

HODNOCENÍ POTENCIÁLNÍCH LOKALIT HÚ Z HLEDISKA KLÍČOVÝCH KRITÉRIÍ TECHNICKÉ PROVEDITELNOSTI

Autoři: Alexandr Butovič a kolektiv

Praha, leden 2020

NÁZEV ZPRÁVY: Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií technické proveditelnosti

NÁZEV PROJEKTU: Výzkumná podpora pro projektové řešení HÚ

IDENTIFIKACE V RÁMCI PROJEKTU: Podkladové studie pro potřeby zúžení počtu lokalit, ZL 012

Závěrečná zpráva

ČÍSLO SMLOUVY: SO2016-017

ČÍSLO ZAKÁZKY: S2013-0122/012dodatek1

Bibliografický zápis:

BUTOVIČ A., ZAHRADNÍK O., GRÜN WALD L., BUREŠ P., ŠPINKA O., MARTINČÍK J., KOBYLKA D. (2020): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií technické proveditelnosti. – MS SÚRAO, TZ 457/2020

ŘEŠITELÉ:

SATRA, spol. s r.o.¹, Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.², ČVUT³

AUTORSKÝ KOLEKTIV: Butovič A.¹, Zahradník O.², Grünwald L.¹, Bureš P.¹, Špinka O.¹, Martinčík J.³, Kobylka D.³

Horní indexy u jmen autorů odkazují na výčet institucí výše.

Ing. Jaromír Augusta, Ph.D.

Manažer projektu (SÚRAO)

31. 01. 2020

Ing. Alexandr Butovič, Ph.D.

Manažer projektu (SATRA, spol. s r.o.)

31. 01. 2020

Obsah

1	Úvod	10
1.1	Cíl dokumentu	10
1.2	Vstupní podklady	10
2	Popis metodiky hodnocení lokalit	12
2.1	Posouzení vylučujících kritérií	12
2.1.1	Velikost využitelného horninového masivu	12
2.1.2	Hydrogeologické poměry	14
2.1.3	Zajištění stability staveb	15
2.1.4	Množství a složitost střetů zájmů	19
2.1.5	Vyhodnocení testu vylučujících kritérií	19
3	Výběr klíčových kritérií	20
4	Vyhodnocení klíčových projektových kritérií	22
4.1	Definování hodnocených indikátorů a stanovení jejich vah v rámci kritérií	22
4.2	Stanovení hodnot indikátorů	24
4.3	Bližší popis hodnotících kritérií	24
4.3.1	Velikost využitelného horninového masivu	24
4.3.2	Dostupnost infrastruktury	25
4.4	Popis a hodnocení indikátorů	25
4.4.1	Využitelnost horninových bloků	25
4.4.2	Fragmentace území	37
4.4.3	Fragmentace podzemní části HÚ	46
4.4.4	Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí	58
5	Popis nejistot projektového řešení promítajících se do hodnocení	62
5.1	Povrchový areál	62
5.2	Podzemní část	62
5.3	Ukládání a transport VJP a RAO	63
5.4	Geologie, hydrogeologie	63
5.5	Teplotechnické předpoklady	64
6	Závěr	66
7	Reference	67

Seznam příloh:

Příloha č. 1 Tabulka provedení testu vylučujících kritérií.

Příloha č. 2 Souhrnné tabulky kvantifikace jednotlivých indikátorů na lokalitách a hodnocení jednotlivých indikátorů na lokalitách.

Seznam použitých zkratk:

ČE	Lokalita Čertovka
ČI	Lokalita Čihadlo
DuSO	Důlní stavební objekt
EDU-Z	Lokalita Na Skalním
ETE-J	Lokalita Janoch
HB	Potenciálně využitelný homogenní horninový blok
HO	Lokalita Horka
HR	Lokalita Hrádek
HÚ	Hlubinné úložiště, (deep geological repository - DGR)
IAEA	International Atomic Energy Agency (Mezinárodní agentura pro atomovou energii)
KH	Lokalita Kraví hora
MA	Lokalita Magdaléna
MP	Metodický pokyn
NJZ	Nový jaderný zdroj
OS	Obalový soubor
OP	Ochranné pásmo
PA	Povrchový areál
PUPFL	Pozemek určený k plnění funkci lesa
PUPP	Perspektivní území pro projektové práce
RAO	Radioaktivní odpad
Sb.	Sbírka zákonů
SU	Studie umístitelnosti
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
TBM	Tunnel Boring Machines (plnoprofilové razící stroje)
UOS	Ukládací obalový soubor
VaV	Výzkum a vývoj

VJP	Vyhořelé jaderné palivo (spent nuclear fuel – SNF)
ZPF	Zemědělský půdní fond

Vysvětlení pojmů:

CASTOR	Obalový soubor pro skladování a přepravu vyhořelého jaderného paliva
Hlubinné úložiště	Jaderné zařízení sloužící k trvalému uložení radioaktivních odpadů zahrnující jak podzemní, tak i povrchovou část, vč. podpůrných objektů a zařízení mimo samotnou část střeženého prostoru.
Horninový blok	Homogenní horninový blok potenciálně využitelný pro ukládání VJP a RAO. Na horizontu cca -500 m pod povrchem terénu jej představuje plocha vymezená zlomy 1. a 2. kategorie protínající perspektivní území pro projektové práce v tomto horizontu.
Horizontální způsob ukládání	Způsob trvalého uložení UOS v HÚ do subhorizontálních vrtů, předpokládající uložení více UOS do jednoho vrtu vč. jejich ochrany dalšími inženýrskými bariérami.
Horká komora	Objekty překládacího uzlu, hermeticky oddělené od ostatního prostoru, ve kterém bude prováděno překládání obsahu přepravního OS do UOS.
Lokalita	Obecné označení potenciálního území pro umístění HÚ, bez bližší identifikace a ohraničení.
Perspektivní území pro geologické charakterizační práce	Území, ve kterém mohou perspektivně probíhat geologické práce za účelem vymezení perspektivního území pro projektové práce. Jedná se o území, ve kterém lze s velkou mírou pravděpodobnosti po provedení geologických charakterizačních prací očekávat nalezení horniny splňující nároky na izolační část hlubinného úložiště. Na základě poznání a shromážděných dat jsou v tomto území studovány charakteristiky, které umožní vymežit perspektivní území pro projektové práce, homogenní horninový blok a projektové řešení.
Perspektivní území pro projektové práce (PUPP)	Území vhodné pro projektové práce hlubinného úložiště v horizontu -500 m pod povrchem terénu, bez zlomů I. kategorie a jejich ochranných obálek. Reprezentuje izolační část úložiště, do které je umísťováno projektové řešení. Perspektivní území pro projektové práce je definováno v polygonu perspektivního území pro geologické charakterizační práce.
Překládací uzel	Soubor objektů a zařízení sloužících k příjmu přepravních OS a překládce jejich obsahu do ukládacích OS.
Ukládací obalový soubor	Obalový soubor určený k trvalému uložení RAO a VJP v HÚ.

Vertikální způsob ukládání

Způsob trvalého uložení UOS v HÚ do vertikálních vrtů, předpokládající uložení vždy jednoho UOS do samostatného vrtu vč. jeho ochrany dalšími inženýrskými bariérami.

Indikátor

Indikátor je „podkritérium“, který principiálně vychází z kritéria. Indikátor umožňuje lépe a konkrétněji danou oblast objektivně hodnotit a porovnat. Indikátor tedy vyjadřuje konkrétní jev, proces, skutkový stav apod. z daného kritéria a může být parametrem, který může nabývat číselné nebo logické hodnoty.

Abstrakt

Zpráva popisuje metodiku a vlastní hodnocení klíčových kritérií a indikátorů vhodnosti 9 potenciálních lokalit pro umístění hlubinného úložiště z pohledu technické proveditelnosti definovaných v metodickém pokynu SÚRAO MP.22. Tato projektová kritéria jsou hodnocena na základě zpracovaných studií umístitelnosti a proveditelnosti a jejich doplňků, které byly pro potenciální lokality zpracovány. Hodnocené projektové řešení hlubinného úložiště vychází ze studií umístitelnosti, které jsou aktualizovány na základě provedeného geofyzikálního výzkumu k 30. 9. 2019. Cílem dokumentu je poskytnutí údajů o naplnění klíčových indikátorů a kritérií z hlediska proveditelnosti HÚ pro následné zúžení počtu potenciálních lokalit.

Klíčová slova

Hlubinné úložiště, metodika hodnocení, zúžení počtu lokalit, vyhořelé jaderné palivo, radioaktivní odpad, kritérium, indikátor

Abstract

The report describes the methodology and evaluation of the key criteria and indicators of suitability of the 9 candidate locations for the siting of a deep geological repository in terms of the technical feasibility defined in the methodical instruction of SÚRAO, MP.22. These project criteria are evaluated on the basis of the performed siting and feasibility studies that have been prepared for the candidate locations. The evaluated design solution of the deep geological repository is based on the siting studies, which are updated on the geophysical research, done in September 2019. The aim of the document is to provide data for the key indicators and criteria in terms of the feasibility of the DGR for the subsequent reduction of the number of the candidate sites.

Keywords

Deep geological repository, assessment methodology, location selection, spent nuclear fuel, radioactive waste, criterion, indicator

1 Úvod

1.1 Cíl dokumentu

Jedním z prioritních úkolů SÚRAO je vybrat vhodnou lokalitu pro umístění hlubinného úložiště vyhořelého jaderného paliva a radioaktivních odpadů, které nemohou být uloženy do přípovrchových úložišť.

Cílem tohoto dokumentu je hodnocení kritérií a indikátorů v oblasti technické proveditelnosti aplikací metodiky a postupů dle [1] na dané potenciální lokality, v současné době uvažované pro vybudování hlubinné úložiště. Těmi jsou:

- Březový potok
- Čertovka
- Čihadlo
- Horka
- Hrádek
- Janoch (ETE-jih)
- Kraví hora
- Magdaléna
- Na Skalním (EDU-západ)

Tento dokument a v něm popsaná metodika hodnocení lokalit vychází z metodického pokynu SÚRAO MP.22 [2], zpracovaném v souladu s požadavky nového atomového zákona č. 263/2016 Sb. [3] a jeho prováděcích vyhlášek, příslušných předpisů Evropského společenství pro atomovou energii, IAEA a Evropské unie, ale snaží se dále popsanou metodiku aplikovat na všechny výše uvedené lokality a za použití této metodiky hodnotit a ocenit jejich konkrétní specifika (silné a slabé stránky definované formou indikátorů k jednotlivým hodnotícím kritériím dle MP.22). Zohledňuje též, a bere na vědomí, všechny výstupy z projektu Výzkumná podpora pro projektové řešení hlubinného úložiště, zejména pak výstupy z řešení získaných v rámci řešení studií umístitelnosti HÚ v lokalitách. Hlavním zdrojem dat pro hodnocení je Doplnující zpráva [4] ke studiím umístitelnosti/proveditelnosti na potenciálních lokalitách zpracovaná na základě geofyzikálního výzkumu z 30. 9. 2019. Dále to jsou samotné studie umístitelnosti, tedy studie na lokalitě Čihadlo [5], Magdaléna [6], Kraví hora [7], Čertovka [8], Hrádek [9], Horka [10] a Březový potok [11] a předběžné studie proveditelnosti na lokalitách Na Skalním [12] a Janoch [13].

1.2 Vstupní podklady

Jak je z předešlé kapitoly patrné, jedná se o komplexní studii (závěrečnou zprávu), která souhrnným způsobem shrnuje a oceňuje (hodnotí) data získaná ze všech zatím zpracovaných studií, výstupů veřejných zakázek, úkolů VaV a dalších zdrojů. Podrobný soupis literatury a vstupních podkladů je uveden v kap. 7 této závěrečné zprávy, zde se pouze omezujeme na specifikaci jednotlivých skupin podkladů.

Jsou jimi:

- Doplnující zpráva ke studiím umístitelnosti a proveditelnosti [4].
- Předané podklady vymezující perspektivní území pro projektové práce a zlomové struktury na ukládacím horizontu zpracované ČGS (08-11/2019) v rámci [14].

- Pracovní konzultace k preferovaným územím pro umístění ukládacích prostor s ohledem na hydrogeologické vlastnosti masivu s PROGEO s.r.o. (10/2019).
- Výstupy z projektu Výzkumná podpora pro projektové řešení hlubinného úložiště, jedná se o Studie umístitelnosti zpracovávané v rámci tohoto projektu – Čihadlo [5], Magdaléna [6], Kraví hora [7], Čertovka [8], Hrádek [9], Horka [10] a Březový potok [11], kde překládací uzel je umístěn na povrchu a horká komora v podzemí.
- Optimalizace podzemních částí hlubinného úložiště [15], jakožto výstup ZL 004 projektu Výzkumná podpora projektového řešení.
- Předběžné studie proveditelnosti - Studie plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště pro lokality Čihadlo [16], Magdaléna [17], Kraví hora [18], Čertovka [19], Hrádek [20], Horka [21], Březový potok [22], EDU-západ – Na Skalním [12] a ETE-jih – Janoch [13], kde překládací uzel a horká komora je umístěna v podzemní.
- Dva referenční projekty – Referenční projekt hlubinného úložiště z roku 1999 [23] – vertikální způsob ukládání UOS a jeho aktualizace z roku 2011 [24] – horizontální způsob ukládání UOS.

Další podklady, které byly vzaty v úvahu při zpracování této závěrečné zprávy a v procesu hodnocení, jsou dále uvedeny v dalších kapitolách této zprávy spolu s popisem, jak byly použity.

2 Popis metodiky hodnocení lokalit

Hodnocení lokalit je prováděno souhrnně jako multioborová vícekritériální analýza (Metodika zúžení počtu lokalit pro hlubinné úložiště v ČR v letech 2019-2020) [1]. Tato zpráva je podkladem pro uvedené vyhodnocení lokalit a zpracovává potřebná data v oblasti technické proveditelnosti. Postup tohoto dílčího hodnocení spočívá ve vyhodnocení příslušných vylučujících kritérií a vyčíslení hodnot klíčových indikátorů a jejich váhy v příslušném kritériu.

Hodnocení lokalit dle projektových kritérií vychází z kritérií obsažených v metodickém pokynu MP.22 [2] a následně Metodice [1]. Nejprve jsou posuzována tzv. vylučující kritéria, která mají potenciální lokalitu, která naplňuje jakékoliv z těchto kritérií, z hodnocení, resp. z užšího výběru lokalit, zcela vyřadit. V navazujícím kroku jsou pro všechny lokality vyhodnocena klíčová kritéria (indikátory), která byla vybrána k porovnání vhodnosti potenciálních lokalit k umístění hlubinného úložiště.

2.1 Posouzení vylučujících kritérií

V souladu s českou legislativou a mezinárodními doporučeními jsou v dokumentu MP.22 [2] definována kritéria, která vyloučí umístění úložiště v případě, že neexistuje vhodné technické či administrativní opatření pro jejich nápravu. V případě, že toto opatření existuje, náklady na jeho realizaci mohou sloužit pro porovnání nákladů jednotlivých potenciálních lokalit na realizaci úložiště.

Pokud hodnocená lokalita bude v rozporu s libovolným vylučujícím požadavkem či kritériem a nebude existovat vhodné technické či administrativní opatření pro jeho eliminaci, nebude již dále zvažována pro další práce a bude zařazena do kategorie vyloučené lokality.

Nebude-li lokalita na základě posuzovaného kritéria vyloučena, budou vyhodnoceny tři skutečnosti, které vycházejí z požadavků, definovaných na základě vyhlášky č. 378/2016 Sb.

- 1) Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**
- 2) Zjištěné informace o posuzované vlastnosti indikují překážku či problém ke splnění požadavku či možné problémy s jeho prokázáním (riziko převažuje nad příležitostí).**
- 3) V dané fázi výběru lokalit není dostatek dat pro hodnocení kritéria.**

Souhrnná tabulka testu vylučujících kritérií je přílohou č. 1 této zprávy.

Detailní vyhodnocení vylučujících kritérií technické proveditelnosti dle MP.22 [2] je popsáno v jednotlivých podkapitolách níže.

2.1.1 Velikost využitelného horninového masivu

Využitelný masiv musí mít takové rozměry, aby při dodržení všech technických a bezpečnostních požadavků byl schopen s rezervou pojmout předpokládané množství odpadu k uložení.

Velikost využitelného horninového masivu je vylučujícím kritériem pro lokalitu, jsou-li rozměry homogenního horninového bloku nedostatečné pro uložení předpokládaného množství VJP

v ukládacích obalových souborech pro všechny tři typy uvažovaného paliva (VVER 440, VVER 1000 a VJP z NJZ) na jednom ukládacím horizontu.

V kritériu je vyhodnocena velikost územní rezervy pro uložení předpokládaného množství odpadu (9500 tun VJP a 4500 m³ VAO/SAO) v perspektivním území pro projektové práce.

Na lokalitě Březový potok byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [11]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 944 729 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Březový potok vymezeno území horninových bloků ve výměře 11 812 154 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 75,07 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Březový potok není naplněno.

Na lokalitě Čertovka byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [8]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 1 530 000 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Čertovka vymezeno území horninových bloků ve výměře 9 417 447 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 83,75 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Čertovka není naplněno.

Na lokalitě Čihadlo byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [5]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 030 466 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Čihadlo vymezeno území horninových bloků ve výměře 13 332 558 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 84,77 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Čihadlo není naplněno.

Na lokalitě Horka byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [10]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 497 119 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Horka vymezeno území horninových bloků ve výměře 14 236 292 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 82,46 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Horka není naplněno.

Na lokalitě Hrádek byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [9]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 671 020 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Hrádek vymezeno území horninových bloků ve výměře 9 861 730 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 72,92 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Hrádek není naplněno.

Na lokalitě Janoch byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [13]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 368 963 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Janoch vymezeno území horninových bloků ve výměře 9 892 677 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 76,05 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Janoch není naplněno.

Na lokalitě Kraví hora byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [7]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 3 053 775 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Kraví hora vymezeno území horninových bloků ve výměře 4 648 195 m².

Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 34,30 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Kraví hora není naplněno.

Na lokalitě Magdaléna byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [6]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 134 212 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Magdaléna vymezeno území horninových bloků ve výměře 5 041 756 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 57,67 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Magdaléna není naplněno.

Na lokalitě Na Skalním byly dle tepelných a stabilitních výpočtů stanoveny potřebné rozteče UOS [12]. Na jejich základě byla navržena velikost ukládacích sekcí v souhrnné výměře 2 623 746 m² [4]. Z aktualizovaných geologických popisů lokalit dle doplnění výsledků geofyzikálního výzkumu [14] je na lokalitě Na Skalním vymezeno území horninových bloků ve výměře 8 031 870 m². Z poměru čísel vyplývá, že na lokalitě je rezerva pro umístění podzemní části HÚ cca 67,33 %. Je zřejmé, že vylučující kritérium na lokalitě Na Skalním není naplněno.

Tab. 1 – Souhrnná tabulka rezervy využitelnosti horninových bloků

č.	Lokalita	Ukládací plochy	Plocha horninových bloků	Rezerva pro umístění podzemní části HÚ
		[m ²]	[m ²]	[%]
1	Březový potok	2 944 729	11 812 154	75,07
2	Čertovka	1 530 000	9 417 447	83,75
3	Čihadlo	2 030 466	13 332 558	84,77
4	Horka	2 497 119	14 236 292	82,46
5	Hrádek	2 671 020	9 861 730	72,92
6	Janoch (ETE-jih)	2 368 963	9 892 677	76,05
7	Kraví hora	3 053 775	4 648 195	34,30
8	Magdaléna	2 134 212	5 041 756	57,67
9	Na Skalním (EDU-západ)	2 623 746	8 031 870	67,33

Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost žádné lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

2.1.2 Hydrogeologické poměry

Velmi nepříznivé hydrogeologické poměry pro umístění hlubinného úložiště mohou vést k vyloučení některých částí úložiště, zpravidla však je možno nepříznivé podmínky napravit technickým či administrativním opatřením.

Předběžným kritériem je hodnota toku vody do úložného vrtu 0,1 l/min, do úložného tunelu 0,25 l/min.

Kritérium v současné době nebude posuzováno z důvodu nedostatku dat z úložného horizontu.

Výpočty hydrogeologických modelů na lokalitách ([25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]), stanovují hodnotu specifického průtoku v prostoru HÚ, rychlost proudění v úrovni úložiště a propustnost v prostoru HÚ. Pro zhodnocení hodnoty toku podzemní vody do úložného vrtu, ale přesto není, při současné míře poznání horninového masivu v hloubce předpokládaného ukládání VJP, dostatek informací.

Obecné předpoklady o vývoji propustnosti v masivu tvořeném horninami krystalinika a moldanubika však spíše vedou k odbornému názoru, že:

požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

Poznámka zpracovatele:

Dle zahraničních zkušeností [34] je zpravidla možno tyto nepříznivé podmínky napravit technickými či administrativními opatřeními.

2.1.3 Zajištění stability staveb

Pro potřeby vyhodnocení tohoto vylučujícího kritéria je posuzován povrchový areál, respektive jeho lokalizace. Podzemní část HÚ je v kontextu tohoto kritéria hodnocena v souvislostech dlouhodobé bezpečnosti v samostatných zprávách ([25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]). Proto je v navazujícím textu pozemek jaderného zařízení totožný s pozemkem povrchového areálu.

Podle § 9 vyhlášky č. 378/2016 SÚJB [35] je nutné hodnotit:

- a) výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří nebo projevů postvulkanické činnosti, zejména výronu plynů nebo minerálních vod, spojených s minulou vulkanickou aktivitou, do vzdálenosti 5 kilometrů od umístění jaderného zařízení
- b) v případě jevů dle odstavce 2 písm. c) (*propady a deformace povrchu území, včetně poddolování*) výskyt kaveren a krasových formací, hlubinných dolů, podzemních zásobníků plynu a jiných staveb realizovaných v podzemních prostorech a pozůstatků historické těžby a čerpacích vrtů a technologií rozpouštění k těžbě nerostných surovin a podzemní vody, včetně propadu nebo deformace povrchu
 - na pozemku jaderného zařízení, nebo
 - mimo pozemek jaderného zařízení, hrozí-li propad nebo deformace povrchu území k umístění jaderného zařízení s vlivem na jadernou bezpečnost
- výskyt svahových pohybů snižujících jadernou bezpečnost, nebo
- přetrvávajících nevhodných vlastností základových půd, a to:
 - nevhodnosti základových půd pro zakládání objektů důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti, pokud průměrná rychlost příčných vln v základové půdě je nižší než 360 m/s,
 - výskytu základové půdy s únosností nižší než 0,2 MPa,
 - výskytu prosedavých nebo silně bobtnavých základových půd,
 - výskytu základové půdy zařazené mezi středně organické nebo vysoce organické, nebo
 - výskytu ztekucení zemin.

