu. Lokalita (3) byla po konzultaci se SÚRAO z dalšího sledování vypuštěna s ohledem na přílišnou vzdálenost od vymezeného průzkumného polygonu. Pro umístění PA byla navržena tři zájmová území, jejichž základní specifikace je uvedena v následující tabulce 1.

Tab. 5 Varianty zájmového území pro umístění povrchového areálu v lokalitě EDU-západ

název a označení	specifikace
Na Skalním (1)	<ul style="list-style-type: none"> - k. ú. Myslibořice - jižní svah kóty Na Skalním (532,0 m n. m.) - plocha – cca 32 ha, - převýšení cca 30 m⁵ / do 80 m⁶
Záhoří (2)	<ul style="list-style-type: none"> - k. ú. Klučov + k. ú. Okrašovice - severní svah kóty Záhoří (590,0 m n. m.) - plocha cca 37 ha, - převýšení cca do 30 m / do 60 m
Přední útvary (4)	<ul style="list-style-type: none"> - k. ú. Dolní Vilémovice - sedlo pod kótou Přední útvary (524,0 m n. m.) - plocha cca 32 ha, - převýšení cca do 20 m / 0 m

Geologické charakteristiky jsou pro oba navržené polygony (Obr. 6) velmi podobné. Zřetelné rozdíly jsou v hloubce dosahu trebičského plutonu, které je hlubší u oblasti Klučovská hora. Naopak tato lokalita leží blíže erozní bázi řeky Jihlavy a může být více ohrožena zpětnou erozí.

⁴ § 12 vyhlášky č. 378/2016 Sb., o umístění jaderných zařízení.

⁵ V rámci zájmového území PA.

⁶ Vztaženo k nejvyšší kótě v blízkosti zájmového území PA.

Největší neznámou je hydrogeologické chování lipnického zlomu v hloubce, a proto byly oba polygony navrženy tak, aby průzkumné práce mohly být provedeny i na této struktuře.

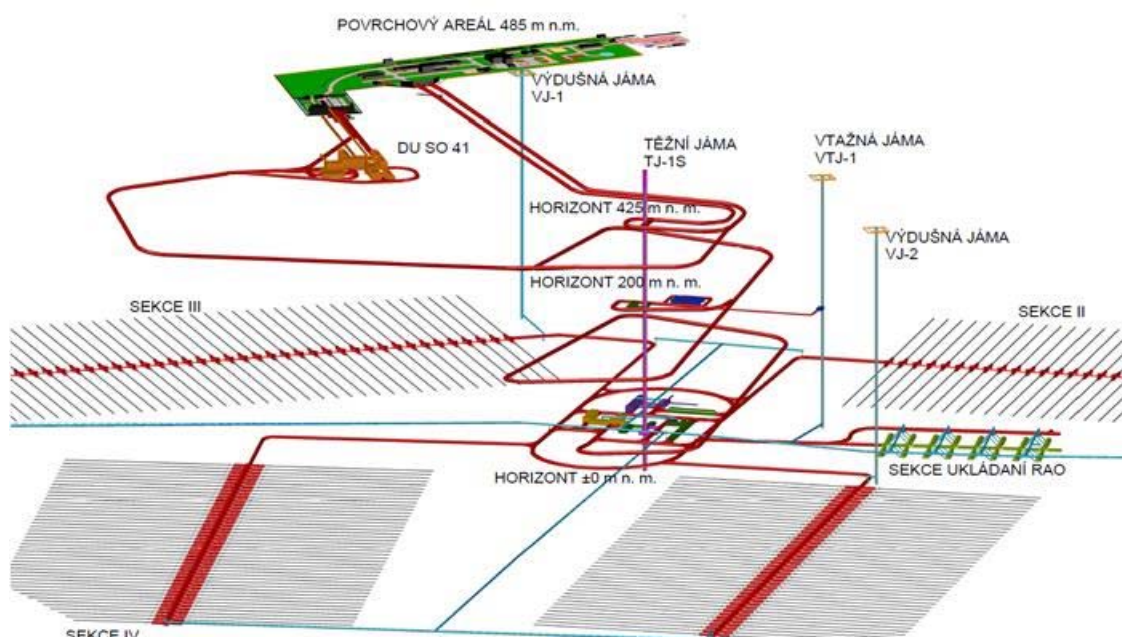
Protože geologická stavba obou navržených lokalit je srovnatelná, měla pro výběr polygonu zásadní význam kritéria střetů zájmů, umístitelnosti povrchového areálu a dopravní napojitelnosti.

S ohledem na prezentované vlastnosti území a prostorové rozmístění ochranných pásem vyplývajících ze zvláštních předpisů existují, příznivější podmínky pro umístění povrchového areálu jsou v jižní části polygonu EDU-Z. Z tohoto důvodu doporučujeme k dalšímu prověření lokalitu č. 1 Na Skalním, která má v porovnání s ostatními variantami relativně příznivější předpoklady pro vyřešení střetů zájmů, vyplývajících z případného umístění PA.

8 Studie proveditelnosti

8.1 Úvod

Cílem Předběžné studie proveditelnosti hlubinného úložiště v lokalitě Na Skalním (Obr. 12, Obr. 13) je ověření prostorové (v případě podzemního areálu) a plošné (v případě povrchového areálu) lokalizace areálů uvažovaného hlubinného úložiště tak, jak byly navrženy v Aktualizaci referenčního projektu hlubinného úložiště (ARPHÚ) z roku 2011 a za splnění všech tam uvažovaných kritérií a podmínek pro jejich umístění.



Obr. 12 HÚ – 3D pohled

V Předběžné studii proveditelnosti jsou též zohledněny požadavky a zkušenosti z již dříve realizovaných prací, které mají vliv na provozní bezpečnost zejména při manipulaci s přepravními OS, omezení požadavků na otáčení dopravních prostředků zavážejících UOS apod. Proto byly provedeny dílčí úpravy technického řešení zejména na ukládacím horizontu, navrženy dopravní smyčky pro vozidla zavážející UOS s VJP a betonkontejnery s RAO tak, aby se nemusela vozidla otáčet.

8.2 Základní předpoklady řešení

Při zpracování technického řešení Předběžné studie proveditelnosti se vycházelo z ARPHÚ. Při aplikaci řešení na lokalitu Na Skalním byly učiněny následující předpoklady a tyto základní předpoklady řešení jsou shrnuty následovně:

- podzemní prostory jsou vyraženy v pevných (až velmi pevných) horninách třebíčského plutonu – kde dominují melanokratické granity až křemenné syenity (durbachity) s granity,
- ukládací horizont je navržen v nadmořské výšce 0,00 m n. m., (nadmořská výška povrchu se pohybuje okolo cca 500 m n.m, výška portálů do podzemních prostor 485 m n.m.),
- objekt Přípravy VJP a RAO k ukládání vč. uzlu překládky přepravních OS je zcela umístěn v podzemí, kaverny (podzemní prostory) tohoto objektu budou umístěny v návaznosti na střežené pásmo vymezené v povrchovém areálu na horizontu 485 m n. m,
- pro ukládání UOS byl zvolen stejný způsob ukládání jako v ARPHÚ a to horizontální způsob ukládání. Důvodem je skutečnost, že pro vertikální způsob ukládání je třeba menší HB, tedy když lokalita vyhoví pro horizontální způsob ukládání, bude v ní aplikovatelný i vertikální způsob ukládání UOS,
- ukládání VJP se bude provádět do velkoprofilových horizontálních vrtů (průměry vrtů 2,2 m),
- ukládání ostatních RAO bude prováděno v betonkontejnerech do velkoobjemových komor ve stozích. Betonkontejnery budou dováženy do areálu HÚ Na Skalním již hotové, nebo je bude možné v areálu připravit,
- pro těžbu rubaniny, jízdu lidí a spouštění materiálu bude použito svislé jámy,
- pro dopravu VJP, RAO, těžkých mechanismů především dopravních bude vybudována úklonná spojovací zavážecí chodba (úpadnice).
- úklonná doprava a doprava na ukládacím horizontu bude bezkolejová.

