

# Konkretizace kritérií a indikátorů pro účely porovnání potenciálních lokalit HÚ

Autoři: Václava Havlová a kolektiv

Praha, duben 2020



**NÁZEV ZPRÁVY:** Konkretizace kritérií a indikátorů pro účely porovnání potenciálních lokalit HÚ

**NÁZEV PROJEKTU:** Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště

**IDENTIFIKACE V RÁMCI PROJEKTU:**

Průběžná zpráva

**ČÍSLO SMLOUVY:** SO2014-061 (4.1.7.5 / č.j. ESS: SURAO-2019-3183)

Bibliografický zápis:

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., UHLÍK J., MILICKÝ M., GVOŽDÍK L., BUTOVIČ A., ZAHRADNÍK O., LAHODOVÁ Z., KRAJÍČEK L. (2020): Konkretizace kritérií a indikátorů pro účely porovnání potenciálních lokalit HÚ. - MS SURAO. TZ XX/2020, Praha.

**ŘEŠITELÉ:**

ÚJV Řež, a.s.<sup>1</sup>, Česká geologická služba<sup>2</sup>, PROGEO, s.r.o.<sup>3</sup>, SATRA a.s.<sup>4</sup>, Mott MacDonald spol. s.r.o.<sup>5</sup>, SURAO<sup>6</sup>, Atelier T-Plan s.r.o.<sup>7</sup>

**AUTORSKÝ KOLEKTIV:** Havlová V.<sup>1</sup>, Pertoldová J.<sup>2</sup>, Hroch T.<sup>2</sup>, Štědrá V.<sup>2</sup>, Uhlík J.<sup>3</sup>, Milický M.<sup>3</sup>, Gvoždík L.<sup>3</sup>, Butovič A.<sup>4</sup>, Zahradník O.<sup>5</sup>, Lahodová Z.<sup>6</sup>, Krajíček L.<sup>7</sup>

Lukáš Vondrovic (SÚRAO)

15.4.2020

Václava Havlová (ÚJV Řež, a.s.)

15.4.2020

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vstupní předpoklady hodnocení</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Výběr klíčových kritérií a indikátorů</b> .....	<b>8</b>
3.1	Kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017) .....	9
3.2	Kritéria MP.22 (Vokál et al. 2017) neaplikovaná pro účely vzájemného porovnání lokalit v etapě hodnocení 2019-2020 .....	18
3.2.1	Projektová kritéria .....	18
3.2.2	Geologické charakteristiky .....	21
3.2.3	Hydraulické charakteristiky.....	21
3.2.4	Transportní charakteristiky .....	22
3.2.5	Stabilita lokality .....	23
3.2.6	Charakteristiky lokality, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka.....	23
3.2.7	Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér 24	
3.2.8	Přírodní jevy.....	27
3.2.9	Jevy vyvolané člověkem.....	28
3.2.10	Faktory ovlivňující zvládání mimořádných situací .....	29
3.2.11	Environmentální kritéria.....	30
3.3	Klíčová kritéria pro účely porovnání lokalit, jejich zdůvodnění a konkretizace.....	32
3.3.1	Kritérium K1 Velikost využitelného horninového masivu.....	32
3.3.2	Kritérium K2 Dostupnost infrastruktury .....	38
3.3.3	Kritérium K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků.....	40
3.3.4	Kritérium K4 Variabilita geologických vlastností.....	42
3.3.5	Kritérium K5 Charakteristika proudění vody v okolí úložiště a transportní charakteristiky.....	43
3.3.6	Kritérium K6 Identifikace a umístění drenážních bází.....	47
3.3.7	Kritérium K7 Seismická a geodynamická stabilita.....	49
3.3.8	Kritérium K8 Charakteristiky lokality, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka .....	51
3.3.9	Kritérium K9 Jevy ovlivňující šíření radioaktivní látky.....	52
3.3.10	Kritérium K10 Vlivy na povrchové vody a vodní zdroje .....	54
3.3.11	Kritérium K11 Vlivy na ochranu přírody a krajiny .....	57
3.3.12	Kritérium K12 Vlivy na zemědělský půdní fond a pozemky určené k plnění funkcí lesa	61

3.3.13	Kritérium K13 Vlivy na obyvatelstvo, hmotný majetek a ochranu památek .....	62
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>65</b>

## Seznam použitých zkratk:

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
BK	biokoridor
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydro-meteorologický ústav
ČR	Česká republika
DFN	Discrete Fracture Network (diskrétní puklinová síť)
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
EdZ	Excavation Disturbed Zone (zóna ovlivnění výrubem)
EDZ	Excavation Damaged Zone (zóna poškození výrubem)
EIA	Environmental Impact Assessment (posouzení vlivu na životní prostředí)
ETE	Jaderná elektrárna Temelín
EPM	Equivalent Porous Medium (ekvivalentní pórové kontinuum)
EU	Evropská unie
EVL	evropsky významná lokalita
HB	homogenní blok
HRA	hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment)
HÚ	hlubinné úložiště
CHKO	chráněná krajinná oblast
CHLÚ	chráněné ložiskové území
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii (MAAE)
IB	inženýrské bariery
JE	jaderná elektrárna
LO	lesy zvláštního určení (§ 7 zák. č. 289/1995 Sb., Zákon o lesích)
LZU	lesy zvláštního určení (§ 8 zák. č. 289/1995 Sb., Zákon o lesích)
MK	migrační koridor
MP	metodický pokyn (SÚRAO)
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MVÚ	migračně významné území
MZe	Ministerstvo zemědělství
MZV	Ministerstvo zahraničních věcí
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NP	národní park
NPP	národní přírodní památka

NPR	národní přírodní rezervace
OP	ochranné pásmo
ORP	obec s rozšířenou působností
OS	obalový soubor
PA	povrchový areál
PO	ptačí oblast
PP	přírodní památka
PR	přírodní rezervace
PÚPFL	pozemky určené k plnění funkcí lesa
PÚPP	Perspektivní území pro projektové práce
PUR	Politika územního rozvoje
RAO	radioaktivní odpad(y)
Sb.	sbírka
SSG	doporučení specifické bezpečnosti IAEA
SSR	specifické bezpečnostní požadavky IAEA
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TGM	Tomáš Garrigue Masaryk
UNESCO	Organizace OSN pro výchovu, vědu a kulturu ( <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> ),
ÚAP	územně analytické podklady
UOS	ukládací obalový soubor
URS	obecně používaný ceník stavebních prací společnosti URS a.s.
ÚSES	územní systém ekologické stability
VAO	vysokoaktivní odpad
VJP	vyhořelé jaderné palivo
VKP	významný krajinný prvek
Vyhl.	vyhláška
ZCHÚ	zvláště chráněná území
ZOPK	Zákon o ochraně přírody a krajiny
ZUPA	zájmové území povrchového areálu hlubinného úložiště
ZUR	Zásady územního rozvoje
ZPF	zemědělský půdní fond
ŽP	životní prostředí





## Abstrakt

Účelem této zprávy je konkretizovat, zdůvodnit použití a shrnout výběr klíčových kritérií do úrovně indikátorů pro porovnání potenciálních lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Uveden je celkový přehled kritérií dle metodického pokynu MP.22 (Vokál et al. 2017) a je zdůvodněno, proč pro vzájemné porovnání lokalit budou použita jen vybraná klíčová kritéria.

V úvodní části zprávy je nastaven kontext a výchozí předpoklady výběru kritérií pro porovnání potenciálních lokalit pro umístění HÚ za předpokladu, že lokalita nevykazuje vlastnosti, které by ji na základě daných legislativních předpisů ČR vylučovaly (vylučující kritéria). Zúžení počtu lokalit je provedeno na základě porovnání klíčových kritérií (charakteristik), které ovlivňují projektové řešení, dlouhodobou a provozní bezpečnost, životní prostředí a obyvatelstvo. Předpokladem je, že jednotlivá kritéria (charakteristiky) je možno stanovit/odhadnout ze současných poznatků, přičemž tyto charakteristiky umožňují lokality rozlišit a současně navzájem nekorelují.

Popis kritérií (charakteristik) je ve zprávě rozdělen do dvou částí. První je věnována kritériím, která nebyla pro rozlišení lokalit uplatněna, druhá podrobně popisuje kritéria, na jejichž základě je počet kandidátních lokalit pro situování hlubinného úložiště v roce 2020 zúžen na čtyři.

## Klíčová slova

Hlubinné úložiště, výběr lokalit, kritéria, indikátory

## Abstract

The aim of this report is to summarize the process of selecting the key criteria for comparing potential sites for nuclear installation in order to narrow the number of candidate sites in 2020 and justify their use. The report provides an overview of the criteria according to methodological guideline MP.22 (Vokál et al. 2017) and explains why only the key selected criteria were used from the total list of criteria. Including quantification and scope of evaluation. The first part of the report sets the context and initial assumptions for the selection of criteria for comparison of potential sites for the location of DGR, provided that the site meets the requirements of the exclusion criteria given by the Czech legislation. Sites are compared based on characteristics that affect design, long-term and operational safety, and the environment and population. The assumption is that these are characteristics that can be estimated / estimated from current knowledge, as well as characteristics in which locations differ based on the evaluation of available information. Another assumption is that these characteristics do not correlate with each other (for example, they are not based on the recalculation of the same basic information). The selection of these criteria (characteristics) is described within two parts, the first section is dedicated to criteria that have not been applied within the site evaluation; the second section is dedicated to the key criteria that will be further used to the process of site comparison in the site number reduction process.

## Keywords

Deep geological repository, site selection, criteria, indicators

# 1 Úvod

Tato zpráva byla zpracována v rámci projektu SÚRAO „Výzkumná podpora bezpečnostního hodnocení hlubinného úložiště“, který je součástí přípravy hlubinného úložiště radioaktivních odpadů (dále jen HÚ). Cílem projektu je získat vybraná data, modely, argumenty a další informace potřebné pro zhodnocení potenciálních lokalit pro umístění HÚ z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Na základě veřejného zadávacího řízení byla v červenci 2014 uzavřena čtyřletá smlouva s ÚJV Řež, a. s. a jeho subdodavateli: Českou geologickou službou, ČVUT v Praze, Technickou univerzitou v Liberci, Ústavem geoniky AV ČR, a společnostmi SG Geotechnika a. s., Progeo, s. r. o. a Chemcomex Praha a. s. a Centrem výzkumu Řež s. r. o. o poskytování výzkumné podpory hodnocení dlouhodobé bezpečnosti v následujících oblastech:

- (i) Chování VJP a forem RAO, nepřijatelných do přípovrchových úložišť, v prostředí hlubinného úložiště;
- (ii) Chování ukládacích obalových souborů (UOS) VJP a RAO v prostředí hlubinného úložiště;
- (iii) Chování tlumících, výplňových a dalších konstrukčních materiálů v prostředí hlubinného úložiště;
- (iv) Řešení úložných vrtů a jejich vliv na vlastnosti obklopujícího horninového prostředí;
- (v) Chování horninového prostředí;
- (vi) Transport radionuklidů z úložiště;
- (vii) Další charakteristiky lokalit potenciálně ovlivňující bezpečnost úložiště.

Výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště je třeba v souladu s doporučeními IAEA a směrnicí Rady EU pro nakládání s VJP a RAO provádět postupnými kroky směřujícími ke snížení počtu a rozsahu lokalit se zvyšujícím se rozsahem znalostí o lokalitách. Charakteristiky a vlastnosti lokalit vybraných v prvních etapách prací by měly indikovat, že na vybraných lokalitách budou splněny všechny požadavky na HÚ a že jejich splnění může být důvěryhodně prokázáno. V každé další etapě prací budou data a informace z lokalit upřesňovány s využitím podrobnějších geologických prací na jednotlivých lokalitách a podrobnějších analýz.

Cílem tohoto dílčího projektu je aktualizace hodnocení kandidátních lokalit na základě výsledků geofyzikálního výzkumu lokalit, a návazných geologických prací, které proběhlo v letech 2017 až 2019 (Mixa et al. 2019, Pertoldová et al. 2019).

Předmětem dílčího projektu je:

1. Odhad velikosti všech potenciálně homogenních bloků vhodných pro umístění obalových souborů s odpady na lokalitách na základě shrnutí všech získaných výsledků.
2. Aktualizace devíti popisných zpráv a zprávy hodnocení vhodnosti lokalit (Havlová et al. 2018a-i) na základě nově získaných poznatků včetně návrhu váhového hodnocení a aktualizace bodového hodnocení dle metodiky aplikace kritérií.

3. Revize zdůvodnění kritérií a indikátorů pro hodnocení dlouhodobé bezpečnosti kandidátních lokalit ve formě přehledné tabulky včetně analýzy kritérií ze skupiny proveditelnost a environmentální charakteristiky z hlediska překryvů a doporučení klíčových indikátorů.
4. Spolupráce se SÚRAO při oponentních řízeních a jednání poradního panelu.

Zpráva byla zpracována na základě požadavků Poradního panelu expertů. Jedná se o poradní panel ředitele SÚRAO, který byl zřízen s cílem garantovat objektivitu, odbornou úroveň, nezávislost a transparentnost procesu hodnocení. Cílem této zprávy je shrnout proces výběru klíčových kritérií a jejich konkretizace do úrovně indikátorů pro porovnání potenciálních lokalit pro umístění jaderného zařízení s cílem zúžení počtu kandidátních lokalit v roce 2020 a zdůvodnění jejich použití. Ve zprávě je přehledně uveden přehled kritérií dle metodického pokynu MP.22 (metodický pokyn MP.22, Vokál et al. 2017) a dle proběhlých diskuzích v poradním panelu expertů zdůvodněno, proč byla z celkového seznamu kritérií použita jen vybraná klíčová kritéria. Tato kritéria jsou následně podrobně zdokumentována, včetně kvantifikace a rozsahu hodnoceného území.

## 2 Vstupní předpoklady hodnocení

Hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště se ve fázi jejich výběru soustředí v první řadě na posouzení charakteristik vlastností lokalit, při jejichž dosažení je podle české legislativy umístění hlubinného úložiště zakázáno, tj. zejména podle atomového zákona (zákon č. 263/2016 Sb.), vyhlášky o umístění jaderného zařízení (č. 278/2016 Sb.), zákona o ochraně přírody a krajiny (zákon č. 114/1992 Sb). V druhém kroku budou posuzovány ty vlastnosti území pro umístění jaderného zařízení (JZ), při jejichž dosažení není umístění hlubinného úložiště zakázáno, ale mohou ovlivnit jadernou bezpečnost, radiální ochranu či ochranu přírody a krajiny (Vokál et al. 2017).

Zúžení počtu potenciálních lokalit pro hlubinné úložiště předpokládá vyhodnocení vhodnosti lokalit pro umístění z hlediska legislativních požadavků (zejm. vyhláška č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení) a následné porovnání lokalit s použitím indikátorů vhodnosti a kritérií pro vzájemné porovnání devíti potenciálních lokalit hlubinného úložiště VJP a RAO a k doporučení preferovaných lokalit vládě ČR pro následnou etapu prací pro přípravu hlubinného úložiště (Vondrovic et al. 2019). Jedná se o lokality: Březový potok (Plzeňský kraj, okr. Klatovy), Čertovka (Plzeňský a Ústecký kraj, okr. Louny a Plzeň-sever), Čihadlo (Jihočeský kraj, okr. Jindřichův Hradec), Horka (kraj Vysočina, okr. Třebíč a Žďár nad Sázavou), Hrádek (kraj Vysočina, okr. Jihlava a Pelhřimov), Janoch (ETE-jih, Jihočeský kraj, okr. Týn nad Vltavou a České Budějovice), Kraví hora (kraj Vysočina a Jihomoravský, okr. Žďár nad Sázavou a Brno-venkov), Magdaléna (Jihočeský kraj, okr. Písek a Tábor) a Na Skalním (EDU-západ, kraj Vysočina, okr. Třebíč). Tyto lokality jsou hodnoceny v několika etapách specialisty v oblastech bezpečnost, technická proveditelnost a vlivy na životní prostředí. Hodnocení dle Vondrovic et al. (2019) je založeno na použití dat získaných do 30.9.2019. Tato data charakterizují lokality na základě jejich přípoверхové geologické stavby, přičemž úroveň popisu jednotlivých lokalit je srovnatelná. Po vlastním hodnocení a po vyjádření Poradního panelu expertů k předloženému hodnocení bude návrh preferovaných lokalit pro další etapu prací SÚRAO předán nadřízenému ministerstvu (Ministerstvu průmyslu a obchodu). Následně bude návrh preferovaných lokalit postoupen vládě ČR k odsouhlasení (Vondrovic et al. 2019).

Hodnocené vlastnosti, uspořádané do kritérií a indikátorů, jsou pro každou lokalitu shromážděny:

- v podkladových zprávách pro hodnocení lokalit z hlediska klíčových kritérií bezpečnosti dlouhodobé (zprávy Franěk et al. 2018; Mixa et al. 2019; Pertoldová et al. 2019; Havlová et al. 2020a-i; Baier et al. 2020a,b; Jankovec et al. 2020a,b; Uhlík et al. 2020a, b; Uhlík et al. 2018; Polák et al. 2020; Černý et al. 2020a,b; Říha et al. 2018) i provozní (Martinčík 2018a-i)
- v podkladových zprávách pro hodnocení projektového řešení (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c; Navrátilová et al. 2018a; Hanžl et al. 2018; Kobyłka 2019; Zahradník et al. 2020)
- v podkladových zprávách pro hodnocení vlivů na životní prostředí (Marek 2018a-g; Navrátilová et al. 2018b; Krajíček et al. 2018).

Dokument MP.22 (Vokál et al. 2017) obsahuje souhrn požadavků, indikátorů a kritérií, které jsou relevantní při posuzování vhodnosti lokality z hlediska umístění hlubinného úložiště. Hodnocení lokalit je ve stávající etapě prováděno ve skupinách kritérií bezpečnost (provozní a dlouhodobá), technická proveditelnost a vlivy na životní prostředí. Posouzení vhodnosti lokalit probíhá při aplikaci dvou základních kroků (Vondrovic et al. 2019):

1. krok hodnocení – vyloučení rizik (zhodnocení vylučujících kritérií ve všech oblastech dle vylučujících kritérií v MP.22 (Vokál et al. 2017; Vondrovic et al. 2019)
2. krok hodnocení – uplatnění předností (vzájemné porovnání lokalit).

ad 1)

Pokud je vlastnost hodnocené lokality v rozporu s libovolným vylučujícím požadavkem či kritériem a nebude existovat vhodné technické či administrativní opatření pro jeho eliminaci, není již lokalita dále zvažována pro další práce a je zařazena do kategorie vyloučené lokality (Vondrovic et al. 2019).

ad 2)

Ve druhém kroku jsou potenciální lokality, které prošly hodnocením vylučujících kritérií, vzájemně porovnávány pomocí váhového hodnocení klíčových kritérií (Vondrovic et al. 2019). **Klíčová kritéria jsou takové charakteristiky lokality, podle kterých lze lokality porovnat v dané fázi vývoje hlubinného úložiště.** Předpokladem je, že jde o charakteristiky, které je možno stanovit/odhadnout ze současných poznatků, dále o charakteristiky, ve kterých se lokality odlišují na základě vyhodnocení dostupných informací. Dalším předpokladem je skutečnost, že tyto charakteristiky navzájem nekorelují (například nevycházejí z přepočtu stejných základních informací).

### 3 Výběr klíčových kritérií a indikátorů

Proces výběru vhodného místa pro úložiště radioaktivních odpadů je obecně rozdělován na čtyři fáze (IAEA 2011).

1. Fáze vytváření koncepce a plánování
2. Fáze vyhledávání vhodné lokality
3. Fáze podrobného průzkumu na jedné či více lokalitách s cílem detailnějšího posouzení
4. Fáze potvrzení výběru lokality/lokalit

Různé země mají různě definované přístupy ke každé z výše uvedených fází.