Dříve sledované informace o zásahu do horninového prostředí formou vrtů nejsou nadále považovány za významný parametr pro nebezpečí průniku člověka do HÚ [25] až [33].

Březový potok

Na základě geologických dat na lokalitě Březový potok bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří. Z hlediska post-vulkanických jevů nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria [25]. Na lokalitě Březový potok se rovněž nevyskytují krasové jevy, nejsou zde registrována žádná stará ani opuštěná důlní díla. Nehrozí zde žádný střet s poddolovanými oblastmi, nestabilitou území z hlediska hornických zátěží či hrozbou podzemních antropogenních oslabených zón [25]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [36], [25]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Březový potok nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [11] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Čertovka

Na základě archivních dat z geologického povrchového výzkumu a geofyzikálních dat na lokalitě Čertovka bylo zjištěno, že přítomné vulkanické horniny do 5 km od hodnocené lokality vykazují terciární stáří. Jde o výskyty reliktů vulkanického komplexu Doupovských hor, který byl vulkanicky aktivní před 34–20 miliony let. Dozvuky postvulkanických projevů (např. hydrotermální alterace hornin) zde mohly doznívat ještě před 10 miliony let. V oblasti však nejsou známy postvulkanické projevy čtvrtohorního stáří. Asi 4 km od hodnocené lokality se nachází Vladař, další relikt samostatné menší sopky, na který navazují rozptýlené reliktové izolovaných vulkanických těles Tepelské vrchoviny a Slavkovského lesa. Stáří aktivity tohoto vulkanického pole se udává na 22 až 6 milionů let. V celé oblasti Tepelské vrchoviny a Slavkovského lesa měla vulkanická aktivita charakter jednotlivých erupcí, bez déletrvajících následných postvulkanických projevů souvisejících s odplyňováním chladnoucího magmatu. Z hlediska post-vulkanických jevů nejsou na lokalitě překročena vylučující kritéria [26]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria. Na lokalitě Čertovka se rovněž nevyskytují krasové jevy a nejsou zde registrována žádná stará ani opuštěná důlní díla [26]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [37], [26]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Čertovka nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [8] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Čihadlo

Na základě geologických dat na lokalitě Čihadlo bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří. Z hlediska post-vulkanických jevů nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria [27]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria. Na lokalitě Čihadlo se

rovněž nevyskytují krasové jevy a nejsou zde registrována žádná stará ani opuštěná důlní díla [27]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [38], [27]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Čihadlo nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [5] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Horka

Na základě geologických dat na lokalitě Čihadlo bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří. Z hlediska post-vulkanických jevů nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria [28]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria. Na lokalitě Horka se rovněž nevyskytují krasové jevy a nejsou zde registrována žádná stará ani opuštěná důlní díla [28]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [39], [28]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Horka nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [10] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Hrádek

Na základě geologických dat na lokalitě Hrádek bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří [29]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria. Na lokalitě Hrádek se rovněž nevyskytují krasové jevy a nejsou zde registrována žádná stará ani opuštěná důlní díla [29]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [40], [29]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Hrádek nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [9] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Janoch (ETE-jih)

Na základě geologických dat na lokalitě Janoch (ETE-jih) bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří [30]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě překročena vylučující kritéria. Na lokalitě Janoch se rovněž nevyskytují krasové jevy a ve vymezeném perspektivním území pro geologické charakterizační práce nejsou registrována žádná poddolovaná území ani důlní díla [30]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [41], [30]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Janoch nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných

vlastností [13] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Kraví hora

Na základě geologických dat na lokalitě Kraví hora bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří [31]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě překročena vylučující kritéria. Na lokalitě Kraví hora je v databázi důlních děl České geologické služby evidováno 79 důlních děl, která lze rozdělit do dvou kategorií ve smyslu § 35 zákona č. 44/1988 Sb. (Horní zákon). Jde o 78 opuštěných důlních děl po těžbě radioaktivních surovin a o jedno průzkumné důlní dílo na azbestovou horninu. Na této lokalitě byly prováděny také starší mapovací, geofyzikální a průzkumné práce, přičemž je v rámci průzkumné a důlní dokumentace uváděno 52 vrtů hlubokých více než 300 m [31]. Nicméně žádné z těchto děl není na pozemku pro umístění jaderného zařízení (resp. lze takové území na Kraví hoře definovat) a na tento pozemek nezasahují potenciální projevy důlní činnosti, tzv. poddolovaná území. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [42], [31]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Kraví hora nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [7] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Magdaléna

Na základě geologických dat na lokalitě Magdaléna bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří [32]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě překročena vylučující kritéria. Na lokalitě Magdaléna se rovněž nevyskytují žádná stará ani opuštěná důlní díla a není registrováno ani jiné poddolování území [32]. Výskyt svahových pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [43], [32]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Magdaléna nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [6] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

Na Skalném (EDU-západ)

Na základě geologických dat na lokalitě Na Skalném (EDU-západ) bylo zjištěno, že lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od hodnoceného území nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří [33]. Z hlediska post-vulkanických jevů tak nejsou na lokalitě překročena vylučující kritéria. Na lokalitě Na Skalném se rovněž nevyskytují krasové jevy, v databázi důlních děl vedené Českou geologickou službou nejsou registrována žádná stará ani opuštěná důlní díla a není registrováno ani jiné poddolování území [33]. Výskyt svahových

pohybů, snižující jadernou bezpečnost v okolí povrchového areálu, není na lokalitě registrován [44], [33]. V předpokládaném umístění povrchového areálu na lokalitě Na Skalním nebyla zjištěna přítomnost základových půd nevhodných vlastností [12] dle § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. [35]. **Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.**

2.1.4 Množství a složitost střetů zájmů

Charakteristikou kolize s ochranným nebo bezpečnostním pásmem, při jejímž dosažení je umístění pozemku jaderného zařízení zakázáno, je zasahování pozemku jaderného zařízení do ochranného pásma podle § 15 odstavce 1 písm. a) a b) (*silničního ochranného pásma a ochranného pásma dráhy*) [35].

Zvolené umístění hlubinného úložiště, vč. povrchového areálu, minimalizuje střety zájmů. Na žádné z lokalit nedochází k zásahu pozemku jaderného zařízení do ochranného pásma dráhy (železnice) nebo silničního ochranného pásma [5], [6], [7], [8], [9], [10] [11], [12] a [13].

Zjištěné informace spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

2.1.5 Vyhodnocení testu vylučujících kritérií

Výsledkem testu vylučujících kritérií je skutečnost, že na žádné z 9 potenciálních lokalit nedošlo k naplnění žádného z vylučujících kritérií. Indikována je překážka u lokality Kraví hora ve vylučujícím kritériu zajištění stability staveb, nicméně na této lokalitě lze nalézt takové umístění budoucích pozemků jaderného zařízení bez tohoto střetu s vylučujícím kritériem. Z tohoto důvodu je přistoupeno k hodnocení lokalit dle projektových kritérií, resp. jednotlivých indikátorů na všech těchto lokalitách.

3 Výběr klíčových kritérií

Porovnání lokalit je provedeno na základě stanovení tzv. klíčových kritérií pro jednotlivé oblasti hodnocení. Výběr klíčových kritérií ze souboru všech kritérií uváděných v MP.22 [2] byl proveden s ohledem na současnou úroveň poznání lokalit tak, aby byly lokality vzájemně porovnatelné na základě již známých relevantních dat. Existovala-li mezi vybranými kritérii, resp. indikátory vzájemná závislost, bylo pro hodnocení zvoleno vždy pouze jediné kritérium (indikátor), a to z hlediska proveditelnosti HÚ nejvýznamnější z nich.

V Tab. 2 jsou souhrnně uvedena vybraná klíčová projektová kritéria a příslušné indikátory vycházející z MP.22 [2]. Tato klíčová kritéria, resp. indikátory, které vstupují do hodnocení projektových kritérií z hlediska proveditelnosti, jsou zde popsána z hlediska přístupu k jejich kvantifikaci. Lze konstatovat, že v této hodnotící fázi, kdy je třeba zúžit počet lokalit, nejsou hodnoceny indikátory, které mají pouze ekonomický charakter, tzn. že porovnávají lokality dle finanční náročnosti realizace HÚ na jednotlivých lokalitách. Do hodnocení rovněž nevstupují indikátory, které nemají potenciál mezi sebou lokality rozlišovat, jinými slovy nečiní rozdíly mezi lokalitami [1].

Tab. 2 – Tabulka klíčových kritérií a indikátorů – popis

Kritérium	Indikátor	Popis hodnocení vybraných indikátorů
Velikost využitelného horninového masivu	Využití HB	Indikátor je stanoven jako procentuální podíl plochy potřebné pro vybudování ukládacích sekcí pro VJP a komor pro RAO z celkové plochy potenciálně využitelného území (horninové bloky). Velikost ukládacích ploch vychází z projektového návrhu podzemní části HÚ, který zohledňuje vzdálenosti mezi jednotlivými UOS, získané na základě teplotních výpočtů [46], které zahrnují tepelné vlastnosti horniny a počáteční teplotu v hloubce 500 m při ukládání tak, aby nebyla po celou dobu životnosti HÚ překročena limitní teplota 95 °C. Vzdálenosti zahrnují také mechanicko-fyzikální parametry horniny tak, aby bylo možné dílčí podzemní prostory bezpečně vyrazit a minimalizovat zónu porušení horniny.
	Fragmentace území	Indikátor vyjadřuje, jak je vymezený vhodný horninový masiv členěn na jednotlivé dílčí horninové bloky. Kvantifikace indikátoru představuje počet jednotlivých dílčích horninových bloků, kde lze efektivně HÚ vybudovat a kde VJP a RAO ukládat s ohledem na jejich velikost, tvar a vzájemnou polohu. Vzhledem k přetrvávající nejistotě o skutečných geologických a hydrogeologických podmínkách je výhodnější, když potenciálně využitelné horninové prostředí je tvořeno co nejmenším počtem co největších horninových bloků (ideálně jen jeden, zcela kompaktní).
	Fragmentace podzemní části HÚ	Indikátor zohledňuje na kolik dílčích částí jsou členěny ukládací prostory pro VJP podzemní část HÚ. Tento indikátor nezohledňuje, zda se jedná o jednu kompaktní

Kritérium	Indikátor	Popis hodnocení vybraných indikátorů
		plochu nebo o více menších, navzájem propojených. Členění má souvislost s prostorovými požadavky dle konkrétního projekčního návrhu a možnostmi lokality v závislosti na předpokládaných geologických a hydrogeologických podmínkách. Členění podzemní části HÚ do dílčích ploch s sebou přináší potenciální komplikace s odvodněním, větráním, prodlužuje dopravní časy pro ukládání a zvyšuje investiční náklady stavby.
Dostupnost infrastruktury	Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí	Indikátor představuje předpokládaný nadbytek objemu rubaniny z výstavby podzemní části HÚ po odečtení předpokládaného objemu ukládacích míst v blízkém okolí (stávající lomy v dojezdové vzdálenosti do 25 km). Při výstavbě HÚ bude vyprodukováno velké množství vytěženého materiálu (rubaniny). Její velkou část bude sice možné použít jako kvalitní stavební materiál, ovšem případnou poptávku po tomto materiálu v době budování HÚ nelze nyní předpokládat. Proto je rubanina v této fázi příprav HÚ uvažována jako negativní externalita budování HÚ a možnost jejího uložení v blízkosti místa produkce jako výhoda dané lokality.

4 Vyhodnocení klíčových projektových kritérií

V této kapitole je popsáno hodnocení jednotlivých lokalit s ohledem na vybraná klíčová projektová kritéria, resp. klíčové indikátory.

Hodnocení spočívá ve stanovení hodnot jednotlivých indikátorů s ohledem na reprezentovaný parametr. Pro potřeby celkového hodnocení jsou tyto hodnoty následně převedeny na bodovou škálu 1-5 v oboru reálných čísel. Součástí je též stanovení dílčí váhy indikátoru v rámci kritéria.

Pozn.1: Toto hodnocení slouží pouze pro dílčí hodnocení z hlediska proveditelnosti a není hodnocením všech lokalit jako celku. Celkové hodnocení všech lokalit je provedeno v samostatné zprávě [45].

Pozn. 2: Nejhorší/nejllepší lokalita v rámci daného indikátoru nemusí být vždy na kraji tohoto intervalu, tj. 1 nebo 5.

4.1 Definování hodnocených indikátorů a stanovení jejich vah v rámci kritérií

Vybraná klíčová kritéria jsou dále rozčleněna na indikátory, které jsou hodnoceny. Indikátory jsou definovány tak, aby vystihovaly podstatu kritérií a bylo je možno pro hodnocené lokality na základě doposud provedených studií relevantně stanovit. V této fázi nejsou hodnoceny indikátory, které mají pouze ekonomický charakter a porovnávají lokality dle finanční náročnosti realizace HÚ na jednotlivých lokalitách. Vybraná klíčová kritéria a indikátory pro hodnocení projektové proveditelnosti jsou souhrnně uvedené v Tab. 3.

Tab. 3 – Hodnocená kritéria a indikátory za oblast projektové proveditelnosti

Kritérium	Indikátor	Typ hodnoty	Trend
Velikost využitelného horninového masivu	Využitelnost horninových bloků	Číslo (%)	čím menší tím lepší
	Fragmentace území	Číslo (ks)	čím menší tím lepší
	Fragmentace podzemní části HÚ	Číslo (ks)	čím menší tím lepší
Množství a složitost střetů zájmů – dostupnost infrastruktury	Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí – přebytek rubaniny	Číslo (m ³)	čím menší tím lepší

V rámci kritéria Velikost využitelného horninového masivu byly zpracovatelským týmem projektové proveditelnosti pomocí metody Saatyho párového hodnocení stanoveny váhy jednotlivých klíčových indikátorů. Principem kvantitativního párového hodnocení je srovnávání vždy 1 páru kritérií (indikátorů) a hodnocení se ukládá do tzv. Saatyho matice $S = (s_{ij})$ podle následujícího systému:

$$(s_{ij}) = \left\{ \begin{array}{l} 1 - i \text{ a } j \text{ jsou rovnocenná} \\ 3 - i \text{ je slabě preferováno před } j \\ 5 - i \text{ je silně preferováno před } j \\ 7 - i \text{ je velmi silně preferováno před } j \\ 9 - i \text{ je absolutně preferováno před } j \end{array} \right\}$$

Jmenovitě se stanovením vah kritéria Velikost využitelného horninového masivu zabývali Ing. Alexandr Butovič, Ph.D., Ing. L. Grünwald, Ing. P. Bureš a Mgr. O. Zahradník ze zpracovatelského týmu této zprávy. Výpočet vah je shrnut v Tab. 4. V této tabulce hodnoty s_{ij} představují aritmetický průměr párového hodnocení jednotlivých indikátorů stanoveného jmenovanými experty.

Tab. 4 – Stanovení vah indikátorů kritéria Velikost využitelného horninového masivu

s_{ij}	Využití HB	Fragmentace území	Fragmentace HÚ	$s_i = \prod_{j=1}^3 s_{ij}$	$R_i = (s_i)^{1/3}$	$v_i = R_i / \sum_{i=1}^3 R_i$
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Využití HB	1,00	7,25	5,25	38,06	3,36	0,74
Fragmentace Území	0,14	1,00	0,43	0,06	0,39	0,09
Fragmentace HÚ	0,19	2,33	1,00	0,44	0,76	0,17
				$\sum =$	4,52	1,00

Kritérium Množství a složitost střetů zájmů – dostupnost infrastruktury je blíže popsáno jediným indikátorem, a to Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí – přebytek rubaniny. Z tohoto důvodu není nutné pro toto kritérium výpočet vah provádět. Váhy hodnocených indikátorů jsou souhrnně uvedeny v Tab. 5.

Tab. 5 – Váhy hodnocených indikátorů za oblast projektové proveditelnosti

Kritérium	Indikátor	Váha
Velikost využitelného horninového masivu	Využitelnost horninových bloků	74 %
	Fragmentace území	9 %
	Fragmentace podzemní části HÚ	17 %
Množství a složitost střetů zájmů - dostupnost infrastruktury	Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí – přebytek rubaniny	100 %

Podrobný popis indikátorů za oblast projektové proveditelnosti je uveden v kap. 4.4 tohoto dokumentu.

Stanovení vah kritérií v rámci celkového hodnocení lokalit není předmětem tohoto dokumentu. Stanovení vah kritérií je součástí samostatného, nadřazeného procesu hodnocení, kterým se zabývala souhrnně skupina expertů vybraných z řad zpracovatelských týmů pro jednotlivé oblasti hodnocení lokalit. Proces stanovení vah kritérií je podrobně popsán v Metodice [1].

4.2 Stanovení hodnot indikátorů

Aby bylo možné provést konečné vyhodnocení lokalit napříč všemi oblastmi hodnocení, bylo nutné provést hodnocení na jednotné hodnotící škále. Spektrum všech indikátorů je velmi rozmanité, zahrnuje indikátory, které lze teoreticky rozdělit podle typu hodnocení do tří skupin.

- kvalitativní – indikátory vyjadřující vlastnost definovanou slovním popisem;
- kvantitativní – indikátory vyjadřující danou vlastnost konkrétní číselnou hodnotou, spojitým číselným intervalem, představující konkrétní fyzikální skalární veličinu nebo podíl, vyjádřený procentem;
- kvazilogické – indikátory vyjadřující ne/existenci jevu, případně míru jeho velikosti.

Vybrané klíčové indikátory, které vstupují do hodnocení z hlediska proveditelnosti, lze všechny řadit mezi kvantitativně hodnocené indikátory.

Jako nejvhodnější forma jednotného číselného (bodového) hodnocení indikátorů byla zvolena škála od 1 do 5, kde číslo 1 vyjadřuje nejprůzračnější možnou hodnotu daného indikátoru, číslo 5 nejméně příznivou. Za oblast projektové proveditelnosti jsou všechny indikátory hodnotitelné kvantitativně na základě konkrétních vstupních hodnot, které vycházejí z provedených studií na jednotlivých lokalitách [4]. Podrobná metodika stanovení hodnot indikátorů na škále 1 až 5 je uvedena v kapitole 4.4 tohoto dokumentu.

4.3 Bližší popis hodnotících kritérií

Následující kapitoly blíže popisují vybraná klíčová hodnotící kritéria a indikátory, které jsou souhrnně uvedeny v Tab. 5, kap. 4.1.

4.3.1 Velikost využitelného horninového masivu

Technické řešení hlubinného úložiště musí především respektovat strukturně a tektonické poměry hostitelského horninového masivu tak, aby byly splněny požadavky na dlouhodobou bezpečnost. Potenciálně využitelné bloky horniny musí být v takové hloubce a v dostatečné vzdálenosti od zvodnělých poruchových zón, aby bylo zamezeno přístupu člověka k odpadům, ovlivnění úložiště procesy probíhajícími na povrchu a zabráněno rychlé migraci radionuklidů ke zvodnělým poruchovým zónám. Za dostatečnou hloubku úložiště pro uložení vyhořelého jaderného paliva se považuje několik set metrů pod povrchem země. Důležitou vlastností horninového prostředí je i hustota menších poruchových zón a větších puklin neumožňujících umístění UOS v neporušené hornině v hloubce úložiště. Tuto vlastnost však nelze hodnotit ve fázi geologického výzkumu prováděného z povrchu, v době výběru lokalit. Z hlediska proveditelnosti je třeba počítat s tím, že ukládací prostory se mohou křížit s řadou křehkých deformací (zlomů a puklin), poruchových pásem a dalších litologických a strukturních nehomogenit. Jednodušší poruchy mohou být zřejmě sanovány již v průběhu vrtání pomocí injektážních směsí. Použité materiály musí být vybrány tak, aby nedošlo k vzájemnému negativnímu ovlivnění jednotlivých složek inženýrských bariér. Prostory s přítomností nehomogenit vyšší závažnosti je třeba vyloučit. Při určování velikosti masivu je nutné mít na

zřeteli i dostatečnou vzdálenost od výraznějších zlomů/puklin, a to nejen z důvodu zajištění dlouhodobé bezpečnosti, ale i z důvodu mechanické stability vlastních podzemních prostor. Přijatá opatření ohledně uvažovaných vzdáleností od zlomových struktur jsou shrnuta v kap. 4.4.1. a především ve zprávě zabývající se aktualizací technického řešení na základě geofyzikálního výzkumu na lokalitách [4]. V českém referenčním konceptu HÚ jsou inženýrské bariéry pro uložení vyhořelého paliva tvořeny systémem obalový soubor-bentonit. Patrně nejvíce omezující podmínkou celého systému je limitní teplota přibližně 100 °C, při které může dojít k degradaci a ztrátě bezpečnostních funkcí bentonitu. Zbytkový tepelný výkon vyhořelého jaderného paliva a tepelné vlastnosti inženýrských bariér a horninového prostředí jsou tedy jedním ze základních projektových parametrů důležitých pro posouzení horninového masivu z hlediska jeho využitelnosti pro HÚ. Dalším důležitým projektovým parametrem je způsob ukládání UOS. Je možné ukládat vertikálně ve vrtech v ukládacích chodbách či horizontálně v horizontálních vrtech [1].

Indikátory vztahující se ke kritériu Velikost využitelného horninového masivu jsou:

- Využitelnost horninových bloků.
- Fragmentace území.
- Fragmentace podzemní části HÚ.

Tyto indikátory jsou blíže popsány v kap. 4.4.1 až 4.4.3.