Technické řešení je navrženo pro uložení následujícího inventáře radioaktivních odpadů.

- nepřepracované VJP provozovaných JE (EDU1-4; ETE1,2),
- nepřepracované VJP z NJZ (EDU5, ETE3,4),
- VAO z přepracování VJP z výzkumných reaktorů (přepracované palivo z ÚJV Řež),
- RAO neuložitelné v přípovrchových úložištích - z provozu a vyřazování JE, výzkumných pracovišť a institucionální RAO.

Předpokládaný stupeň vyhoření jaderného paliva je pro VVER 440 – 45 MWd/kgU (pro část paliva 50 MWd/kgU), pro VVER 1000 – 55 MWd/kgU a pro NJZ – 60 MWd/kgU. Předpokládaná doba skladování palivových souborů (doba od vyjmutí z reaktoru) ze stávajících jaderných zdrojů je 65 let, pro NJZ se předpokládá doba delší.

Je nutno uložit 3 100 UOS s palivovými soubory VVER 440, 1 800 UOS s palivovými soubory VVER 1 000, 2 700 UOS s palivovými soubory z NJZ a 5 UOS s přepracovaným palivem z ÚJV Řež, a.s.

Dále uložit 3 000 betonkontejnerů s RAO. Pro RAO vzniklé vlastním provozem HÚ (pevné RAO z oprav zařízení, textilie, papír, filtrační vložky a kapalné RAO – především odpadní vody aktivní a roztoky z dekontaminace, aktivní odpad z laboratoří) je vytvořena 20% rezerva v dimenzování úložných prostorů pro RAO.



Obr. 13 Vizualizace HÚ Na Skalním.

8.3 Povrchový areál

Nejvhodnější lokalita pro umístění povrchového areálu je při jihozápadním okraji navrženého polygonu průzkumného území EDU – Západ a nachází se v prostoru mezi obcemi Ratibořice, Boňov, Zárubice a Lipník.

8.3.1 Členění povrchového areálu

Povrchový areál Na Skalním sestává z:

- Areálu Na Skalním – hlavní areál hlubinného úložiště. V areálu je umístěn soubor objektů sloužící jako zázemí pro důlní činnost, zázemí pro přípravu a ukládání VJP a RAO a pro celkový provoz HÚ jako takového.

Z tohoto areálu budou do souboru staveb „Příprava VJP k ukládání“ přiváděny energie a čistý vzduch, bude dopravována obsluha, odváděny a čištěny vody. Dále areál obsahuje stavby sloužící pro hornické práce, které souvisí s výstavbou hlubinného úložiště, související s výrobou bentonitových prvků těsnění apod. Bude zde i umístěno informační centrum pro práci s veřejností. Součástí areálu je i výdušná jáma VJ-1

- Areálů větracích jam – sloužících pro ohřev, přívod a odvod větracího vzduchu do podzemních objektů.

Areály větracích jam sdružují areály vtažní jámy VTJ-1 a výdušné jámy VJ-2.


8.3.2 Střežené a nestřežené prostory

V rámci povrchových areálů lze rozlišit dva typy prostor – střežené a nestřežené prostory.

Střeženými prostory jsou:

- Části povrchového areálu Na Skalním (prostor pro vjezd do podzemního souboru staveb „Příprava VJP k ukládání“ a prostor kolem výdušné jámy VJ-1).
- Areály větracích jam (VTJ-1 a VJ-2) – automatické zabezpečení.

Ve střežených prostorech probíhá příjem a přípravu RAO a VJP k uložení, a to v přímé návaznosti s podzemním objektem DuSO 41 – Příprava RAO a VJP pro uložení vč. překládacího uzlu, horké komory a souvisejících aktivních provozů. Zavážecí tunel do DuSO 41 má úvodní nadmořskou výšku 485 m n.m. (stejně jako železniční vlečka) a budou jím dopravovány všechny přepravní obalové soubory s VJP a RAO, jakož i těžké a rozměrově velké předměty. Tunel bude sloužit i při výstavbě důlního objektu DuSO 41, ale nebude jím odtěžována hornina z výstavby zbylých podzemních částí HÚ.

 SÚRAO	EDU-Z Závěrečná zpráva	Evidenční označení:
		ZZ219/2018

Nestřeženými prostorami jsou všechny ostatní části povrchového areálu. Jsou zaměřeny na hornické práce související s hornickou výstavbou hlubinného úložiště, výrobou bentonitu a výrobou mezikontejnerových bentonitových vložek. Objekty zde situované též slouží k zabezpečení běžného provozu HÚ.

8.3.3 Dopravní napojení povrchového areálu

Povrchový areál Na Skalním je dopravně napojen pomocí nově zbudovaných komunikací, a to železniční vlečky a účelové komunikace, na silniční a železniční síť. Napojení povrchového areálu Na Skalním se předpokládá ze západu a to jak železniční vlečkou, tak i silnicí. Železniční vlečka bude využívána především k dopravě VJP, RAO, nadrozměrných nákladů a pro odlehčení silniční dopravy v době budování HÚ. Ostatní doprava bude probíhat po silniční komunikaci.

Železniční vlečka propojuje areál Na Skalním s tratí č. 241 s napojením na nádraží v Jaroměřicích nad Rokytnou, alternativně s vlečkou v areálu JE Dukovany.

Pro silniční spojení povrchového areálu Na Skalním je navržena komunikace napojená na silnici II. třídy č. 152 nově zbudovanou křižovatkou v prostoru mezi obcí Jaroměřice nad Rokytnou a odbočkou na obec Příložany.

8.4 Podzemní areál

Podzemní areál je navržen v příznivém horninovém masívu třebíčském plutonu, kde dominují melanokratické granity až křemenné syenity (durbachity) s granity, v hloubce cca 500 m pod povrchem (na úrovni 0,00 m n. m.) v jednom ukládacím horizontu.

8.4.1 Koncepce podzemního areálu

Základním horizontem důlních prací pro podzemí (pro budování HÚ), je úroveň zhlaví jámy TJ-1S na úrovni 425 m n. m. K této úrovni jsou přivedeny těžní tunely TT-1 a TT-2 z povrchové stavby – areál Na Skalním (výška 485 m n. m.) a z objektů přípravy VJP k ukládání (výška 485 m n. m.) zavážecí úklonná chodba. Horizonty 425, 200 a ± 0 m n. m. jsou propojeny úvodním důlním dílem TJ-1S (Du SO 01) – těžní jámou.

Na uvedených horizontech jsou vybudována náraziště. Všechny tyto horizonty jsou také propojeny s povrchem zavážecí úklonnou chodbou. Čerpání důlních vod je na horizontu -30 m n. m. Tento horizont je napojen jen na jámu TJ-1S a je na něm zbudováno odpovídající náraziště.