Přístupy některých zemí jsou založeny od počátku na komunikaci s veřejností (dobrovolnický přístup, Japonsko, Kanada), kdy teprve na základě ochoty komunit přijmout úložiště jsou tyto lokality hodnoceny na základě zvolených kritérií (NWMO 2010). Jiné země procházejí postupným procesem, založeným na zvyšování detailu znalostí o jednotlivých lokalitách a následně i zpracováním analýz dlouhodobé bezpečnosti umístění HÚ na daných lokalitách (Švédsko, Finsko) v paralelní diskuzi s komunitami na předpokládaných lokalitách. Jiné země volí přístup umístění v předpokládaných vhodných lokalitách v zónách tzv. jaderného zájmu (Ruská federace), kde lze očekávat širokou akceptovatelnost „jaderných aktivit“.

Pro výběr vhodných lokalit by měla být v prvních fázích výběru použita především geovědní kritéria.

Tato kritéria by měla definovat požadavky či preference na hostitelskou horninu, jako jsou např. tektonické podmínky, vlastnosti hornin a složení podzemní vody ad. Na základě těchto kritérií jsou pak vhodnou metodou vybrána/vybrány vhodné oblasti či hostitelské prostředí a následně vhodná lokalita/lokality.

**Je jednoznačné, že s postupem procesu výběru s nárůstem znalostí o lokalitách se budou limity či požadavky kritérií měnit. Současně se také předpokládá, že i význam kritérií se na základě rozsahu znalostí může měnit (IAEA 2011).**

Základní postupy k vytvoření metodiky hodnocení lokalit (Vondrovic et al. 2019) jsou v ČR tvořeny na základě doporučení IAEA, legislativních požadavků ČR i EU i na základě zahraničních zkušeností (Vokál et al. 2017). Zahraniční přístupy jsou ve většině případů založeny na podobné bázi, jako v ČR, vycházejíc z několikastupňovém postupu, při kterém se důsledně a konzervativně k nejistotám, spojeným s mírou informací o lokalitě a optimalizaci kritérií v každém kroku. Samotná implementace kroků se však může lišit. Může jít např. o tzv. optimalizaci kritérií, kdy v každém kroku jsou kritéria přizpůsobena fázi vývoje HÚ a jsou upravována. Příklad optimalizačního postupu je možno ukázat na příkladu Švýcarska (NAGRA 2008, 2014; Zuiderma 2019). V jiném případě je pro každý krok použita např. jen část kritérií dle jejich relevantnosti či konzervatismu v přístupu ke stupni vědění a stavu znalostí o lokalitách. Tento přístup pro první fáze výběru HÚ je možno demonstrovat na příkladu Kanady (NWMO 2010).

Uplatněný postup zúžení počtu lokalit je založen na rozpoznání jejich příznivých vlastností v rámci multikritériálního hodnocení, který vychází z váženého známkování porovnávacích kritérií a indikátorů dle metodiky Vondrovic et al. (2019).

### 3.1 Kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)

V rámci aktuálního procesu zúžení počtu lokalit 2019/2020 byla provedena detailní analýza kritérií a indikátorů dle MP.22 (Vokál et al. 2017), jejich náplně, stavu znalostí a vzájemných souvislostí. V následující tabulce je deklarováno, která kritéria dle MP.22 budou použita pro vzájemné porovnání lokalit. Tab. 1 vychází z metodické zprávy Vondrovic et al. (2019).

Tab. 1 Přehled kritérií MP.22 (Vokál et al. 2017) a jejich rozlišení z hlediska aplikace pro použití pro účely porovnání lokalit (Vondrovic et al. 2019). (aplikace A – ano, v této etapě hodnocení bude aplikováno pro porovnání lokalit; N – ne, kritérium v této etapě nebude aplikováno pro porovnání lokalit).

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
<b>Projektová kritéria</b>		
<b>Velikost využitelného horninového masivu</b>	<b>A</b>	<b>Pro účely porovnání lokalit je označeno jako kritérium K1</b> – viz kap. 3.3.1.
<b>Parametry ovlivňující způsob ražení podzemních prostor a mechanické vlastnosti hornin</b>	<b>N</b>	Kritérium nebude hodnoceno z důvodu nedostatku reprezentativních dat z hloubky úložiště – detailní odůvodnění viz kap. 3.2.1
<b>Teplotní vlastnosti hornin</b>	<b>A</b>	<b>Teplotní vlastnosti hornin jsou zahrnuty v hodnocení kritéria K1</b> (viz kap. 3.3.1), konkrétně prostřednictvím teplotních a termomechanických výpočtů (Kobylka 2019). Na základě těchto výpočtů jsou stanoveny rozteče jednotlivých ukládacích vrtů na konkrétních lokalitách, což je zohledněno v celkové rozloze úložiště, což je parametr vstupující do konkrétního projektového řešení na lokalitě (Bureš et al. 2018a-d, Špinka et al. 2018a-c). Separátní hodnocení tepelných vlastností hornin by hodnotilo stejné vlastnosti lokalit dvakrát.
<b>Hydrogeologické poměry</b>	<b>N</b>	Velikost přítoku do jednotlivých úložných vrtů a tunelů bude známa až v období ražby hlubinného úložiště a není v této fázi řešena. <b>V širším smyslu budou hydrogeologické poměry hodnoceny v rámci kritérií K5, K6 a K10 (3.3.5, 3.3.6 a 3.3.10).</b> Detailní odůvodnění viz kap. 3.2.1.2.
<b>Zajištění stability staveb</b>	<b>N</b>	Kritérium hodnoceno v rámci vylučujících kritérií pro umístění povrchového areálu. – detailně viz kap. 3.2.1.4
<b>Dostupnost infrastruktury</b>	<b>A</b>	Na každé lokalitě je infrastruktura pro výstavbu povrchového areálu a podzemní části úložiště (Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a). Lokality lze porovnat dle možnosti umístění

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
		rubaniny jako eliminace výrazného nežádoucího vlivu. <b>Kritérium je označeno jako K2</b> (viz kap. 3.3.2).
<b>Množství a složitost střetů zájmů</b>	<b>N</b>	Pro vlastní porovnání lokalit kritérium nebude použito, na každé lokalitě lze nalézt řešení povrchového areálu bez střetů (detailně viz kap. 3.2.1.4). <b>Hodnocení střetů zájmů je navíc totožné s hodnocením vlivu na životní prostředí v klíčových kritériích K10 (viz kap. 3.3.10) až K13</b> (kap 3.3.13).
<b>Náklady</b>	<b>N</b>	<b>Toto kritérium je zahrnuto v hodnocení kritéria K1 (viz kap. 3.3.1).</b> Detailně viz kap. 3.2.1.5
<b>Bezpečnostní kritéria</b>		
<b>Geologické charakteristiky</b>		
<b>Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků</b>	<b>A</b>	Poznání geologické stavby je v této fázi důležitým vstupem pro hodnocení území a pro tvorbu popisných modelů lokalit a projektového řešení. Zároveň je v současné době pro vyhodnocení tohoto kritéria dostatečné množství reprezentativních dat (Franěk et al. 2018; Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a; Mixa et al. 2019; Havlová et al. 2020a-i). Geologické charakteristiky vstupují do všech oblastí hlubinného úložiště (bezpečnost a proveditelnost a jsou důležitým faktorem pro definování podzemní i nadzemní části úložiště). Ve fázi výběru lokalit a hledání vhodných horninových bloků je porovnání lokalit v geologických kritériích nezbytné. <b>Proto tyto charakteristiky jsou zahrnuty pro účely porovnání lokalit jako kritérium K3 (viz kap. 3.3.3).</b>
<b>Variabilita vlastností</b>	<b>A</b>	Poznání geologické stavby je v této fázi důležitým vstupem pro hodnocení území a pro tvorbu popisných modelů lokalit a projektového řešení. Zároveň je v současné době pro vyhodnocení tohoto kritéria dostatečné množství reprezentativních dat (Franěk et al. 2018; Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a; Mixa et al. 2019; Havlová et al. 2020a-i). Geologické charakteristiky vstupují do všech oblastí hlubinného úložiště (bezpečnost a proveditelnost a jsou důležitým faktorem pro definování podzemní i nadzemní části úložiště).



Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
		Ve fázi výběru lokalit a hledání vhodných horninových bloků je porovnání lokalit v geologických kritériích nezbytné. <b>Proto tyto charakteristiky jsou zahrnuty pro účely porovnání lokalit jako kritérium K4 (viz kap. 3.3.4).</b>
<b>Dostupnost dat</b>	<b>N</b>	Lokality hodnocené v současné době disponují stejnou úrovní geologického popisu dat (Franěk et al. 2018; Mixa et al. 2019). Toto kritérium nebude pro účely porovnání aplikováno.
<b>Hydraulické charakteristiky</b>		
<b>Přítomnost zvodní v izolační části úložiště</b>	<b>N</b>	Hodnocení přítomnosti zvodní je uplatněno v rámci vylučujících hydrogeologických kritérií.
<b>Obtížnost vytvoření hydrogeologických modelů a predikce vývoje hydrogeologických poměrů v lokalitě.</b>	<b>N</b>	Hodnocení obtížnosti vytvoření hydrogeologických modelů je uplatněno v rámci vylučujících hydrogeologických kritérií.
<b>Propustnost horniny a rychlost proudění vody</b>	<b>A</b>	Propustnost horniny a rychlost proudění podzemní vody jsou významné parametry ovlivňující transport rozpuštěných látek i výsledky bezpečnostního hodnocení (Trpkošová et al. 2018). SÚRAO disponuje reprezentativním souborem dat z aktualizovaných hydrogeologických a transportních modelů lokalit (Baier et al. 2020 a,b; Černý et al. 2020 a,b; Jankovec et al. 2020 a,b; Uhlík et al. 2020 a,b; Polák et al. 2020). Uvedené modely reflektují získané informace z projektu Geofyzika (Mixa et al. 2019). Metodiku zpracování hydrogeologických modelů popisuje Uhlík et al. (2018). <b>Propustnost horniny a rychlost proudění podzemní vody budou hodnoceny v rámci kritéria K5.</b>
<b>Identifikace drenážních bází</b>	<b>A</b>	Identifikace drenážních bází je samostatným kritériem K6 při posuzování vhodnosti lokalit. Identifikace drenážních oblastí je důležitým výstupem výše uvedených aktualizovaných hydrogeologických a transportních modelů posuzovaných lokalit HÚ. Transportní charakteristiky lokalit mají klíčový význam pro budoucí situování úložiště (Říha et al. 2018; Trpkošová et al. 2018).
<b>Transportní charakteristiky</b>		

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
Doba transportu radionuklidů	N	Doba transportu radionuklidů závisí na rychlosti proudění podzemní vody (Říha et al. 2018) – <b>viz detailně kap. 3.2.4.1. Hodnocení lokalit je provedeno nepřímo pro dobu dotoku podzemní vody</b> a je <b>zahrnuto v rámci kritéria K5</b> . Podkladem jsou výše uvedené aktualizované hydrogeologické a transportní modely lokalit.
Rozpustnost radionuklidů v podzemní vodě	N	Vzhledem k neznalosti složení podzemní vody v hloubce úložiště (Červinka a Gondolli 2016) na jednotlivých lokalitách nebude toto kritérium v této etapě hodnocení aplikováno. Toto kritérium bude spolehlivě vyhodnoceno až po provedení vrtného průzkumu na lokalitách – viz detailně kap. 3.2.4.2
Ředění v důsledku mísení s nekontaminovanými vodami	A	Vzhledem k nejistotám a absenci dat ovlivňujících transport radionuklidů (absence podrobnějších dat z úrovně úložiště) je pro výpočet ředění zástupně využito konzervativní stopovač. <b>Vlastnost ředění bude při hodnocení vhodnosti lokalit posuzována v rámci kritéria K5 (viz kap. 3.3.5.7)</b> . Podkladem jsou výše uvedené aktualizované hydrogeologické a transportní modely lokalit.
<b>Stabilita lokality</b>		
Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)	A	Geodynamické charakteristiky a hodnocení seismického rizika je důležitým legislativním požadavkem pro umístění jaderného zařízení (dle vyhlášky č. 378/2016). Zároveň bude muset být dokladováno a permanentně posuzováno i v budoucnu v rámci licenčních procesů. <b>Kritérium bude aplikováno pro porovnání lokalit společně s kritériem pokles nebo výzdvih povrchu území jako syntetické kritérium K7 (viz kap. 3.3.7)</b> .
Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)	A	Vývoj reliéfu a jeho dynamika má význam pro prognózní simulace proudění podzemní vody a pro definování scénářů vývoje úložiště (Havlová et al. 2018a-i). <b>Toto kritérium bude aplikováno jako porovnávací pro účely hodnocení lokalit společně s kritériem zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let jako K7 (viz kap. 3.3.7)</b> . Kritéria jsou sloučena na základě poměrně malých rozdílů mezi lokalitami (Havlová et al. 2018 a-i; Vokál et al. 2018a-f; Kaláb et al. 2015; Málek et al. 2018, Nývlt

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
		a Dobrovolný 2015; Hroch et al. 2015) a jejich významnosti, zároveň však mají stabilní charakteristiky a dynamika vývoje velký vliv na odvození scénářů pro bezpečnostní hodnocení.
<b>Postvulkanické jevy</b>	<b>N</b>	Kritérium bude hodnoceno v rámci hodnocení vylučujících kritérií; pro porovnání lokalit je hodnocen <b>výskyt kyselek v rámci kritéria K7 (viz kap. 3.3.7.4).</b>
<b>Klimatické změny</b>	<b>N</b>	Vzhledem k absenci dat a minimálním rozdílům mezi lokalitami nebude v této fázi kritérium aplikováno pro potřeby porovnání lokalit (Nývlt a Dobrovolný 2015). K dispozici jsou pouze data regionálního charakteru včetně definování příslušných scénářů – <b>viz detailně kap. 3.2.5.1.</b>
<b>Charakteristiky lokality, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka</b>		
<b>Přítomnost starých důlních děl</b>	A	Kritérium bude hodnoceno v rámci vylučujících kritérií. <b>Kritérium je sloučeno s kritériem zásob nerostných surovin do kritéria K8 (viz kap. 3.3.8),</b> protože mohou vzájemně souviset.
<b>Přítomnost zásob nerostných surovin</b>	A	<b>Kritérium je použito pro porovnání lokalit jako kritérium K8 (viz kap. 3.3.8)</b> jako významný faktor narušení.
<b>Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie</b>	N	<b>Kritérium Přítomnost zdrojů podzemní vody bude použito pro porovnání lokalit v rámci kritéria K10 (viz kap.3.3.10).</b> Přítomnost zdrojů geotermální energie je hodnoceno jako vylučující kritérium.
<b>Faktory svědčící o intruzi člověka do horninového prostředí v minulosti</b>	<b>N</b>	Kritérium nebude použito pro porovnání lokalit, protože přímo souvisí s kritériem Přítomnost starých důlních děl a přítomnost zásob nerostných surovin, <b>je tak vyhodnoceno v rámci kritéria K8 (viz kap. 3.3.8).</b>
<b>Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér</b>		
<b>Tepelné vlastnosti</b>	<b>N</b>	<b>Kritérium je zohledněno v teplotních výpočtech (Kobylka 2019), které jsou zahrnuty ve vyhodnocení kritéria K1 (viz kap. 3.3.1).</b> Vzhledem k absenci dat z hloubky úložiště (hodnocení kompatibility horninového prostředí) a nejistotám ve výběru vhodného tlumícího a těsnícího materiálu bude možné toto kritérium vyhodnotit po získání dat z hloubky úložiště. Zároveň je toto kritérium možné ovlivnit technickým řešením (složení konkrétních materiálů kontejneru, tlumících a výplňových materiálů) - <b>viz detailně kap. 3.2.7.1</b>

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
<b>Hydraulické vlastnosti</b>	<b>N</b>	Hydraulické vlastnosti izolační části úložiště potřebné pro hodnocení tohoto kritéria nejsou v současné etapě hodnocení lokalit dostupné. Kritérium nebude použito – viz detailně kap. 3.2.7.2..
<b>Mechanické vlastnosti</b>	<b>N</b>	Mechanické vlastnosti izolační části úložiště v jeho hloubce potřebné pro hodnocení tohoto kritéria nejsou v současné etapě hodnocení lokalit dostupné – viz detailně kap. 3.2.7.3. Dostupná mechanická data reprezentují pouze povrchové výchozy lokalit a <b>budou hodnocena v rámci kritéria K1.</b>
<b>Fyzikálně chemické a geochemické vlastnosti podzemní vody</b>	<b>N</b>	Pro vyhodnocení kritéria není známo složení podzemní vody v hloubce úložiště na konkrétních, jsou známy pouze složení vod z PVP Bukov (Červinka a Gondolli 2016) a povrchu lokalit na lokalitách (Havlová et al. 2017) - viz detailně kap. 3.2.7.4
<b>Mikrobiologické vlastnosti</b>	<b>N</b>	Pro vyhodnocení kritéria není známo složení podzemní vody ani data o mikrobiálním osídlení v hloubce úložiště na konkrétních lokalitách, a to z důvodu aplikace metod popisujících jen přípovrchovou stavbu lokalit – viz detailně kap. 3.2.7.5.
<b>Plynopropustnost</b>	<b>N</b>	Pro vyhodnocení kritéria nejsou známy parametry puklinové sítě v hloubce úložiště na potenciálních lokalitách. K dispozici jsou data pouze z povrchových výchozů (Kabele et al. 2018) – viz detailně kap. 3.2.7.6.
<b>Přírodní jevy</b>		
<b>Seismicita</b>	<b>N</b>	<b>Toto kritérium bude hodnoceno v rámci sloučeného kritéria K7</b> (viz kap. 3.3.7) – detailně viz 3.2.8.1.
<b>Porušení území aktivním zlomem</b>	<b>N</b>	<b>Toto kritérium je zahrnuto v rámci sloučeného kritéria K7</b> (viz kap. 3.3.7) – detailně viz 3.2.8.1
<b>Povodně</b>	<b>N</b>	Kritérium závisí na umístění povrchového areálu, který je všude lokalizován mimo povodňová území, proto není mezi lokalitami rozdíl (Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a; Martinčík et al. 2017, 2018). Toto kritérium lze navíc ovlivnit v rámci zvoleného projektového řešení. Detailně viz kap. 3.2.8.2.
<b>Oběh podzemní vody</b>	<b>N</b>	Zpracované hydrogeologické modely nejsou zaměřeny na detailní popis hydrogeologických

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
		poměrů v oblasti povrchového areálu HÚ. Úniky radionuklidů do mělkého oběhu podzemní vody budou posuzovány v dalších fázích zužování počtu lokalit – v rámci bezpečnostního hodnocení úložiště – detailně viz kap. 3.2.8.3
<b>Biologické jevy</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. Toto kritérium lze ovlivnit v rámci zvoleného projektového řešení – detailně viz kap. 3.2.8.4.
<b>Přírodní požáry</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. Toto kritérium lze ovlivnit v rámci zvoleného projektového řešení – detailně viz kap. 3.2.8.5.
<b><i>Jevy vyvolané člověkem</i></b>		
<b>Pád letadla a jiných objektů</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno, možné řešení v rámci projektových opatření – detailně viz kap. 3.2.9.1.
<b>Výbuchy a požáry, které mají původ v činnosti člověka, a jejich zplodiny</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno, možné řešení v rámci projektových opatření – detailně viz kap. 3.2.9.2.
<b>Přítomnost jiných jaderných zařízení a další průmyslových či jiných zařízení</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno, možné řešení v rámci projektových opatření – detailně viz kap. 3.2.9.3.
<b><i>Šíření radioaktivní látky</i></b>		
<b>Klimatické a meteorologické podmínky</b>	<b>N</b>	Kritérium nebude v současné době aplikováno vzhledem k nejistotám v umístění povrchového areálu – detailně viz kap. 3.2.9.4.
<b>Oběh povrchových a podzemních vod</b>	<b>N</b>	<b>Kritérium hodnoceno v rámci kritéria K5</b> (viz kap. 3.3.5).
<b>Současné využití území</b>	<b>N</b>	<b>Kritérium je zahrnuto v hodnocení kritéria K13</b> (viz kap.3.3.13).
<b>Rozložení a hustota osídlení a jeho vývoj z hlediska šíření radioaktivních látek</b>	<b>A</b>	<b>Kritérium bude aplikováno pro porovnání lokalit jako kritérium K9</b> (viz kap. 3.3.9.)
<b><i>Faktory ovlivňující zvládání mimořádných situací</i></b>		
<b>Blížkost státní hranice</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno – detailně viz kap. 3.2.10.1.
<b>Zajištění dojezdu záchranných jednotek</b>	<b>N</b>	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno, možné řešení v rámci projektových opatření. Navíc je uvažováno zřízení záchranných jednotek v každém povrchovém areálu (Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al.2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a) – detailně viz kap. 3.2.10.2.