4.3.2 Dostupnost infrastruktury

K zajištění výstavby a provozu hlubinného úložiště jsou v procesu projektové přípravy kladeny požadavky na dostupnost stavby a jeho potřeby napojení na infrastrukturu, a to nejen dopravní, ale i technickou. Již dle provedených studií umístitelnosti [5] až [11] a předběžných studií proveditelnosti [12] a [13] je napojení na potřebnou dopravní a technickou infrastrukturu možné na všech potenciálních lokalitách a rozdíly mezi lokalitami lze pak fakticky vyjádřit pouze finančními náklady spojenými s budováním napojení na stávající infrastrukturu. V této fázi přípravy je nutné mít na paměti, že nelze zcela přesně ukotvit trasu budoucí infrastruktury. Ta je mj. závislá na definitivní lokalizaci povrchového areálu, která není v současnosti pevně ukotvena. Jelikož je prvořadým cílem této fáze hodnocení užší výběr lokalit, na kterých lze vybudovat bezpečné a k životnímu prostředí ohleduplné HÚ, nevstupují tyto indikátory ekonomické povahy do vyhodnocení.

Pro dané kritérium byl stanoven jediný indikátor, který lze považovat za významný i nad rámec ekonomických úvah:

- Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí.

Tento indikátor je blíže popsán v kap. 4.4.4.

4.4 Popis a hodnocení indikátorů

4.4.1 Využitelnost horninových bloků

Zařazení

Kritérium: Velikost využitelného horninového masivu

Popis indikátoru

Indikátor je stanoven jako procentuální podíl plochy potřebné pro vybudování ukládacích sekcí pro VJP a komor pro RAO z celkové plochy potenciálně využitelného území (homogenní horninové bloky). Velikost těchto ploch vychází ze stanovení perspektivních území pro projektové práce, které byly stanoveny v rámci projektu Geofyzika [14].

Velikost ukládacích ploch vychází z projektového návrhu [4], který zohledňuje vzdálenosti mezi jednotlivými UOS, získané na základě teplotních a stabilitních výpočtů, které zahrnují:

- tepelné vlastnosti horniny a počáteční teplotu v hloubce 500 m při ukládání tak, aby nebyla po celou dobu životnosti HÚ překročena limitní teplota 95 °C,
- mechanicko-fyzikální parametry horniny tak, aby bylo možné dílčí podzemní prostory bezpečně vyrazit a minimalizovat zónu porušení horniny.

Na základě těchto výpočtů, v návaznosti na technické požadavky pro realizaci HÚ (technologie ražby, odvodnění, větrání apod.) je stanovena plocha ukládacích sekcí pro VJP.

Hodnocené území

Perspektivní území pro projektové práce

Kvantifikace

Indikátor je kvantifikován jako procentuální využití horninových bloků pro ukládání VJP (ukládací plochy) vymezené v perspektivním území.

Výpočet využitelnosti horninových bloků lze zapsat rovnicí:

$$VYU\check{Z}_{HB,lok} = \frac{S_{UP,lok}}{S_{PU,lok} - S_{NP,lok}} \times 100 \quad (1)$$

kde

$VYU\check{Z}_{HB,lok}$	využití HB na lokalitě v %
$S_{UP,lok}$	celková ukládací plocha na lokalitě v m ²
$S_{PU,lok}$	celková plocha perspektivního území na lokalitě v m ²
$S_{NP,lok}$	celková plocha nevyužitelná pro ukládání VJP na lokalitě v m ²

Na Obr. 1 jsou schematicky znázorněny plochy a hranice vstupující do výpočtu. Znázorněné plochy horninových bloků byly stanoveny na základě geofyzikálního výzkumu, a to pro horizont ukládání VJP, tedy -500 m pod povrchem terénu. Za využitelné plochy pro ukládání se potom považují ty části perspektivního území pro projektové práce, do kterých nezasahují zlomy 1. a 2. kategorie. Za zlom je považována oblast vymezená osou zlomu s ochrannou obálkou 100 m na každou stranu pro zlom 1. kategorie a 50 m na každou stranu u zlomů 2. kategorie. Do využitelného území nejsou zahrnuty také oblasti, které jsou s ohledem na jejich velikost, tvar a umístění pro efektivní umístění ukládacích prostor pro VJP příliš malé. Jelikož je využitelnost těchto oblastí (dle definice pro potřeby hodnocení) ovlivněna více faktory současně, nelze jejich případné vyloučení žádným parametrem generalizovat. Ke každé oblasti je přístupováno individuálně a případné vyloučení závisí výlučně na odborném posouzení zpracovatelského týmu.

Ukládací prostory pro VJP a RAO jsou plochy umístěné v horninových blocích, kde je uvažováno s ukládáním VJP do ukládacích vrtů, resp. RAO do ukládacích komor. V ukládací ploše VJP je

zahrnuta polovina projektované osové vzdálenosti vně krajních zavážecích chodeb. Ukládací prostory pro VJP se dělí do fragmentů. Blíže se problematikou fragmentace podzemní části HÚ zabývá kap. 4.4.3. Nevyužitelným prostorem mohou být kromě zlomových struktur též páteřní a spojovací chodby. V případě, že je ukládací prostor rozdělen do dvou a více fragmentů vzájemně oddělených páteřní chodbou, je tento prostor rovněž zahrnut do celkové plochy ukládacích prostor pro VJP. Rozdělení ukládacích prostor do dvou fragmentů páteřní chodbou je patrné na Obr. 1. Je zde rovněž znázorněno, že ukládací prostor, kterým je definována využitelnost HB, je pak plocha včetně páteřních chodeb mezi dvěma sousedícími fragmenty. Definice hranice ukládacích prostor pro VJP je blíže popsána a ilustrována u indikátoru Fragmentace podzemní části HÚ (kap. 4.4.3). Plochy komor pro RAO jsou do celkové plochy ukládacích prostor započítány pouze v případě, že RAO není možné uložit do vyšších horizontů, než je horizont ukládání VJP, tj. -500 m pod povrchem terénu.

Na následujících obrázcích je patrná využitelnost horninových bloků na jednotlivých lokalitách. Tyto schématické výstupy byly vytvořeny na základě výkresových příloh k Doplňku ke studiím umístitelnosti a proveditelnosti [4].



Obr. 1 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Březový potok

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Březový potok činí 12 315 211 m². Z toho 503 057 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 944 729 m². [4]



Obr. 2 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Čertovka

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Čertovka činí 10 017 424 m². Z toho 599 977 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 1 530 000 m². [4]



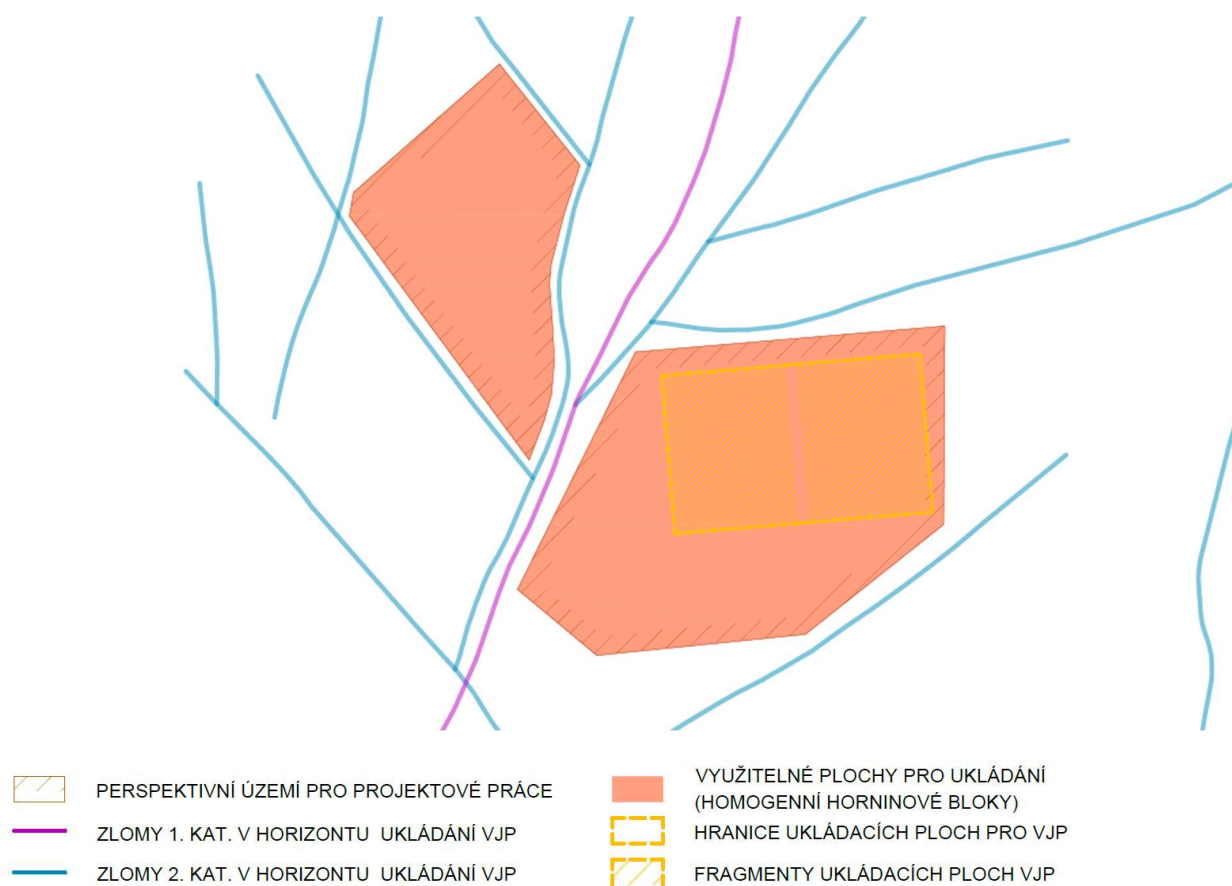
Obr. 3 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Čihadlo

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Čihadlo činí 14 050 927 m². Z toho 718 369 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 030 466 m². [4]



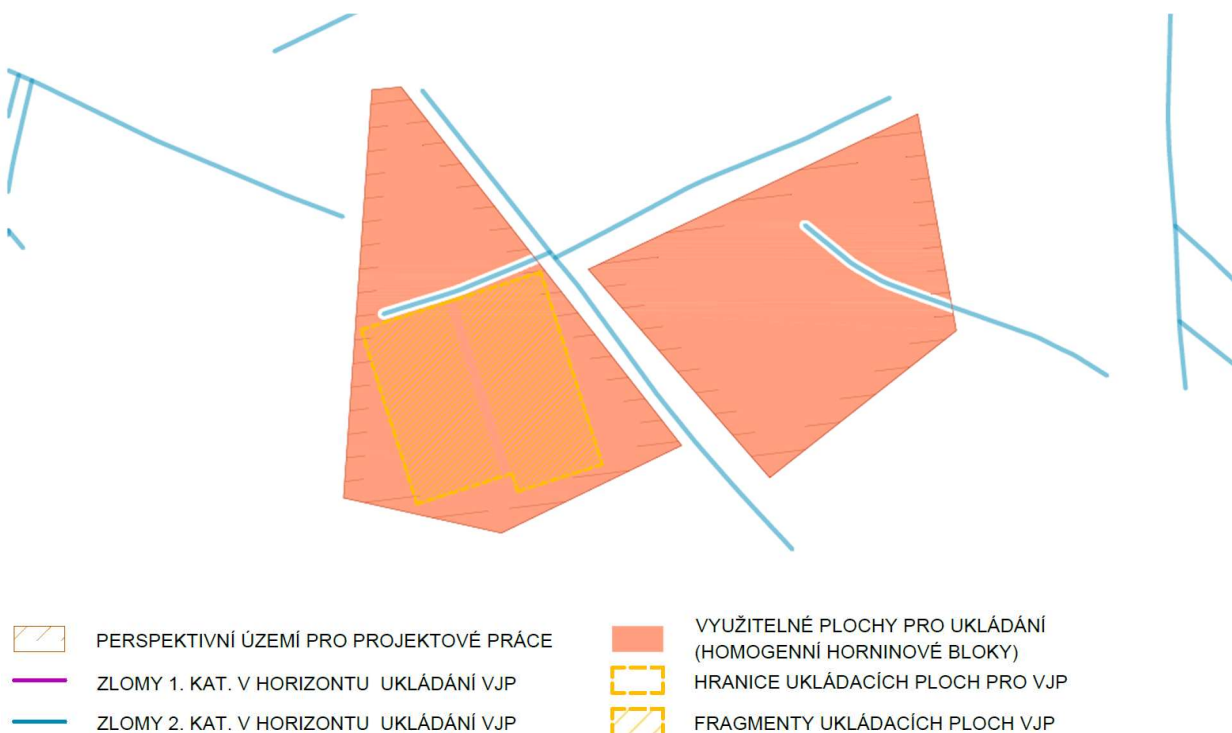
Obr. 4 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Horka

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Horka činí 14 907 830 m². Z toho 671 538 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 497 119 m². [4]



Obr. 5 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Hrádek

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Hrádek činí 9 861 730 m². Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 671 020 m². [4]



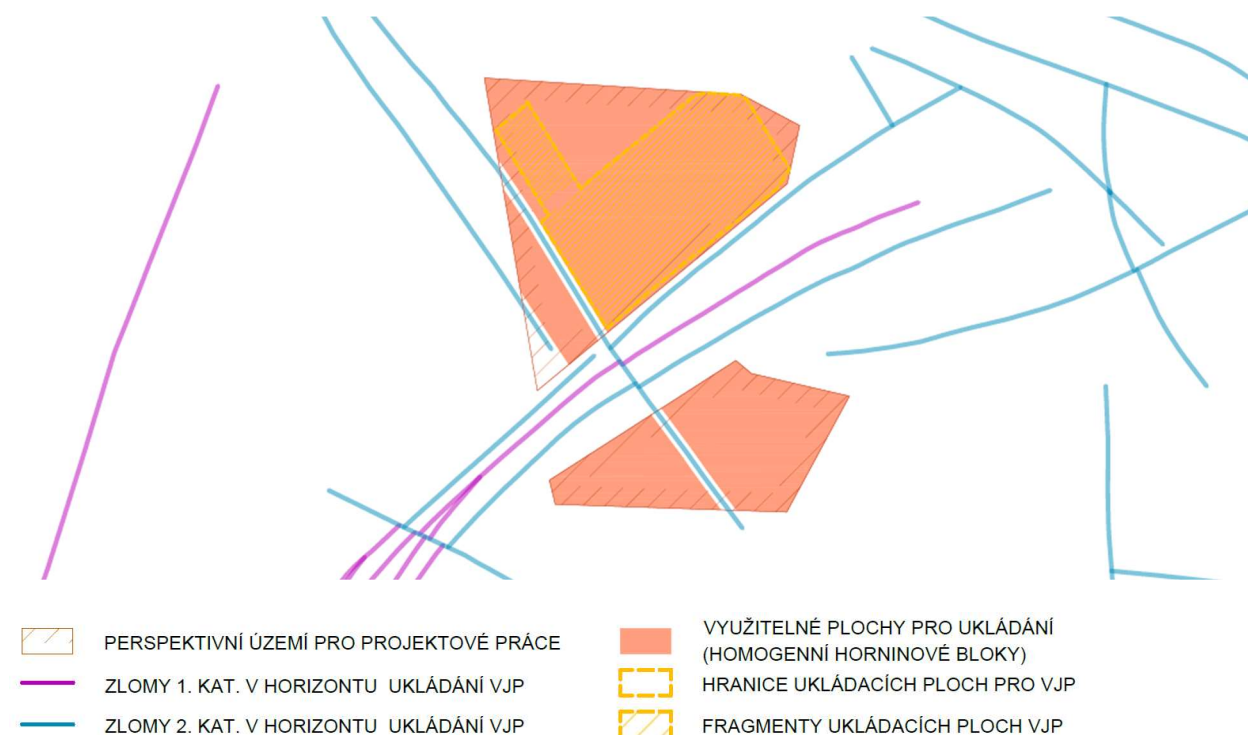
Obr. 6 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Janoch (ETE-jih)

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Janoch činí 10 169 161 m². Z toho 276 484 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 368 963 m². [4]



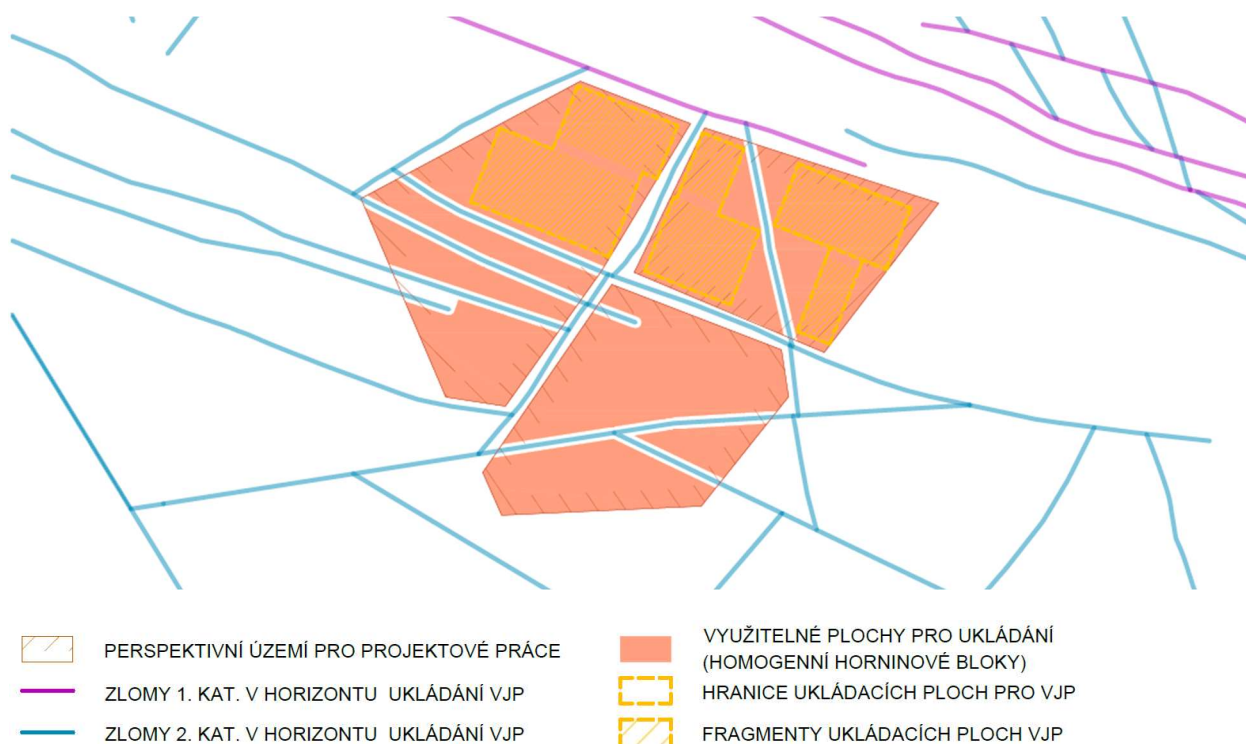
Obr. 7 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Kraví hora

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Kraví hora činí 5 463 370 m². Z toho 815 175 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 3 053 775 m². [4]



Obr. 8 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Magdaléna

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Magdaléna činí 5 406 682 m². Z toho 364 926 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. V severním bloku je z hlediska ukládání nevyužitelný jižní cíp tohoto bloku. Tato oblast je nevyužitelná pro svoji velikost, tvar a umístění v kontextu s jejím zpřístupněním páteřními chodbami ražené TBM metodou. Zpřístupnění této oblasti by naráželo především na technologické limity ražby, kterým je minimální poloměr oblouku 200 m. Za těchto podmínek nelze oblast optimálně využít k ukládání. Velikost této oblasti je z hlediska celkové využitelné plochy marginální a činí cca 69 tis. m². Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 134 212 m². [4]



Obr. 9 – Využitelnost horninových bloků – lokalita Na Skalném (EDU-západ)

Celková plocha perspektivního území pro projektové práce na lokalitě Na Skalném činí 9 124 696 m². Z toho 1 092 825 m² je plocha nevyužitelná pro ukládání. Na Obr. 9 je v západním bloku definována oblast, která je považována za nevyužitelnou z hlediska ukládání. Tato oblast se nachází v jižní části tohoto bloku mezi dvěma zlomy. Tato oblast je uvažována jako nevyužitelná především pro svou velikost a umístění v těsné blízkosti těchto dvou zlomů, které ji svírají z obou stran. Velikost této oblasti činí cca 25,5 tis. m² a je široká necelých 49 m. Za těchto podmínek a s ohledem na nejistoty ve stanovení zlomů na horizontu ukládání (viz kap. 5.4) nelze tuto oblast považovat za vhodnou pro ukládání VJP.

Ukládací plocha pro umístění UOS s VJP zaujímá 2 623 746 m². [4]

V Tab. 6 je indikátor Využitelnost horninových bloků souhrnně kvantifikován pro všechny lokality. Uvedené údaje vychází ze zprávy Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v potenciálních lokalitách [4].

Tab. 6 - Kvantifikace indikátoru Využitelnost horninových bloků

č.	Lokalita	Celková plocha perspektivního území $S_{PU,lok}$ [m ²]	Nevyužitelné plochy pro ukládání $S_{NP,lok}$ [m ²]	Využitelné plochy pro ukládání [m ²]	Ukládací plocha $S_{UP,lok}$ [m ²]	Využitelnost horninových bloků $VYUŽ_{HB,lok}$ [%]
1	Březový potok	12 315 211	503 057	11 812 154	2 944 729	24,93
2	Čertovka	10 017 424	599 977	9 417 447	1 530 000	16,25
3	Čihadlo	14 050 927	718 369	13 332 558	2 030 466	15,23

č.	Lokalita	Celková plocha perspektivní- ho území $S_{PU,lok}$ [m ²]	Nevyužitelné plochy pro ukládání $S_{NP,lok}$ [m ²]	Využitelné plochy pro ukládání [m ²]	Ukládací plocha $S_{UP,lok}$ [m ²]	Využitelnost horninových bloků $VYUŽ_{HB,lok}$ [%]
4	Horka	14 907 830	671 538	14 236 292	2 497 119	17,54
5	Hrádek	9 861 730	0	9 861 730	2 671 020	27,08
6	Janoch (ETE-jih)	10 169 161	276 484	9 892 677	2 368 963	23,95
7	Kraví hora	5 463 370	815 175	4 648 195	3 053 775	65,70
8	Magdaléna	5 406 682	364 926	5 041 756	2 134 212	42,33
9	Na Skalním (EDU-západ)	9 124 696	1 092 825	8 031 870	2 623 746	32,67

Hodnocení indikátoru v rámci lokalit

Hodnotící škála tohoto indikátoru pro jednotlivé lokality může teoreticky nabývat hodnot 1 (Y_{MIN}) až 5 (Y_{MAX}), přičemž:

- 1 – bodové ohodnocení lokality s nejnižším procentuálním využitím horninových bloků
- 5 – bodové ohodnocení odpovídající maximálnímu teoretickému využití horninových bloků, tj. 100 %

$$H_{VYUŽ_{HB,lok}} = Y_{MIN} + \frac{VYUŽ_{HB,lok} - VYUŽ_{HB,MIN}}{VYUŽ_{HB,100} - VYUŽ_{HB,MIN}} \times (Y_{MAX} - Y_{MIN}) \quad (2)$$

kde

$VYUŽ_{HB,MIN}$ minimální využití HB na lokalitách v %

$VYUŽ_{HB,100}$ maximální teoretické využití HB, tj 100 %

Po dosazení Y_{MIN} a Y_{MAX} a $VYUŽ_{HB,100}$ lze rovnici přepsat:

$$H_{VYUŽ_{HB,lok}} = 1 + 4 \frac{VYUŽ_{HB,lok} - VYUŽ_{HB,MIN}}{100 - VYUŽ_{HB,MIN}} \quad (3)$$

Tímto výpočtem lze bodově zhodnotit každou lokalitu zvlášť. Bodové hodnocení všech devíti lokalit je přehledně uvedeno v Tab. 7.