Ukládací horizont je spojen s horizontem 485 m n.m. úklonnou spojovací zavážecí chodbou. Na horizontu 485 m n. m. je navržen soubor staveb „Příprava RAO a VJP k ukládání“ – který je propojen spojovacím tunelem s železniční vlečkou s povrchovým areálem – toto spojení je jediné dopravní spojení, které vyúsťuje na povrchu do střeženého prostoru. Tento soubor staveb má samostatný přívod čerstvých vzdušnin i odvod upotřeбенých vzdušnin s filtroventilačním zařízením.

Na příslušné horizonty 425, 200, ± 0 a -30 m n. m. jsou dovedeny čerstvé větry vtažnou jámou VTJ-1. Výdušné jámy jsou projektovány dvě a to výdušné jámy VJ-1 a VJ-2.

Jako druhá ústupová cesta budou sloužit všechny jámy VTJ-1, VJ-1, VJ-2 a budou vybaveny odpovídajícím zařízením.

8.4.2 Postup výstavby podzemní části HÚ

Stavba podzemních objektů HÚ bude zahájena ze dvou povrchových areálů a to z areálu Na Skalním a areálu vtažné jámy VTJ-1.

Z areálu Na Skalním bude stavba zahájena ražbou těžních tunelů TT-1 a TT-2 (horizont 485 m n. m.) a následně bude realizována TJ-1S (těžní jáma z úrovně 425 m n. m.). Zároveň začne ražba úpadnice z úrovně 485 m n. m. a to v momentě až to dovolí přípravné práce pro výstavbu objektu DuSO 41.

Těžní jáma TJ-1S bude provedena s nárazišti na úrovni: 425 m n. m (těžní horizont), 200 m n. m. (laboratorní horizont), ± 0 m n. m. (ukládací horizont) a -30 m n. m. (čerpací horizont). Na jámě bude vyhloubena volná hloubka.

Vtažná jáma VTJ-1 bude hloubena tak, aby mohl být rozražen horizont 200 m n. m. a ± 0 m n. m. Na jámě bude zahloubena volná hloubka. Mezi jámami TJ-1S a VTJ-1 bude provedeno základní propojení (v souladu s projektem ukládání a větrání) a mohou být zahájeny ostatní razící práce.

Po dosažení propojení těžních tunelů TT-1, TT-2 a úpadní zavážecí chodby na úrovni 425 m n. m. se začne se stavbou DuSO 41 – Příprava RAO a VJP pro uložení vč. překládacího uzlu, horké komory a souvisejících aktivních provozů (horizont 485 m n. m.).

Všechny výše jmenované stavby jsou mimořádně časově náročné a komplikované stavebně.

Zároveň se tedy bude razit jáma TJ-1S (z podzemí) a jáma VTJ-1 (z povrchu). Po vyhloubení jámy TJ-1S, nárazišť na horizontech 200, ± 0 a -30 m n. m. budou zbudovány trafostanice, rozvodny, na jámě skipoklece a bude zahájena ražba větracích jam VJ-1 a VJ-2. Bude možné dokončit stavební napojení jednotlivých pater a úpadnice.

Dalším krokem bude dokončení stavebního a technického zázemí v DuSO 41 - Příprava RAO a VJP pro uložení vč. překládacího uzlu, horké komory a souvisejících aktivních provozů.

8.5 Posouzení alternativního umístění objektu přípravy VJP a RAO k uložení

Vzhledem k blízkosti jaderné elektrárny Dukovany byly v rámci studie diskutovány alternativní možnosti umístění jednoho z hlavních objektů celého HÚ – objektu přípravy VJP a RAO k uložení v areálu JE Dukovany.

Byly zvažovány následující možnosti umístění:

- umístění objektu Přípravy VJP a RAO k uložení v nově vybudovaném povrchovém objektu v areálu stávající jaderné elektrárny,
- umístění objektu Přípravy VJP a RAO k uložení v nově vybudovaném povrchovém nebo podzemním objektu v areálu připravovaného nového jaderného zdroje,
- umístění objektu Přípravy VJP a RAO k uložení na odstaveném hlavním výrobním bloku JE Dukovany

Všechny tři navržené varianty umístění byly zamítnuty a bylo rozpracováno řešení ARPHÚ – umístění objektu Přípravy VJP a RAO k uložení v areálu hlubinného úložiště.

Důvody jsou následující:

- Variantu umístění nového objektu přípravy VJP a RAO v areálu stávající elektrárny nic zásadním způsobem nevylučuje. Jsou zde pouze technické a technologické problémy, které jsou dány blízkostí jaderné elektrárny a následné problémy s jejím vyřazováním (zachování funkčnosti některých objektů a systémů i po ukončení provozu JE).
- Zásadní ekonomická úspora není očekávána vzhledem ke skutečnosti, že objekt bude vždy budován, a to téměř ve stejném rozsahu, ať už na lokalitě HÚ nebo v areálu EDU.
- V budoucnu by bylo přínosné zpracovat aktualizace studií vyřazování Jaderné elektrárny Dukovany a MSVJP ve variantě s možností provozování MSVJP a souvisejících objektů pro potřeby objektu Přípravy VJP a RAO a k této problematice se vrátit a ekonomicky detailně vyhodnotit (zejména z hlediska provozních nákladů).
- Vzhledem k výše uvedenému a do provedení detailnějších analýz (zejména zpracování výše uvedených aktualizací studií vyřazování), tato varianta nebyla dále posuzována a rozpracována ve studii.
- Variantu umístění objektu v areálu NJZ vylučuje v současné době nejistota v jakém časovém horizontu, a zda vůbec, bude NJZ budován v lokalitě EDU tak, aby to neohrozilo harmonogram přípravy hlubinného úložiště, pokud jako lokalita bude vybrána právě lokalita EDU – Západ.
- Zásadním důvodem, který vylučuje variantu umístění technologie Přípravy VJP a RAO k uložení v odstaveném HVB je skutečnost, že tímto řešením by byla řešena pouze problematika VJP z jaderné elektrárny Dukovany, a to ještě pouze pro stávající bloky 1–4. Neřešena zůstává problematika NJZ, byť by byl postaven v lokalitě Dukovany, a Jaderné elektrárny Temelín, kde v obou případech délka palivového souboru je větší a je neřešitelné jeho vyvezení z kontejneru CASTOR do bazénu. Též značné problémy by způsobily rozdílné délky UOS.

8.6 Shrnutí

Byl nalezen povrchový areál v prostoru, jehož morfologie je vhodná pro umístění objektu Přípravy VJP a RAO vč. horké komory a předkládacího uzlu zcela do podzemí. Areál je prost střetů zájmů, které by nebyly řešitelné – viz. Příloha č.3 - Studie vlivů HÚ v lokalitě „Na Skalním“ na životní prostředí.

Určení velikosti prostor pro ukládání VJP v superkontejnerech a/nebo bez nich a betonových kontejnerů s RAO je velmi obtížné a závisí na mnoha faktorech. Mezi tyto faktory patří:

- doba skladování VJP v skladovacích a přepravních OS – ovlivňuje vzdálenost mezi UOS a ukládacími vrty,
- použitá manipulační technika na ukládacím horizontu.