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
Zajištění informovanosti a evakuace	N	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno; možné řešení v rámci projektových opatření – detailně viz kap. 3.2.10.3.
Zajištění opatření proti sabotáži	N	Kritérium v současné fázi nebude aplikováno; jedná se o technické řešení, které je pro všechny lokality stejné – detailně viz kap. 3.2.10.4.
<b>Environmentální kritéria</b>		
Výskyt biosférické rezervace UNESCO	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017).
Výskyt národních parků	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017).
Výskyt CHKO	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017).
Výskyt NPR a NPP	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017) a dále jako <b>součást kritéria K11</b> (viz kap. viz kap. 3.3.11).
Výskyt lokality soustavy Natura 2000 (EVL, PO)	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017) a dále jako <b>součást kritéria K11</b> (viz kap. viz kap. 3.3.11).
Výskyt PR a PP	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017) a dále jako <b>součást kritéria K11</b> (viz kap. viz kap. 3.3.11).
Výskyt přírodních parků	A	Kritérium bude hodnocené v rámci vylučujících kritérií dle MP.22 (Vokál et al. 2017) a dále jako <b>součást kritéria K11</b> (viz kap. viz kap. 3.3.11).
Vliv na povrchové a podzemní vody	A	<b>Kritérium bude zahrnuté do hodnocení v rámci kritéria K10</b> (viz kap 3.3.10)
Podzemní prostory nemohou hydrogeologicky komunikovat s přípovrchovým zvodněním	N	Kritérium bude zahrnuté do hodnocení v rámci kritéria K5 (viz kap. 3.3.5).
Vliv na klima a ovzduší	N	V této fázi, při současné úrovni projektového řešení (referenční), nebude kritérium aplikované s ohledem na absenci nezbytných vstupních informací. Emisní charakteristiky budou na všech lokalitách obdobně – viz kap. 3.2.11.1.
Vliv na akustickou situaci	N	V této fázi, při současné úrovni projektového řešení (referenční), nebude kritérium aplikované, s ohledem na absenci nezbytných vstupních informací – viz kap. 3.2.11.2. Zdroje hluku budou na všech lokalitách obdobné.

Název kritéria dle MP.22 (Vokál et al. 2017)	Použití	Zdůvodnění
Vlivy na horninové prostředí a přírodní zdroje	A	Vlivy na horninové prostředí budou posuzovány formou množství rubaniny a budou hodnoceny v rámci kritéria K2 (viz kap. 3.3.2). Vlivy na přírodní zdroje budou hodnoceny v rámci kritéria K8 (viz kap. 3.3.8).
Vlivy na veřejné zdraví a ŽP	A	V této fázi, při současné úrovni projektového řešení (referenční), není kritérium aplikované standardním způsobem (HRA), s ohledem na absenci nezbytných vstupních informací. <b>Alternativní způsob hodnocení neradiačních vlivů na obyvatelstvo je obsahem kritéria K13 (viz kap. 3.3.13).</b> Potenciální rizika spojená s šířením radioaktivních látek budou detailně vyhodnocena v rámci bezpečnostní zprávy.
Vlivy na geologické a paleontologické památky	A	Oba jevy mají ochranný status maloplošných ZCHÚ přírody, a proto budou hodnoceny v rámci kritéria K13 (viz kap. 3.3.13).
Vlivy na faunu, flóru a ekosystémy	A	<b>Kritérium bude hodnocené v rámci kritéria K11 (viz kap. viz kap. 3.3.11).</b>
Vlivy na půdu	A	<b>Kritérium bude hodnocené v rámci kritéria K12 (viz kap 3.3.12).</b>
Vlivy na krajinu	A	<b>Kritérium bude hodnocené v rámci kritéria K11 (viz kap. 3.2.11)</b>
Vlivy na mezinárodně ceněné biotopy a stanoviště (např. mokřady, lesy, ornou půdu apod.)	A	<b>Kritérium bude hodnocené v rámci kritéria K11 (viz kap. 3.3.10)</b>
Vlivy na hmotný majetek a kulturní památky	A	<b>Kritérium bude hodnocené v rámci kritéria K13 (viz kap 3.3.13).</b>
Vlivy na dopravní nebo jinou infrastrukturu	N	Kritérium závisí na trasování dopravní a jiné infrastruktury, proto nebude v současné fázi hodnoceno. Toto kritérium lze ovlivnit v rámci zvoleného projektového řešení.
Vliv na využití dotčené plochy	A	<b>Kritérium bude hodnocené v rámci kritéria K13 (viz kap. 3.3.13).</b>

## 3.2 Kritéria MP.22 (Vokál et al. 2017) neaplikovaná pro účely vzájemného porovnání lokalit v etapě hodnocení 2019-2020

Po důkladné analýze a diskuzi byla pro další hodnocení vyřazena kritéria

- pro která není v současné době dostatek relevantních informací z hloubky HÚ,
- která lokality navzájem nedostatečně odlišují,
- která korelují/dublují se s jinými kritérii a je možno tedy vytvořit sloučená kritéria,
- která nejsou v dané fázi vývoje HÚ relevantní/významná.

### 3.2.1 Projektová kritéria

#### 3.2.1.1 Parametry ovlivňující způsob ražení podzemních prostor a mechanické vlastnosti hornin

**Kritérium nebude obecně hodnoceno z důvodu nedostatku reprezentativních dat z hloubky úložiště – viz do detailu dále.** Získaná orientační data z povrchových výchozů (teplotní a mechanické parametry – Petružálek 2017; Hanák et al. 2015, 2017, 2018; Navrátilová et al. 2018a) jsou navíc zahrnuta v hodnocení kritéria K1, konkrétně prostřednictvím teplotních a termomechanických výpočtů (Kobylka 2019). Na základě mechanických parametrů hornin byly provedeny stabilitní výpočty, na kterých závisí, vedle tepelných vlastností, velikost projektovaného úložiště (Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c).

Indikátor EDZ a EdZ představuje kvantifikaci zóny narušení okolního horninového prostředí v důsledku ražby (EdZ) a zóny jeho poškození v důsledku ražby (EDZ). Představují negativně ovlivněné oblasti v okolí podzemních děl, které vznikly v důsledku mechanického namáhání horniny při rozpojování a změnou napjatosti vlivem ražby. Rozsah ovlivnění je tak závislý mimo vlastností horninového masivu i na použité technologii ražeb. Pro všechny lokality je shodně uvažováno s použitím preference ražby TBM. Při současném stavu poznání horninového masivu však není možné pro jednotlivé lokality kvantifikovat vznik a vývoj těchto zón. Z tohoto důvodu je tento indikátor pro všechny lokality totožný a nemá tak žádný vliv na hodnocení lokalit (nečiní mezi nimi rozdíly).

Indikátor Diskontinuity – hustota a orientace, výplň představuje ohodnocení míry nehomogenit horninového prostředí ve smyslu jeho porušenosti v přirozeném uložení. Kvantitativně k hodnocení indikátoru může být užito klasifikace hustoty, resp. četnosti výskytu puklin (trhlin) s kvalitativním přihlédnutím k jejich prostorové orientaci, průběžnosti, tvaru, drsnosti a rozevřenosti nebo vlastnostem výplňového materiálu (včetně zvodnění). Na základě chybějících relevantních dat v této fázi procesu výběru lokality nebylo možné tento indikátor do hodnocení zahrnout. Bude zpřesňováno v dalších fázích přípravy HÚ.

Indikátor Mechanické vlastnosti – Pevnostní parametry horniny je vyjádřen pevností horniny v prostém tlaku charakteristické pro potenciálně využitelné HB na lokalitách. Pro potenciální lokality jsou známy pouze parametry získané ze vzorků hornin odebraných z povrchu terénu (Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c). Nejedná tedy o hodnoty z úrovně HÚ a dále když pevnosti horniny v prostém tlaku nabývají konkrétních hodnot, které se mezi lokalitami liší, nebyl tento indikátor do hodnocení zahrnut. Navrhovaná podzemní díla (v rámci preferované varianty TBM) jsou relativně malých rozměrů a staticky příznivého kruhového tvaru. I v případě lokality



s nejnižšími hodnotami pevnosti horniny v tlaku jsou taková díla bez statických komplikací, s velkou rezervou bezpečnosti, realizovatelná a změny hodnot pevnosti v prostém tlaku jsou irelevantní.

Indikátor Technologické vlastnosti představuje ohodnocení technologických vlastností horninového prostředí v zájmovém území pro umístění HÚ s ohledem na ovlivnění způsobu ražeb podzemních prostor. Mezi kvantifikovatelné technologické vlastnosti je možné řadit zejména abrazivitu, rozpojitelnost, vrtatelnost a trhatelnost hornin. V průběhu hodnocení bohužel nebyly k dispozici dostatečné podklady pro hodnocení tohoto indikátoru u žádné z devíti lokalit. Z tohoto důvodu nebude tento indikátor v této fázi do hodnocení lokalit zahrnut.

Indikátor Napjatostní stav představuje ohodnocení napjatosti horninového masivu v prostoru budoucího HÚ. Stav napjatosti horninového masivu by bylo možné mezi lokalitami porovnávat dle velikostí působících svislých a vodorovných napětí nebo z nich vycházejícího koeficientu bočního tlaku v klidu. Stav napjatosti v místě navrhovaného HÚ je stěžejním podkladem pro stabilitní výpočty, na jejichž základě byla pro jednotlivé lokality stanovena vzájemná vzdálenost ukládacích chodeb (zahrnuto v kritérii K1). S ohledem na chybějící informace o napjatosti byly v rámci jednotlivých studií umístitelnosti (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c) tyto výpočty provedeny pro 3 případy, odpovídající napjatosti dle teorie pružnosti, pro tzv. hydrostatickou napjatost a stav, kdy boční napětí odpovídá trojnásobku působícího svislého geostatického napětí. Pro všechny tyto stavy je navržené technické řešení bezpečné a realizovatelné. Na základě chybějících relevantních dat v této fázi procesu výběru lokality nebylo možné tento indikátor do hodnocení zahrnout. Bude zpřesňováno v dalších fázích přípravy HÚ.

Indikátor Mechanické vlastnosti – Přetvárné parametry je vyjádřen hodnotou Youngova modulu pružnosti (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c). I přes skutečnost, že konkrétní číselné hodnoty modulů pružnosti základní horniny vykazují mezi jednotlivými lokalitami rozdíly, nebude nakonec tento indikátor do hodnocení zahrnut. V první řadě se nejedná o hodnoty z úrovně HÚ a dále navrhovaná podzemní díla (v rámci preferované varianty TBM) jsou relativně malých rozměrů a staticky příznivého kruhového tvaru. I v případě lokality s nejnižšími hodnotami modulu pružnosti jsou taková díla bez statických komplikací, s velkou rezervou bezpečnosti, realizovatelná s minimálními deformacemi (bez deformačního projevu na povrchu terénu) a změny hodnot modulů pružnosti jsou irelevantní.

### 3.2.1.2 Hydrogeologické poměry

Dle definice v dokumentu MP.22 (Vokál et al. 2017) se kritérium váže na konkrétní hydrogeologické charakteristiky při hloubení úložiště (zejména vysoké přítoky vod, jejich chemismus a agresivitu). V současné fázi hodnocení lokalit nejsou dostupná data z úrovně hlubinného úložiště a ani zpracované simulace proudění podzemní vody aktuálně otvírkou úložiště nijak neřeší.

**Zástupně pro aktuální hydrogeologické poměry bude velikost průtoku podzemní vody úložištěm řešena v rámci kritéria K5, indikátor K5f (viz kap. 3.3.5.6). Hodnocení bezpečnosti lokalit ve vztahu k hydrogeologickým poměrům lokalit bude provedeno i v rámci kritérií K6 (kap. 3.3.6) a K10 (kap.3.3.10).**

### 3.2.1.3 Zajištění stability staveb

**Toto kritérium bude hodnoceno v rámci vylučujících kritérií.** Pro porovnání nebude použito z důvodů absence těchto jevů v umístění povrchového areálu (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c). Umístění staveb HÚ je mimo tyto plochy, lokality jsou v tomto kritériu stejné (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a).

Z hlediska ochrany HÚ (jako jaderného zařízení) před vnějšími vlivy (zejména pád letadla, teroristický útok apod.), je vhodné umístit horkou komoru spolu s celým překládacím uzlem do podzemí. Tento indikátor vyjadřuje možnost nebo nemožnost umístit horkou komoru a překládací uzel jako celek do podzemí. Studie umístitelnosti (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c) řeší u sedmi lokalit umístění části překládacího uzlu v povrchovém objektu. V rámci studií „Ověření plošné a prostorové lokalizace hlubinného úložiště“ (tzv. předběžných studií proveditelnosti) byla horká komora a celý překládací uzel umístěny v podzemí. Pro dvě lokality (Janoch a Na Skalním) byly zpracovány pouze předběžné studie proveditelnosti s horkou komorou a celým překládacím uzlem v podzemí. Na základě zpracovaných studií proveditelnosti je patrné, že na každé z lokalit je možné umístit horkou komoru a překládací uzel do podzemí. Tento indikátor tedy nečiní mezi jednotlivými lokalitami rozdíly.

Lokality lze ve smyslu geotechnických rizik a předpokládané kvality základové půdy (ověřeno na základě geofyzikálních měření) hodnotit jako podobné (Aue 2018, Malík 2018, Novotný 2018, Bednárik et al. 2018, Rout et al. 2018, Pospíšil et al. 2018 a Schröfel 2018). Na každé z lokalit lze bezpečně zrealizovat všechny objekty nezbytné pro provoz HÚ. Tento indikátor tedy nečiní mezi jednotlivými lokalitami rozdíly.

### 3.2.1.4 Množství a složitost střetu zájmů

Pro vlastní porovnání lokalit kritérium nebude použito, na každé lokalitě lze nalézt řešení povrchového areálu bez střetů zájmů (např. Bureš et al. 2018 a-d; Špínka et al. 2018 a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a). **Hodnocení střetů zájmů je navíc totožné s hodnocením vlivu na životní prostředí v klíčových kritériích K10 až K13** (kap. 3.3.10 – kap. 3.3.13).

**Přítomnost ochranných pásem vodních zdrojů bude hodnocena v rámci kritéria K10** (K10b – Ovlivnění vodních zdrojů; viz kap. 3.3.10).

**Střety s ZPF a PUPFL budou hodnoceny v rámci kritéria K11** (K11d – Vlivy na krajinu; viz kap.3.3.11).

V souladu s požadavky MP.22 (Vokál et al. 2017) a vyhlášky o umístění jaderných zařízení jsou v rámci vylučujících kritérií hodnoceny střety s ochrannými pásmy silnic a železnic. Povrchové objekty HÚ byly navrženy s ohledem na ochranná pásma a k těmto střetům na žádné lokalitě nedochází. Na některých lokalitách dochází se střety např. s polními cestami či OP elektrického vedení. **Náklady na řešení těchto střetů (přeložky infrastruktury) jsou v daném kontextu zcela marginální, a proto tento indikátor nebude hodnocen.**

Na úrovni státu (PÚR) i na úrovni jednotlivých krajů (ZÚR) je se záměrem vybudování HÚ počítáno, na úrovni obcí územní plány (pakliže jsou zpracovány) na záměr v současné době vesměs nereflktují. Mezi jednotlivými lokalitami v tomto ohledu nelze činit rozdíly. **Indikátor proto není vyhodnocován.**

### 3.2.1.5 Náklady

Přístup ke zužování počtu lokalit je v této fázi obecně zaměřen na výběr lokalit, na kterých lze vybudovat z dlouhodobého hlediska bezpečné a k životnímu prostředí ohleduplné HÚ. Ekonomické aspekty budování a provozu HÚ (investiční náklady, provozní náklady, náklady na připojení na dopravní a technickou infrastrukturu, ostatní náklady jako náklady na případný výkup pozemků, přeložky a budování související infrastruktury apod.) se tedy nyní do hodnocení nepromítají. **Kritérium nebude hodnoceno.**

### 3.2.1.6 Doplnující kritéria

#### 3.2.1.6.1 Bludné proudy

Indikátor Bludné proudy představuje ohodnocení vlivu účinků bludných proudů na konstrukce hlubinného úložiště.

V době zpracování závěrečné zprávy ovšem nebyly k dispozici relevantní podklady pro hodnocení tohoto indikátoru v žádné z devíti hodnocených lokalit. Z tohoto důvodu nebude tento indikátor zahrnut do hodnocení.

V případě dostatečnosti podkladů zpracovatel navrhuje zhodnocení indikátoru ve smyslu bodového ohodnocení nepřímo úměrnému stupni agresivity bludných proudových polí na jednotlivých lokalitách.

## 3.2.2 Geologické charakteristiky

### 3.2.2.1 Dostupnost dat

Lokality hodnocené v současné době disponují stejnou úrovní geologického popisu dat (Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019). **Toto kritérium nebude pro účely porovnání aplikováno.**

## 3.2.3 Hydraulické charakteristiky

### 3.2.3.1 Přítomnost zvodní v izolační části úložiště

V izolační části horninového masivu (HÚ) projektováno v hloubce 500 pod nejnižším místem terénu) se zvodně (souvislá akumulace podzemní vody v dobře propustném horninovém prostředí) nevyskytují v žádné z posuzovaných lokalit. Proudění podzemní vody se v této úrovni vyskytuje omezeně v síti vodivých puklin.

**Kritérium bude uplatněno v rámci vylučujících kritérií. Nepřímo je pro jednotlivé lokality doloženo absencí hlubokých vrtů (vodních zdrojů) pro zásobení podzemní vodou.**

### 3.2.3.2 Obtížnost vytvoření hydrogeologických modelů a predikce vývoje hydrogeologických poměrů v lokalitě

Kritérium bude uplatněno v rámci vylučujících kritérií, pro porovnání vhodnosti lokalit nebude použito. Méně vhodné se jeví lokality se složitější geologickou a strukturní stavbou, u kterých vyšší stupeň heterogenity zvyšuje nejistotu výsledků hydrogeologického (i transportního) modelu.

V aktuální fázi posouzení vhodnosti lokalit je množství dostupných dat pro všechny lokality obdobné. Pro každou lokalitu je zpracován aktualizovaný hydrogeologický a transportní model (Baier et al. 2020 a,b, Černý et al. 2020 a,b, Jankovec et al. 2020 a,b, Uhlík et al. 2020 a,b, Polák et al. 2020) využitý v hodnocení kritérií K5 (viz kap. 3.3.5) a K6 (viz kap. 3.3.6).

### 3.2.4 Transportní charakteristiky

Základní transportní charakteristiky jsou podle MP.22 (Vokál et al. 2017) následující:

- 1) Doba transportu radionuklidů,
- 2) Rozpustnost radionuklidů,
- 3) Ředění v důsledku mísení s nekontaminovanými vodami.