Tab. 7 - Hodnocení indikátoru Využitelnost horninových bloků

Indikátor	Hodnocení indikátoru $H_{VYU\check{Z}_{HB,lok}}$								
	BP	ČE	ČI	HO	HR	ETE-J	KH	MA	EDU-Z
Využitelnost HB	1,46	1,05	1,00	1,11	1,56	1,41	3,38	2,28	1,82

4.4.2 Fragmentace území

Zařazení

Kritérium: Velikost využitelného horninového masivu

Popis indikátoru

Indikátor vyjadřuje, jak je vymezený vhodný horninový masiv rozdělen, a představuje počet jednotlivých dílčích horninových bloků (homogenních bloků), kde lze efektivně HÚ vybudovat a kde ukládat VJP a RAO s ohledem na jejich velikost, tvar a vzájemnou polohu. Vzhledem k přetrvávající nejistotě o skutečných geologických a hydrogeologických podmínkách je výhodnější, když potenciálně využitelné horninové prostředí je tvořeno co nejmenším počtem co největších horninových bloků (ideálně jen jeden, zcela kompaktní).

Hodnocené území

Perspektivní území pro projektové řešení

Kvantifikace

Počet fragmentů, horninových bloků, pro projektové práce pro umístění projektového řešení.

Výpočet fragmentace perspektivního území na jednotlivých lokalitách lze zapsat rovnicí:

$$FR_{PU,lok} = P_{PU,lok} \quad (4)$$

kde

$FR_{PU,lok}$ fragmentace perspektivního území na lokalitě, resp. počet horninových bloků

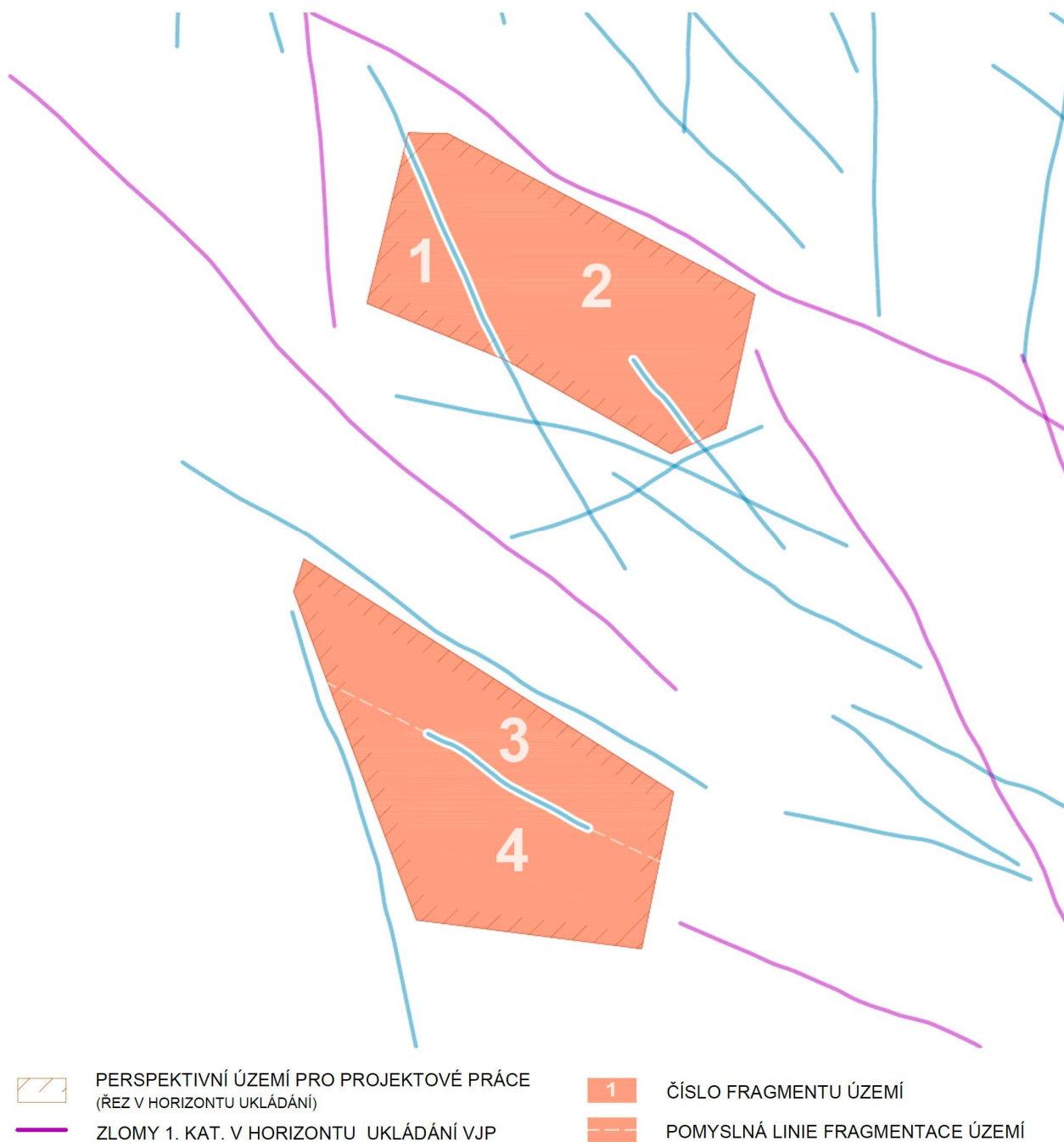
$P_{PU,lok}$ počet fragmentů perspektivního území na lokalitě, resp. počet horninových bloků

Na Obr. 10 je schematicky znázorněna fragmentace perspektivního území pro projektové práce. Jednotlivé fragmenty, dále označovány jako horninové bloky, jsou očíslovány. Fragmentace perspektivního území je dána především průběžnými zlomy, které jej dělí na dílčí části. U některých zlomů, které zasahují do perspektivního území pouze z části, je zvažována jeho orientace a délka v kontextu s možným návrhem ukládacích sekcí. V případě, že tento zlom negativně ovlivní potenciální umístění ukládacích prostor, přičemž by nutně muselo dojít k jejich rozdělení nebo jiné významné úpravě jejich dispozičního řešení, rozdělí se i v tomto případě perspektivní území na více fragmentů. Tento postup je patrný na Obr. 10. Zde došlo k rozdělení území na fragmenty č. 3 a 4. Tyto fragmenty se ohraničují pomyslnou linií fragmentace území.

Dále může nastat situace, kdy dojde vlivem rozčlenění území na prakticky nevyužitelné oblasti (z hlediska velikosti, tvaru a přístupnosti). V tomto případě se tyto oblasti považují s ohledem na potenciál lokality jako plochy nevyužitelné (obdobně jako zlomy), resp. tento fragment není

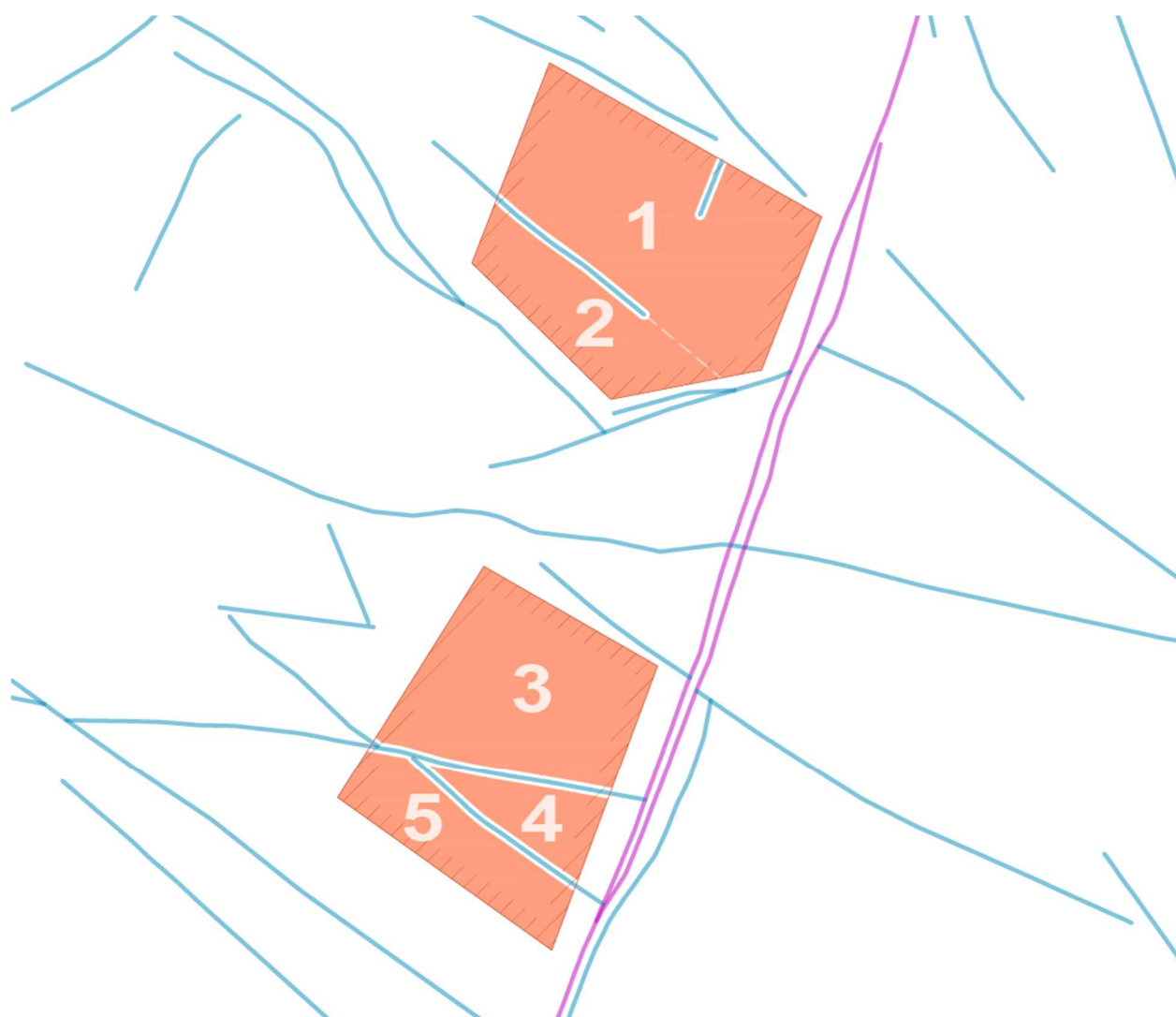
započítán do fragmentace území. Jelikož je využitelnost těchto oblastí ovlivněna více faktory současně, nelze jejich případné vyloučení žádným parametrem generalizovat. Ke každé oblasti je přistupováno individuálně a případné vyloučení závisí výlučně na odborném posouzení zpracovatelského týmu.

Na následujících obrázcích je znázorněna fragmentace území na jednotlivých lokalitách. Tyto výstupy byly vytvořeny na základě výkresových příloh k Doplnku ke studiím umístitelnosti a proveditelnosti [4].



Obr. 10 – Fragmentace území – lokalita Březový potok

Fragmentace území na lokalitě Březový potok je 4.



 PERSPEKTIVNÍ ÚZEMÍ PRO PROJEKTOVÉ PRÁCE
(ŘEZ V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ)

 ZLOMY 1. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP

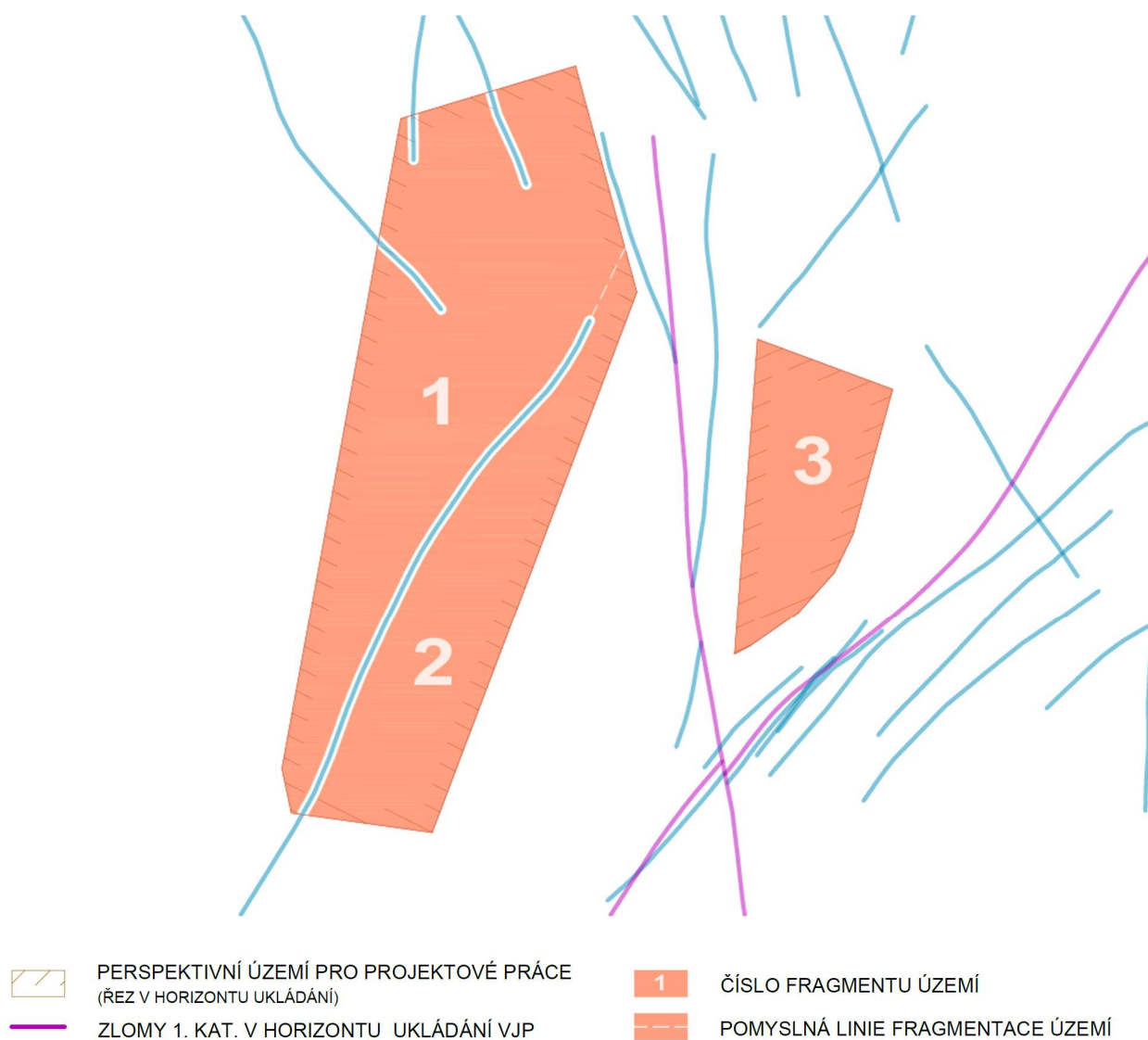
 ZLOMY 2. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP

 ČÍSLO FRAGMENTU ÚZEMÍ

 POMYSLNÁ LINIE FRAGMENTACE ÚZEMÍ

Obr. 11 – Fragmentace území – lokalita Čertovka

Fragmentace území na lokalitě Čertovka je 5.



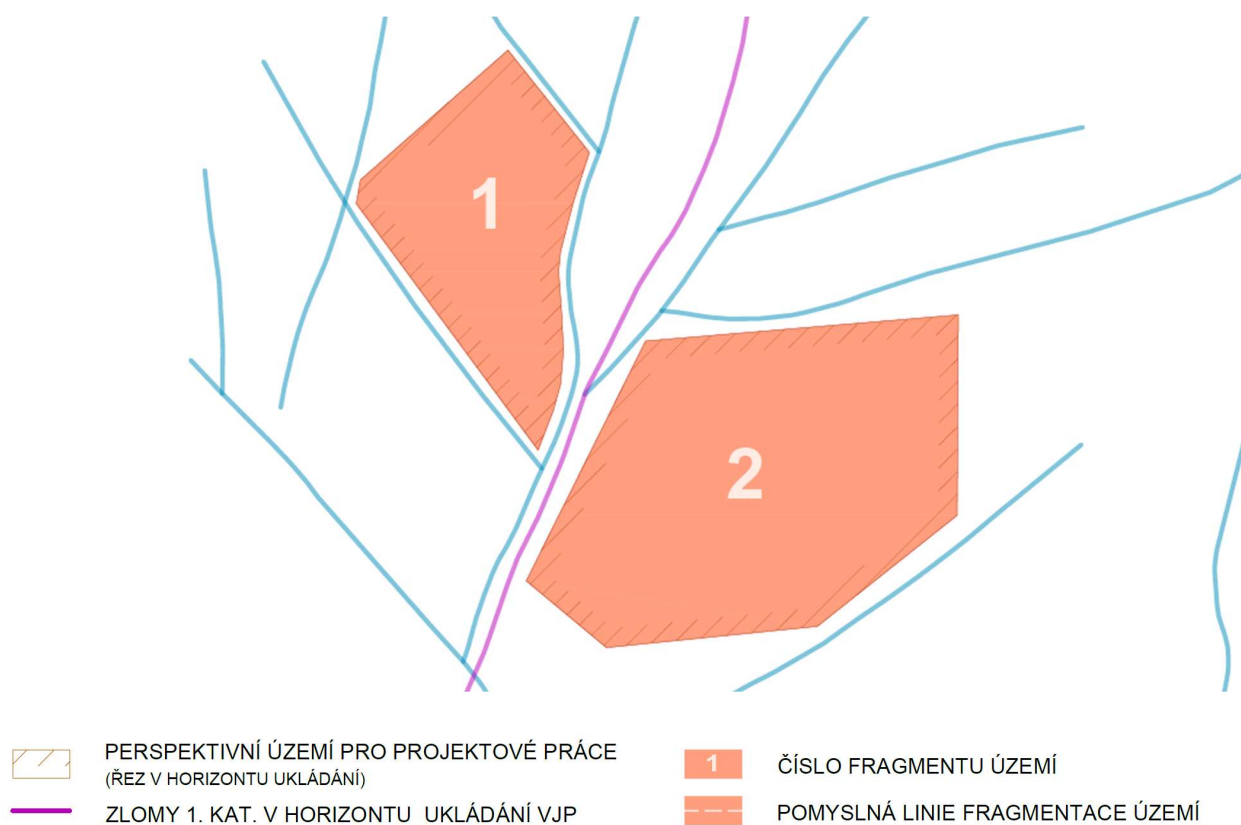
Obr. 12 – Fragmentace území – lokalita Čihadlo

Fragmentace území na lokalitě Čihadlo je 3.



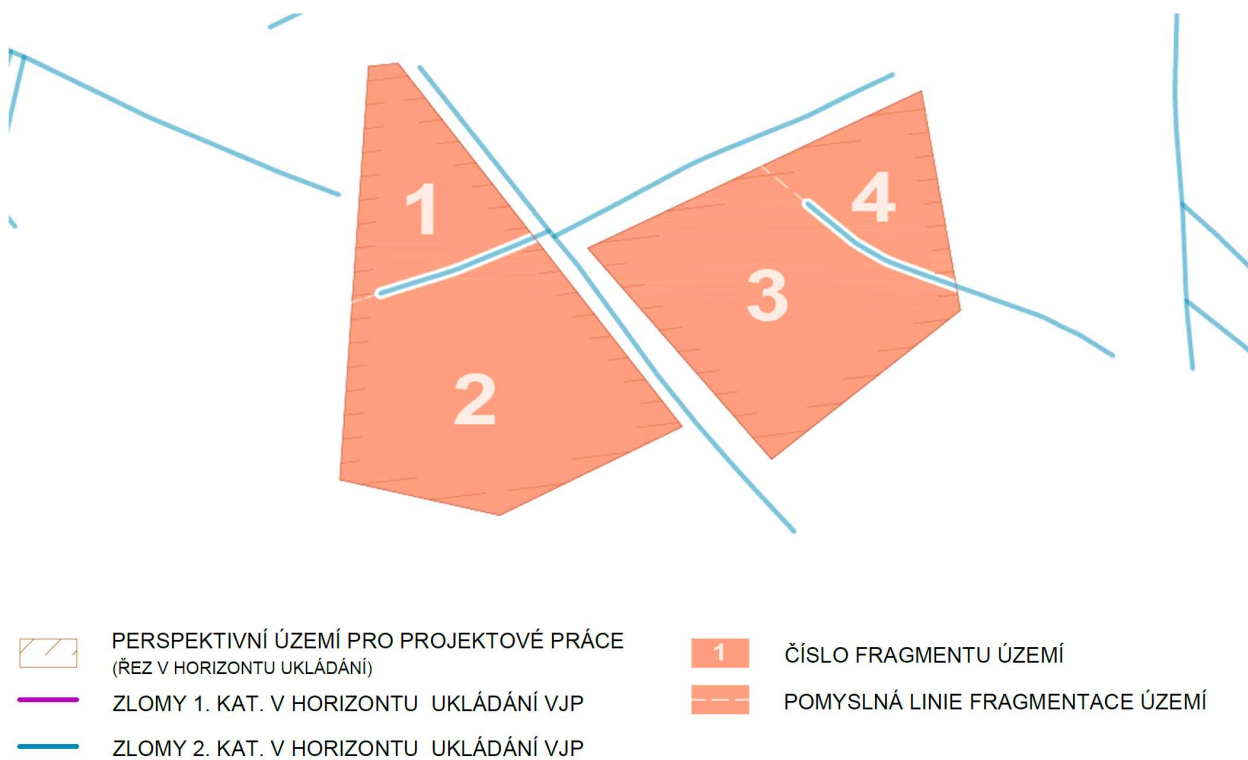
Obr. 13 – Fragmentace území – lokalita Horka

Fragmentace území na lokalitě Horka je 6.