Proto pro zjednodušení a ověření umístitelnosti podzemní části HÚ na lokalitě Na Skalním byl použit přístup plynoucí z Aktualizace referenčního projektu 2011. Byly však aktualizovány vzdálenosti mezi UOS a vzdálenosti mezi ukládacími vrty na základě výsledků teplotních výpočtů předaných zadavatelem a provedena aktualizace počtu ukládaných UOS a betonkontejnerů pro ukládání RAO podle podkladů zadavatele.

Předběžná studie proveditelnosti HÚ v lokalitě Na Skalním prokázala, že velikost potenciálně vhodných bloků horninového masivu pro ukládání uvedeného množství UOS je dostatečná, včetně příslušné rezervy na nepředvídatelné nehomogenity horninového prostředí.

Výsledky této Předběžné studie proveditelnosti lze shrnout následovně:

- byl nalezen vhodný povrchový areál umožňující umístění objektu Přípravy VJP a RAO vč. horké komory a překládacího uzlu zcela do podzemí,
- pro ukládání radioaktivních materiálů bude určen horizont ± 0 m n. m.,
- jednotlivé druhy radioaktivních materiálů (VJP, RAO) budou ukládány odděleně,
- ukládací horizont umožňuje uložit všechno VJP metodou horizontálního ukládání ve velkoprofilových ukládacích vrtech, tedy umožní i uložení VJP metodou vertikálního ukládání ve vertikálních ukládacích vrtech,
- ostatní RAO bude ukládáno v ukládacích komorách v betonkontejnerech - metodou tak zvaného stohování,
- vzhledem k dostatečné rozloze homogenního masivu není třeba patrového uspořádání ukládacího horizontu pro horizontální ani vertikální způsob ukládání,
- v návrhu sekcí jsou respektovány i zlomy druhé kategorie a rezerva na zlomy třetí kategorie.

9 Návrh geologických prací

Navržené průzkumné práce rámcově vycházejí z metodické práce Procházky (2010) a znalosti geologického prostředí na lokalitě.

Cílem těchto prací ve smyslu §3 vyhlášky č. 369/2004 Sb. je 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.

Pro pochopení geologické stavby a chování podzemních vod není možné se při navazujících pracích soustředit pouze na vybrané PÚ ZZZK, ale je nutné kombinovat detailní data s regionálním geologickým a hydrogeologickým výzkumem.

9.1 Geologické mapování

Geologické mapování je primární metodou poznání geologické stavby zemské kůry a přináší základní informace o stavbě její přípovrchové části a regionálněgeologických vztazích. Pro potřeby poznání širších vztahů musí proběhnout standardní geologické mapování 1 : 25 000 dle předpisů ČGS a to v rozsahu čtyř mapových listů 1 : 25 000 (23-442; 23-444; 23-331; 24-333) kolem polygonu. Nedílnou součástí geologického mapování jsou strukturní, petrologické, mineralogické a geochemické práce. Tyto mapy budou sloužit také jako podklad hydrogeologických map a jako vstupní data pro horninovou charakteristiku geologických a hydrogeologických modelů.

Pro indikaci regionálních tektonických struktur, zde především zlomů, je třeba provést morfotektonickou analýzu snímků digitálního modelu reliéfu v široké oblasti kolem polygonu a to na čtyřech mapových listech 1 : 50 000 (23-42; 23-44; 24-31; 24-33). Tato analýza je nutná z hlediska korelace lokálních a regionálních geologických struktur a také korelace

stávajících poznatků o tektonické stavbě s novými daty, která přinášejí moderními metody snímání zemského povrchu.

Geologické mapování 1 : 10 000 bude provedeno v návaznosti na stávající geologickou mapu, tak aby byl kompletně pokryt zájmový polygon PÚ. Mapa bude postupně upřesněna podle výsledků technických a geofyzikálních prací do měřítka 1 : 5 000.

9.2 Technické práce

9.2.1 Kopné práce

Kopné práce jsou součástí výzkumu přípovrchových částí lokality a budou sloužit pro zpřesnění geologických hranic, odběr vzorků, charakteristiku pokryvných útvarů, sběr inženýrskogeologických parametrů a výzkum mělkých geofyzikálních anomálií.

Pro ověření zlomových linií a geologických hranic budou použity rýhy, pro profilové studium povrchových útvarů, odběr půdních a přípovrchových inženýrskogeologických vzorků šachtice.

Předpokládá se provedení 1800 m kopaných rýh a 20 šachtic. Doba trvání kopných prací je 2 roky. Práce mají zásadní význam pro zpřesnění geologické a inženýrskogeologické mapy 1 : 10 000.

9.2.2 Vrtné práce

Hlavním účelem vrtných prací na lokalitě je upřesnění geologické mapy, interpretace geologické stavby a průběhu hranic do hloubky, odběr vzorků pro získání informací o vlastnostech hornin a horninového masivu v hloubce úložiště, hydrogeologický průzkum a monitoring. Všechny vrty musí být jádrové. Podle projektované hloubky lze vrty rozdělit na:

- mapovací;
- mělké (do 100 m);
- středně hluboké (do 500 m);
- hluboké (nad 500 m).

Mapovací vrty

Mapovací vrty budou sloužit ke zpřesnění přípovrchové stavby území, kdy půjde o ověření mocnosti pokryvných útvarů a hloubky zvětrání. Dále půjde o odběr přípovrchových vzorků a ověřování mělkých geofyzikálních a geochemických anomálií. Maximální předpokládaná hloubka těchto vrtů bude do 20 m. Při vlastní projektování je třeba brát v úvahu jejich využití pro hydrogeologické a inženýrskogeologické účely. Celková metráž bude do 800 m. Mapovací vrty budou provedeny v prvních dvou letech trvání projektu.

Mělké vrty a středně hluboké vrty

Vrtné práce představují zdroj nových a zásadních informací pro geologickou charakterizaci a posouzení perspektivnosti lokality. Budou sloužit k získání informací o hlubší geologické

stavbě lokality, studiu geofyzikálních vlastností masivu do hloubky, odběru vzorků a hydrogeologický monitoring. Minimálně dva vrty do 100 m budou projektovány jako šikmé pro ověření průběhu a hydrogeologického chování lipnického zlomu. Další šikmý vrt bude projektován pro ověření kontaktu třebíčského plutonu a moldanubika. Předpokládá se realizace 5 vrtů do 100 m, kdy dva svislé budou projektovány především na základě hydrogeologických potřeb. Dále se předpokládají dva vrty hluboké do 500 m, kdy jejich pozice musí reflektovat pozici hlubších geofyzikálních anomálií a hydrogeologické účely uvnitř třebíčského plutonu v předpokládané hloubce úložiště. Podle výsledku šikmých vrtů lze předpokládat projekci další dvou středně hlubokých vrtů na ověření hlubší stavby lipnického zlomu a kontaktu moldanubika a třebíčského plutonu. Celková metráž mělkých až středně hlubokých vrtů by měla být do 3000 m a odvrtní by mělo proběhnou ve druhém až třetím roce projektu.

Hluboké vrty

Cílem hlubokých vrtů je poznání stavby lokality pod předpokládanou hloubkou úložiště. Na lokalitě jsou předpokládány dva hluboké vrty, které je vhodné situovat do míst předpokládaných svislých hornických děl souvisejících s výstavbou a fungováním úložiště (těžební jáma, větrací šachty...). Pro objasnění hluboké geologické stavby lokality je nutné, aby alespoň jeden vrt byl proveden pod hranici kontaktu třebíčského plutonu a moldanubika, která je podle interpretace regionálních gravimetrických měření předpokládána v hloubce 800–1200 m pod povrchem. Provedení hlubokých vrtů se předpokládá do třetího až čtvrtého roku projektu.