#### 3.2.4.1 Doba transportu radionuklidů a ředění

Doba transportu radionuklidů sítí puklin krystalinického prostředí je dána zejména poměrem délky transportní cesty a Darcyho rychlosti násobené kinematickou porozitou. Při výpočtu celkové délky transportní cesty je třeba vycházet ze součtu jednotlivých úseků celkové cesty na základě výsledků detailních, hydrogeologických a transportních modelů a určení pravděpodobných transportních cest. Vzhledem k nedostatku informací z úrovně HÚ a korelace s HG modelem bude **zástupně doba dotoku a ředění s využitím hydrogeologického modelu posuzována pro advektivní postup částic podzemní vody (bez uplatnění retardačních procesů) v rámci kritéria K5** (viz kap. 3.3.5).

Doba transportu radionuklidů však rovněž závisí na možnosti retardace pohybu radionuklidů v důsledku migrace do matrice horniny či sorpce na povrchu puklin či jejich výplní (Vokál et al. 2017). Retardace radionuklidů v horninovém masivu ve srovnání s proudící vodou je specifická pro jednotlivé radionuklidy a závisí na:

- 1) hodnotě difúzního koeficientu  $D_e$  radionuklidu do matrice horniny,
- 2) hodnotě porozity horninové matrice,
- 3) ploše smáčeného povrchu pukliny,
- 4) sorpčních vlastnostech matrice horniny,
- 5) sorpčních vlastnostech výplní poruchových zón,
- 6) chemických vlastnostech podzemní vody.

O retardačních vlastnostech hornin posuzovaných lokalit jsou k dispozici v současné době pouze limitované informace, a to z důvodu nedostatku horninových vzorků z hloubky odpovídající HÚ, tak i informací o chemického složení podzemní vody v daném horizontu. Z tohoto důvodu bude hodnocení toho indikátoru vpuštěno.

#### 3.2.4.2 Rozpustnost radionuklidů v podzemní vodě

Maximální koncentrace radionuklidů při advektivním transportu je kromě sorpce ovlivněna srážením a spolusrážením radionuklidů v podzemní vodě. Tato vlastnost je specifická jednotlivé radionuklidy. Pro řadu radionuklidů jsou primárními faktory ovlivňujícími jejich rozpustnost a tím i maximální koncentraci radionuklidu, složení podzemní vody  $E_h$  a pH a přítomnost některých komplexujících látek či koloidů. Preferovány budou lokality s podzemní

vodou, jejíž složení je příznivé pro srážení či spolu-srážení kritických radionuklidů, například s nižším  $E_h$  bez koloidů, organických látek a dalších komplexantů (Vokál et al. 2017).

**Vzhledem k neznalosti složení podzemní vody v hloubce úložiště (Červinka a Gondolli 2016) na jednotlivých lokalitách nebude toto kritérium v této etapě hodnocení aplikováno. Toto kritérium bude spolehlivě vyhodnoceno až po provedení vrtného průzkumu na lokalitách a podrobné charakterizaci lokalit.**

### 3.2.5 Stabilita lokality

#### 3.2.5.1 Klimatické změny

**a) Přítomnost ledovce** na lokalitě je jedním z možných faktorů, které může způsobovat mechanické porušení horninového prostředí. V souvislosti s ústupem ledovce může dojít k indukci postglaciálních zemětřesení.

**b) Vzniku permafrostu** má vliv vlivu na hluboký oběh podzemních vod. Výskyt permafrostu zásadně ovlivňuje oběh podzemních vod především díky minimální infiltraci povrchové vody do hlubších částí zemské kůry. V případě jeho vzniku by hluboký hydrogeologický oběh byl efektivně oddělen od povrchového hydrologického oběhu. Vznik permafrostu může tak představovat pozitivní faktor, kdy dojde k oddělení povrchového hydrologického a hlubinného hydrogeologického oběhu vod.

**Vzhledem k absenci dat a minimálním rozdílům mezi lokalitami nebude v této fázi kritérium aplikováno pro potřeby porovnání lokalit (Nývlt a Dobrovolný 2015). K dispozici jsou pouze data regionálního charakteru včetně definování příslušných scénářů.**

### 3.2.6 Charakteristiky lokality, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka

Pro zajištění bezpečnosti HÚ je důležité zabránit neúmyslnému vniknutí člověka do úložiště. Požadavky týkající se rizika průniku člověka do úložiště jsou formulovány v doporučení IAEA (2011b), odst. I.36 až I.40, výhradně pro neúmyslné vniknutí člověka do úložiště.

#### 3.2.6.1 Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie

Kritérium bude použito pro porovnání lokalit v rámci kritéria K10. Přítomnost zdrojů geotermální energie bude hodnoceno jako vylučující kritérium.

Zdroje podzemních vod patří mezi významné parametry posuzované v rámci nebezpečí průniku člověka do hlubinného úložiště. V posuzovaných lokalitách existují různé kombinace hloubky, vydatnosti a významu zdrojů podzemních vod a jejich ochranných pásem. V současné době není na lokalitách možné toto kritérium vyhodnotit v celém rozsahu (tj. v rozsahu „Bezpečnostní zprávy“) a proto je kritérium hodnoceno z hlediska přítomnosti vodních zdrojů a počtu z nich zásobovaných obyvatel v rámci kritéria K10 (viz kap. 3.3.10), se kterým se toto kritérium z hlediska hodnocení tohoto aspektu částečně překrývá. Indikátor Ovlivnění vodních zdrojů v blízkosti HÚ v rámci perspektivních území pro geologické charakterizační práce reflektuje přítomnost registrovaných zdrojů vod pro zásobování pitnou vodou a jejich ochranných pásem I.

a II. stupně, jejichž vydatnost nebo kvalita by (teoreticky) mohly být v průběhu životního cyklu HÚ ovlivněny. Zároveň jsou v rámci tohoto kritéria sledovány tzv. „významné vodní zdroje“ v širším zájmovém území do 5 km od hranice perspektivních území pro projektové práce. **Kritérium Přítomnost zdrojů podzemní vody bylo tedy sloučeno s kritériem K10 (viz kap. 3.3.10) a v této části nebude použito pro porovnání lokalit.**

Konečné prokázání neovlivnění vodních zdrojů, resp. případných opatření pro zajištění jejich ochrany bude možné provést až v rámci příslušné bezpečnostní zprávy dle písm. a), b) a e) bodu 1 Přílohy 1, Atomového zákona. Dosud zjištěné informace o posuzovaných vlastnostech lokalit spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. že nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

Přítomnost zdrojů geotermální energie na lokalitách byla posuzována v rámci vylučujících kritérií stanovených MP.22 (Vokál et al. 2017). Při sledování využití geotermální energie narážíme na to, že v české legislativě pojem „zdroj geotermální energie“ není zakotven. Do budoucna je nutno stanovit kritéria, co je za zdroj geotermální energie považováno, a legislativně tento pojem definovat. Bez ohledu na tento formální nedostatek však lze hodnotit geotermální potenciál pro sledované lokality jako minimální.

**Všechny hodnocené lokality vymezené ve stabilních korových blocích mají navzájem podobné, velmi nízké parametry úrovně geotermálního toku. Využívání geotermální energie ve smyslu hlubinného čerpání geotermální energie z anomálních geotermálních zdrojů zde je nepravděpodobné. Z tohoto důvodu nebude toto kritérium použito pro porovnání lokalit.**

### 3.2.6.2 Faktory svědčící o průniku člověka do horninového prostředí v minulosti

Přítomnost starých průzkumných a důlních prací a poddolovaných území ovlivňuje bezpečnost podzemních děl a může představovat cestu pro průnik člověka do blízkosti hlubinného úložiště. Množství, hloubka, rozsah děl a jejich geologicko-báňská dokumentace jsou parametry, které jsou zohledněny slovním hodnocením důlní zátěže jednotlivých lokalit.

S poddolováním a ložiskovým průzkumem souvisí též vrtný průzkum, který je jedinou metodou účelového hlubinného geologického průzkumu a jehož kompletní registrace je zajištěna státní geologickou službou. Vrtný průzkum přináší základní přímé informace pro charakterizaci geologického prostředí v hloubce. Narušení horninového prostředí vrty je minimální a lze jej technicky ošetřit.

**Indikátor nebude použit pro porovnání lokalit, protože přímo souvisí s indikátorem Ložiskové poměry na lokalitě. Je tak vyhodnoceno v rámci kritéria K8 (viz kap. 3.3.8).**

## 3.2.7 Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér

### 3.2.7.1 Tepelné vlastnosti

Odolnost úložiště proti působení tepla je vyjádřena funkčností jeho primárních bariér, tj. UOS, bentonitu, formy odpadu, neporušené horninové zóny. V ČR zatím nebyl podrobně studován vliv



teploty na jednotlivé bariéry. Pro účely českého konceptu bylo proto převzato kritérium uvedené ve švédském konceptu, tj. že teplota bentonitu nesmí převýšit 100 °C (Vokál et al. 2011). V prvních letech provozu HÚ jsou určující pro teplotu na povrchu kontejneru tepelné vlastnosti bentonitu a tloušťka bentonitové vrstvy obklopující UOS, avšak z dlouhodobého hlediska je rozhodující geometrie úložiště a tepelné vlastnosti horniny (Blaheta et al. 2012). Tepelné vlastnosti horninového prostředí jsou tak jedním z kritických vstupů pro dimenzování a hodnocení HÚ. Nejdůležitějším parametrem je pak součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  ( $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ).

Tepelné vlastnosti horninového prostředí jsou dány především texturou horniny, mineralogickým složením horniny, porozitou, přítomností kapalin a plynů a konečně obsahem přirozeně se vyskytujících radioaktivních izotopů uranu, thoria a draslíku v horninovém prostředí.

Pro hodnocení slučitelnosti horninového prostředí s inženýrskými bariérami nejsou stanovena žádná limitní kritéria tepelných charakteristik horninového prostředí. Dostupná technická řešení vždy umožňují navrhnout a dosáhnout požadované funkční vlastnosti budovaného HÚ, avšak při výběru horninového prostředí s

**Kritérium je zohledněno v teplotních výpočtech (Kobyłka 2019), které jsou zahrnuty ve vyhodnocení kritéria K1** (viz kap. 3.3.1). Vzhledem k absenci dat z hloubky úložiště (hodnocení kompatibility horninového prostředí) a nejistotám ve výběru vhodného tlumícího a těsnícího materiálu bude možné toto kritérium plně vyhodnotit po získání dat z hloubky úložiště. Zároveň je toto kritérium možné ovlivnit technickým řešením (složení konkrétních materiálů kontejneru, tlumících a výplňových materiálů).

### 3.2.7.2 Hydraulické vlastnosti

Hydraulické vlastnosti jsou dány hydrogeologickými vlastnostmi zkoumané lokality. Pro počáteční nasycení inženýrských bariér (IB) je rozhodující množství podzemní vody v okolí HÚ. Funkčnost IB ovlivňuje proudění podzemní vody a její chemismus. Směry a rychlosti proudění podzemní vody v krystalinickém masivu jsou závislé na puklinových systémech v okolí HÚ – rozevření, konektivitě a transmisivitě puklin. Jednoznačně negativní hodnoty parametrů byly vyloučeny již volbou hostitelské horniny.

Navození požadovaných funkcí bentonitu vyžaduje zvlhčení. Prevence erozních procesů je spojována s vyloučením přítomnosti UOS v částech horninového masivu s nadměrným přítokem podzemní vody. V navrženém kritériu jsou využity velmi detailní informace, které lze získat až v průběhu ražby podzemních prostor hlubinného úložiště.

Hydraulické vlastnosti izolační části úložiště potřebné pro hodnocení tohoto kritéria nejsou v současné etapě hodnocení lokalit dostupné. Jedná se zejména o vlastnosti v těsné blízkosti UOS, jako je např. počet skupin puklin, pórovitost (objem puklin), konektivita puklin, frekvence puklin, rychlosti proudění podzemní vody v puklinách, a bude je možno použít pro porovnání až po získání odpovídajících vlastností z úrovně HÚ.

**V dané fázi vývoje HÚ jednak předpokládáme, že HÚ bude umístěno mimo zvodnělé zóny (viz přítomnost zvodní v kap. 3.2.3.1), jednak neznáme rychlost proudění ve zvodnělých strukturách v předpokládané hloubce HÚ. Z tohoto důvodu toto kritérium v daném procesu porovnání lokalit nebude uplatněno.**

### 3.2.7.3 Mechanické vlastnosti

Pevnost horniny, modul přetvárnosti a napěťový stav masivu mají obecně vliv na stabilitu horninového masivu jakožto přírodní bariéry úložiště a vliv na rozsah a charakter zóny ovlivnění vyvolané razíci pracemi. Horniny s vyššími pevnostmi budou obecně lépe odolávat nepříznivým napěťovým stavům, projevujícím se koncentracemi napětí v blízkosti líce výrubu a následným poškozením samotné horniny, která je v těchto oblastech k porušování náchylnější.

Obecně rovněž platí, že čím je pevnost hornin, v nichž je raženo důlní dílo, vyšší, tím je rozsah zóny ovlivnění vyvolané vlastní ražbou menší.

Extrémně vysoké hodnoty pevností průvodních hornin mohou, na druhé straně, mít vliv na vysoké hodnoty abrazivnosti, tj. na výrazné mechanické opotřebení rozpojovacích nástrojů během razících prací.

Mechanické vlastnosti izolační části úložiště v jeho hloubce potřebné pro hodnocení tohoto kritéria nejsou v současné etapě hodnocení lokalit dostupné. **Dostupná mechanická data (např. Petružálek 2017) reprezentují pouze hodnoty pro vzorky z povrchových výchozů lokalit a budou hodnocena v rámci kritéria K1 (viz kap. 3.3.1).**

### 3.2.7.4 Fyzikálně chemické a geochemické vlastnosti podzemní vody

Hostitelská hornina dané lokality uvažované pro HÚ musí mít takové geochemické vlastnosti, aby negativně neovlivňovala vlastní HÚ po dobu v řádu desetitisíců až statisíců let. Negativním ovlivněním se v tomto případě myslí jakékoliv ovlivnění zejména inženýrských bariér HÚ (ukládací obalové soubory VJP, bentonitové těsnění ukládacích míst, zásypy všech přístupových prostor, betonové konstrukční prvky a betonkontejnery sekce VAO), které by mohlo přímo (např. erozí materiálu zásypu) či nepřímo (např. změnou bobtnací schopnosti bentonitového těsnění) vést k předčasnému selhání bezpečnostních funkcí těchto bariér. Za významnou oblast ovlivnění HÚ se v rámci slučitelnosti bariér HÚ s horninovým prostředím uvažují rozhraní tohoto prostředí s inženýrskými bariérami. Pro podrobnější výběr hodnotících kritérií geochemických vlastností horninového prostředí byly posuzovány následující inženýrské bariéry: bentonitová bariéra (zejména těsnění úložných míst ve formě kompaktovaného bentonitu), cementové/betonové konstrukční prvky (zátky, injektáže a betonkontejnery sekce VAO) a vnější materiál ukládacích obalových souborů VJP. Pro účely posuzování se dále předpokládá, že hlavním geochemickým činitelem, jímž může horninové prostředí působit na inženýrské bariéry HÚ, je podzemní voda. Minoritní vliv je očekáván u nestabilních akcesorických minerálů horniny a u plyných, přirozeně se vyskytujících fází (např. hlubinný CO<sub>2</sub>, pokud by byl přítomen).

**Pro vyhodnocení kritéria není známo složení podzemní vody v hloubce úložiště na konkrétních lokalitách, Jsou známy pouze složení vod z PVP Bukov (Červinka a Gondolli 2016) a z povrchu lokalit (Franěk et al. 2018; Mixa et al. 2019) a lokality není možno mezi sebou tedy porovnat. Kritérium nebude z tohoto důvodu aplikováno v této fázi výběru lokalit.**

### 3.2.7.5 Mikrobiologické vlastnosti

Přítomnost, a především metabolická aktivita mikroorganismů, může výrazně narušit funkčnost inženýrských bariér (IB), v návaznosti na předešlé části byly uvažovány: vnější materiál UOS VJP, bentonitová bariéra, betonové konstrukční prvky a betonkontejnery sekce VAO. Nejrizikovější skupiny mikroorganismů představují síran-redukující bakterie (SRB) z důvodu



mikrobiálně indukované koroze (MIC), železo-redukující bakterie (IRB) z důvodu MIC a destabilizace montmorillonitu a mangan-redukující bakterie z důvodu MIC. Acetogenní a metanogenní bakterie jsou dalšími potenciálně nebezpečnými skupinami, které produkují látky (konkrétně metan a acetát), které mohou sloužit jako donory elektronů pro SRB a IRB. Obecně pro mikroorganismy platí, že jejich metabolická aktivita vede k produkci plynů a následným změnám tlaků.

**Pro vyhodnocení kritéria není známo složení podzemní vody, ani data o mikrobiálním osídlení v hloubce úložiště na konkrétních lokalitách, a to z důvodu aplikace metod popisujících jen přípovrchovou stavbu lokalit. Kritérium nebude z tohoto důvodu aplikováno v této fázi výběru lokalit.**

### 3.2.7.6 Plynopropustnost

Hostitelské prostředí musí zajistit, aby nedocházelo k takové kumulaci plynu v úložných prostorech, které by mohlo představovat ohrožení pro správnou funkčnost úložného systému. Hostitelské prostředí proto musí zajistit odvod plynu prouděním (plynopropustnost) nebo odnosem či difúzí (rozpuštěného) plynu vodou obsaženou v hostitelském prostředí (Norris et al. 2013, POSIVA 2013).

Vzhledem k extrémně nízké propustnosti vlastní matrice horninového prostředí je celková plynopropustnost (a proudění vody) určena zejména přítomností puklinové sítě a jejími vlastnostmi (Norris et al. 2013). V případě transportu plynu pomocí vody jsou navíc důležité hydrogeologické poměry, zejména pak rychlost, tlak a množství proudící vody.

Pro zhodnocení vlivu plynu na funkčnost HÚ je nutno zhodnotit geologické a hydrogeologické poměry v širším okolí HÚ (např. možnost vzniku stratigrafického trapu – tj. geologické struktury, která může zadržovat plynné fáze díky změnám v jejím horninovém složení, struktuře nebo facii).

**Pro vyhodnocení kritéria nejsou známé parametry puklinové sítě v hloubce úložiště na potenciálních lokalitách. K dispozici jsou data pouze z povrchových výchozů a modelování puklinových sítí (Kabele et al. 2018). Kritérium nebude z tohoto důvodu aplikováno v této fázi výběru lokalit.**

## 3.2.8 Přírodní jevy

### 3.2.8.1 Porušení území aktivním zlomem

**Toto kritérium je zahrnuto v rámci sloučeného kritéria K7 (viz kap. 3.3.7).** Pro vyhodnocení tohoto kritéria nejsou k dispozici relevantní data o seismické aktivitě zlomové sítě na lokalitě, tedy stáří a relativní smysl pohybu (Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019).

### 3.2.8.2 Povodně

Posouzení záplavového území  $Q_{100}$  bylo provedeno na všech lokalitách v celém povodí, které může ovlivnit území k umístění jaderného zařízení. **U všech lokalit platí, že umístění povrchového areálu, větrací šachty i oblast podzemního areálu leží mimo stanovená záplavová území a nemohou být ohroženy povodněmi.** Mezi lokalitami není rozdíl (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a). Toto kritérium lze navíc ovlivnit v rámci zvoleného projektového řešení.