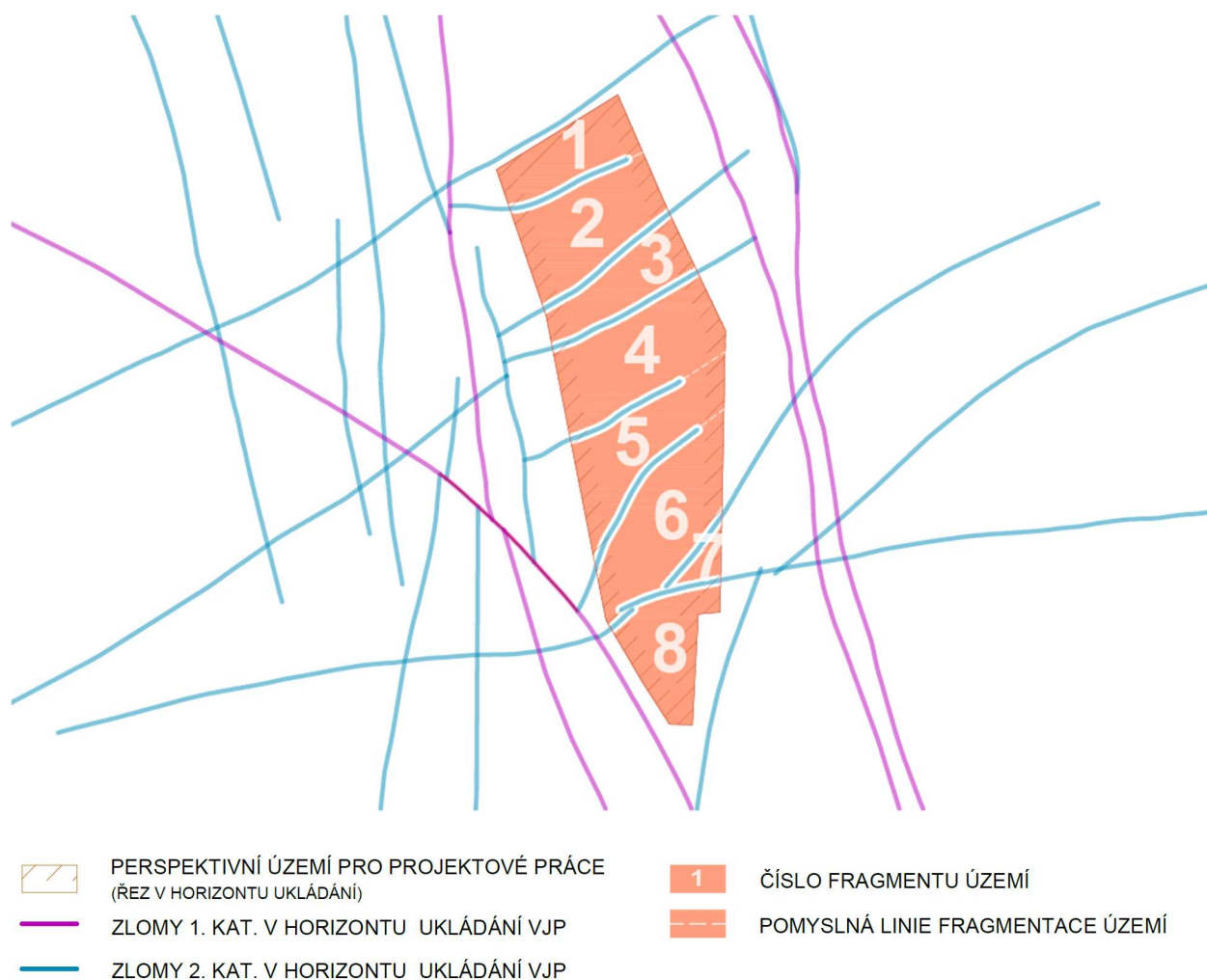
Obr. 14 – Fragmentace území – lokalita Hrádek

Fragmentace území na lokalitě Hrádek je 2.



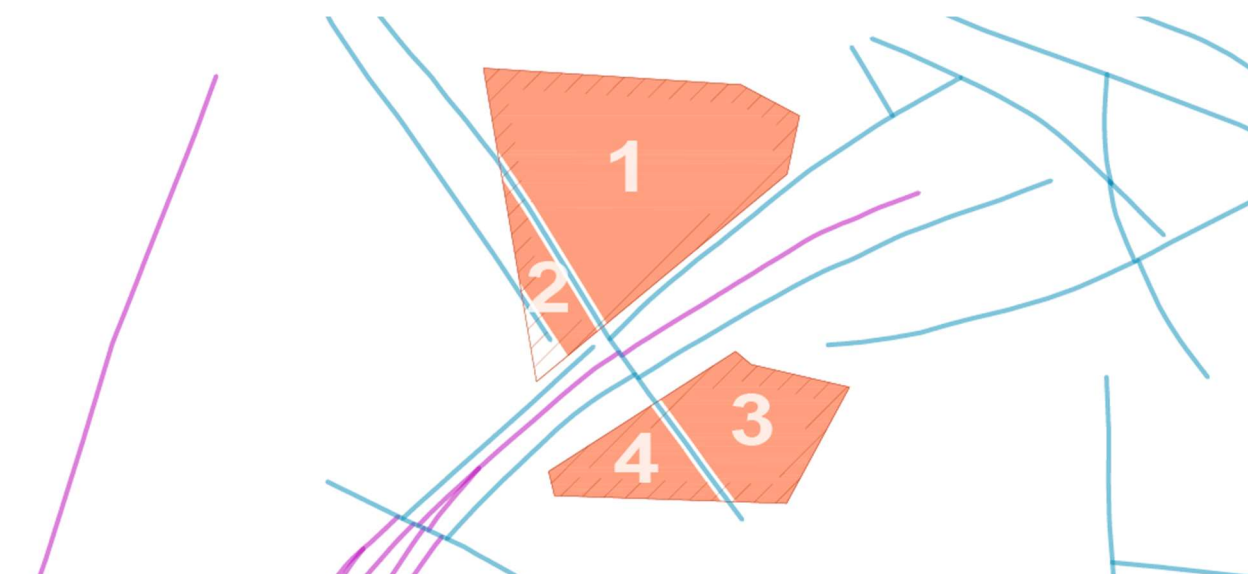
Obr. 15 – Fragmentace území – lokalita Janoch (ETE-jih)

Fragmentace území na lokalitě Janoch je 4.



Obr. 16 – Fragmentace území – lokalita Kraví hora

Fragmentace území na lokalitě Kraví hora je 8.

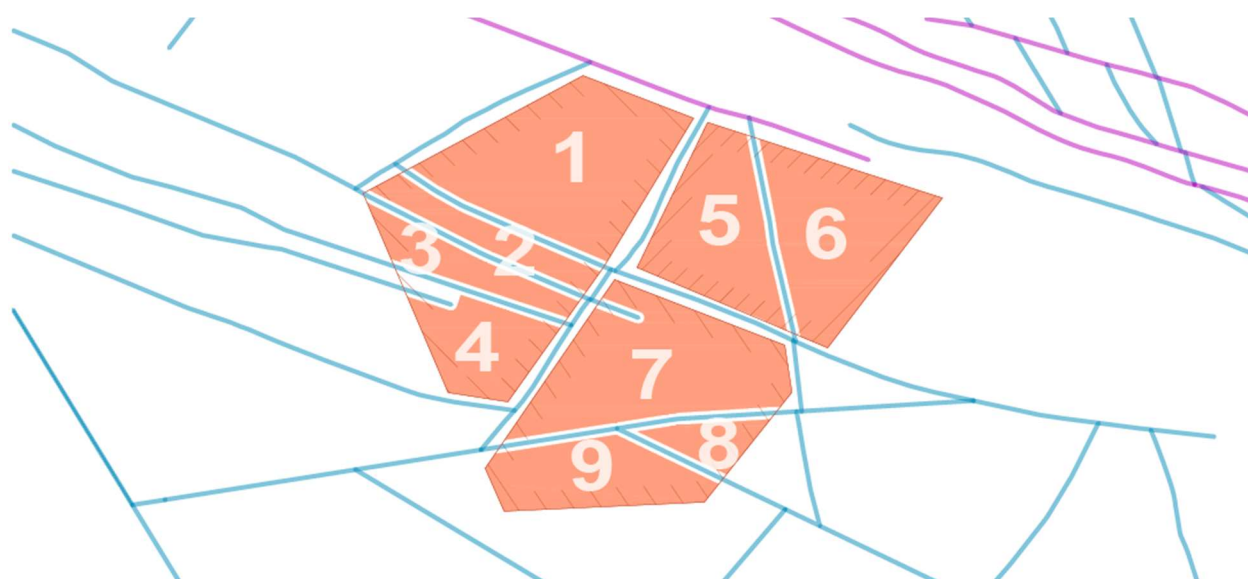


- PERSPEKTIVNÍ ÚZEMÍ PRO PROJEKTOVÉ PRÁCE (ŘEZ V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ)
 ZLOMY 1. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP
 ZLOMY 2. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP

- ČÍSLO FRAGMENTU ÚZEMÍ
 POMYSLNÁ LINIE FRAGMENTACE ÚZEMÍ

Obr. 17 – Fragmentace území – lokalita Magdaléna

Fragmentace území na lokalitě Magdaléna je 4.



- PERSPEKTIVNÍ ÚZEMÍ PRO PROJEKTOVÉ PRÁCE (ŘEZ V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ)
 ZLOMY 1. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP
 ZLOMY 2. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP

- ČÍSLO FRAGMENTU ÚZEMÍ
 POMYSLNÁ LINIE FRAGMENTACE ÚZEMÍ

Obr. 18 – Fragmentace území – lokalita Na Skalním (EDU-západ)

Fragmentace území na lokalitě Na Skalním je 9.

V Tab. 8 je indikátor fragmentace území souhrnně kvantifikován pro všechny lokality. Uvedené údaje vychází ze zprávy Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v potenciálních lokalitách [4].

Tab. 8 - Kvantifikace indikátoru Fragmentace území

č.	Lokalita	Fragmentace území $FR_{PU,lok}$ [ks]
1	Březový potok	4
2	Čertovka	5
3	Čihadlo	3
4	Horka	6
5	Hrádek	2
6	Janoch (ETE-jih)	4
7	Kraví hora	8
8	Magdaléna	4
9	Na Skalním (EDU-západ)	9

Hodnocení indikátoru v rámci lokalit

Hodnotící škála tohoto indikátoru může teoreticky nabývat hodnot 1 (Y_{MIN}) až 5 (Y_{MAX}), přičemž:

1 – bodové ohodnocení odpovídající nejnižší teoretické fragmentaci perspektivního území, tj. 1

5 – bodové ohodnocení lokality s nejvyšší hodnotou fragmentace perspektivního území

$$H_{FR_{PU,lok}} = 1 + 4 \frac{FR_{PU,lok} - FR_{PU,TEOR.MIN}}{FR_{PU,MAX} - FR_{PU,TEOR.MIN}} = 1 + 4 \frac{FR_{PU,lok} - 1}{FR_{PU,MAX} - 1} \quad (5)$$

kde

$FR_{PU,lok}$ fragmentace perspektivního území na lokalitě

$FR_{PU,TEOR.MIN}$ teoreticky nejnižší hodnota fragmentace perspektivního území, tj. 1

$FR_{PU,MAX}$ maximální hodnota fragmentace perspektivního území na lokalitách

Tímto výpočtem lze bodově zhodnotit každou lokalitu zvlášť. Bodové hodnocení všech devíti lokalit je přehledně uvedeno v Tab. 9.

Tab. 9 - Hodnocení indikátoru Fragmentace území

Indikátor	Hodnocení indikátoru $H_{FRPU,lok}$								
	BP	ČE	ČI	HO	HR	ETE-J	KH	MA	EDU-Z
Fragmentace území	2,50	3,00	2,00	3,50	1,50	2,50	4,50	2,50	5,00

4.4.3 Fragmentace podzemní části HÚ

Zařazení

Kritérium: Velikost využitelného horninového masivu

Popis indikátoru

Indikátor zohledňuje na kolik dílčích částí je členěna podzemní část HÚ. Zda se jedná o jednu kompaktní plochu nebo o více menších ploch, navzájem propojených. Členění má souvislost s prostorovými požadavky dle konkrétního projekčního návrhu a možnostmi lokality v závislosti na předpokládaných geologických a hydrogeologických podmínkách. Členění podzemní části HÚ do dílčích ploch s sebou přináší potenciální komplikace s odvodněním, větráním, prodlužuje dopravní časy pro ukládání a zvyšuje investiční náklady stavby.

Hodnocené území

Podzemní část hlubinného úložiště

Kvantifikace

Počet dílčích částí ukládacích ploch hlubinného úložiště, do kterých je s ohledem na zlomy vyšších kategorií úložiště projektováno.

Výpočet fragmentace hlubinného úložiště na jednotlivých lokalitách lze zapsat rovnicí:

$$FR_{HU,lok} = P_{HU,lok} \quad (6)$$

kde

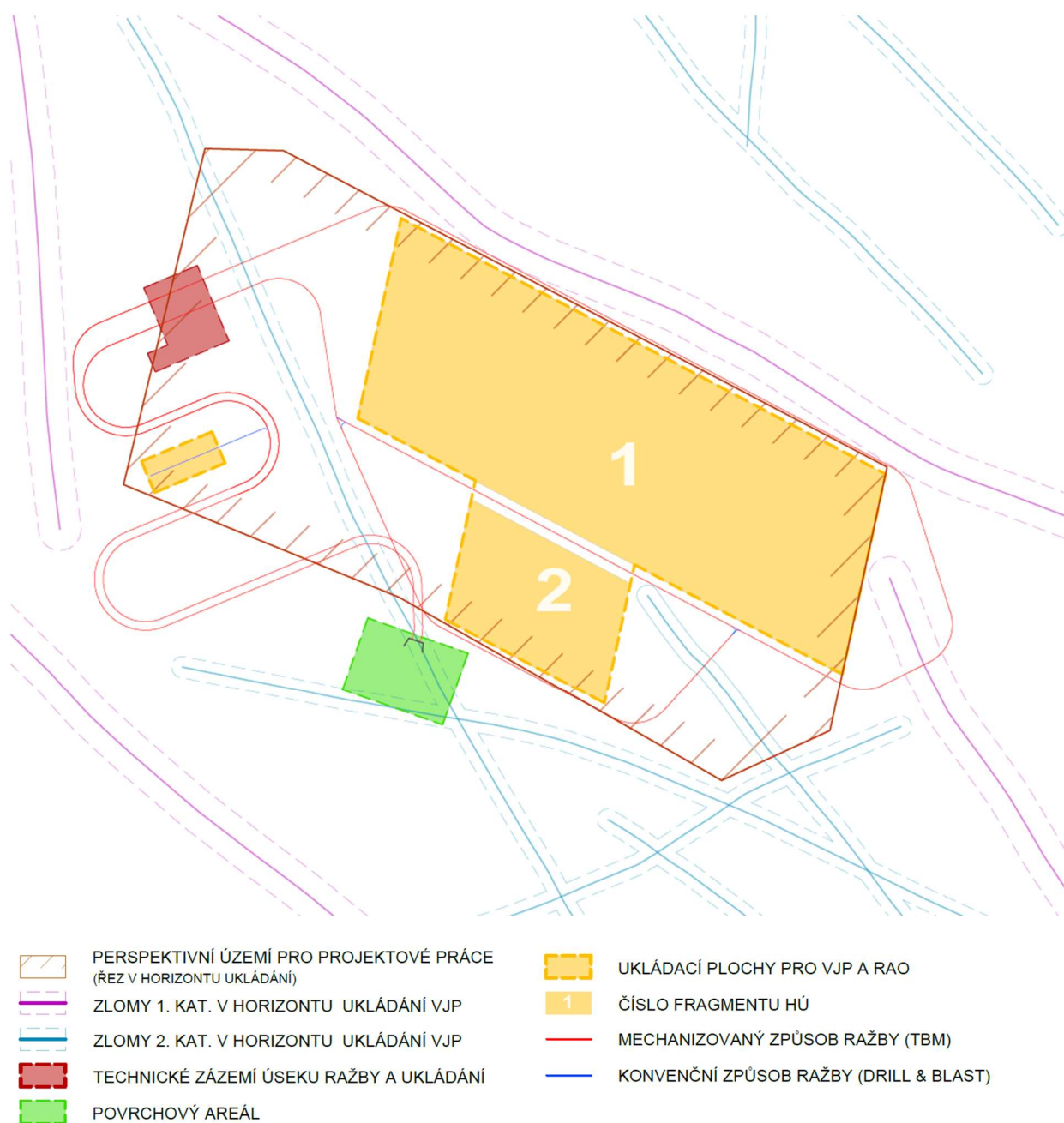
$FR_{HU,lok}$ fragmentace podzemní části hlubinného úložiště na lokalitě

$P_{HU,lok}$ počet fragmentů hlubinného úložiště na lokalitě

Na Obr. 26 je schematicky znázorněna fragmentace hlubinného úložiště. Hranice, resp. plocha ukládacích prostor pro VJP, je definována jako oblast zahrnující zavážecí chodby mezi zátkami. Umístění ukládacích ploch v rámci definovaného perspektivního území na horizontu ukládání je optimalizováno s ohledem na umístění povrchového areálu minimalizující střety zájmů, polohu zlomových struktur v kombinaci s velikostí, tvarem a umístěním jednotlivým fragmentům horninových bloků vhodných pro ukládání. Směrové a výškové řešení úpadních tunelů a přístupových páteřních chodeb ražených metodou TBM jsou poplatné technickým limitům této technologie, zejm. minimální poloměr oblouku 200 m. V první fázi byl v rámci perspektivního území pro projektové práce pro každou lokalitu proveden ideový návrh z hlediska proveditelnosti vhodných umístění podzemní části HÚ. Následně byla vhodnost navrženého umístění ověřena

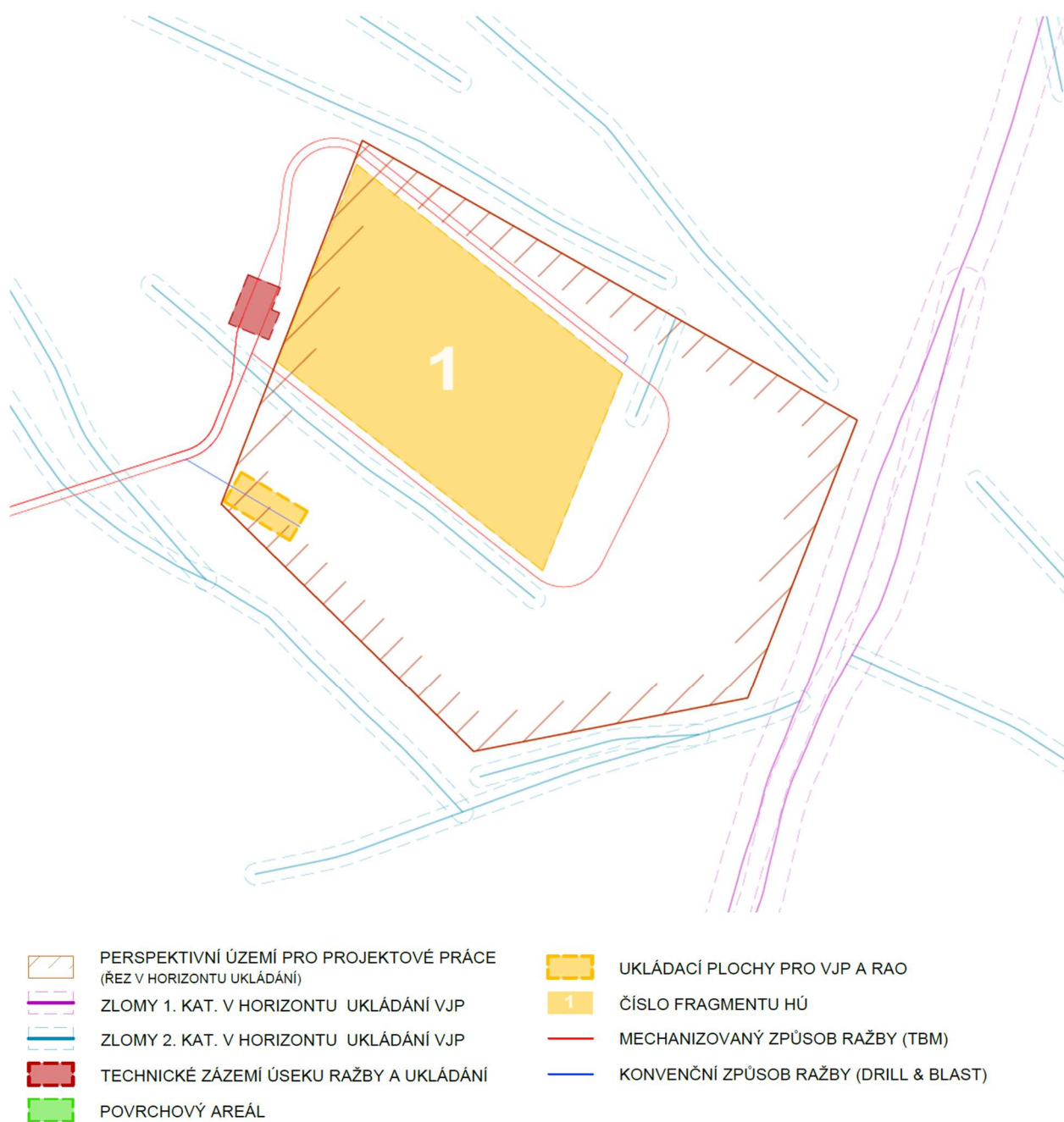
a potvrzena formou pracovních konzultací se zpracovatelem hydrogeologického modelu území (PROGEO, s.r.o.). Blíže je koncepce přístupu k technickému návrhu HÚ popsána v [4]. Ukládací prostory pro VJP a RAO jsou plochy umístěné v horninových blocích, kde je uvažováno s ukládáním VJP do ukládacích vrtů, resp. RAO do ukládacích komor. V ukládací ploše VJP je zahrnuta polovina projektované osově vzdálenosti vně krajních závážecích chodeb. Pro ukládací komory je to polovina osově vzdálenosti jednotlivých komor. V některých případech dochází k rozdělení ukládacích prostor VJP na více fragmentů. K tomu je nutno přistoupit především vlivem nedostatečně velkého horninového bloku, někdy i nevhodného tvaru, pro umístění ukládacích ploch v jednom celistvém polygonu. Z technických a provozních důvodů, které by umožňovaly současnou ražbu a ukládání za provozu HÚ, je proto nutné ukládací plochy rozdělit. Jinými slovy lze říci, že ukládací prostory pro VJP se dělí do fragmentů, jsou-li fyzicky odděleny nevyužitelným prostorem pro ukládání. Nevyužitelným prostorem mohou být zlomové struktury nebo též páteřní a spojovací chodby. V případě, že je ukládací prostor rozdělen do dvou fragmentů vzájemně oddělených páteřní chodbou, je tento prostor rovněž zahrnut do celkové plochy ukládacích prostor pro VJP (viz prostor mezi fragmenty 1 a 2 na Obr. 26). Plochy komor pro RAO jsou do celkové plochy ukládacích prostor započítány pouze v případě, že RAO není možné uložit do vyšších horizontů, než je horizont ukládání VJP, tj. -500 m pod povrchem terénu. V tomto případě je plocha komor pro RAO považována za samostatný fragment.