9.3 Hydrogeologický průzkum

9.3.1 Hydrogeologické mapování

Bude provedeno detailní hydrogeologické mapování v měřítku 1 : 10 000 a zpracování dostupných archivních dat z jz a j. okraje průzkumného území „Na Skalním“ (PÚ) tak, aby detailní hydrogeologická mapa, mapa chemizmu podzemních vod a hydrologická mapa pokryly celé průzkumné území. Hydrogeologické mapování úzce naváže na dosud provedené práce na území polygonu EDU-Z. Hydrogeologická mapa PÚ bude na základě výsledků vrtných prací postupně zpřesňována.

Součástí hydrogeologického mapování bude odběr vzorků podzemních vod z hydrogeologických objektů (prameny, studny, vrty).

Cílem hydrogeologického mapování je všestranné poznání, popis a zobrazení výskytu a režimu podzemních a povrchových vod, hydraulických parametrů horninového prostředí a chemického složení vod na zkoumaném území. Jedním z důležitějších výstupů mapování bude identifikace průběhu hydraulicky významných tektonických prvků na zemském povrchu. Tyto prvky mohou sloužit jako preferenční cesty šíření znečištění z prostoru úložiště do biosféry.

Hydrogeologické mapování bude realizováno bez zásahů do zemské kůry. Předpokládaná délka trvání mapovacích prací je do 3 let.

9.3.2 Hydrogeologický, hydrologický a hydrochemický monitoring

Cílem monitoringu je zajištění kvalitních dat o klimatických poměrech PÚ, povrchovém a podzemním odtoku, úrovních hladin podzemních vod, vydatnostech pramenů a o kvalitativních ukazatelích povrchových a podzemních vod. Tato data 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 různých fází 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 dále jako podklad při řešení střetů zájmů. Monitoring bude zasahovat i na širší území v okolí průzkumného území „Na Skalním“, kde bude koncentrován na okolí předpokládaných preferenčních cest proudění podzemních vod.

Monitorovací práce budou zahrnovat tyto základní oblasti:

- monitoring srážkových poměrů na lokalitě pomocí automatické srážkoměrné stanice;
- monitoring odtoku povrchových vod na provizorních měrných profilech a na stabilním objektu s kontinuálním záznamem;
- opakovaná měření průtoků metodou postupného profilování průtoků (PPP) v obdobích s minimálními srážkovými úhrny s cílem stanovení podzemního odtoku, identifikace skrytých vývěrů do vodních toků a tektonicky podmíněné drenáže (Rouchovanka a její přítoky, bezejmenný pravostranný přítok Ostrého potoka sv. od Boňova);
- monitoring vydatnosti pramenů zaměřený na drenáže podzemních vod v okolí zlomů;
- monitoring hladin podzemní vody v obecních studnách, mapovacích, mělkých a hlubokých vrtech; v hlubokých vrtech budou sledovány piezometrické (tlakové) poměry několika navzájem oddělených etáží;
- monitoring chemického složení povrchových a podzemních vod zahrne pravidelné odběry vzorků srážkových vod, vod z obecních studní, z povrchových toků v okolí obcí ležících na PÚ, z monitorovaných pramenů a z průzkumných vrtů různých hloubek; pokud to technické podmínky u hlubokých vrtů umožní, budou z těchto vrtů odebírány vzorky etážově.

Monitorovací práce budou probíhat po celou dobu trvání výzkumných a průzkumných prací na lokalitě.

9.3.3 Hydrogeologický a hydrochemický výzkum v mapovacích a mělkých vrtech

Mapovací vrty s hloubkou do 20 m vystrojené umělohmotnou zárubnicí s perforací budou sloužit k ověření hydraulických vlastností zvětralinového pláště a charakteru chemického složení podzemních vod velmi mělkého oběhu. K hydrogeologickému výzkumu budou využity hlubší mapovací vrty (15 až 20 m) v oblastech bez přirozených (prameny) či umělých (studny, vrty) hydrogeologických objektů v okolí Zárubic, Boňova a Ratibořic. Cílem výzkumu bude zlepšení prostorové distribuce hydrogeologických dat na území PÚ. Budou odebírány smíšené vzorky podzemní vody z celého profilu vrtu a pro získání hodnot hydraulické vodivosti bude provedena čerpací a stoupací zkouška.

Vrty s hloubkou do 100 m budou sloužit k ověření hydraulických vlastností zóny přípovrchového rozvolnění puklin a charakteru chemického složení podzemních vod aktivního oběhu v puklinovém prostředí. Vrty budou současně zaměřeny na ověření pozice, orientace a hydraulických vlastností zlomů (poruchových zón) indikovaných na základě geologického a hydrogeologického mapování. Bude se jednat zejména o poruchovou zónu (lipnický zlom) ZSZ–VJV směru probíhající údolím Roučovanky a struktur s touto zónou souběžné a o zlom (drenážní linii) v údolí bezejmenného pravostranného přítoku Ostrého potoka sv. od Boňova.

Směsný vzorek podzemních vod zde bude odebrán ze spodní části vrtu, bude odpovídat vodám přípovrchové zóny rozvolnění puklin. Nezapažená část vrtu bude v první etapě hydraulicky otestována etážovými vodními tlakovými zkouškami (VTZ) v celém profilu vrtu. Pokud vrt zastihne významný strukturní prvek (poruchovou zónu), budou její hydraulické vlastnosti ověřeny detailními VTZ. Vodní tlakové zkoušky budou prováděny po dokončení vrtných prací a vyčištění vrtu. Pokud vrt zastihne nestabilní poruchu, bude hydrodynamické testování realizováno postupně v průběhu vrtných prací. Při hydrodynamických zkouškách budou monitorovány blízké vrty a studny.

Předpokládaná délka trvání hydrogeologického výzkumu v mělkých vrtech je 3 až 5 let, je přímo závislá na rychlosti postupu vrtných prací.

9.3.4 Hydrogeologický a hydrochemický výzkum ve středně hlubokých a hlubokých vrtech


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.

Hydrogeologický výzkum v hlubokých vrtech bude probíhat ve 3 základních etapách:

- základní etapa – hydrodynamické testy v celém profilu vrtu, standardní etážové VTZ se stabilní délkou testovaného úseku
- detailní etapa – testování hydraulických vlastností vodivých struktur, detailní hydrodynamické zkoušky
- závěrečná etapa – ověření komunikace po vytipovaných vodivých strukturách - interferenční zkoušky, které budou provedeny po realizaci všech vrtů

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 aj. Cílem odběrů vod z hlubokých vrtů je zjištění chemického složení podzemní vody a její geneze v různých hloubkových úrovních horninového masivu. Informace o chemickém složení a fyzikálních vlastnostech vod jsou primárními vstupními údaji pro návazné laboratorní práce, odvozené geochemické výpočty matematické modelování transportu látek.

V průzkumných vrtech budou na základě karotážních metod identifikovány výrazné zlomy, poruchové zóny, případně systémy puklin s přítoky podzemní vody do vrtu. Z těchto poloh, izolovaných pomocí dvojice pakrů, budou odebrány vzorky pro chemické analýzy. Ve akreditovaných laboratořích bude v odebraných vzorcích stanoven obsah hlavní a

 SÚRAO	EDU-Z Závěrečná zpráva	Evidenční označení:
		ZZ219/2018

stopových prvků, izotopické složení vybraných prvků (H, C, O, S, Cl, Br a He), obsahy freonů, radioaktivita vody a obsah celkového organického uhlíku.