### 3.2.8.3 Oběh podzemní vody

Ve vztahu k externím přírodním jevům dle MP.22 (Vokál et al. 2017) nemá dojít ke znečištění významných útvarů podzemních vod radioaktivní látkou. Přítomnost významných útvarů podzemní vody je vyloučena v rámci vylučujícího kritéria přítomnosti zvodní v izolační části horninového masivu. V horninách krystalinika se zvodně s vyšší propustností, zásobou vody a intenzivním regionálním oběhem podzemní vody nevyskytují. **Detailní posuzování scénářů kontaminace horninového prostředí a vodních zdrojů bude realizováno v dalších fázích zužování počtu lokalit – v rámci bezpečnostního hodnocení úložiště.**

### 3.2.8.4 Biologické jevy

Biologické jevy musí hodnotit výskyt živých organismů ve vodním, horninovém nebo vzdušném prostředí a jejich působení na technologické systémy jaderného zařízení, zejména na inženýrské bariéry (UOS), vzduchotechniku a chlazení. **Z důvodu nedostatku relevantních údajů v této etapě hodnocení lokalit nebudou biologické jevy aplikovány pro porovnání lokalit.**

### 3.2.8.5 Přírodní požáry

Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. **Přírodní požáry musí hodnotit výskyt lesních a jiných souvislých porostů a zemědělsky využívaných území do vzdálenosti 5 km, a to lze ovlivnit v rámci zvoleného projektového řešení.**

## 3.2.9 Jevy vyvolané člověkem

### 3.2.9.1 Pád letadla a jiných objektů

Ze znalosti letových koridorů a vzdálenosti letiště od lokalit je možné stanovit pravděpodobnost pádu letadla. **Na všech lokalitách** je pravděpodobnost dopadu civilního letadla při maximální vzletové hmotnosti do 5 700 kg řádu  $10^{-7}$  a pro velká civilní dopravní letadla (maximální vzletová hmotnost nad 5 700 kg) nejméně o dva řády nižší, typicky  $10^{-9}$  (Martinčík et al. 2018a-i). Z tohoto důvodu nebude kritérium aplikováno pro hodnocení lokalit.

### 3.2.9.2 Výbuchy a požáry, které mají původ v činnosti člověka, a jejich zplodiny

**Kritérium v současné fázi nebude aplikováno.** Pokud se vezme v úvahu provoz zemědělských a průmyslových podniků, čerpacích stanic pohonných hmot, produktovody (hlavně plynovody), blízkost kamenolomů apod., ukazuje se jako nejvýznamější riziko přeprava trhavin pro výstavbu HÚ do povrchového areálu. Toto riziko bude u všech lokalit velmi podobné.

### 3.2.9.3 Přítomnost jiných jaderných zařízení a další průmyslových či jiných zařízení

Přítomnost jiných jaderných zařízení a dalších průmyslových či jiných zařízení je nutné řešit z hlediska spolupůsobících (kumulativních) vlivů. V blízkosti lokality Janoch se nachází jaderná elektrárna Temelín, lokalita Na Skalním je nedaleko jaderné elektrárny Dukovany a v blízkosti lokality Kraví hora se nachází záložní sklad pro použité jaderné palivo Skalka. V současné době nejsou provedeny studie, které by kumulativní vliv jaderných zařízení zhodnotily, proto kritérium

nebylo aplikováno. Jediný indikátor, který je možné hodnotit, je blízkost jaderných elektráren. To má vliv na vzdálenost přeprav VJP ze skladů do HÚ. **Tento indikátor bude hodnocen v rámci kritéria K9** Šíření radioaktivní látky (viz kap. 3.3.9.) .

#### 3.2.9.4 Klimatické a meteorologické podmínky

Klimatické a meteorologické podmínky musí být hodnoceny na základě dlouhodobých klimatických vlastností a meteorologických jevů. **Kritérium nebude v současné době aplikováno, protože nejsou k dispozici meteorologická data přímo z lokalit.**

#### 3.2.9.5 Oběh povrchových a podzemních vod

Ve vztahu k šíření radioaktivních látek. MP.22 (Vokál et al. 2017) zmiňuje význam oběhu podzemních a povrchových vod na šíření uniklých radioaktivních látek v případě výskytu nepředvídané události při manipulaci s ukládacími a transportními obaly a provozem horké komory. Detailní posuzování scénářů kontaminace horninového prostředí a vodních zdrojů bude realizováno v dalších fázích zužování počtu lokalit – v rámci bezpečnostního hodnocení úložiště. Pokyn MP.22 (Vokál et al. 2017) předjímá, že ve stávající fázi zúžení počtu lokalit nebude toto kritérium aplikováno.

**Charakteristiky oběhu podzemních vod s vazbou na dlouhodobou bezpečnost HÚ budou hodnoceny v rámci kritérií K5 a K6** (viz kap. 3.3.5 a kap.3.3.6).

#### 3.2.9.6 Současné využití území

Současné využití území k zemědělské činnosti, rybolovu, rekreaci, výrobě a zpracování potravin a jejich surovin, odběru podzemních a povrchových vod bude **zahrnuto v hodnocení kritéria K13** (viz kap. 3.3.13).

#### 3.2.9.7 Rozložení a hustota osídlení a jeho vývoj z hlediska šíření radioaktivních látek

**Kritérium bude aplikováno pro porovnání lokalit jako kritérium K9** (viz kap. 3.3.9).

### 3.2.10 Faktory ovlivňující zvládání mimořádných situací

#### 3.2.10.1 Blízkost státní hranice

Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. **Toto kritérium však může mít vliv na diskuze se zahraničními partnery (především s Rakouskem) o přeshraničních vlivech.**

#### 3.2.10.2 Zajištění dojezdu záchranných jednotek

**Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. Řešení je možné v rámci projektových opatření.** Navíc je uvažováno zřízení záchranných jednotek v každém povrchovém areálu (Bureš et al. 2018a-d; Špinka et al. 2018a-c; Hanžl et al. 2018; Navrátilová et al. 2018a).

### 3.2.10.3 Zajištění informovanosti a evakuace

**Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. Je možné jeho řešení v rámci projektových opatření.**

### 3.2.10.4 Zajištění opatření proti sabotáži

**Kritérium v současné fázi nebude aplikováno. Jedná se o technické řešení, které je pro všechny lokality stejné.**

## 3.2.11 Environmentální kritéria

### 3.2.11.1 Vliv na klima a ovzduší

**V této fázi, při současné úrovni projektového řešení (referenční), nebude kritérium aplikované s ohledem na absenci nezbytných vstupních informací.**

V souladu s požadavky zák. č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon EIA“) musí být předmětem hodnocení vedle vlastních „vlivů na klima“ (např. povaha a množství emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů) také zranitelnost území vůči projevům změny klimatu a zranitelnost záměru vůči dopadům změny klimatu.

K provedení tohoto vyhodnocení je nutné získat relevantní údaje o klimatických a meteorologických jevech uvedených v § 10 vyhl. č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení ve znění pozdějších předpisů, ovšem detailnějším členění a víceletých časových řadách. Pro vyhodnocení míry ovlivnění lokálních (mikroklimatických) podmínek, například v souvislosti s nárůstem rozsahu zpevněných ploch, odtokových poměrů apod., je žádoucí získat obdobné časové řady (nad rámec požadavků vyhl. č. 378/2016 Sb.) pro další charakteristiky jako jsou teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu.

Dalším okruhem, pro nějž je nutné shromáždit vstupní údaje, jsou podklady k provedení modelových výpočtů znečištění ovzduší (rozptylová studie), jako jsou větrná růžice, poloha a rozsah plochy staveniště a trasy přístupových komunikací (včetně podélných profilů). Předpokládaná skladba, resp. intenzita dopravy v jednotlivých fázích životního cyklu HÚ a emisní charakteristiky využívaných dopravních a stavebních mechanismů budou na všech lokalitách podobné.

### 3.2.11.2 Vliv na akustickou situaci

**V této fázi, při současné úrovni projektového řešení (referenční), nebude kritérium aplikované s ohledem na absenci nezbytných vstupních informací.**

Vstupní údaje pro posouzení vlivů hluku na základě výsledků akustické studie jsou z větší části shodné s podklady pro modelové výpočty znečištění ovzduší, tzn. poloha a rozsah plochy staveniště, trasy přístupových komunikací (včetně podélných profilů) a jejich vzdálenost od

nejbližších objektů tzv. „chráněné zástavby“<sup>1</sup>. Předpokládaná skladba, resp. intenzita dopravy v jednotlivých fázích životního cyklu HÚ a akustické charakteristiky využívaných dopravních a stavebních mechanismů budou na všech lokalitách podobné.

### **3.2.11.3 Vliv na veřejné zdraví**

V této fázi, při současné úrovni projektového řešení (referenční), nebude kritérium aplikované standardním způsobem, s ohledem na absenci nezbytných vstupních informací.

Hodnocení zdravotních rizik (HRA<sup>2</sup>) spojených s neradiačními vlivy HÚ vychází z výsledků modelových výpočtů znečištění ovzduší (viz 3.2.4.1) a hlukové zátěže v dotčeném území (viz kap. 3.2.4.2). Dalšími podklady jsou údaje o počtu obyvatel v dotčeném území a jejich prostorové rozmístění, případně doplněné o monitoring zdravotního stavu populace v tomto území.

Potenciální rizika spojená s šířením radioaktivních látek budou detailně vyhodnocena v rámci bezpečnostní zprávy.

### **3.2.11.4 Vliv na dopravní nebo jinou infrastrukturu**

Kritérium závisí na trasování přístupových komunikací (účelová komunikace, železniční vlečka), sítí technické infrastruktury (zejména elektřina, plyn, spoje), které bude obsahem navazujících fází projektového řešení. Proto nebude v současné fázi hodnoceno. Zároveň bude nezbytné prověřit parametry a kapacitu stávajících dopravních a inženýrských sítí v širším zájmovém území HÚ a navrhnout jejich případné úpravy s cílem zajistit obsluhu HÚ ve všech fázích jeho životního cyklu.

---

<sup>1</sup> § 30 odst. 3 zák. č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.

<sup>2</sup> Health Risk Assessment.

### 3.3 Klíčová kritéria pro účely porovnání lokalit, jejich zdůvodnění a konkretizace

Jak bylo zmíněno, v kapitole 3.1 **klíčová kritéria jsou takové charakteristiky lokality, podle kterých lze lokality porovnat v dané fázi vývoje hlubinného úložiště**. Předpokladem je, že jde o charakteristiky, které je možno stanovit/odhadnout ze současných poznatků, dále o charakteristiky, ve kterých se lokality odlišují na základě vyhodnocení dostupných informací. Dalším předpokladem je skutečnost, že tyto charakteristiky navzájem nekorelují (například nevycházejí z přepočtu stejných základních informací).

Klíčová kritéria jsou případně členěna na dílčí indikátory, které představují konkrétní vlastnosti lokalit. Indikátor je tedy dílčí charakteristika lokality využitá pro zhodnocení klíčového kritéria. Porovnání vhodnosti potenciálních lokalit hlubinného úložiště je v této fázi provedeno na základě kritérií, která mají největší informační relevanci a jejich vlastní stanovení je opřeno o dostatečné množství dat.

#### 3.3.1 Kritérium K1 Velikost využitelného horninového masivu

Jedním ze základních předpokladů uvažování s předmětnou lokalitou pro potřeby ukládání VJP a RAO je existence dostatečně velkého, vhodného horninového bloku, do kterého je možné předpokládané množství odpadu uložit. Technické řešení hlubinného úložiště musí především respektovat strukturní 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 průzkumu 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. 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.

Technické řešení podzemního areálu a jeho objektová skladba částečně vycházejí z referenčního projektu (Pospíšková et al. 2012) V rámci podkladových studií (Bureš et al. 2018; Špinka et al.

2018) na základě geofyzikálních měření (Pertoldová et al. 2019) provedena aktualizace objektové skladby podzemní části. Přesto technické řešení podzemní části HÚ je nadále zatíženo nejistotami.

### 3.3.1.1 Indikátor K1a Využitelnost horninových bloků

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, která byla stanovena v rámci projektu Geofyzika (Pertoldová et al. 2019).

Velikost ukládacích ploch vychází z projektového návrhu (Zahradník et al. 2020) 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,
- fyzikálně-mechanické 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.

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

Výpočet využitelnosti horninových bloků lze zapsat rovnicí:

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

kde

$VYUŽ_{HB,lok}$	využití HB na lokalitě v %
$S_{UP,lok}$	celková ukládací plocha na lokalitě v m <sup>2</sup>
$S_{PU,lok}$	celková plocha perspektivního území na lokalitě v m <sup>2</sup>
$S_{NP,lok}$	celková plocha nevyužitelná pro ukládání VJP na lokalitě v m <sup>2</sup>

Plochy horninových bloků byly stanoveny na základě geofyzikálního výzkumu (Pertoldová et al. 2019), 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 dále nejsou zahrnuty také oblasti, které jsou s ohledem na jejich velikost, tvar a umístění pro efektivní umístění ukládacích prostor pro VJP příliš malé.



Dle MP.22 (Vokál et al. 2017) je možné s potenciální lokalitou pro ukládání VJP a RAO uvažovat jen za předpokladu, že zde existuje vhodný horninový blok, který s dostatečnou rezervou umožňuje uložit předpokládané množství odpadů. Vzhledem ke skutečnosti, že v budoucnosti:

- může být ukládáno odlišné množství odpadů (například v návaznosti na změnu vládní koncepce),
- při realizaci mohou být zastižena pásma, která budou z důvodu svých vlastností vyloučena pro ukládání nebo povedou k větší vzdálenosti jednotlivých ukládacích chodeb nebo UOS,
- z jiných důvodů bude omezeno ukládání v rámci předpokládaného HB,

je vhodné, aby uvažované HB na lokalitě měly co největší rezervu pro ukládání (využitelnost nižší než 100 %). Tedy lokality s větší rezervou jsou z tohoto pohledu vhodnější, umožňují minimalizovat potenciální problémy při ukládání.

Kvantifikace kritéria je založena na číselném (bodovém) ohodnocení konkrétních vstupních hodnot, které vycházejí z provedeného geofyzikálního výzkumu (Pertoldová et al., 2019) a aktualizací studií umístitelnosti na jednotlivých lokalitách (Zahradník et al., 2020).

Výpočet využitelnosti horninových bloků lze zapsat rovnicí:

$$VYU\check{Z}_{HB,lok} = \frac{S_{UP,lok}}{S_{PU,lok} - S_{NP,lok}} \times 100 \quad (2)$$

kde

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

Pro bodové hodnocení indikátorů byla zvolena škála od 1 do 5, kde číslo 1 vyjadřuje nejpříznivější možnou hodnotu daného indikátoru, číslo 5 nejméně příznivou.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce (Pertoldová, et al. 2019).

### 3.3.1.2 Teplotní vlastnosti hornin

Tak jak bylo uvedeno výše, představují teplotní výpočty jeden ze základních vstupů pro návrh podzemní části HÚ. Na jejich základě jsou stanoveny minimální vzdálenosti mezi jednotlivými UOS, což se promítá do nároků na velikost celkového ukládacího pole, tj. při stejném počtu UOS při větší vzájemné vzdálenosti je pro uložení nezbytná větší ukládací plocha. Do provedených teplotních výpočtů (Kobylka et al. 2019) vstupují níže uvedené indikátory (mimo koeficient teplotní roztažnosti). Indikátory nebyly samostatně hodnoceny, tvoří významný vstup do výpočtů, uvedených v kap. 3.3.1.

#### 3.3.1.2.1 Počáteční teplota HB v horizontu ukládání VJP

Počáteční teplota HB určuje teplotní pozadí HB, na které se v rámci výpočtu načítá vliv ohřátí od jednotlivých UOS v celém úložišti. Čím nižší je počáteční teplota, tím menší teploty v HB



v úložišti celkově budou. Vzhledem k tomu, že nárůst teplot způsobený UOS je nejvíce ovlivněn součinitelem tepelné vodivosti je vliv obou parametrů na teplotní pole i na určení roztečí společný, s mírnou převahou součinitele tepelné vodivosti.

Ve fázi prací na optimalizaci roztečí byl použit vrchní konzervativní odhad teploty v HB (na základě konzervativního geotermálního gradientu) 25 °C.

**Tento indikátor nebude samostatně hodnocen, bude součástí provedených teplotních výpočtů, které se promítají do indikátoru Využitelnost HB.**

### 3.3.1.2.2 Součinitel tepelné vodivosti

Součinitel tepelné vodivosti je veličinou určující schopnost látky vést teplo. Je tedy základním parametrem ovlivňujícím odvod tepla HB od UOS do vzdálených oblastí. Jeho velikost přímo ovlivňuje nárůst teplot HB, a to jak výši teploty, tak rychlost jejího nárůstu. Součinitel tepelné vodivosti má bezprostřední vliv na rozteče UOS i celkové dlouhodobé teplotní pole v HB.

Součinitel tepelné vodivosti hornin byl měřen na více vzorcích u každé lokality). Vzorky však nepocházejí z ukládacího horizontu, nelze proto ověřit jeho přesnou hodnotu. Součinitel tepelné vodivosti může být rovněž velmi anizotropní a nehomogenní, takže pro jeho přesné stanovení bude zapotřebí provádět další experimentální výzkum.

**Tento indikátor nebude samostatně hodnocen, bude součástí provedených teplotních výpočtů, které se promítají do indikátoru Využitelnost HB.**

### 3.3.1.2.3 Objemová tepelná kapacita hornin

Objemová tepelná kapacita udává množství tepla, které je schopen při ohřátí o 1 °C pojmout 1 m<sup>3</sup> látky. Je dána hustotou látky a její měrnou tepelnou kapacitou. Vzhledem k tomu, že teplo vznikající v UOS je dlouhodobé, i poměrně velké hodnoty objemové tepelné kapacity vedou k nezanedbatelnému ohřívání HB. Pro dosažení nízkých teplot v HB je proto mnohem důležitější odvod tepla než schopnost HB toto teplo absorbovat.

Znalost objemové tepelné kapacity hornin na jednotlivých lokalitách je dobrá, nejlepší z používaných veličin. Tato termofyzikální vlastnost byla měřena spolu se součinitelem tepelné vodivosti. Větší přesnost v jejím určení než u součinitele tepelné vodivosti, je dána tím, že se jedná o veličinu izotropní (není tedy zapotřebí sledovat její směrovost) a je snadněji měřitelná.

### 3.3.1.3 Indikátor K1b Fragmentace území

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).

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

Výpočet fragmentace perspektivního území na jednotlivých lokalitách lze zapsat rovnicí:

$$FR_{PU,lok} = P_{PU,lok} \quad (3)$$

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

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.

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.

Ideální stav pro ukládání je jeden kompaktní HB, který umožňuje s dostatečnou rezervou na jednom ukládacím horizontu pojmut předpokládané množství VJP. V případě členění HB na dílčí fragmenty (zejména díky existenci zlomů 1. a 2. kategorie), dochází k dalšímu omezování technického řešení podzemní části HÚ. V případě zpřesnění polohy výše uvedených zlomů (obecně vlastností hostitelského prostředí), může u některých fragmentů území dojít k takovému zmenšení, že budou s ohledem na použitou technologii ražení (TBM) neefektivně využity, v extrémním případě již nebudou smysluplně využitelné a budou z ukládání vyloučeny. To povede ke snížení rezervy HB (zvýšení využitelnosti), což může přinést komplikace s ukládáním odpadu.

Kvantifikace kritéria je založena na číselném (bodovém) ohodnocení konkrétních vstupních hodnot, které vycházejí z provedeného geofyzikálního výzkumu (Pertoldová et al. 2019) a aktualizací studií umístitelnosti na jednotlivých lokalitách (Zahradník et al. 2020).

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

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

5 – bodové ohodnocení lokality s nejvyšší hodnotou fragmentace perspektivního území

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

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

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce (Pertoldová et al. 2019).

### 3.3.1.4 Indikátor K1c Fragmentace podzemní části HÚ

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.

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 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 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.). Zásadně byla upřednostňována taková poloha, která vedla k minimalizaci vzestupného proudění podzemní vody. Blíže je koncepce přístupu k technickému návrhu HÚ popsána v (Zahradník et al. 2020).

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 závazecích chodeb. Pro ukládací komory je to polovina osové 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. 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.