Na následujících obrázcích je znázorněna fragmentace podzemní části hlubinného úložiště na jednotlivých lokalitách. Tyto výstupy byly vytvořeny na základě výkresových příloh k Doplnku ke studiím umístitelnosti a proveditelnosti [4].



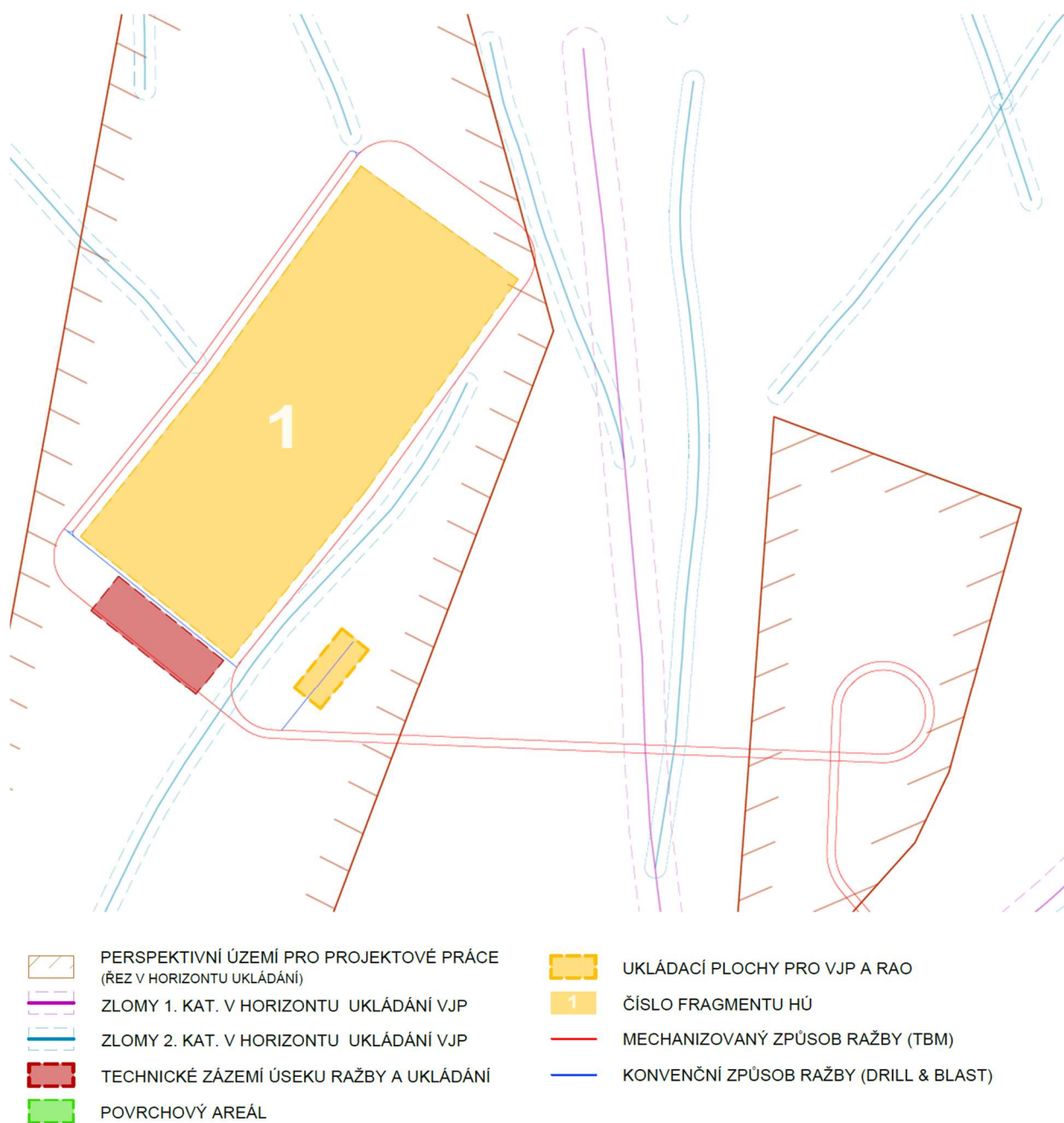
Obr. 19 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Březový potok

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Březový potok je 2.



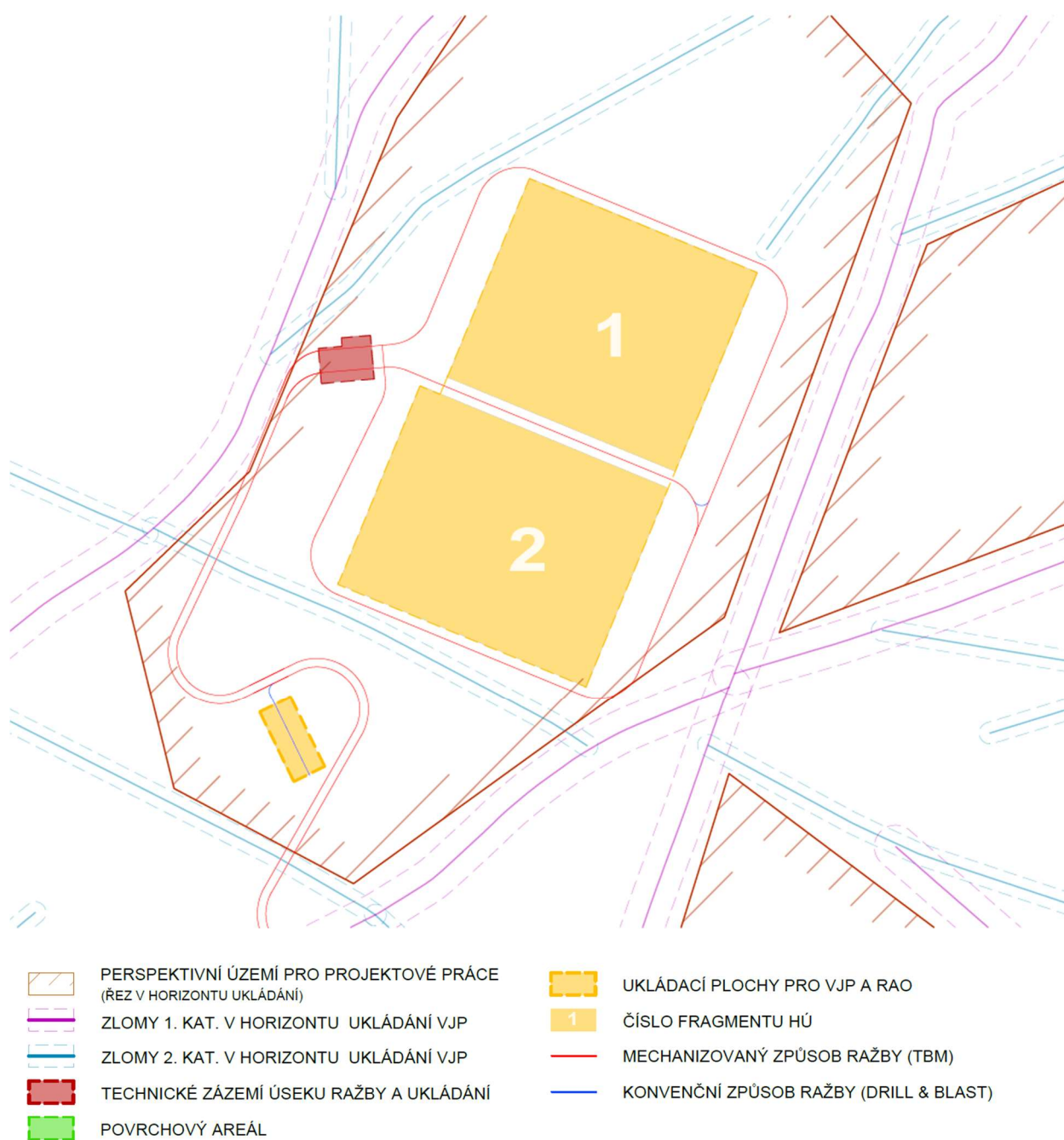
Obr. 20 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Čertovka

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Čertovka je 1.



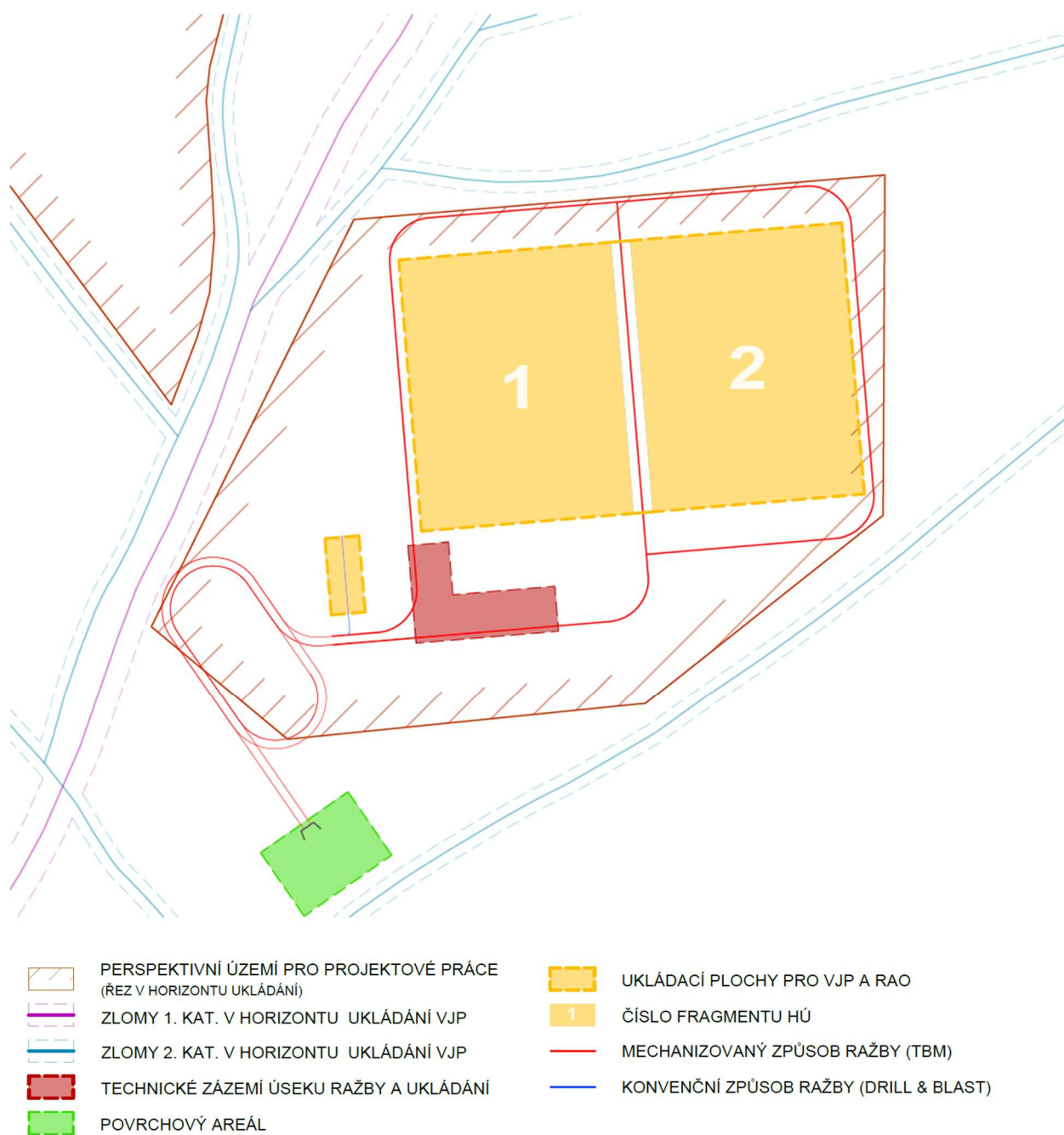
Obr. 21 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Čihadlo

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Čihadlo je 1.



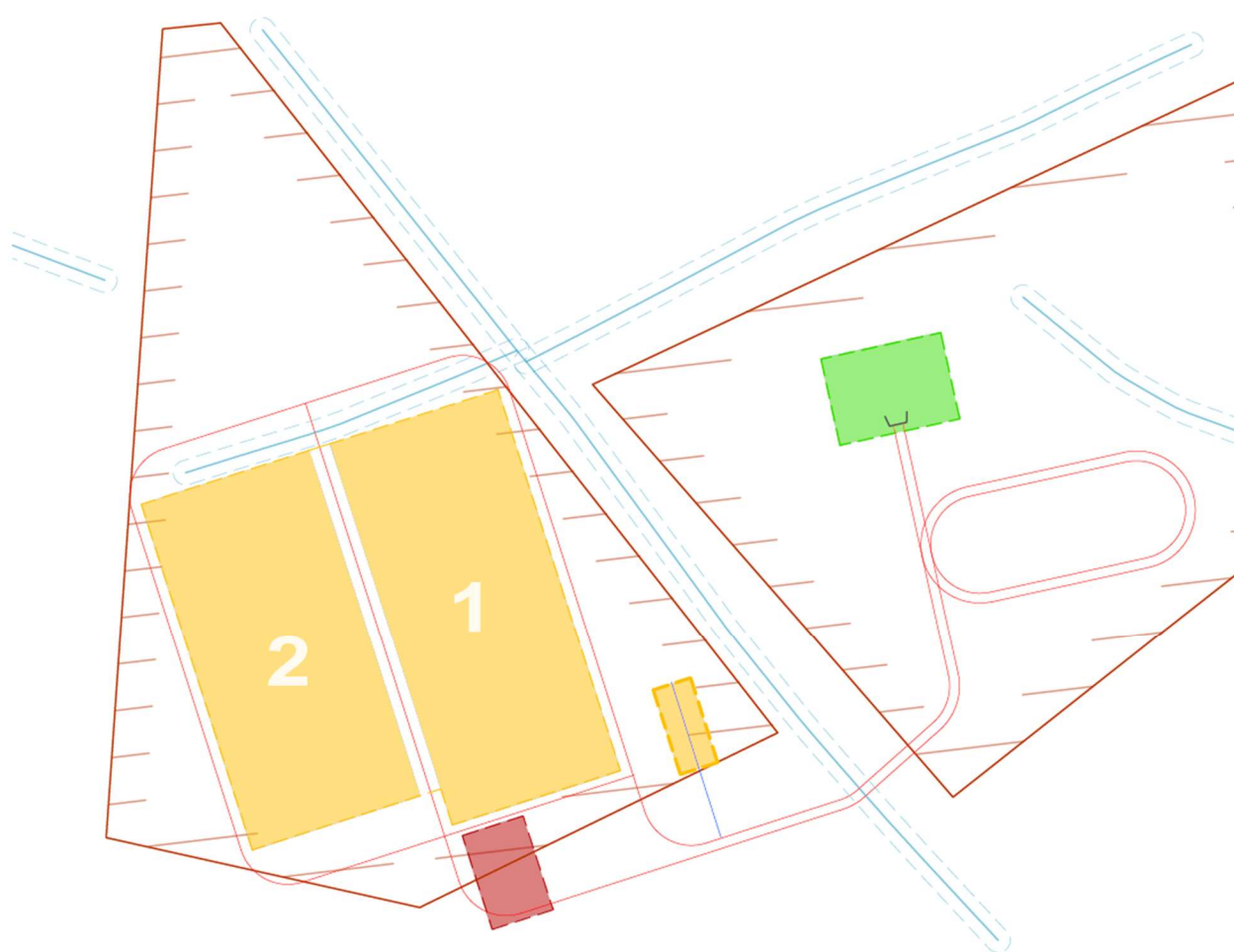
Obr. 22 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Horka

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Horka je 2.



Obr. 23 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Hrádek

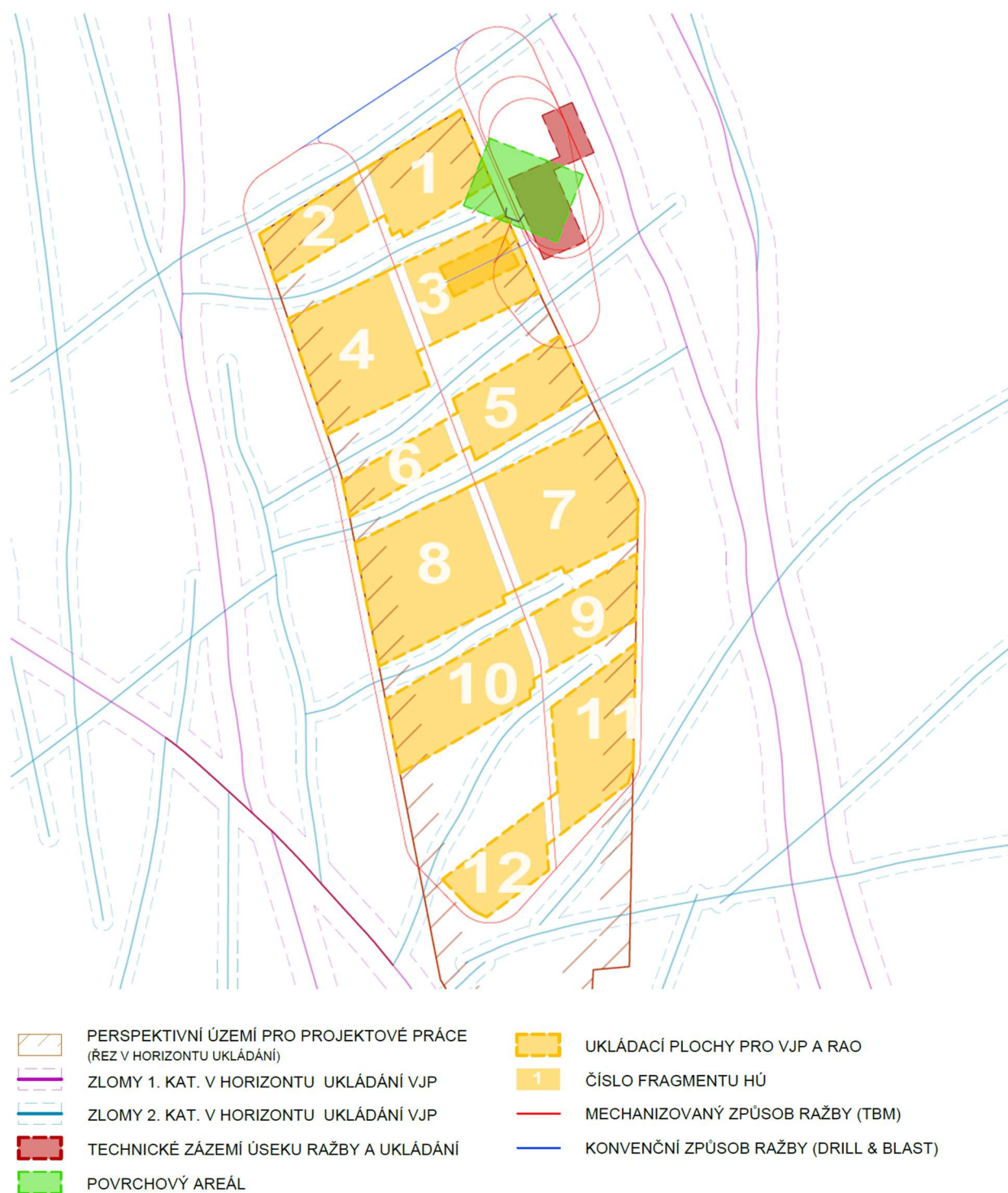
Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Hrádek je 2.