Hydrogeologický a hydrochemický výzkum proběhne ve všech středně hlubokých a hlubokých vrtech na PÚ, pokud to technické podmínky vrtů dovolí. Předpokládaná délka trvání v závislosti na postupu vrtných prací je 5 a ž 7 let.

9.4 Geofyzikální měření

Geofyzikální měření má zásadní význam pro interpretaci hluboké geologické stavby, sledování tektonických poruch, ale i získání předběžných údajů o inženýrskogeologických vlastnostech přípovrchových horizontů. Interpretovaná geofyzikální data jsou také neocenitelná při projektování technických prací a to jak mělkých kopaných rýh, tak i hlubokých vrtů.

Na lokalitě **Na Skalném** bude v další etapě provedeno upřesňující geofyzikální plošné i profilové měření a to jak objemovým rozšířením již aplikovaných metod, tak i aplikací dalších speciálních metod.

a) V místech, kde hustota geofyzikálních profilů není podle dosavadních výsledků dostatečná, budou navrženy a vytyčeny další geofyzikální profily o celkové délce objemu 8 000 m.

Zde budou doměřeny a zahuštěny profily metodami:

- dipólového odporového profilování (DOP) v dosud používaných uspořádáních a technologiích;
- magnetometrickými (Mag) a
- velmi dlouhých vln (VDV).

Všechny uvedené metody budou měřeny s krokem 10 m.

b) V celé ploše uvažovaného polygonu Na Skalném bude změřena plošná gravimetrie v síti 200 × 100 m. Metoda bude použita pro sestavení přesnějšího hustotního 3D modelu, ukazujících strukturní prvky třebíčského plutonu z větších hloubek a lépe charakterizující kontakt třebíčského plutonu a moldanubika. Profily budou orientovány kolmo na tuto hranici. Při celkové ploše polygonu 25 km² se jedná o celkem 1250 bodů gravimetrie.


Podobně bude v pravidelné síti 200 × 100 m navazující na stávající profily doměřena gamaspektrometrie s celkem cca 625 body.

Na nových profilech budou změřeny křivky odporového sondování VES do hloubek 200 m, tj. AB/2 = 500 m. Krok měření podél profilů bude 200 m, celkem bude změřeno 100 bodů VES.

Na vybraných úsecích podle výsledků výše uvedených metod bude změřena odporová multielektrodová metoda (MEM / ERT) o celkové délce 5 000 m.

c) Speciální pozornost bude dána výběru míst pro aplikaci seismických metod, metody refrakce a reflexe.

- Mělká refrakční metoda (MRS) bude aplikována v obdobné technologii jako v minulých etapách na délce profilů 12 000 m.

 SÚRAO	EDU-Z Závěrečná zpráva	Evidenční označení:
		ZZ219/2018

- Reflexní seismika (RXS) bude realizována v rozsahu 6 000 m s mechanickým kladivem nebo s vibrátorem umístěných na automobilu a proto se zdrojem mobilním jen po silnicích nebo dostupných cestách. Volba profilů tedy bude záviset na těchto podmínkách.
- Seismický monitoring vyžaduje výstavbu seismických stanic a musí být řešen v návaznosti na aktivní monitorovací síť.

Kromě výše uvedených metod budou postupně nasazovány speciální geofyzikální metody, které ještě nejsou v geofyzikální praxi v České republice aplikovány. Mezi tyto metody patří kromě uvedené metody reflexní seismiky uvedeny i sondážní elektromagnetické metody s hloubkovým dosahem ve stovkách metrů:

- Audiomagnetotelurická metoda s umělým zdrojem (angl. zkratka CSAMT - Controlled Source Audio Magnetotelluric Methods).
- nebo přechodové sondování s pulzním EM zdrojem (TEM - Transient ElectroMagnetics). Vybrané EM sondování bude mít hloubkový dosah ve stovkách metrů a bude měřeno s krokem 100 m na vybraném / vybraných profilech o celkové délce 4000 m, tj. v celkem 40 bodech.

d) měření v realizovaných vrtech všech kategorií a hloubek bude zahrnovat:

- klasickou karotáž – geofyzikální měření podél osy vrtů
- vrtní geofyziku – měření ve vrtech a v jejich okolí, případně mezi nimi
- geotechnické a hydrogeologické testy

Běžná klasická karotáž bude zahrnovat: gama karotáž, neutron-neutron karotáž, gama-gama karotáž, akustickou karotáž, odporovou elektrokarotáž, magnetickou karotáž, kavernometrii, fotometrii, inklinometrii a rezistivimetrii.

Speciální měření ve vrtech bude obsahovat akustickou vrtní televizi (BHTV-ABI Acoustic Borehole Image), optickou vrtní televizi (OBI - Optical Borehole Image) a akustickou karotáž s registrací úplného vlnového obrazu FW (Acoustic Full Waveform).

Tyto speciální metody nejsou v ČR běžně využívány nebo jen sporadicky a budou proto zahájeny jejich testováním zahraničních zařízení v českých podmínkách včetně aplikace softwaru. Tyto technologie v ČR budou vyžadovat zvláštní projekt spojený s projektem pro vrtné práce.

9.5 Inženýrskogeologický průzkum

9.5.1 Obecné zásady

Návrh dalších inženýrskogeologických a geotechnických prací na stanoveném PÚ ZZZK vychází převážně z přijatého metodického pokynu Procházky (2010), který slouží jako část zadávací dokumentace pro výběrové řízení na průzkum jednotlivých lokalit. Je zde shrnut popis činností, které poskytují inženýrskogeologické (geotechnické) podklady pro návrh stavby pozemní i podzemní části hlubinného úložiště radioaktivních odpadů resp. posouzení kvality stanoveného průzkumného území „Na Skalním“ z hlediska potenciálních

nebezpečných jevů (geologických rizik) souvisejících se změnou stavu horninového prostředí v zájmové oblasti v krátkém i v dlouhém časovém horizontu.

Zásady inženýrskogeologického a geotechnického průzkumu ve vztahu k postupu navrhování základových konstrukcí vycházejí z Eurokódu ČSN EN 1997-1:2006 a ČSN EN 1997-2:2007. Na tyto evropské normy navazují další české technické normy, zejména pak ČSN P 73 1005, jež stanovuje a upřesňuje požadavky na inženýrskogeologický průzkum a dále ČSN 73 6133, která vytyčuje způsoby provádění zemního tělesa pozemních komunikací. V souvislosti s tím je nutné zmínit také technické podmínky TP 76A, B, C (Novotný – Abramčuková 2009a, b; a Rozsypal 2008), které blíže specifikují zásady pro navrhování a provádění geotechnického průzkumu pro pozemní komunikace a tunely.

9.5.2 Inženýrskogeologické mapování průzkumného území

Vzhledem k tomu, že stanovené PÚ „Na Skalním“ svým j. a jz. okrajem zasahuje mimo polygon EDU-Z, bude v této části realizováno detailní inženýrskogeologické mapování v měřítku spolu s provedením excerptce archívních údajů z Archivu ČGS. Bude tak doplněna stávající mapa inženýrskogeologického rajonování 1 : 10 000. Celková mapa inženýrskogeologického rajonování PÚ „Na Skalním“ pak bude na základě výsledků vrtných prací dále zpřesňována.