Technické řešení HÚ musí umožňovat bezpečný provoz ve všech etapách jeho životnosti. Jedná se zejména o:

- realizace podzemní části HÚ (ražba)
- rozšiřování podzemní části HÚ za současného ukládání VJP a RAO
- ukládání VJP a RAO
- uzavírání HÚ

S tím je spojena nutnost zajištění funkčního větrání, odvodnění, transportu rubaniny, zásobování vodou a energií, dopravního a informačního spojení s PA apod.

Z těchto důvodů je optimální stav, kdy podzemní část tvoří jeden kompaktní celek čtvercového nebo spíše obdélníkového tvaru, který umožňuje efektivní návrh systému fungování podzemní části HÚ za současného maximálního využití dostupného prostoru. V případě nutnosti jeho dílčího členění pak mohou vznikat komplikace s jeho návrhem, vznikají další (dopravní, odvodňovací apod.) podzemní díla, která pak snižují efektivitu využití HB.

Kvantifikace kritéria bude založena na číselném (bodovém) ohodnocení konkrétních vstupních hodnot, které vycházejí z aktualizací studií umístitelnosti na jednotlivých lokalitách (Zahradník, O. et al. 2020).

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

- 1 – bodové ohodnocení odpovídající nejnižší teoretické fragmentaci podzemní části HÚ, tj. 1
- 5 – bodové ohodnocení lokality s nejvyšší hodnotou fragmentace podzemní části HÚ

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

kde

$FR_{HU,lok}$	<i>fragmentace podzemní části HÚ Na lokalitě</i>
$FR_{HU,TEOR.MIN}$	<i>teoreticky nejnižší hodnota fragmentace podzemní části HÚ, tj. 1</i>
$FR_{HU,MAX}$	<i>maximální hodnota fragmentace podzemní části HÚ na lokalitách</i>

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce (Pertoldová et al. 2019)

### 3.3.2 Kritérium K2 Dostupnost infrastruktury

Po podrobném prověření (Bureš et al. 2018a-d; Špínka et al. 2018a-c) dostupnosti infrastruktury na jednotlivých lokalitách (železniční síť, silniční síť, voda, kanalizace, apod.) bylo shledáno, že v této problematice nejsou mezi lokalitami významnější rozdíly. Možnost napojení na infrastrukturu je ve všech případech možná, lišící se pouze ve výši investičních nákladů na napojení, které jsou však z pohledu ceny HÚ zcela marginální.

Z pohledu dostupnosti infrastruktury tak byl vybrán pouze indikátor Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí, který má kromě nákladů i environmentální dopady a činí mezi jednotlivými lokalitami významné rozdíly.

#### 3.3.2.1 Indikátor K2a Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí

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.

Indikátor 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:

$$NR_{lok} = OR_{lok} - UR_{lok} \quad (6)$$

kde

$NR_{lok}$             *nadbytek rubaniny = neuložitelná rubanina na lokalitě v m<sup>3</sup>*

$OR_{lok}$             *celkový objem rubaniny bez zpětného zásypu na lokalitě v m<sup>3</sup>*

$UR_{lok}$             *kapacitní možnosti pro uložení rubaniny v lokalitě = uložitelná rubanina na lokalitě v m<sup>3</sup>*

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. Odvoz rubaniny v řádech milionů m<sup>3</sup> představuje pro předmětnou lokalitu potenciální enviromentální zátěž. Za běžných podmínek, při ražbě TBM, bude denní produkce rubaniny přes 1 000 m<sup>3</sup>. Není představitelné v okolí PA realizovat nadměrně rozsáhlé, dočasné (na desítky let) mezideponie rubaniny, které by významně narušovaly krajinný ráz. Za pesimistického scénáře minimálního využití rubaniny při uzavírání HÚ a neuvažování s využitím u souběžně realizovaných staveb (prodej rubaniny jako stavebního materiálu) je tak nezbytné uvažovat s jejím trvalým uložením v okolí PA.

V rámci tohoto indikátoru bude uvažováno se vzdáleností do 25 km, což představuje položku URS, běžně používanou u dopravních staveb pro odvoz zeminy na skládky. Doprava přebytečné rubaniny by s ohledem na polohu potenciálních míst k uložení probíhala po místních komunikacích, i když nelze vyloučit možnost využití železničního spojení PA s okolní železniční sítí. Čím více rubaniny bude možné uložit v blízkém okolí, tím menší bude potenciální enviromentální zátěž širšího okolí, spojená s její dopravou. Vzhledem ke skutečnosti, že objem využitelných lomů do vzdálenosti 25 km od PA se na jednotlivých lokalitách výrazně liší, bude smysluplné jej zahrnout v rámci hodnocení lokalit.

### 3.3.3 Kritérium K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků

Popis toho kritéria, které je součástí **Geologických charakteristik** (Vokál et al. 2017), musí umožnit připravit věrohodný komplexní prostorový geologický model HÚ a jeho blízkého okolí. Hlubkový dosah horninového masivu musí být dostatečný (cca 400 m) s ohledem na předpokládanou hloubku umístění úložiště. Nepřijatelná míra nejistoty v identifikaci a popisu regionálních a lokálních poruchových zón a dalších geologických struktur, může vylučovat umístění úložiště. V této fázi výběru lokality HÚ (zužování potenciálních lokalit z počtu 9 na 4), kdy byly prováděny převážně povrchové geologické práce, však tento faktor nemusí být vylučující, ale může sloužit pro porovnání lokalit.

Pro toto kritérium byly definovány následující indikátory:

#### 3.3.3.1 Indikátor K3a Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury

Indikátor reflektuje počet a rozsah dosud indikovaných zlomových struktur, zároveň reflektuje stáří pohybů na těchto strukturách, pokud je známo. Zlomy jsou klasifikovány dle Anderssona et al. (2000). Z hlediska vhodnosti lokality by měl být stupeň křehkého porušení co nejnižší, protože zlomové struktury představují významná mechanická oslabení horninového masivu a zároveň preferenční cesty podzemní vody, obzvláště v krystalinickém prostředí. Jejich distribuce, prostorový rozsah a charakter mají významný vliv na posuzování vhodnosti lokality.

Klasifikace SKB Andersson et al. (2000) rozlišuje zlomy 1. kategorie, které představují nejvýznamnější strukturu, se kterou může souviset významné mechanické oslabení horninového masivu. Zároveň může představovat preferenční cesty podzemní vody, anebo fungovat jako bariéra. Dále s ním mohou souviset rozsáhlé alterace a rozpukání v okolí. Zlom 2. kategorie má pak význam nižší atd.

Prostorová distribuce zlomů má též významný vliv na posuzování vhodnosti horninového masivu. Např. výhodnější je, pokud jsou zlomy v daném území soustředěny do dvou tektonických zón a mezi nimi je relativně neporušené prostředí, než když je stejný počet zlomů rozmístěn v rámci hodnoceného území v pravidelné síti.

V případě dostatku kvalitních geovědních dat je pro konkrétní zlomy odhadována mocnost porušené zóny a její sklon hlavně dle interpretace geofyzikálních anomálií (zejm. elektrických a seismických), a dále dle informací z geologického a hydrogeologického mapování (alterace, brekciace, hydraulika, paralelní mezoskopické struktury na blízkých výchozech aj). Pokud není možno u daného zlomu interpretovat jeho sklon, je pracovně uvažován jako vertikální. Dle takových dat a interpretací byl vytvořen tzv. aktualizovaný 3D model zlomové sítě na každé z 9 lokalit. Tento aktualizovaný model byl následně rozříznutý horizontální plochou v nadmořské výšce plánovaného úložiště (obvykle 0 m n. m), vzniklé intersekční linie z této nadmořské výšky byly obaleny tzv. bezpečnostními obálkami a linie i s obálkami následně využity pro návrh perspektivního území pro projektové práce HÚ a pro další projektové práce. Celé 3D vizualizace zlomových ploch tohoto aktualizovaného modelu byly předány pro zpracování v aktualizovaných hydraulických modelech 9 lokalit.

Žádný ze zlomů není v celém svém povrchovém průběhu lokalizován zcela přesně. Přesnost lokalizace může být významně zvýšena až po realizaci rozsáhlých průzkumných a výzkumných prací. Nejistota určení průběhu zlomů je dvou typů – a) nejistota povrchového průběhu, kterou bylo možno v dosavadních pracích rámcově ověřovat a zpřesňovat za pomoci geofyzikálních

výzkumů a geologického a hydrogeologického mapování, b) nejistota určení sklonu zlomů, která je vzhledem k absenci technických prací (zejm. vrtů a kopaných rýh) v daných podmínkách krystalinika celkově vyšší. Ad a) nejistota povrchového průběhu byla v souladu s běžnými postupy geologického mapování a související směrnici Hanžla et al. (2009) vyjádřena rozčleněním zlomů nebo jejich úseků na zlomy zjištěné a zlomy předpokládané. Ad b) nejistota v určení sklonu zlomu nebyla kvantifikována, neboť pro dané podmínky a dostupné využití metody neexistují zaběhnuté postupy pro výpočet této nejistoty. Bude však uvažována formou expertního odhadu dle všech dostupných dat v navržených perspektivních územích pro projektové práce a jejich bezprostředním okolí.

Hodnocení indikátoru v porovnání s ostatními lokalitami bude založeno na známkách 1 (nejnižší stupeň křehkého porušení zlomovými strukturami znamená nepřítomnost struktur prvního a druhého řádu dle klasifikace SKB) až 5 (vysoký stupeň křehkého porušení zlomovými strukturami několika systémů, přítomnost velkého množství zlomových struktur všech řádů dle klasifikace SKB).

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu modelového území strukturního schéma a území 3D regionálního geologického modelu (Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019).

### 3.3.3.2 Indikátor K3b Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy

Indikátor reflektuje počet zjištěných puklinových systémů a hustotu puklinové sítě. Puklinové systémy často tvoří v horninovém masivu hustou síť drobných diskontinuit, které jsou obvykle vzájemně propojeny. Blíže neurčená část z nich je hydraulicky vodivá a může sloužit jako potenciální cesta migrace vody a v ní obsažených látek, v případě hlubinného úložiště potenciálně unikajících radionuklidů. Z hlediska umístění HÚ je nejvhodnější prostředí s nejnižším počtem puklinových systémů a nízkou hustotou puklin. Reprezentativnost vstupních dat (horninových výchozů) je vážena jejich relevancí, resp. stavem, velikostí výchozu a přítomností zlomů v jejich bezprostředním okolí, ve škále 1 (malé zvětralé výchozy) až 10 (velké lomové stěny). Bude hodnocen aritmetický průměr souhrnné délky stop puklin na jednotku plochy (parametr  $P_{21}$ ) pro reprezentativní litologii, resp. horninový typ cílový pro umístění HÚ na konkrétní lokalitě. Bude hodnocen aritmetický průměr souhrnné délky stop puklin na jednotku plochy (parametr  $P_{21}$ ) pro reprezentativní litologii, resp. horninový typ cílový pro umístění HÚ na konkrétní lokalitě. Aritmetický průměr, lépe než medián, postihuje i malé množství dostupných výchozů s významnou hodnotou parametru  $P_{21}$ . Parametr bude stanoven na základě dat získaných z terénního sběru dat pro účely DFN modelování (Kabele et al. 2018). Parametr  $P_{21}$  v případě běžně semiplanárních výchozů nejlépe vystihuje míru porušení horninového masivu přímo ze strukturních měření. Ve zprávě Kabele et al. (2018) a související literatuře je zmiňován rovněž parametr  $P_{30}$ . Matematicky získaný parametr  $P_{30}$ , popisující množství puklin v jednotce objemu, obsahuje artefakty použitých výpočetních postupů (velké množství drobných puklin), které nemají vliv na využití při hydraulických simulacích, což je jejich primárním účelem, avšak ovlivňují celkové strukturní zhodnocení, a proto nebude pro porovnání lokalit využito. Na lokalitách, kde neprobíhal systematický sběr dat pro DFN, budou využita data archivní a data nově získaná geofyzikálním a geologickým výzkumem lokalit a z ostatních projektů realizovaných v dané oblasti.

Hodnocení indikátoru v porovnání s ostatními lokalitami v případě, že jsou k dispozici potřebná data získaná strukturně-geologickou charakterizací pro DFN modely, založeno na známkách 1 – nejmenší souhrnná délka stop puklin na jednotku plochy ( $m^2$ ) reprezentativní litologie až 5 – největší souhrnná délka stop puklin na jednotku plochy ( $m^2$ ) reprezentativní litologie.



V hodnocení budou rovněž zohledněny nové poznatky dle zprávy Mixy et al. (2019), vyhodnocena archivní strukturní data a využity poznatky z jiných projektů, probíhajících na lokalitách. U lokalit Na Skalním a Janoch proběhne porovnání dostupných terénních měření puklin z databáze ČGS. U lokality Na Skalním se dostupná data velmi dobře shodují s lokalitou Horka. Obě tyto lokality totiž náleží stejnému litologickému celku, a tak jejich výsledné hodnocení je obdobné. V případě lokality Janoch lze vycházet z litologicky podobných částí metamorfních komplexů moldanubika.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu modelového území DFN modelu a 3D regionálně geologického modelu (Kabele et al. 2018, Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019).

### 3.3.3.3 Indikátor K3c Stupeň duktilní deformace

Indikátor reflektuje množství duktilních staveb a komplexitu prostředí lokality z hlediska duktilních deformačních událostí. Do hodnocení vstupují pouze foliace – magmatické i metamorfní, které představují jediný duktilní prvek, dokumentovatelný při dané odkrytosti hodnocených území v dostatečném množství tak, aby ho bylo možno použít při hodnocení všech 9 lokalit (podmínku dostatečného množství nesplňují ani řídce pozorované lineace, nebo vrásové a další duktilní struktury). Obecně platí, že čím složitější a intenzivnější jsou projevy duktilní deformace, tím je horninové prostředí komplikovanější z hlediska geotechnických parametrů, zároveň je v něm vyšší pravděpodobnost výskytu křehkých struktur.

Kvantifikace bude založena na známkách 1 – nejnižší stupeň duktilní deformace, je zaznamenána jediná generace duktilní stavby; 5 – nejvyšší stupeň duktilní deformace, velké množství naložených duktilních staveb s komplikovanými vzájemnými vztahy.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce.

### 3.3.4 Kritérium K4 Variabilita geologických vlastností

#### 3.3.4.1 Indikátor K4a Prostorová variabilita horninového prostředí

Indikátor reflektuje prostorové uspořádání horninových těles, jejich počet, geometrické vztahy a tvary jednotlivých těles. Prostorová variabilita vystihuje horizontální i vertikální distribuci, tj. charakter a četnost střídání jednotlivých horninových těles v oblasti lokality HÚ obvykle v měřítku jednotek až stovek metrů. Časté střídání litologií a nepravidelné tvary horninových těles jsou méně vhodné, jak z geotechnického hlediska budování úložiště, tak pro výpočty spojené s dlouhodobou bezpečností úložiště. Dále zvyšují nejistotu 3D geologického modelu a významně mohou přispívat k lokalizaci křehkých struktur na takovýchto rozhraních. V případě výskytu nehomogenit v podobě vápenato-silikátových hornin mohou být v horninovém masivu přítomny kaverny. Z těchto důvodů má prostorové uspořádání horninových těles významný vliv na bezpečnost. Například lokalita, kde se budou opakovaně a v malých mocnostech střídat dva kontrastní horninové typy, bude mít sice malou petrologickou variabilitu, ale vysoká prostorová variabilita může být komplikací z hlediska projektování a výstavby HÚ. Indikátor zahrnuje také posouzení charakteru kontaktů jednotlivých horninových těles (např. rovný, nerovný, laločnatý, tektonický, petrografický přechod).



Kvantifikace bude založena na známkách 1 – nízká prostorová variabilita horninového prostředí v horizontálním i vertikálním směru s jednoduchými vzájemnými kontakty horninových těles, 5 – velmi vysoká prostorová variabilita horninového prostředí se střídáním jednotlivých litologií a s komplikovanými kontakty.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce.

#### **3.3.4.2 Indikátor K4b Petrologická variabilita**

Indikátor ukazuje na stupeň homogenity horninového prostředí v rozsahu horninových typů definovaných pro jednotlivé lokality (viz společná legenda 9 lokalit ve zprávě Mixy et al. 2019). Petrologická variabilita odráží rozdíly v obsahu hlavních, vedlejších a akcesorických horninotvorných minerálů, zrnitosti a texturních znacích. Tyto vlastnosti vycházejí z podrobného petrologického popisu, makroskopického i mikroskopického. Petrologická variabilita může mít vliv na tepelnou vodivost a produkci radiogenního tepla, popř. migraci fluid. Z hlediska expertního posouzení se jeví vliv na bezpečnost HÚ jako malý.

Kvantifikace bude založena na známkách 1 – nízká petrologická variabilita, tzn. obsahy hlavních a vedlejších minerálů, jejich zrnitost a texturní znaky se v rámci litologie neliší, 5 – vysoká petrologická variabilita, tzn. obsahy hlavních a vedlejších minerálů, zrnitost a texturní znaky jsou v rámci litologie výrazně proměnlivé.

Daný indikátor hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce.

#### **3.3.5 Kritérium K5 Charakteristika proudění vody v okolí úložiště a transportní charakteristiky**

Podkladem pro výběr indikátorů kritéria K5 byl metodický pokyn SÚRAO MP.22 (Vokál et al. 2017) a pilotní bezpečnostní studie HÚ (Trpkošová et al. 2018). V kritériu K5 jsou vybrané hydrogeologické a transportní charakteristiky lokalit posuzovány v rámci sedmi indikátorů.

Hodnoty všech indikátorů budou stanoveny na základě vstupních a výstupních údajů hydrogeologických a schematických transportních modelů proudění podzemní vody (modelové reprezentace lokalit). Výpočty proudění a schematizovaného transportu vychází z popisu současných poměrů proudění podzemní vody v horninových masivech. Modelové výpočty jsou zaměřeny na oblast geosféry (vzdálené pole interakcí). Vliv inženýrských bariér a proudění a transport v blízkém poli interakcí nejsou nijak zohledněny. Je předpokládáno, že současné hydrogeologické poměry lokalit jsou blízké k poměrům ustáleným po uzavření hlubinného úložiště.

Největší nejistotou jsou zatíženy údaje o distribuci hydraulické vodivosti (propustnosti) horninového masivu, reprezentované v indikátorech K5c a K5e. U propustnosti horninového masivu je nejistota odhadována v rozmezí 2 řádů. V případě poruchových zón je nejistota zřejmě ještě vyšší. Zvýšená nejistota se vzhledem k nejistotám v propustnosti promítá především do lokálně pojatých indikátorů zaměřených na extrém (indikátor K5b – maximální rychlost proudění v úrovni úložiště). Indikátory K5d (sestupná vertikální složka proudění) a K5f (specifický průtok úložným prostorem HÚ) také reprezentují lokální poměry úložiště. Do modelového výpočtu

těchto indikátorů ale již kromě propustnosti vstupuje dobře známý údaj a tím je rozložení potenciálu proudění podzemní vody v přípovrchové vrstvě (odpovídající průběhu terénu).

Výpočty transportu v sobě integrují vlastnosti proudění podzemní vody a transportní vlastnosti lokalit. Posuzování bezpečnosti lokality HÚ bude vždy primárně provedeno ve vztahu k vypočteným charakteristikám transportu (radionuklidů) a to přesto, že tyto výsledky transportu vždy budou zatíženy ještě větší nejistotou v porovnání s nejistotami modelových charakteristik proudění podzemní vody.

### 3.3.5.1 Indikátor K5a Doba dotoku z HÚ do oblasti drenáže

Doba dotoku (hodnota v letech) podzemní vody z hlubinného úložiště do oblasti drenáže částečně popisuje zádržnou schopnost horninového masivu ve vztahu k transportu radionuklidů. Reálná doba transportu radionuklidů z prostoru hlubinného úložiště bude vždy delší, než

je vypočtená advektivní postupová rychlost částic podzemní vody. Zejména kvůli difuzi do horninové matrice a sorpci některých radionuklidů.