- | | | | |
|--|---|--|--|
| | PERSPEKTIVNÍ ÚZEMÍ PRO PROJEKTOVÉ PRÁCE
(ŘEZ V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ) | | UKLÁDACÍ PLOCHY PRO VJP A RAO |
| | ZLOMY 1. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP | | ČÍSLO FRAGMENTU HÚ |
| | ZLOMY 2. KAT. V HORIZONTU UKLÁDÁNÍ VJP | | MECHANIZOVANÝ ZPŮSOB RAŽBY (TBM) |
| | TECHNICKÉ ZÁZEMÍ ÚSEKU RAŽBY A UKLÁDÁNÍ | | KONVENČNÍ ZPŮSOB RAŽBY (DRILL & BLAST) |
| | POVRCHOVÝ AREÁL | | |

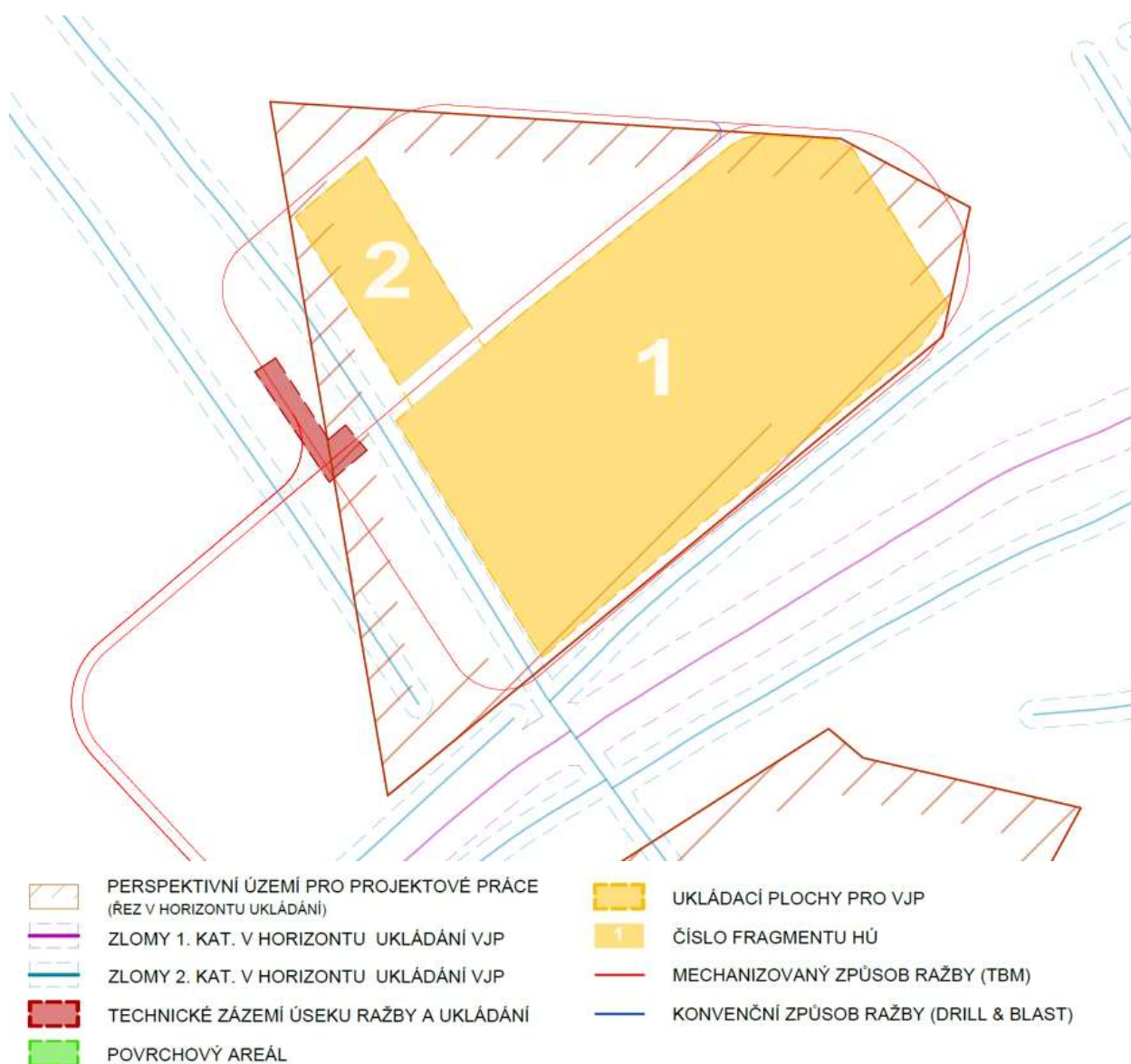
Obr. 24 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Janoch (ETE-jih)

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Janoch je 2.



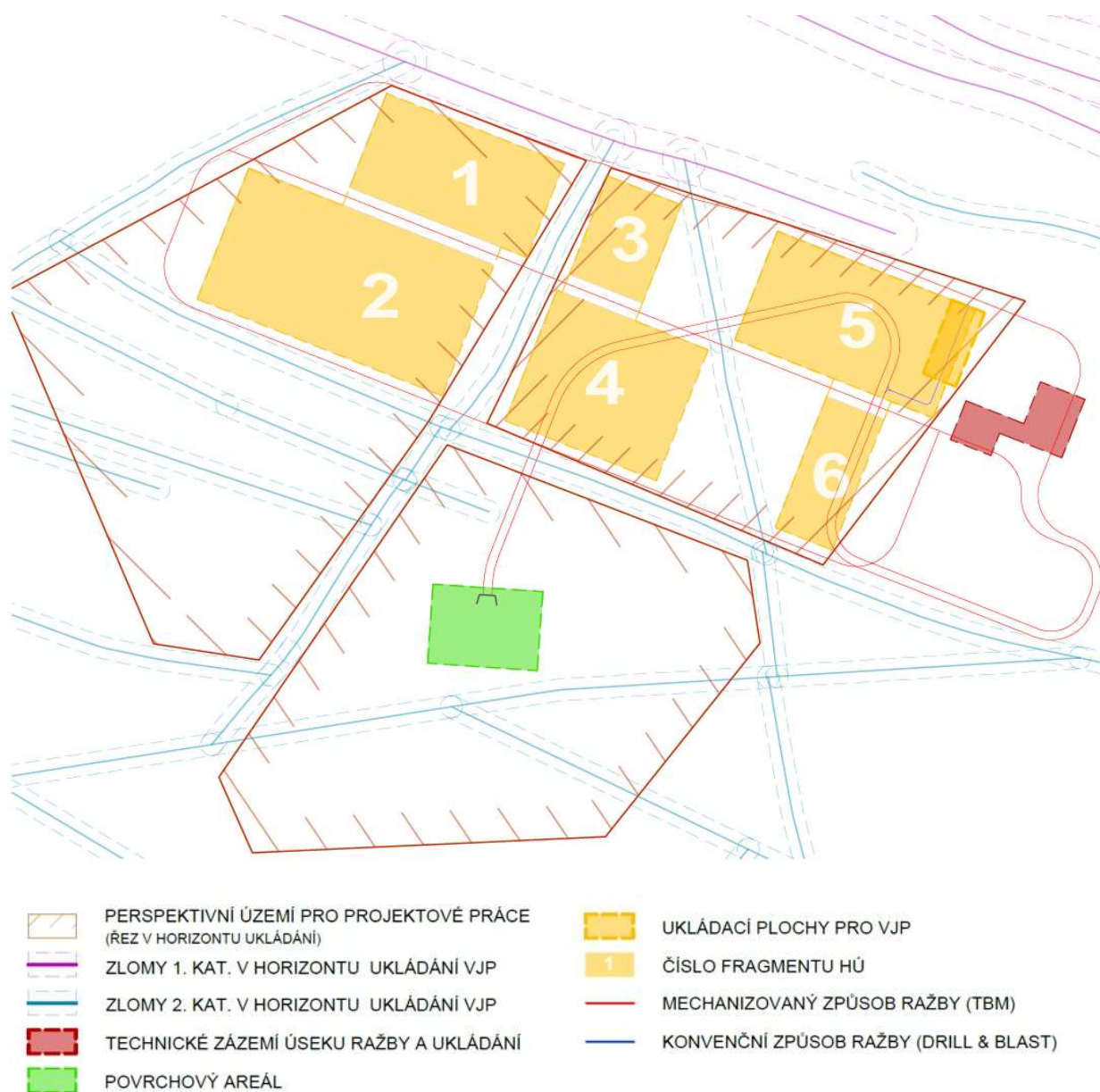
Obr. 25 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Kraví hora

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Kraví hora je 12.



Obr. 26 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Magdaléna

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Magdaléna je 2.



Obr. 27 – Fragmentace podzemní části HÚ – lokalita Na Skalním (EDU-západ)

Fragmentace podzemní části HÚ na lokalitě Na Skalním je 6.

V Tab. 10 je indikátor fragmentace HÚ souhrnně kvantifikován pro všechny lokality. Uvedené údaje vychází ze zprávy Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v potenciálních lokalitách [4].

Tab. 10 - Kvantifikace indikátoru Fragmentace HÚ

č.	Lokalita	Fragmentace HÚ $FR_{HU,lok}$ [ks]
1	Březový potok	2
2	Čertovka	1
3	Čihadlo	1
4	Horka	2
5	Hrádek	2
6	Janoch (ETE-jih)	2
7	Kraví hora	12
8	Magdaléna	2
9	Na Skalním (EDU-západ)	6

Hodnocení indikátoru v rámci lokalit

Hodnotící škála tohoto indikátoru může teoreticky nabývat hodnot 1 (Y_{MIN}) až 5 (Y_{MAX}), přičemž:

1 – bodové ohodnocení odpovídající nejnižší teoretické fragmentaci podzemní části HÚ, tj. 1

5 – bodové ohodnocení lokality s nejvyšší hodnotou fragmentace podzemní části HÚ

$$H_{FR_{HU,lok}} = 1 + 4 \frac{FR_{HU,lok} - FR_{HU,TEOR.MIN}}{FR_{HU,MAX} - FR_{HU,TEOR.MIN}} = 1 + 4 \frac{FR_{HU,lok} - 1}{FR_{HU,MAX} - 1} \quad (7)$$

kde

$FR_{HU,lok}$ fragmentace podzemní části HÚ Na lokalitě

$FR_{HU,TEOR.MIN}$ teoreticky nejnižší hodnota fragmentace podzemní části HÚ, tj. 1

$FR_{HU,MAX}$ maximální hodnota fragmentace podzemní části HÚ na lokalitách

Tímto výpočtem lze bodově zhodnotit každou lokalitu zvlášť. Bodové hodnocení všech devíti lokalit je přehledně uvedeno v Tab. 11.

Tab. 11 - Hodnocení indikátoru Fragmentace podzemní části HÚ

Indikátor	Hodnocení indikátoru $H_{FR_{HU,lok}}$								
	BP	ČE	ČI	HO	HR	ETE-J	KH	MA	EDU-Z
Fragmentace HÚ	1,36	1,00	1,00	1,36	1,36	1,36	5,00	1,36	2,82

4.4.4 Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí

Zařazení

Kritérium: Dostupnost infrastruktury

Popis indikátoru

Indikátor představuje nadbytek objemu rubaniny z výstavby podzemní části HÚ po odečtení předpokládaného objemu ukládacích míst v blízkém okolí (stávající lomy v dojezdové vzdálenosti do 25 km). Při výstavbě HÚ bude vyprodukováno velké množství vytěženého materiálu (rubaniny). Její velkou část bude sice možné použít jako kvalitní stavební materiál, ovšem případnou poptávku po tomto materiálu v době budování HÚ nelze nyní předpokládat. Proto je rubanina v této fázi příprav HÚ uvažována jako negativní externalita budování HÚ a možnost jejího uložení v blízkosti místa produkce jako výhoda dané lokality.

Hodnocené území

Území do 25 km od umístění povrchového areálu.

Kvantifikace

Identifikátor lze kvantifikovat jako objem rubaniny neuložitelné v širším okolí lokality = nadbytek rubaniny. Nadbytek rubaniny je celkový objem vytěženého materiálu (uvažováno s nakypřením), od kterého se odečítá objem uložitelné rubaniny (tj. zpětný zásyp pro hloubený objekt horké komory, resp. DuSO 04 Příprava RAO a VJP, a objem rubaniny uložitelné do lomů v blízkosti HÚ na dané lokalitě = kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě).

Výpočet lze popsat rovnicí:

$$NR_{lok} = OR_{lok} - UR_{lok} \quad (8)$$

kde

NR_{lok} nadbytek rubaniny = neuložitelná rubanina na lokalitě v m^3

OR_{lok} celkový objem rubaniny bez zpětného zásypu na lokalitě v m^3

UR_{lok} kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě = uložitelná rubanina na lokalitě v m^3

V Tab. 12 je indikátor Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí souhrnně kvantifikován pro všechny lokality. Uvedené údaje vychází ze zprávy Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v potenciálních lokalitách [4]. Objem rubaniny udává celkový objem rubaniny z ražeb podzemních děl pro vybudování HÚ a objem rubaniny pro hloubení stavební jámy pro umístění objektu Přípravy RAO a VJP (horká komora). Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě představují objem rubaniny, kterou je teoreticky možné uložit v lomech, které se nachází v blízkosti povrchového areálu (dojezdová vzdálenost do 25 km). Využitelný objem lomu je uvažován jako potenciální objem, který je možné využít zavezením lomu rubaninou (při současném stavu vytěžení) do úrovně okolního terénu. Budoucí těžba v lomu, tedy možné navýšení ukládacích kapacit není uvažováno.

V následujícím textu je popsána kvantifikace indikátoru Možnost trvalého uložení rubaniny na jednotlivých lokalitách. Vypočtené objemy rubaniny vychází ze zprávy Doplněk ke studiím umístitelnosti a proveditelnosti [4].

Březový potok

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Březový potok včetně nakypření činí 6 878 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 5 212 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že celkový objem neuložitelné rubaniny do těchto lomů, resp. nadbytek rubaniny činí 1 666 000 m³ [4].

Čertovka

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Čertovka včetně nakypření činí 5 556 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 2 250 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 3 306 000 m³ [4].

Čihadlo

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Čihadlo včetně nakypření činí 6 813 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 1 890 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 4 923 000 m³ [4].

Horka

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Horka včetně nakypření činí 7 664 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 2 040 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 5 624 000 m³ [4].

Hrádek

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Hrádek včetně nakypření činí 6 266 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 7 700 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 0 m³ a blízké lomy tudíž disponují kapacitní rezervou pro uložení cca 1 434 000 m³ rubaniny [4].

Janoch (ETE-jih)

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Janoch včetně nakypření činí 7 491 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 1 050 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 6 441 000 m³ [4].

Kraví hora

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Kraví hora včetně nakypření činí 7 364 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 2 520 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 4 844 000 m³ [4].

Magdaléna

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Magdaléna včetně nakypření činí 6 885 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do

25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 3 000 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 3 885 000 m³ [4].

Na Skalním (EDU-západ)

Celkový objem vytěžené rubaniny na lokalitě Na Skalním včetně nakypření činí 8 634 000 m³. Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě v rámci povrchových lomů dostupných do 25 km od povrchového areálu HÚ jsou v souhrnné výši 1 590 000 m³ horniny. Z toho vyplývá, že nadbytek rubaniny neuložitelný do těchto lomů činí 7 044 000 m³ [4].

Tab. 12 - Kvantifikace indikátoru Možnost trvalého uložení rubaniny

č.	Lokalita	Celkový objem rubaniny bez zpětného zásypu [m ³]	Kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě [m ³]	Nadbytek rubaniny [m ³]
1	Březový potok	6 878 000	5 212 000	1 666 000
2	Čertovka	5 556 000	2 250 000	3 306 000
3	Čihadlo	6 813 000	1 890 000	4 923 000
4	Horka	7 664 000	2 040 000	5 624 000
5	Hrádek	6 266 000	7 700 000	0
6	Janoch (ETE-jih)	7 491 000	1 050 000	6 441 000
7	Kraví hora	7 364 000	2 520 000	4 844 000
8	Magdaléna	6 885 000	3 000 000	3 885 000
9	Na Skalním (EDU-západ)	8 634 000	1 590 000	7 044 000

Hodnocení indikátoru

Hodnotící škála tohoto indikátoru může teoreticky nabývat hodnot 1 ($Y_{\min}$) až 5 ($Y_{\max}$), přičemž:

1 – bodové ohodnocení odpovídající nejnižšímu teoretickému objemu nadbytku rubaniny (neuložitelné rubaniny do lomů v blízkém okolí HÚ) v m³, tj. 0 m³

5 – bodové ohodnocení lokality s nejvyšší hodnotou nadbytku rubaniny (neuložitelné rubaniny do lomů v blízkém okolí HÚ) v m³

$$H_{NR_{lok}} = 1 + 4 \frac{NR_{lok} - NR_{TEOR.MIN}}{NR_{MAX} - NR_{TEOR.MIN}} = 1 + 4 \frac{NR_{lok}}{NR_{MAX}} \quad (9)$$

kde

NR_{lok} nadbytek rubaniny = objem rubaniny neuložitelné v blízkém okolí do lomů na lokalitě

$NR_{TEOR.MIN}$ teoreticky nejnižší hodnota nadbytku rubaniny na lokalitách, tj. 0 m³

NR_{MAX} maximální hodnota objemu nadbytku rubaniny na lokalitách

Tímto výpočtem lze bodově zhodnotit každou lokalitu zvlášť. Bodové hodnocení všech devíti lokalit je přehledně uvedeno v Tab. 13.

Tab. 13 - Hodnocení indikátoru Možnost trvalého uložení rubaniny

Indikátor	Hodnocení indikátoru								
	BP	ČE	ČI	HO	HR	ETE-J	KH	MA	EDU-Z
Možnost trvalého uložení rubaniny	1,95	2,88	3,80	4,19	1,00	4,66	3,75	3,21	5,00

5 Popis nejistot projektového řešení promítajících se do hodnocení

Nejistotami projektového řešení promítajícího se do hodnocení lokalit se rozumí nejistoty, které zahrnuje zpracování doplňující zprávy ke studiím umístitelnosti [4], ale rovněž studie umístitelnosti [5] až [11] a proveditelnosti [12] a [13]. Nejistoty do nich vstupují ve formě podkladů, přijatých předpokladů a odborných odhadů a mohou mít vliv na hodnocení lokalit. O globálních nejistotách projektového řešení pojednávají studie umístitelnosti (Čihadlo [5], Magdaléna [6], Kraví hora [7], Čertovka [8], Hrádek [9], Horka [10] a Březový potok [11]).

Následující kapitoly se zaměřují především na nejistoty vstupující do hodnocení lokalit a jsou rozděleny do oborově oddělitelných oblastí.

5.1 Povrchový areál

Technické řešení povrchového areálu a jeho objektová skladba vycházejí z aktualizace referenčního projektu HÚ [24]. Přestože nebyla v rámci podkladových studií provedena kompletní aktualizace objektové skladby PA, lze konstatovat, že na vyhodnocení vhodnosti lokalit nemá tato skutečnost prakticky žádný vliv. Předpokládaná objektová skladba je až na drobné rozdíly pro všechny lokality stejná.

V současné fázi projektových příprav však není známo, jak bude rubanina dále využívána ve vztahu k vlastnímu HÚ, zejména k jeho uzavírání, tedy zda bude nutné zřizovat dočasné (ale dlouhodobé) deponie rubaniny v blízkosti PA. Alternativou je využití rubaniny ke stavebním účelům či její trvalé uložení (lomů v blízkém okolí, tj. dopravní vzdálenost do 25 km). Do současného vyhodnocení vhodnosti lokalit tak vstupují celkové objemy rubaniny a rovněž potenciální rezervy ukládacích míst v blízkosti jednotlivých PA, což lze považovat za v danou chvíli nutný, avšak značně zjednodušující přístup k jinak komplexní problematice. V této fázi projektu nebylo s majiteli lomů vedeno bližší jednání o možném uložení rubaniny. Indikátor vypovídá v této chvíli o aktuálním potenciálu daných území, který se v čase může lišit.

5.2 Podzemní část

Technické řešení podzemního areálu a jeho objektová skladba částečně vycházejí z referenčního projektu HÚ [24]. V rámci podkladových studií [5] až [11] byla provedena aktualizace objektové skladby podzemní části. Přesto technické řešení podzemní části HÚ je nadále zatíženo poměrně značnými nejistotami. Ty jsou podrobně popsány v kap. 8 ve studiích umístitelnosti [5] až [11] a v předběžné studii proveditelnosti [12], [13]. Závěry uvedené v těchto zprávách jsou z hlediska nejistot řešení podzemní části platné i pro potřeby této zprávy a mohou se potenciálně odrážet i v nejistotách hodnocení lokalit. Je nutné konstatovat, že technicko-dispoziční řešení podzemní části je významně ovlivněno především geologickými a hydrogeologickými okrajovými podmínkami, viz kap. 5.4. Nejistoty charakteru technického řešení se v hodnocení promítají především v indikátoru Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkosti HÚ, kam vstupují jako objem vytěžené rubaniny. Pokud by ovšem došlo zejména ke změně způsobu ukládání, ale také preferovaného způsobu ražby, technologického postupu ražby a výstavby, nebo jiných provozně-technologických nároků, bude mít tato změna pravděpodobně přímý vliv na indikátory Využitelnost horninových bloků, Fragmentace podzemní části HÚ i Možnost uložení rubaniny v blízkém okolí.

5.3 Ukládání a transport VJP a RAO

Způsob ukládání VJP

Hodnocení projektového řešení vychází z aktualizace plošné lokalizace ukládacích sekcí v polygonech definovaných z výstupů geofyzikálního průzkumu. Tato aktualizace byla vypracována jako doplňující zpráva [4] ke studiím umístitelnosti zpracovaným pro 7 potenciálních lokalit (Čihadlo [5], Magdaléna [6], Kraví hora [7], Čertovka [8], Hrádek [9], Horka [10] a Březový potok [11]) a předběžných studií proveditelnosti pro 2 potenciální lokality (Na Skalním [12], Janoch [13]). Preferovaným způsobem ukládání VJP je v současné době varianta vertikálního ukládání. Doplňující zpráva [4] z tohoto důvodu pracuje pouze s tímto způsobem ukládání VJP.

I když ve studiích umístitelnosti je zpracováno projektové řešení vertikálního i horizontálního způsobu ukládání VJP, je nutno podotknout, že případná změna preferovaného způsobu by měla zásadní vliv na hodnocení projektových kritérií (Využitelnost horninových bloků, Fragmentace využitelného území a Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí).

Samotný způsob ukládání VJP v sobě nese také nejistoty technologické, které mohou ovlivnit stavební požadavky na velikost a tvar přístupových a zavážecích chodeb a komor. Dá se předpokládat, že tento vliv bude ale na všech lokalitách obdobný, tudíž se neprojeví změnou vzájemného vztahu mezi lokalitami.