Cílem inženýrskogeologického mapování je komplexní popis a klasifikace složek geologického prostředí do inženýrskogeologických rajonů, které jsou významné z hlediska územního plánování, projektování, výstavby i provozu inženýrských děl (stavebních, těžebních aj.) a též z hlediska ochrany prostředí před nežádoucími geologickými procesy. Tyto rajony jsou pak zjednodušené modely horninového prostředí, které jsou vyčleňovány na základě stejnorodosti nebo podobnosti litologického složení a geneze (litologicko-genetická klasifikace).

Inženýrskogeologické mapování území „Na Skalním“ v měřítku 1 : 10 000 bude v úvodní fázi realizováno bez zásahů do zemské kůry (tedy bez technických prací). Předpokládaná délka trvání mapovacích prací je 1 rok.

Součástí mapování bude odběr vzorků hornin z povrchu za účelem stanovení základních petrofyzikálních a geomechanických parametrů. Při odběru horninových vzorků bude postupováno tak, aby co nejlépe bylo pokryto zájmové území jak z hlediska počtu zkoušek, tak z hlediska zastoupení jednotlivých hornin a jejich stupně zvětrání. Upřednostněny budou horninové vzorky s nízkým stupněm zvětrání.

Vzorky odebrané na povrchu pro zhodnocení petrofyzikálních vlastností a geotechnické účely budou reprezentovat minimální část vzorků. Větší pozornost bude soustředěna na vzorky z kopných prací a vrtů, které poskytnou přesnější údaje z hlubší (zajímavější) části horninového masivu. Z povrchu proto bude odebráno pouze 5 bloků (vzorků) hornin o přibližných rozměrech cca 50 × 50 cm. V souladu s metodickým pokynem Procházky (2010) budou na těchto vzorcích provedeny tyto zkoušky:

- hmotnostní (měrná hmotnost – ρ_m , objemová hmotnost – ρ_o , pórovitost – n);
- magnetické (magnetická susceptibilita – κ , anizotropie magnetické susceptibility – AMS, termomagnetická analýza – TMA);
- přirozená radioaktivita hornin (obsahy U, eU(Ra), eTh a K);
- elektrické (rezistivita – R);
- akustické (ultrazvukové prozařování – rychlosti podélných (V_p) a příčných (V_s) vln);

- pevnostní (pevnost horniny v jednoosém tlaku – σ_c , a v příčném tahu – σ_t);
- deformační (modul pružnosti statický – E , modul deformace – E_{def} , Poissonovo číslo – μ);
- technické (abrazivita – a);
- tepelné (tepelná vodivost – λ , tepelná difuzivita – α , měrná tepelná kapacita – c).

Výsledky získané z navržených zkoušek umožňují charakterizovat přetvárné vlastnosti hornin, provedených na zkušebních tělesech s různou orientací vzhledem k vnitřní stavbě anizotropní horniny. Dále metody umožňují stanovit jednotlivé vlastnosti hornin jako vstupní geotechnické parametry pro stabilitní výpočty, THM výpočty a matematické modely.

Výše uvedený soubor zkoušek pro stanovení základních petrofyzikálních a geotechnických vlastností horninového masivu bude rovněž aplikován na vrtná jádra hlubinných vrtů – viz níže.

9.5.3 Inženýrskogeologický průzkum povrchového areálu a přístupových cest

Pro zjištění základových poměrů v předemné lokalitě za účelem výstavby povrchového areálu HÚ bude důležitá především podrobná znalost mocnosti, charakteru a plošného výskytu kvartérního pokryvu, resp. zvětralinového pláště podložních hornin. Bude proto využito zejména informací z mapovacích a mělkých vrtů s průměrnou hloubkou 20–100 m a také z kopaných rýh a šachtic. Dle požadavků TP 76A je u přístupové komunikace nutné realizovat vrtané nebo kopané sondy každých 250 m, v případě železniční vlečky pak každých 200 m.

V rámci každého mapovacího resp. mělkého vrtu bude proveden klasifikační rozbor zastižených zemin prostřednictvím tzv. granulometrické analýzy, přičemž budou na každém vzorku zjištěny tzv. indexové vlastnosti potřebné pro zařazení podle příslušných norem. Zjišťuje se objemová hmotnost, zrnitost, vlhkost, Atterbergovy meze, plasticita, konzistence, ulehlost, obsah uhličitánů a organických látek. Dále budou ověřeny parametry smykové pevnosti, objemové změny jako bobtnavost, smrštitelnost a prosedavost, zhutnitelnost a deformační charakteristiky, z nichž je nejdůležitější deformační modul sloužící k výpočtu sedání stavby.

Vhodným doplňkem vrtaných sond budou penetrační zkoušky. Při znalostech místní geologie lze z výsledků dynamické i statické penetrační zkoušky na základě empirických vzorců přímo odvodit řadu důležitých charakteristik zastižených zemin, jako je ulehlost, smyková pevnost či deformační modul.

Z ostatních polních zkoušek a měření budou provedeny zatěžovací zkoušky deskou pro zjištění deformačních charakteristik pláně nebo únosnosti základové půdy nebo in situ pomocí presiometrické zkoušky přímo ve vrtech.

Při inženýrskogeologickém průzkumu je důležitá také podrobná znalost hydrogeologických poměrů v horninovém prostředí. Pro určení přítoků do stavební jámy a způsobů jejího odvodnění bude proto využito informací zjištěných z expresních hydrodynamických (čerpacích) zkoušek (viz kap. 9.3). V případě výskytu jemnozrnných zemin bude sledováno rozdělení pórového tlaku vody a jeho změn alespoň do hloubek pod úroveň výkopu, která se rovná hloubce výkopu pod hladinou podzemní vody (pro odhad vztlaku ve výkopu). Měření pórových tlaků je důležité i pro určení rychlosti konsolidace jemnozrnných zemin, například při zatížení vysokými násypy dopravních staveb, zemních hrází atp. Měření se provádí pomocí snímačů pórového tlaku zabudovaných do podloží. Velice důležité je měření

bludných proudů pro zjištění korozivity horninového prostředí na betonové a ocelové konstrukce. Pro zjištění agresivity podzemní vody na stavební konstrukce bude dále realizován odběr podzemních vod a následný rozbor Heyerovou zkouškou.

9.5.4 Inženýrskogeologický průzkum podzemního úložiště a těžebního tunelu

Z hlediska ražby podzemního úložiště je zcela zásadní geotechnická stabilita horninového prostředí, charakterizovaná stabilním napěťovým polem, která umožní vyrobání dostatečně rozsáhlých podzemních prostor, do kterých bude možno umístit potřebné komory a tunely v hloubce několika stovek metrů. Bude proto využito informací ze středně hlubokých až hlubokých vrtů (100 m a hlubší). Z těchto důvodů je nutné použití vysoce sofistikovaných metod geotechnického průzkumu navržených právě pro takto hluboké horizonty. Tyto metody lze primárně rozdělit na:

- metody prováděné ve vrtech (vrtní geofyzika, geotechnické zkoušky);
- metody prováděné na vrtných jádrech (viz kap. 6.4.2).

Všechny vrtné práce provedené na lokalitě budou využity pro metody vrtné geofyziky. Předpokládá se zejména využití seismické tomografie a vrtné 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 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.