Doba dotoku je výsledkem rozložení potenciálu proudění, zadané propustnosti horninového masivu a zadané pórovitosti. Ve výpočtu se rovněž uplatňuje vzdálenost drenážních oblastí od úložiště. Indikátor charakterizuje lokalitu v regionálním měřítku – od oblasti úložiště k místům drenážních bází.

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích v letech. Delší postupové doby jsou předpokladem lepší funkce horninového prostředí jako přirozené bariéry. Méně vhodné jsou naopak lokality s kratšími postupovými dobami. Postup stanovení hodnoty indikátoru (dolní 25 % kvartil ze všech vypočtených dob dotoku pro podzemní část HÚ) při současných nejistotách charakterizuje jednotlivé lokality více než minimální hodnota (extrém).

Daný indikátor bude hodnocen v rámci území hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu.

### 3.3.5.2 Indikátor K5b Rychlost proudění v úrovni úložiště

Rychlost proudění podzemní vody v úrovni hlubinného úložiště je výsledkem rozložení potenciálu proudění, zadané propustnosti horninového masivu a zadané pórovitosti. Do výsledku se tak promítají především morfologické poměry lokality v oblasti projektovaného hlubinného úložiště a variabilita horninových typů prostřednictvím zadané propustnosti masivu.

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích rychlosti proudění (hodnota v m.rok<sup>-1</sup>). Nižší rychlosti jsou předpokladem lepší funkce horninového prostředí jako přirozené bariéry. Méně vhodné jsou lokality s rychlejším prouděním podzemní vody prostorem hlubinného úložiště. Indikátor je stanoven jako maximální rychlost proudění podzemní vody v horninovém masivu v ploše a v úrovni podzemní části HÚ a je tak nasměřován k identifikaci nejvíce nepříznivé kombinace ovlivňujících faktorů.

Daný indikátor bude hodnocen v rámci polygonu podzemní části HÚ – v lokálním měřítku zpracovaného hydrogeologického modelu.

### 3.3.5.3 Indikátor K5c Propustnost v prostoru HÚ

Indikátor je stanoven jako maximální hodnota propustnosti horninového masivu v úrovni a v ploše úložiště. Založen je na vstupní informaci, nikoliv výpočtu modelu. Propustnost horninového masivu ( $m.s^{-1}$ ) při zvolené metodice zadání hydrogeologických modelů reflektuje horninový typ a hloubku pod terénem (tedy morfologii v oblasti úložiště). Je empirickou zkušeností, že v horninách krystalinika vlivem geostatického tlaku a svírání puklin propustnost horninového masivu s nárůstem hloubky pod terénem klesá.

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích koeficientu hydraulické vodivosti ( $m.s^{-1}$ ) jímž je v hydrogeologickém modelu zadána propustnost horninového prostředí. Méně vhodné jsou lokality s vyššími hodnotami propustnosti horninového masivu. Nižší propustnost je předpokladem lepší funkce horninového prostředí jako přirozené bariéry, kdy výsledkem je nižší průtok úložištěm a potenciálně menší hmotnostní tok kontaminace směrem do drenážních oblastí. Indikátor je zaměřen na popis horninového masivu bez ovlivnění poruchovými zónami (zlomy). Jejich vliv je hodnocen v rámci indikátoru K5e.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu polygonu podzemní části HÚ – v lokálním měřítku zpracovaného hydrogeologického modelu.

### 3.3.5.4 Indikátor K5d Sestupná vertikální složka proudění

Přítomnost sestupné složky proudění podzemní vody je žádoucí faktor, protože vede k prodloužení transportních cest z prostoru podzemní části úložiště do drenážních oblastí a ke zpomalení doby dotoku. To indikuje větší uplatnění zádržných procesů při transportu radionuklidů v podobě sorpce a difuze do horninové matrice.

Hodnoty indikátoru nejvíce ovlivňují morfologické poměry v oblasti projektovaného hlubinného úložiště, kdy na oblasti drenáže je vázána vzestupná složka proudění podzemní vody. Poloha úložiště v blízkosti drenážní oblasti přítomnost sestupné vertikální složky proudění podzemní vody snižuje. Méně příznivé jsou lokality s menším zastoupením vertikální sestupné složky proudění podzemní vody.

Kvantifikace indikátoru K5d bude založena na údajích (v %) o zastoupení vertikální složky proudění podzemní vody v ploše podzemní části hlubinného úložiště. Indikátor je stanoven s využitím modelového výpočtu tlakového pole proudění podzemní vody.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu polygonu podzemní části HÚ – v lokálním měřítku zpracovaného hydrogeologického modelu.

### 3.3.5.5 Indikátor K5e Maximální propustnost poruchových zón do 500 m od hranice HÚ

Indikátor je stanoven jako maximální hodnota propustnosti poruchových zón do vzdálenosti 500 m od okraje podzemní části úložiště. Založen je na vstupní informaci, nikoliv výpočtu hydrogeologického modelu. Propustnost poruchové zóny ( $m.s^{-1}$ ) při zvolené metodice zadání hydrogeologických modelů reflektuje typ poruchy (1. – 2. řád dle klasifikace SKB) a hloubku pod terénem. Je empirickou zkušeností, že vlivem geostatického tlaku a svírání puklin propustnost horninového masivu s nárůstem hloubky pod terénem klesá.

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích koeficientu hydraulické vodivosti ( $m \cdot s^{-1}$ ), jímž je v hydrogeologickém modelu zadána propustnost horninového prostředí. Méně vhodné jsou lokality s vyššími hodnotami propustnosti v zónách tektonických poruch, nebo v místech jejich křížení. Nižší propustnost je předpokladem lepší funkce horninového prostředí jako přirozené bariéry, kdy výsledkem je nižší průtok oblastí úložiště a potenciálně menší hmotnostní tok kontaminace směrem do drenážních oblastí. Absence větších poruchových zón v blízkosti úložiště snižuje pravděpodobnost uplatnění preferenčního proudění z prostoru úložiště do drenážní oblasti.

Daný indikátor bude obvykle hodnocen obvykle v rozsahu (v závislosti na tvaru) v rámci polygonu perspektivního území pro projektové práce – v lokálním měřítku zpracovaného hydrogeologického modelu.

### 3.3.5.6 Indikátor K5f Specifický průtok v prostoru HÚ

Indikátor je založen na modelovém výpočtu proudění podzemní vody. Na výsledku se uplatňuje rozložení potenciálu proudění (a tím morfologie terénu oblasti hlubinného úložiště) a zadané propustnosti horninového masivu. Indikátor je stanoven jako celkový modelový průtok oblastí úložiště znormovaný jeho plochou.

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích specifického průtoku prostorem úložiště ( $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ ). Množství podzemní vody protékající prostorem projektovaného HÚ ovlivňuje mobilitu a hmotnostní tok radionuklidů. Jedná se o významný parametr pro období porušení, nebo po vyčerpání životnosti inženýrských bariér. V případě, že přes oblast úložných vrtů protéká velmi malé množství vody, může se pouze menší množství radionuklidů uvolňovat do geosféry a migrovat dál do biosféry. Naopak méně vhodné jsou vyšší hodnoty specifického průtoku.

Daný indikátor bude hodnocen v rozsahu polygonu podzemní části HÚ – v lokálním měřítku zpracovaného hydrogeologického modelu.

### 3.3.5.7 Indikátor K5g Poměr ředění

Indikátor je stanoven na základě výsledků hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu. Transport z úložiště je simulován pouze vlivem advekce, bez rozpadu, bez sorpce, bez reakcí, bez disperze – pro konzervativní stopovač. Do výsledné hodnoty indikátoru se promítá kombinace mnoha faktorů (morfologie terénu a rozložení potenciálu proudění, zadané hydraulické vodivosti a pórovitosti, velikost povrchového přítoku podzemní vody do drenážních oblastí pro úložiště).

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích poměru (vyjádřeného v %) mezi maximální modelovou koncentrací v přípovrchové zóně a maximální koncentrací v prostoru hlubinného úložiště. Méně vhodné jsou vyšší hodnoty poměru ředění, reprezentující menší naředění kontaminace v podzemní vodě při proudění z prostoru úložiště do drenážních oblastí. Naopak nižší hodnoty signalizují větší mísení podzemních vod z prostoru HÚ směrem do drenážní oblasti.

Daný indikátor bude hodnocen v rámci území hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu.

### 3.3.6 Kritérium K6 Identifikace a umístění drenážních bází

Podkladem pro zavedení kritéria K6 byl metodický pokyn SÚRAO MP.22 (Vokál et al. 2017). V kritériu K6 jsou vybrané hydrogeologické a transportní charakteristiky lokalit posouzeny v rámci čtyř indikátorů. Vypočtené modelové charakteristiky transportu vychází z výpočtů ustáleného pole nasyceného proudění podzemní vody. Souhrnně lze konstatovat, že kritérium K6 ve svých indikátorech hodnotí míru rozptylu transportních cest z podzemní části hlubinného úložiště do drenážních oblastí. Naředění kontaminace z hlubinného úložiště přímo v povrchové vodě není předmětem posuzování.

Z hlediska bezpečnosti je rozptýlená drenáž z úložiště (na rozdíl od drenáže soustředěné) žádoucí (Vondrovic et al. 2019). Hydrogeologické poměry lokality s rozptýlenou drenáží představují menší riziko pro překročení dávkové optimalizační meze v souvislosti s odběry podzemní vody i lepší výchozí podmínky při formulování scénářů pro hodnocení dlouhodobé bezpečnosti úložiště.

Zpracované modely poskytují úvodní informaci o místech drenáže podzemní vody (a kontaminace) z prostoru úložiště. Tato informace ve finální a v záložní lokalitě úložiště projde opakovaným zpřesněním. Na rozdíl od severovýchodních zemí, kde je reliéf terénu velmi plochý, se v ČR v oblasti horninových masivů zvažovaných pro situování úložiště vyskytují rozdíly v terénu v řádu až prvních stovek metrů. V těchto podmínkách je identifikace drenážních oblastí jednoznačnější, zatížená menší nejistotou. Je značně nepravděpodobné, že by aktualizované modely lokalit v návazných etapách hodnocení poskytly zcela jiné drenážní oblasti. Aktuální nejistoty se promítnou zejména v tom, že s ohledem na nové informace o orientaci vodivých systémů puklin (a o anizotropii propustnosti horninového masivu) dojde k částečnému přerozdělení drenáže z plochy podzemní části úložiště ve prospěch jednotlivých toků a povodí. Za nejvíce přesný lze ze zvolených indikátorů považovat údaj o počtu drenážních toků (K6a). Menší nejistotou je rovněž zatížen indikátor zastoupení drenáže v jediném povodí (K6c). Větší nejistota je spjata s indikátory reprezentujícími větší detail modelového území: K6d (nejbližší vzdálenost drenáže z HÚ k jeho okraji) a K6b (zastoupení drenáže z plochy úložiště v jediném toku).

Přehled hodnot indikátorů kritéria K6 a jim odpovídajících známek obsahují podkladové zprávy hodnocení potenciálních lokalit z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti (Havlová et al. 2020 a-i). Výsledná známka kritéria K6 pro každou posuzovanou lokalitu bude dána váženým průměrem známek jednotlivých indikátorů.

#### 3.3.6.1 Indikátor K6a Počet drenážních toků

Do hodnoty indikátoru se promítá kompletní kombinace faktorů ovlivňujících proudění podzemní vody (morfologie terénu, respektive rozložení potenciálu proudění, zadaná propustnost horninového masivu a přítomných poruchových zón i rozložení drenážních oblastí ve vztahu k poloze úložiště). Počet drenážních toků je stanoven trasováním částic podzemní vody ve vypočteném poli proudění (particle tracking).

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích o počtu toků, do nichž je drénována podzemní voda (a kontaminace) z celého prostoru podzemní části hlubinného úložiště. Větší počet toků signalizuje příznivější hydrogeologické a transportní charakteristiky lokality, protože poskytuje předpoklad, že kontaminace z úložiště je v horninovém prostředí více rozptýlena. Naopak drenáž

do jediného toku nepřímo indikuje možnost nežádoucího soustředěného odvodnění úložiště a výskyt zvýšených koncentrací na rozhraní geosféra – biosféra.

Daný indikátor bude hodnocen v rámci území hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu – vzhledem k zaměření charakterizuje lokalitu hlubinného úložiště v regionálním měřítku.

### **3.3.6.2 Indikátor K6b Zastoupení drenáže z plochy úložiště v jediném toku**

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích o podílu (vyjádřeného v %) drénované plochy úložiště k celkové ploše úložiště. Vybírá se tok s největším zastoupením drenáže z prostoru hlubinného úložiště a indikátor tak vyhodnocuje maximální „zátěž“ drenážní oblasti jediného toku vlivem transportního procesu z hlubinného úložiště.

Méně vhodné je vysoké procento drénované plochy HÚ, protože může souviset s vyššími koncentracemi v přípovrchové zóně. Naopak nižší hodnoty signalizují žádoucí zředění kontaminace (tedy i radionuklidů) v horninovém prostředí vlivem drenáže na větší ploše a do více úseků říční sítě.

Daný indikátor bude hodnocen v rámci území hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu – vzhledem k zaměření charakterizuje lokalitu hlubinného úložiště spíše v lokálním měřítku.

### **3.3.6.3 Indikátor K6c Zastoupení drenáže z plochy úložiště v jediném povodí**

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích o podílu (vyjádřeném v %) drénované plochy úložiště v jediném regionálním povodí. Vybírá se povodí s největším zastoupením drenáže z prostoru hlubinného úložiště a indikátor tak vyhodnocuje maximální „zátěž“ tohoto povodí vlivem transportního procesu z hlubinného úložiště.

Méně vhodné je vysoké procento drénované plochy HÚ v jediném povodí, protože může souviset s vyššími koncentracemi v přípovrchové zóně. Naopak nižší hodnoty signalizují žádoucí zředění kontaminace (i radionuklidů) v horninovém prostředí vlivem drenáže na větší ploše a do více úseků říční sítě.

Daný indikátor bude hodnocen v rámci území hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu – vzhledem k zaměření charakterizuje lokalitu hlubinného úložiště v regionálním měřítku.

### **3.3.6.4 Indikátor K6d Horizontální vzdálenost HÚ od místa drenáže**

Kvantifikace indikátoru bude založena na údajích o horizontální odlehlosti okraje podzemní části úložiště a nejbližšího místa drenáže podzemní vody z prostoru úložiště (zaměřen je tedy na popis minima a je udáván v metrech).

Méně vhodné se jeví lokality, kde k drenáži podzemní vody z prostoru úložiště může dojít přímo v jeho nadloží (nulová odlehlost drenážního místa od okraje HÚ). V takových případech nebudou některé transportní cesty z úložiště o mnoho delší, než je hloubka úložiště pod terénem (500 m). Při krátkých transportních cestách dochází v menší míře k uplatnění zádržných procesů radionuklidů (difúze do horninové matrice, sorpce). Více vhodné se z pohledu tohoto indikátoru jeví lokality s větší hodnotou odlehlosti drenáže od okraje úložiště.



Daný indikátor bude hodnocen v rámci území hydrogeologického a schematizovaného transportního modelu - vzhledem k zaměření charakterizuje lokalitu hlubinného úložiště spíše v lokálním měřítku.

### 3.3.7 Kritérium K7 Seismická a geodynamická stabilita

Kritérium Seismická a geodynamická stabilita umožňuje zhodnotit a vzájemně porovnat vybrané lokality pro hlubinné úložiště z hlediska endogenních a exogenních geodynamických procesů, které mohou představovat negativní faktor pro dlouhodobou bezpečnost. Zvolené indikátory mají vazbu na legislativní požadavky a jsou koncipovány tak, aby jejich parametry bylo možné jednoznačně číselně kvantifikovat. Výběr indikátorů odráží komplexní geodynamickou charakteristiku území a zohledňuje nejistoty vycházející z nedostatečnosti dostupných dat, případně jejich nejednoznačnosti.

#### 3.3.7.1 Indikátor K7a Hodnota maximálního horizontálního zrychlení

Indikátor reflektuje pohyb povrchu při seismických událostech. Velikost rizika spojená se zemětřesením je závislá na velikosti zemětřesení, vzdálenosti epicentra a na lokálních geologických a topografických podmínkách. Samotný pohyb povrchu je při zemětřesení charakterizován hodnotou zrychlení. Hodnota maximálního horizontálního zrychlení tak vyjadřuje přímou úměru projevů zemětřesení, které mohou negativně ovlivnit bezpečnost úložiště.

Výpočty maximálního horizontálního zrychlení vychází z pravděpodobnostní analýzy (Málek et al. 2018). Stanovené seismické ohrožení lokality je dáno zejména vzdáleností od prvních dvou významných zón a četností výskytu slabých blízkých zemětřesení provedené na základě pravděpodobnostní analýzy. Výpočty vychází z údajů uvedených katalogů zemětřesení a studia zlomových struktur v okruhu 300 km od HÚ. V analýze jsou zohledněna také prehistorická zemětřesení interpretovaná na základě paleoseismologických studií. V rámci analýzy byly určeny pravděpodobnostní křivky seismického ohrožení pro kvantily 16%, 50%, 84% a průměr. Hodnota indikátoru byla zvolena pro kvantil 50 %, který nejlépe zachycuje míru nejistoty daného výpočtu, doba opakování jevu je uvažována na časový horizont  $10^5$  a to z důvodu, že cílem je zhodnotit dlouhodobou bezpečnost lokalit z hlediska seismického ohrožení

Nejistoty stanovení seismického ohrožení spočívají v neúplnosti a rozdílné kvalitě vstupních dat o zdrojích seismických událostí. Další nejistota se odvíjí od doby opakování seismického jevu v řádu  $10^5$  let, pro který jsou pravděpodobnostní výpočty stanoveny. V tomto časovém horizontu nemůžeme vyloučit změny seismického režimu, v jejímž důsledku se může významně změnit úroveň seismického ohrožení lokalit.

Hodnota indikátoru horizontálního zrychlení bude stanovena v  $m \cdot s^{-2}$  pro 50 % pravděpodobnosti a dobou opakování  $10^5$  let. Čím je hodnota horizontálního zrychlení nižší, tím je hodnota indikátoru z hlediska hodnocení příznivější.

Hodnocení proběhne v rozsahu seismického modelu dle Mála et al. (2018).

#### 3.3.7.2 Indikátor K7b Výškový gradient

Indikátor vyjadřuje maximální výškový rozdíl mezi zachovanými relikty zarovnaných povrchů a příslušnou lokální erozní bází daného povrchu. Relikty zarovnaných povrchů představují plošně

významná peneplenizovaná území vznikající v průběhu geologické minulosti, jež jsou konečným stádiem geomorfologického cyklu vývoje reliéfu. To znamená, že tato území odpovídají nejstarším částem zachovaného reliéfu, který nebyl následně po svém vzniku výrazně modifikován erozí a denudací. Erozní báze odpovídá úrovni spodního limitu hloubkové eroze, kde drenážní systém přechází z erozního režimu do režimu akumulárního. Erozní báze se zpravidla projevuje poklesem topografického gradientu, rozšířením erozních údolí a změnou charakteru říčních systémů.

Výškový gradient mezi úrovní zarovnaného povrchu a úrovní příslušné lokální erozní báze je přímo úměrný dynamice reliéfu, vyšší rozdíly mezi zarovnaným povrchem a erozní bází předurčují strmější spádové poměry drenážního systému, které mají za následek vyšší potenciál k erozi, vyšší objemy transportovaného materiálu říčním systémem.

Výškový rozdíl mezi úrovní zarovnaného povrchu a úrovní příslušné lokální erozní báze vyjadřuje možnou dynamiku povrchových procesů a hodnota rozdílu výšek odpovídá maximálnímu potenciálu zahloubení drenážního systému za současných geomorfologických podmínek, ale již nevyjadřuje celkovou geodynamickou stabilitu související s případnými s mladými tektonickými pohyby a dalšími geodynamickými procesy související širší oblasti.