5.4 Geologie, hydrogeologie

Geologie

Geologické modely a charakteristické parametry horninového prostředí jsou zatíženy poměrně vysokými nejistotami. Tyto nejistoty přímo či nepřímo ovlivňují všechny indikátory hodnocené v této zprávě, zejména však indikátor Využití horninových bloků, Fragmentace území a Fragmentace podzemní části HÚ. Při popisu vlivu nejistot na hodnocení lokalit se proto soustředíme právě na nejistoty, které mají potenciál měnit hodnoty těchto tří indikátorů. Nutno podotknout, že jsou to především vstupní parametry výše vyjmenovaných indikátorů, které jsou zatíženy vyšší mírou nejistoty, nikoliv nejistoty samotného projektového řešení podzemní části hlubinného úložiště. Nejistoty týkající se geologie lze rozdělit do níže uvedených oblastí:

3D geologické modely - níže uvedené body shrnují zjednodušení promítnutá do projektového řešení. Zjednodušení společně tvoří kumulaci nejistot tohoto zásadního aspektu řešení podzemí HÚ:

- zlomové systémy – orientace zlomových struktur byla při tvorbě geologických modelů uvažována zjednodušeně, často jako svislý průmět na ukládací horizont. Tento předpoklad má přímý dopad na vymezení hranic HB, které se odvíjejí od klíčových zlomových struktur. S ohledem na možné polohy zlomových struktur 3. kategorie je v projektovém řešení globálně uvažována 20 % rezerva na využití HB. O charakteru zlomových systémů v hloubce 500 m pod povrchem jsou dostupné znalosti prakticky nulové, proto je tento postup při současné hloubce poznání správný, ale nese s sebou vysokou míru nejistoty;
- absence vrtného průzkumu – v oblastech homogenních horninových bloků nejsou pro hloubkovou úroveň plánovaného úložiště cca 500 m pod povrchem k dispozici žádná přímá data. Dá se částečně vycházet pouze z interpretace geofyzikálních dat.

Parametry horninového prostředí (mechanické, technologické, tepelné) - níže uvedené body shrnují zjednodušení promítnutá do projektového řešení:

- výchozy – vzorky pro laboratorní vyhodnocení parametrů horninového prostředí byly odebírány z povrchových výchozů;
- počet vzorků – zjištěné parametry horninového prostředí byly stanoveny laboratorně ze značně omezeného množství vzorků;
- teplotnické předpoklady – viz dále kap. 5.5;
- parametry ovlivňující ražbu podzemních prostor, diskontinuity – hustota a orientace, výplň a abrazivita – nedostatek kvantitativních údajů, které by činily rozdíly mezi lokalitami a umožňovaly tak jejich zohlednění v hodnocení.

Podrobněji se nejistotami ve vyjmenovaných oblastech a nad rámec hodnocení potenciálních lokalit věnuje kap. 8 ve studiích umístitelnosti [5] až [11] a v [13].

Hydrogeologie

Znalost hydrogeologického prostředí z hlediska hodnocení projektových kritérií je nedostatečná. Charakter zvodnění, hydrostatický tlak, či chemické složení podzemní vody mohou mít v budoucnu vliv na hodnocení předmětné lokality. Při současné míře poznání ovšem nelze potenciální lokality v tomto směru rozlišit.

Hydrogeologické prostředí je ovšem charakterizováno v rámci kritéria Charakteristika proudění vody v okolí úložiště a transportní charakteristiky a kritéria Identifikace a umístění drenážních bází. Vliv, resp. dopad hlubinného úložiště na povrchové vody a vodní zdroje je hodnocen v rámci kritéria Vliv na povrchové vody a vodní zdroje.

Podrobněji se nejistotami ve vyjmenovaných oblastech a nad rámec hodnocení potenciálních lokalit věnuje kap. 8 ve studiích umístitelnosti [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] a v [13].

5.5 Teplotnické předpoklady

Objemová tepelná kapacita je termofyzikální vlastností, která ovlivňuje výpočty roztečí ze všech termofyzikálních kritérií nejméně. Citlivostní analýzy prováděné v rámci [46] ukázaly, že při konstantním součiniteli tepelné vodivosti a změnách objemové tepelné kapacity v rozsahu studovaných lokalit (1,829 MJ/m³K až 2,120 MJ/m³K) se i tato maximální změna projeví na roztečích v řádu max. 0,25 m.

Součinitel tepelné vodivosti je klíčovou termofyzikální vlastností ovlivňující jak velikost roztečí mezi UOS, tak celý vývoj teplotního pole v průběhu sledovaného časového období. I jeho drobná změna v řádu desetin W/mK má podstatný vliv na rozteče mezi UOS a je možno pozorovat její vliv rovněž na celé teplotní pole. Vzhledem k této citlivosti a faktu, že jde o termofyzikální vlastnost silně svázanou ve své hodnotě i směrovosti s nehomogenními vlastnostmi HB je nezbytné tuto termofyzikální veličinu i její vliv nadále podrobně zkoumat a určovat jak teoreticky, tak experimentálně.

Počáteční teplota HB je ihned po součiniteli tepelné vodivosti nejdůležitějším kritériem. Její význam a vliv na rozteče UOS či uložitelnost UOS bez prodloužení doby skladování je však silně svázan se součinitelem tepelné vodivosti a nelze jej proto jednoduše ocenit. Na lokalitách s podprůměrným součinitelem tepelné vodivosti (menším než cca 2,4 W/mK), kde by bylo při uvažování počáteční teploty 25 °C nutné navrhovat prodloužení doby skladování VJP nad 65 let, vede snížení počáteční teploty o 1-3 °C k možnosti uložení bez takového procesu, tj. se

standardní dobou skladování. V lokalitách s průměrným a mírně nadprůměrným součinitelem tepelné vodivosti vede malé snížení počáteční teploty HB k výraznému zmenšení roztečí mezi UOS. S rostoucím součinitelem tepelné vodivosti význam počáteční teploty klesá a u lokalit s nejvyšším součinitelem tepelné vodivosti (okolo 3 W/mK a více) nemá snížení počáteční teploty na rozteče UOS téměř žádný praktický vliv, neboť dojde k jejich zmenšení pod hodnotu, která byla zvolena jako technologické minimum nutné např. pro vrtání či zavážecí proces.

Případné zvýšení počáteční teploty nad uvažovaných 25 °C má samozřejmě efekt opačný. Význam počáteční teploty na maximální teploty v HB a teplotní pole v delším časovém horizontu po uložení je výrazně menší než u součinitele tepelné vodivosti. Výhodou při měření a stanovení této veličiny na lokalitách je skutečnost, že bude na každé lokalitě vždy cca konstantní, bez výrazných prostorových nehomogenit a současně jde o veličinu snadno měřitelnou. Protože v průběhu zpracování projektového řešení, resp. provádění tepelně-technických výpočtů, nebyly známy teploty na ukládacím horizontu na jednotlivých lokalitách a byla použita konzervativní hodnota 25 °C pro všechny lokality stejná, nebyla tato vlastnost do hodnocení zahrnuta.

Vliv koeficientu tepelné roztažnosti nebyl při doposud prováděných analýzách studován. Jeho ocenění bude možné až v rámci tepelně-mechanické analýzy HB, neboť jeho velikost ovlivní spolu s teplotním polem napětí v HB a jeho deformaci (objemový růst, pohyb povrchu nad úložištěm apod.). I bez výpočtového ověření lze však predikovat, že nižší koeficient teplotní roztažnosti povede k menším změnám napětí a menším deformacím a je tedy výhodnější.

Je zapotřebí zmínit, že vliv uvedených parametrů byl posuzován za předpokládaných a zadaných vstupních podmínek celého projektu, které jsou mnohdy zjednodušovány a odhadovány, protože za současného stavu vývoje HÚ v ČR nejsou přesněji známy. Jde zejména o termofyzikální vlastnosti bentonitu a rozhraní mezi HB a bentonitem (a jejich časové změny) a rovněž schopnost vnitřních částí UOS odvádět teplo z palivových souborů na celý povrch UOS. Uvedené parametry výrazně ovlivňují maximální povolenou teplotu HB, a tedy i dosažené výsledky.

6 Závěr

Zpracovaná závěrečná zpráva obsahuje metodiku hodnocení a samotný postup hodnocení jednotlivých lokalit podle klíčových kritérií a indikátorů z hlediska technické proveditelnosti HÚ. Slouží jako jeden z pokladů pro následné souhrnné (celkové) vyhodnocení lokalit pro umístění HÚ a zúžení jejich počtu pro práce v navazující etapě přípravy HÚ. Metodika hodnocení je zpracována tak, aby její zásady byly využitelné i v dalších fázích procesu přípravy HÚ.

Hodnocení lokalit v rámci této závěrečné zprávy vychází z výše uvedených předpokladů a podkladů, kterými je zejména Doplnující zpráva ke studiím umístitelnosti a proveditelnosti [4], samotné studie umístitelnosti HÚ na lokalitách [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11] a Předběžné studie proveditelnosti [12], [13] zpracované na posuzovaných lokalitách.

Výstupem je zhodnocení, zda jsou nebo nejsou na lokalitách naplněna vylučující kritéria pro umístění HÚ dle metodického pokynu MP.22 [2] a také hodnocení lokalit podle klíčových projektových kritérií stanovených v Metodice zúžení počtu lokalit pro hlubinné úložiště v ČR v letech 2019-2020 [1]. Tato metodika vychází rovněž z MP.22 [2].

Pro hodnocení lokalit podle projektových kritérií byla tato kritéria rozdělena na zpřesňující indikátory hodnocení. Tyto indikátory byly nejprve na základě vstupních údajů [4] kvantifikovány a posléze dle popsané metodiky hodnoceny na bodové škále od 1 do 5. Číslo 1 vyjadřuje nejpříznivější možnou hodnotu daného indikátoru, případně 5 nejpříznivější možnou hodnotu. Toto hodnocení je konečným podkladem za technickou proveditelnost pro celkové hodnocení lokalit napříč všemi klíčovými kritérii a určení jejich pořadí dle vhodnosti umístění HÚ v současné fázi hodnocení lokalit.

Ve zprávě jsou popsány též nejistoty hodnocení lokalit. Je nutné mít na paměti, že zpracované hodnocení lokalit odráží doposud známé informace.

7 Reference

- [1] VONDROVIC, L. et al., Metodika zúžení počtu lokalit pro hlubinné úložiště v ČR v letech 2019-2020. TZ 423/2019, Praha: SÚRAO, 2019.
- [2] Metodický pokyn SÚRAO MP.22, Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště, Praha: SÚRAO, 2017.
- [3] Zákon č. 263/2016 Sb. Atomový zákon, ČR, 2016.
- [4] ZAHRADNÍK, O. et al., Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v kandidátních lokalitách. TZ 442/2019, Praha: SÚRAO, 2020.
- [5] BUREŠ, P. et al., Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Čihadlo. TZ 140/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [6] BUREŠ, P. et al., Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Magdaléna. TZ 142/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [7] ŠPINKA, O. et al., Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Kraví hora. TZ 136/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [8] BUREŠ, P. et al., Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Čertovka. TZ 141/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [9] ŠPINKA, O. a kol., Studie umístitelnosti v lokalitě Hrádek. TZ 138/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [10] BUREŠ, P. a kol., Studie umístitelnosti v lokalitě Horka. TZ 137/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [11] ŠPINKA, O. et al., Studie umístitelnosti v lokalitě Březový potok. TU 139/2017, Praha: Společnost „ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ“, 2018.
- [12] FIEDLER, F. et al., Předběžná studie proveditelnosti HÚ v lokalitě Na Skalném. TZ 219/2018, Praha: ÚJV Řež, a.s., Divize ENERGOPROJEKT PRAHA, 2018.
- [13] NAVRÁTILOVÁ, V. et al., Předběžná studie proveditelnosti - lokalita ETE-JIH. TZ 222/2018, Praha: Aquatest a.s., Geotechnika a.s., Valbek, spol. s r.o., 2018.
- [14] PERTOLDOVÁ, J. et al., Aktualizace lokalizace perspektivních území pro geologické charakterizační práce a perspektivních území pro projektové práce HÚ. Důvodová zpráva. TZ 446/2020, MS SÚRAO, 2020.
- [15] GRÜNWARD, L. et al., Optimalizace podzemních částí HÚ referenčního projektu. TZ 134/2017, Praha: SÚRAO, 2018.
- [16] FIEDLER, F. et al., Lokalita Čihadlo - Lodhéřov. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGPI INVEST, spol. s r. o., 2012.
- [17] FIEDLER, F. et al., Lokalita Magdaléna - Božejovice. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGP INVEST, spol. s r. o., 2012.

- [18] FIEDLER, F. et al., Lokalita Kraví hora. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGP INVEST, spol. s r. o., 2011.
- [19] FIEDLER, F. et al., Lokalita Čertovka - Blatno. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGPI INVEST, spol. s r. o., 2012.
- [20] FIEDLER, F. et al., Lokalita Hrádek - Rohozná. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGPI INVEST, spol. s r. o., 2012.
- [21] FIEDLER, F. et al., Lokalita Horka - Budišov. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGPI INVEST, spol. s r. o., 2012.
- [22] FIEDLER, F. et al., Lokalita Březový potok - Pačejov. Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště. Studie, Uherský Brod: EGPI INVEST, spol. s r. o., 2012.
- [23] HOLUB, J. et al., Referenční projekt povrchových i podzemních systémů HÚ v hostitelském prostředí granitových hornin v dohodnuté skladbě úvodního projektu a hloubce projektové studie, Praha: EGP Invest, spol. s r. o., 1999.
- [24] POSPÍŠKOVÁ, I. et al., Aktualizace referenčního projektu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů v hypotetické lokalitě, Praha: ÚJV Řež a.s. divize Energoprojekt, 2011.
- [25] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Březový potok. TZ 447/2020, SÚRAO, 2020.
- [26] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Čertovka. TZ 448/2020, SÚRAO, 2020.
- [27] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Čihadlo. TZ 449/2020, SÚRAO, 2020.
- [28] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Horka. TZ 452/2020, SÚRAO, 2020.
- [29] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Hrádek. TZ 453/2020, SÚRAO, 2020.
- [30] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita ETE-JIH. TZ 451/2020, SÚRAO, 2020.
- [31] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Kraví hora. TZ 454/2020, SÚRAO, 2020.
- [32] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita Magdaléna. TZ 455/2020, SÚRAO, 2020.
- [33] HAVLOVÁ, V. et al., Hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti - lokalita EDU-ZÁPAD. TZ 450/2020, SÚRAO, 2020.
- [34] RIEKKOLA, R. et al., „Controlling of Disturbances due to Groundwater Inflow into ONKALO and deep Repository,“ 10 2003. [Online]. Available: http://www.posiva.fi/files/2224/POSIVA-2003-46_Working-report_web.pdf. [Přístup získán 15 1 2020].

- [35] Vyhláška SÚJB č. 378/2016 o umístění jaderného zařízení, ČR, 2016.
- [36] AUE, M. , Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Březový potok. TZ 153/2017, Česká geologická služba, 2018.
- [37] MALÍK, J., Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Čertovka. TZ 155/2017, Česká geologická služba, 2018.
- [38] NOVOTNÝ, J., Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Čihadlo. TZ 152/2017, Česká geologická služba, 2018.
- [39] BEDNARIK, M. et al., Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Horka. TZ 151/2017, Univerzita Komenského v Bratislave, Přírodovedecká fakulta, Katedra inžinierskej geológie, INGIS, s.r.o., 2018.
- [40] ROUT, J. et al., Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Hrádek. TZ 152/2017, Přírodovědecká fakulta UK Praha, 2018.
- [41] NAVRÁTILOVÁ, V. et. al., Zpráva o provedení geologicko-výzkumných prací na lokalitě ETE-JIH. TZ 126/2017, SÚRAO, 2017.
- [42] POSPÍŠIL, P. et al., Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Kraví hora. TZ 150/2017, Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2018.
- [43] SCHRÖFEL, J. et al., Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 - lokalita Magdaléna. TZ 156/2017, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2018.
- [44] HANŽL, P. et. al., Zpráva o provedení geologicko-výzkumných prací na lokalitě EDU-ZÁPAD. TZ 116/2017, SÚRAO, 2017.
- [45] VONDROVIC, L. et al., Výběr potenciálních lokalit hlubinného úložiště v ČR pro navazující etapu prací po roce 2020. TZ 465/2020, Praha: SÚRAO, 2020.
- [46] KOBYLKA, D., Inventarizace zdrojového členu a jeho charakteristiky - Optimalizace vzájemné vzdálenosti ÚOS. TZ 135/2017, Praha: Společnost "ČVUT-SATRA-Mott MacDonald CZ", 2019.

Příloha 1

Přehledná tabulka testu vylučujících projektových kritérií

Kritérium	Popis	Test naplnění kritéria	Naplnění kritéria								
			ČIHADLO	MAGDALÉNA	KRAVÍ HORA	ČERTOVKA	HRÁDEK	HORKA	BŘEZOVÝ POTOK	NA SKALNÍM	JANOCH
Velikost využitelného horninového masivu	Nedostatečné rozměry pro uložení předpokládaného množství VJP v 1 ukládacím horizontu	ANO/NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Hydrogeologické poměry	Velmi nepříznivé hydrogeologické poměry pro umístění hlubinného úložiště mohou vést k vyloučení některých částí úložiště, zpravidla však je možno nepříznivé podmínky napravit technickým či administrativním opatřením. Předběžným kritériem je hodnota toku vody do ukládacího vrtu 0,1 l/min, do ukládacího tunelu 0,25 l/min)	ANO/NE	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹	DATA NEJSOU K DISPOZICI ¹
Zajištění stability staveb	Podle § 9 SÚJB [35] Výskyt vulkanických hornin pliocenního až holocenního stáří nebo projevů postvulkanické činnosti	ANO/NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	jevů dle odstavce 2 písm. c) 1. na pozemku jaderného zařízení, nebo 2. mimo pozemek jaderného zařízení, hrozí-li propad nebo deformace povrchu území k umístění jaderného zařízení s vlivem na jadernou bezpečnost	ANO/NE	NE	NE	NE ²	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	c) svahových pohybů snižujících jadernou bezpečnost, nebo	ANO/NE	NE ³	NE ³	NE ³	NE ³	NE ³	NE ³	NE ³	NE ³	NE ³
	d) přetrvávajících nevhodných vlastností základových půd, a to 1. nevhodnosti základových půd pro zakládání objektů důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti, pokud průměrná rychlost příčných vln v základové půdě je nižší než 360 m/s,	ANO/NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	2. výskytu základové půdy s únosností nižší než 0,2 MPa,	ANO/NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Kritérium	Popis	Test naplnění kritéria	Naplnění kritéria								
			ČIHADLO	MAGDALÉNA	KRAVÍ HORA	ČERTOVKA	HRÁDEK	HORKA	BŘEZOVÝ POTOK	NA SKALNÍM	JANOCH
Množství a složitost střetů zájmů	Charakteristikou kolize s ochranným nebo bezpečnostním pásmem, při jejímž dosažení je umístění pozemku jaderného zařízení zakázáno, je zasahování pozemku jaderného zařízení do ochranného pásma podle vyhlášky SÚJB č. 378/2016, § 15 odstavce 1 písm. a)	ANO/NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	a b).	ANO/NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

¹ Údaje pro hodnocení tohoto vylučujícího kritéria při současné míře poznání nejsou k dispozici. Obecné předpoklady o vývoji propustnosti v masivu tvořeném horninami krystalinika a moldanubika však spíše vedou k odbornému názoru, že: požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno. Viz kap.2.1.2.

² Lokalita Kraví hora není na základě posuzovaného kritéria vyloučena, ale zjištěné informace o posuzované vlastnosti indikují možné problémy s jeho prokázáním – viz příslušný odstavec popisující posouzení vylučujícího kritéria Zajištění stability staveb u lokality Kraví hora v kap. 2.1.

³ Na lokalitách nejsou zaznamenány svahové pohyby ohrožující bezpečnost provozu jaderného zařízení (hlubinné úložiště). Reliéf terénu je však částečně postižen mladými cykly zpětné eroze se svahovými deformacemi, které jsou zohledněny příslušným indikátorem v hodnocení dlouhodobé bezpečnosti (citace zpráv). Procentuální podíl takto postiženého reliéfu, jakožto porovnávacího indikátoru je kvantifikován pro jednotlivé lokality v příslušných odstavcích popisujících posouzení vylučujícího kritéria Zajištění stability staveb v kap. 2.1.

Příloha 2

Tabulka kvantifikace jednotlivých indikátorů na lokalitách

č.	Lokalita	Využití HB -poměr [%]	Fragmentace území -počet [ks]	Fragmentace HÚ -počet [ks]	Možnost trvalého uložení rubaniny -objem [m ³]
1	Březový potok	24,93	4	2	1 666 000
2	Čertovka	16,25	5	1	3 306 000
3	Čihadlo	15,23	3	1	4 923 000
4	Horka	17,54	6	2	5 624 000
5	Hrádek	27,08	2	2	0
6	Janoch (ETE-jih)	23,95	4	2	6 441 000
7	Kraví hora	65,70	8	12	4 844 000
8	Magdaléna	42,33	4	2	3 885 000
9	Na Skalním (EDU-západ)	32,67	9	6	7 044 000

Tabulka hodnocení jednotlivých indikátorů na lokalitách

č.	Lokalita	Využití HB -bodové hodnocení (1-5)	Fragmentace území -bodové hodnocení (1-5)	Fragmentace HÚ -bodové hodnocení (1-5)	Možnost trvalého uložení rubaniny -bodové hodnocení (1-5)
1	Březový potok	1,46	2,50	1,36	1,95
2	Čertovka	1,05	3,00	1,00	2,88
3	Čihadlo	1,00	2,00	1,00	3,80
4	Horka	1,11	3,50	1,36	4,19
5	Hrádek	1,56	1,50	1,36	1,00
6	Janoch (ETE-jih)	1,41	2,50	1,36	4,66
7	Kraví hora	3,38	4,50	5,00	3,75
8	Magdaléna	2,28	2,50	1,36	3,21
9	Na Skalním (EDU-západ)	1,82	5,00	2,82	5,00



SÚRAO

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH
ODPADŮ

NAŠE
BEZPEČNÁ
BUDOUCNOST

info@surao.cz | www.surao.cz