Geotechnické zkoušky ve vrtech budou probíhat ve stejném rozsahu a se stejným cílem jako u metod vrtní geofyziky. Budou realizovány následující metody:

- metoda hydraulického štěpení stěn vrtu,
- měření napěťového 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 napěťového 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.

9.5.5 Vyhodnocení inženýrskogeologického průzkumu

Výstupem inženýrskogeologického a geotechnického průzkumu bude zpráva o průzkumu základové půdy, která musí obsahovat dvě části. V první budou prezentovány dostupné

geotechnické informace včetně geologické charakteristiky staveniště, ve druhé budou zhodnoceny geotechnické informace a uveden výčet předpokladů, za kterých byly geotechnické parametry vyhodnoceny.

Prezentace geotechnických informací musí zahrnovat účel a rozsah průzkumu včetně výčtu všech polních a laboratorních prací spolu s metodikou jejich provádění a vyhodnocování. Má krátce popsat projekt, pro který je zpráva sestavena, zejména umístění stavby, její velikost a geometrii, předpokládaná zatížení, konstrukční prvky atp. a uvede se předpokládaná geotechnická kategorie konstrukce. Popis geologických poměrů staveniště, geomorfologie, klimatických poměrů, případně hydrologie u vodohospodářských staveb a staveb v blízkosti vodních toků je samozřejmostí.

Jádrem celé zprávy pak bude vyhodnocení geotechnických informací. Je nutné, aby výsledky všech zkoušek a testů byly pečlivě zváženy, aby se určilo, zda reprezentují skutečné poměry staveniště a zda nejsou zavádějící. Prezentace rozsahu hodnot geotechnických charakteristik všech typů základové půdy zastižených na staveništi musí být srozumitelná a musí umožnit, aby pro návrh založení, resp. statický výpočet jakékoliv geotechnické konstrukce, byly vybrány nejhodnější parametry základové půdy.

Ve vyhodnocení nemohou být opomenuty technologické parametry nutné pro provedení geotechnických prací. U plošných základů je dostačující těžitelnost hornin, pro hlubinné základy a speciální geotechnické práce je potřeba uvést výše uvedené petrofyzikální a geotechnické parametry, minimem je zařídění hornin podle vrtatelnosti.

10 Citace a seznam literatury

- HANŽL P., HRDLIČKOVÁ K., AUE M., BÁRTA F., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., ČOUPEK P., FRANĚK J., HROCH T., JANOUŠEK V., JELÍNEK J., KAROUS M., KRYŠTOFOVÁ E., KUNCEOVÁ E., MAREČEK L., NOVOTNÁ J., PACHEROVÁ P., PALEČEK M., PERTOLDOVÁ J., POŘÁDEK P., RUKAVIČKOVÁ L., ŘEZNÍČEK P., SEDLÁČEK Z., SEDLÁČKOVÁ I., SKORŠEPA M., SOEJONO I., SVOJTKA M., ŠVAGERA O., VÍT, J. (2017): Zpráva o provedení geologicko-výzkumných prací na lokalitě EDU – západ. Závěrečná zpráva, 299 s. MS SÚRAO
- HANŽL P., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., ČOUPEK P., FIEDLER F., FRANĚK J., HRDLIČKOVÁ K., HROCH T., JELÍNEK J., KAROUS M., KRAJÍČEK L., KREJČÍ Z., KOPAČKOVÁ V., KRYŠTOFOVÁ E., KYCL P., NOVOTNÁ J., PALEČEK M., PRACHAŘ I., RUKAVIČKOVÁ L., ŘEZNÍČEK P., SKÁCELOVÁ Z., VÍT J., VOZÁR M. (2016): Návrh Prováděcího projektu EDU – západ. Technická zpráva. – MS ČGS – Geofond. Praha.
- HRDLIČKOVÁ K., PERTOLDOVÁ J., AUE M., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., ČOUPEK P., FRANĚK J., HANŽL P., HROCH T., JANOUŠEK V., JELÍNEK J., KLOMÍNSKÝ J., KOPAČKOVÁ V., KOUCKÁ L., KRYŠTOFOVÁ E., PACHEROVÁ P., PALEČEK M., POŘÁDEK P., RUKAVIČKOVÁ L., SEDLÁČKOVÁ I., SKÁCELOVÁ Z., SOEJONO I., VÍT J., GNOJEK I., KAROUS M., NIKL P., NOVOTNÁ J., PRACHAŘ I., ŘEZNÍČEK P., SEDLÁČEK Z., ZABADAL S., MAREČEK L. (2016): Zpráva o shromáždění, utřídění a vyhodnocení relevantních geovědních informací na lokalitě HÚ EDU – západ. – Závěrečná zpráva, MS SÚRAO. Praha. 195 s.
- KOPAČKOVÁ V., JELÍNEK J., HROCH T., KOUCKÁ L., PALEČEK J., VÍT J. (2016): Mapy identifikovaných lineamentů dálkového průzkumu Země na lokalitě HÚ EDU – západ a textové vysvětlivky k nim. – Technická zpráva číslo (55/2016). – MS ČGS.
- LEICHMANN J., GNOJEK I., NOVÁK M., SEDLÁK J., HOUZAR S. (2016): Durbachites from the Eastern Moldanubicum (Bohemian Massif): erosional relics of large, flat tabular intrusion of ultrapotassic melts – geophysical and petrological record. – Int. J. Earth. Sci., 1–19.
- NOVOTNÝ J., ABRAMČUKOVÁ A. eds. (2009a): Technické podmínky TP 76A – Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace – část A: Zásady geotechnického průzkumu. Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury. 59 s.
- NOVOTNÝ J., ABRAMČUKOVÁ A. eds. (2009b): Technické podmínky TP 76B – Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace – část B: Provádění geotechnického průzkumu. Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury. 59 s.
- PROCHÁZKA J. ed. (2010): Projekt průzkumných prací na hypotetické lokalitě. Souborná zpráva projektu. – MS ČGS Praha.
- ROZSYPAL A. et al. (2008): Technické podmínky TP 76C – Geotechnický průzkum pro navrhování a provádění tunelů pozemních komunikací. Ministerstvo dopravy, odbor infrastruktury. 64 s.
- SEDLÁK J., ZABADAL S., GNOJEK I., REJL L. (2017): Třebíčský masiv – tíhové řezy. TZ127/2017, SÚRAO.
- VOKÁL A., POSPÍŠKOVÁ I., VONDROVIC L., KOVÁČIK M., STEINEROVÁ L., DUSÍLEK P., WOLLER F. (2015): Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště. – Technická zpráva 2/2015, SÚRAO, Praha.

Zákony:

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon)

Zákon č. 219/2000 Sb., o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích

Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon),

Zákon č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách.

Vyhláška SÚJB č. 378/2016 Sb., o umístění jaderných zařízení.

Vyhláška č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek.

Citace technických norem:

ČSN 73 6133 (736133): Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací.

Ústav pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. 2010. 65 s.

ČSN EN 1997-1: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla. Český normalizační institut. Praha. 2006. 138 s.

ČSN EN 1997-2: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy. Český normalizační institut. Praha. 2008. 152 s.

ČSN P 73 1005 (731005): Inženýrskogeologický průzkum. Český normalizační institut. Praha. 2016. 48 s.

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

Tel.: 221 421 511, E-mail: info@surao.cz

www.surao.cz