Parametry indikátoru jsou stanoveny na základě vizuální geomorfologické interpretace dat digitálního modelu reliéfu 5G a stereoskopických snímků provedené v rámci studií Hrocha et al. (2015) a Kopačkové et al. (2017), kde byly identifikovány jednotlivé úrovně reliktních zarovnaných povrchů a úrovně lokálních erozních bází.

Pro kvantifikaci bude uvažována maximální hodnota výškového rozdílu (m), čím je hodnota výškového rozdílu nižší, tím je hodnota indikátoru z hlediska hodnocení příznivější.

Hodnocení bude provedeno v rozsahu území 3D regionálního geologického modelu (Franěk et al. 2018).

### **3.3.7.3 Indikátor K7c Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svahovými deformacemi**

Zpětná eroze je proces zahlubování vodních toků postupující ve směru proti jejich proudu. Reliéf postižen zpětnou erozí je charakterizován strmými svahy, úzkými a erozními údolními, omezeným zachováním údolních akumulací, vykazuje geodynamickou nerovnováhu doprovázenou intenzivní hloubkovou erozí a svahovými procesy, včetně zahlubování drenážního systému. V dlouhodobém horizontu mohou mít tyto procesy za následek výrazné přetvoření reliéfu, jako jsou progradace údolí proti směru toku, ústup svahů, změny v konfiguraci říční sítě včetně pirátství vodních toků, které mohou mít významný vliv hydrogeologické vlastnosti území.

Procesy zpětné eroze jsou důsledkem nevyrovnaných spádových poměrů říčních toků, které jsou způsobeny změnami erozní báze. Říční systém tímto způsobem citlivě reaguje na topografické změny (spádové poměry), jejichž příčinou mohou být vertikální pohyby povrchu a tektonická aktivita v širší oblasti. Projevy zpětné eroze tak indikují geodynamickou aktivitu oblasti nejen z hlediska povrchových procesů ale i procesů související s vertikálními pohyby povrchu.

Parametry indikátoru jsou stanoveny na základě vizuální geomorfologické interpretace dat digitálního modelu reliéfu 5G a stereoskopických snímků provedené v rámci studií Hrocha et al. (2015) a Kopačkové a et al. (2017), kde byla vymezena území s impaktem procesů zpětné eroze.



Pro kvantifikaci bude uvažován procentuální podíl území postiženého mladými cykly zpětné eroze z celkové plochy hodnoceného území. Čím je podíl území přetvořený mladými cykly zpětné eroze nižší, tím je hodnota indikátoru z hlediska hodnocení příznivější.

Hodnocení bude provedeno pro území 3D regionálního geologického modelu (Franěk et al. 2018)

### 3.3.7.4 Indikátor K7d Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek.

Přítomnost vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek v podmínkách Českého masivu nepřímo indikuje přítomnost významných geologických struktur souvisejících s mladými tektonickými pohyby a dalšími geodynamickými procesy, které mohou ohrožovat bezpečnost uložště. Naopak jejich nepřítomnost indikuje dlouhodobou stabilitu lokalit. Přítomnost kyselek (minerální vody s obsahem CO<sub>2</sub> minimálně 1 g.l<sup>-1</sup>) navíc může svojí agresivitou mít negativní dopad na účinnost inženýrských bariér hlubinného uložště. Přítomnost vulkanických hornin byla posuzována na základě dostupných geologických dat (základní geologické mapy, odborné publikace zabývající se regionální geologií a vulkanismem Českého masivu a jeho stáří). Výskyt kyselek byl zhodnocen na základě registru výskytu minerálních vod v jednotlivých krajích ČR (Květ a Kačura 1976; Kolářová 1978; Kolářová a Myslil 1979; Kačura 1980).

Pro výskyt jevu bude uvažován výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a výskyt kyselek.

Výskyt vulkanických hornin bude hodnocen ve vzdálenosti do 5 km od PÚPP a výskyt kyselek ve vzdálenosti do 25 km od PÚPP.

### 3.3.8 Kritérium K8 Charakteristiky lokality, které by mohly vést k narušení úložště budoucími aktivitami člověka

#### 3.3.8.1 Indikátor K8a Přítomnost starých důlních děl a zásob nerostných surovin

Kritérium Přítomnosti starých důlních děl je hodnoceno v rámci vylučujících kritérií. Toto kritérium je sloučeno s kritériem zásob nerostných surovin do kritéria K8, protože mohou vzájemně korelovat. Kritérium bude použito pro porovnání lokalit jako kritérium K8 významný faktor narušení HÚ.

Vyhrazená ložisková území, zásoby nerostných surovin a jejich prognózy představují strategické faktory pro stát a jeho rozvoj. Přítomnost významných zásob nerostných surovin může být vylučujícím kritériem při hodnocení a porovnávání vhodnosti jednotlivých lokalit.

Je sledována archivní dokumentace pro chráněná ložisková území (CHLÚ), dobývací prostory (DP), vyhrazená a nevyhrazená ložiska podle typu suroviny, a prognózy nerostných surovin a zrušené zásoby a ložiska.

Kritérium K8 sdružuje indikátor **Přítomnost zdrojů nerostných surovin** a související indikátor **Přítomnost poddolovaných území, starých a opuštěných báňských děl** a hlubinných vrtů jako záznamu proniknutí člověka do horninového prostředí v minulosti a nebezpečí podobného průniku v budoucnosti.

### Charakteristika a hodnocení kritéria vychází

- geologicky jak z archívních dat o historii účelového geologického průzkumu a jeho dokumentace a o těžbě nerostných surovin, tak ze současného stavu vymezení zásob a prognóz nerostných surovin,
- administrativně ze současného stavu definice a ochrany ložiskových území formou chráněných ložiskových území (CHLÚ), povolené těžby ve vymezeném dobývacím prostoru (DP) pro vyhrazená a nevyhrazená ložiska, a ložisek zrušených.

Významným faktorem je typ suroviny, tedy zda se jedná o ojedinělou, strategickou či výhradní surovinu nebo na druhé straně běžnou či nahraditelnou surovinu využívanou pro lokální účely. Pro posouzení nebezpečí průniku do hlubinného úložiště je také zásadní, zda jde o povrchovou akumulaci suroviny (např. kaolín, cihlářské hlíny, písky apod.), nebo surovinu vázanou na pohřbené či hlubinné tektonické geologické struktury (např. metamorfogenní ložiska, hydrotermální rudní mineralizace, ložiska v sedimentárních formacích typu uhlí, ropy, plynu, popř. železné a manganové rudy). Určitou roli v posouzení území hraje i zhodnocení prognóz výskytu strategických nerostných surovin na základě již podchycených, byť neprozkoumaných indicií.

Při hodnocení zdrojů nerostných surovin je třeba mít na paměti, že samotná definice ložiska a nerostné suroviny se proměňuje v čase podle společenské poptávky a potřeby a její komerční dostupnosti, již definované ložisko může být běžně zrušeno. Bylo by tedy vhodné vzít v úvahu i budoucí posuny v těchto dvou termínech, a zvažovat i poněkud menší míru korelace mezi staršími důlními a těžebními aktivitami a budoucími zdroji surovin.

Pro kvantifikaci kritéria budou použity známky v následujícím kontextu: 1 – nejnižší stupeň, absence zásob nerostných surovin a malá pravděpodobnost jejich nové definice v budoucnu, bez pozůstatků poddolování v minulosti; 2 – nevýznamné zásoby povrchových a přípovrchových nerostných surovin typu kameniva, cihlářských a stavebních surovin, pouze mělká přípovrchová stará a opuštěná důlní díla; 3 – území s ložisky nerostných surovin a/nebo historickou důlní činností, avšak bez významných hlubinných zásob nerostných surovin ve formě registrovaných a chráněných území a dobývacích prostor, s určitým potenciálem do budoucna; 4 – území s aktivní těžbou na povrchu, vymezenými podpovrchovými zásobami nerostných surovin a aktivní důlní činností menšího rozsahu; 5 – nejvyšší stupeň, vymezení významných podpovrchových zásob nerostných surovin a/nebo přítomnost aktivní báňské činnosti, zasahující do významných hloubek, s prognózou pokračování strategické těžby v budoucnu.

Hodnocení kritérií bude provedeno pro perspektivní území pro geologické charakterizační práce (dle Vondrovic et al. 2019).

### 3.3.9 Kritérium K9 Jevy ovlivňující šíření radioaktivní látky

V případě hlubinného úložiště jde především o posouzení dopadu možné mimořádné události v horké komoře, kde se bude vyjímat VJP ze skladovacích a přepravních obalových souborů a vkládat do ukládacích obalových souborů. V případě šíření radionuklidů atmosférou a v případě souhry negativních procesů, jako je nefunkčnost filtrů horké komory při otevření přepravního obalového souboru s poškozenými palivovými články, se mohou ventilací uvolnit radioaktivní látky do životního prostředí. K šíření radioaktivní látky by mohlo dojít i při mimořádné události

během přepravy VJP ze skladů do HÚ. Větší vzdálenost a větší počet přeprav zvyšuje pravděpodobnost takové mimořádné události.

Pro toto kritérium jsou definovány následující indikátory:

### **3.3.9.1 Indikátor K9a Rozložení a hustota osídlení a jeho vývoj z hlediska šíření radioaktivní látky**

Posouzení hustoty osídlení je provedeno podle § 17 vyhlášky č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení. Nemá vylučující charakter, ale může sloužit k porovnání lokalit prostřednictvím výpočtu kolektivní dávky. Kolektivní dávka, která se využívá při srovnávání úniků radionuklidů z jaderných zařízení, je přímo úměrná hustotě obyvatel kolem jaderného zařízení. Kolektivní efektivní dávka je stanovena jako součet všech efektivních dávek osob žijících v blízkosti jaderného zařízení. Efektivní dávka je pak násobena počtem osob v dané věkové skupině (dítě 3 měsíce, 1, 5, 10, 15 let a dospělý), protože vliv záření je různý pro různé věkové kategorie. Tedy čím větší je počet obyvatelstva, tím větší je kolektivní dávka. Pro výpočet kolektivní efektivní dávky je třeba znát směr a sílu větru, aby se určil směr případného šíření radioaktivní látky. Protože v této etapě hodnocení nejsou k dispozici přesná meteorologická data přímo z lokalit, musela být pro výpočet kolektivní efektivní dávky použita data z nejbližší meteorologické stanice ČHMÚ. Tato data se mohou lišit od skutečných hodnot odpovídající lokalitám, a proto výpočet kolektivní efektivní dávky je zatížen velkou nejistotou. Z tohoto důvodu není možné vypočtenou kolektivní dávku použít pro porovnání lokalit a je použit indikátor rozložení a hustota osídlení.

Základním kvantifikačním parametrem je počet obyvatel do 10 km od výpustě.

Hodnocení bude provedeno do 10 km od místa vypouštění vzduchu z horké komory (povrchový areál) do atmosféry. Vzdálenost 10 km od výpusti z horké komory byla stanovena na základě výsledků z programu HARP, který počítá kolektivní efektivní dávku. Vliv možných uvolněných radionuklidů na obyvatelstvo v podmínkách, kdy komín bude mít maximální výšku 15 m nad terénem a v horké komoře se bude pracovat s vyhořelým jaderným palivem, které bylo minimálně před 65 lety vyjmuta z reaktoru, je největší v blízkém okolí výpustě. Ve větších vzdálenostech je efektivní dávka řádově nižší (Martinčík et al. 2018a-i).

### **3.3.9.2 Indikátor K9b Vzdálenost od jaderných elektráren**

Pravděpodobnost mimořádné události při přepravě obalových souborů s VJP je úměrná vzdálenosti lokalit od areálu jaderné elektrárny se sklady VJP a četnosti přeprav. Pro výpočet celkově ujetých kilometrů do lokality je násobena aktuální vzdálenost po železniční infrastruktuře počtem vlaků, které budou vypraveny ze skladů. Předpokladem je náklad tří obalových souborů při jedné přepravě.

Ke kvantifikaci bude použit počet přeprav obalových souborů.

Indikátor nemá vazbu na území, ale vzdálenost k jaderným elektrárnám. Vzdálenost od jaderných elektráren je stanovena jako reálná vzdálenost povrchového areálu HÚ od skladů vyhořelého jaderného paliva v areálu jaderné elektrárny Dukovany a Temelín.

### 3.3.10 Kritérium K10 Vlivy na povrchové vody a vodní zdroje

Cílem tohoto kritéria je posouzení možnosti dopadu vlivů hlubinného úložiště (v celém životním cyklu – výstavba, provoz, uzavření) na povrchové a podzemní vody, včetně zdrojů využívaných pro zásobování obyvatelstva.

Pokud jde zdroje pitné vody, resp. jejich případné ovlivnění, má toto hodnocení svůj „environmentální“ a „bezpečnostní“ aspekt, které se obsahově překrývají. Environmentální část hodnocení vychází z požadavků zák. č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů ve spojení se zák. č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, část bezpečností pak zejména z požadavků Atomového zákona a vyhl. č. 378/2006 Sb. o umístění jaderného zařízení, ve znění pozdějších předpisů. V rámci soustavy hodnotících kritérií dochází k překryvu tohoto kritéria s kritériem „přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie“ (viz kap. 3.2.6.1). Dle Vondrovic et. al. (2019) je toto kritérium součástí skupiny vylučujících kritérií, zahrnujících charakteristiky, jež by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka a ve smyslu MP.22 (Vokál et. al. 2017) je zahrnuto mezi kritéria „dlouhodobé bezpečnosti“. S ohledem dosavadní množství a podrobnost vstupních informací není možné bezpečnostní aspekty spojené s existencí zdrojů pitné vody na lokalitách a v jejich širším zájmovém území vyhodnotit v požadovaném rozsahu (tj. v rozsahu „Bezpečnostní zprávy“). Z tohoto důvodu je v dané fázi posouzení hodnocena pouze přítomnost vodních zdrojů a počtu z nich zásobovaných obyvatel. Konečné prokázání neovlivnění těchto zdrojů, resp. případných opatření pro zajištění jejich ochrany bude možné provést až v rámci příslušné bezpečnostní zprávy dle písm. a), b) a e) bodu 1 Přílohy 1, Atomového zákona.

Přidělením vah indikátorům v rámci kritéria K10 jsou mírně preferovány indikátory zaměřené na ochranu vodních zdrojů (K10b a K10c). Důvodem této preference je přímá souvislost s potenciálními vlivy na zdraví obyvatelstva. Výraznější preferenci brání skutečnost, že případné vlivy na odtokové poměry a kvalitu povrchových vod (K10a) mohou mít dopad také na biotopy a stanoviště, jejichž podmínky jsou fixované na stávající hydrologické poměry dotčeného území.

Z hlediska přílohy 4 zákona EIA zahrnuje toto kritérium (v rozsahu a podrobnosti odpovídající vstupním údajům a podrobnosti technického řešení HÚ) hodnocení vlivů na režim a jakost povrchových a podzemních vod včetně vodních zdrojů využívaných pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

#### 3.3.10.1 Indikátor K10a Vliv na odtokové poměry a kvalitu povrchových vod v bezprostřední blízkosti povrchového areálu

Indikátor reflektuje přítomnost vodních toků a vodních ploch v území dotčeném výstavbou povrchové části hlubinného úložiště (povrchový areál, související dopravní infrastruktura – účelová komunikace, železniční vlečka). Vliv na odtokové poměry může být významný především v případě povrchového areálu a je závislý zejména na rozsahu terénních úprav (plošná výměra, převýšení přirozeného terénu) v poměru k velikosti povodí předpokládaného recipientu a na jeho hydrologických charakteristikách. Přímý vliv se týká jen povodí recipientu a příp. jeho přítoků (drobné vodní toky dotčené umístěním PA). V důsledku tohoto vlivu může zároveň dojít k nepřímému ovlivnění kvantitativních, resp. kvalitativních charakteristik navazujících toků v povodí vyššího řádu. Změna odtokových poměrů může mít též významný dopad na biotu fixovanou na dosavadní hydrologické poměry, včetně osušení, resp. zamokření přilehlých pozemků. Analýza reliéfu v ploše PA, včetně nejbližšího okolí byla provedena na podkladě

výškopisných dat státního mapového díla ZABAGED. Stejný podklad byl využit také pro vyhodnocení míry zásahu plochy PA do dotčených povodí nejbližších vodních toků.

Vlivy staveb dopravní infrastruktury jsou v porovnání k vlivu povrchového areálu méně významné s ohledem na dostupnost standardních technických řešení (propustky, přemostění toků) vycházejících z hydrotechnických výpočtů dotčených toků. Vlivy na kvalitu povrchových vod mohou být vyvolány únikem ropných látek nebo rozplavením deponií výkopové zeminy. Pro minimalizaci rizika jsou k dispozici standardní technická a organizační opatření.

Vliv je přímo závislý na rozsahu terénních úprav (dotčená plocha a převýšení přirozeného terénu), příp. na výskytu vodních toků a ploch v území povrchového areálu a jeho nejbližším okolí a nepřímo úměrný velikosti dotčeného povodí, relativní vodnosti recipientu (v relativním porovnání s ostatními lokalitami). Bodové (známkové) hodnocení vlivu<sup>3</sup> se pohybuje v rozmezí 1 - 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>; Krajíček et al. 2020).

Indikátor bude hodnocen v rozsahu plochy povrchového areálu a jeho nejbližšího okolí (cca v rozsahu dotčené části povodí recipientu). Rozsah hodnoceného území je odvozen z předpokládaného dosahu možných vlivů. Je tedy přímo závislý na aspektech uvedených výše (lokalizace povrchového areálu v rámci dotčeného povodí, terénní úpravy, vzdálenost od vodních toků).

### 3.3.10.2 Indikátor K10b Ovlivnění vodních zdrojů v blízkosti HÚ

Indikátor reflektuje přítomnost registrovaných zdrojů vod pro zásobování pitnou vodou a jejich ochranných pásem I. a II. stupně v rámci perspektivních území pro budoucí geologické charakterizační práce, jejichž vydatnost nebo kvalita by (teoreticky) mohly být v průběhu životního cyklu HÚ ovlivněny ztrátou vydatnosti nebo znečištěním. Zdrojem těchto vlivů mohou být zejména jednotlivé segmenty podzemní části HÚ, případně povrchový areál nebo přístupové komunikace. Sledovány jsou všechny zdroje vody, tzn. jak podzemní zdroje (vrty, studně, jímací zářezy), tak odběry povrchových vod. Předmětem posouzení je počet registrovaných vodních zdrojů, jejich význam z hlediska počtu zásobovaných obyvatel a dále jejich vydatnost a celková rozloha ochranných pásem I. a II. stupně v hodnoceném území a jejich prostorový vztah (vzdálenost, poloha) k povrchovému areálu a směrovému vedení přístupových komunikací. V malých sídlech se obecně předpokládá existence domovních studní bez ohledu na míru jejich využití.

Použité informace o vodních zdrojích jsou kompilátem údajů z Plánů rozvoje vodovodů a kanalizací dotčených krajů a dále z databází Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM (<http://heis.vuv.cz>), a MZe (<http://eagri.cz>). Hodnocení tohoto indikátoru dále vychází z poznatků předchozích geologických, hydrogeologických a geofyzikálních prací (Mixa et al. 2019, Havlová et al. 2020a-i). Zvodnění hornin v oblastech granitových masivů a krystalinika není dostatečné pro rozsáhlejší vodárenské využití, nevytvářejí se zde významné útvary podzemních vod ve smyslu vyhlášky č. 378/2016 Sb. Využitelné vydatnosti studní a hydrogeologických vrtů obvykle nepřesahují 1 l.s<sup>-1</sup>. Lokální zdroje podzemních vod slouží k zásobování obecních vodovodů, k zajištění dostatečného množství vody pro obyvatele větších obcí je třeba často velkého počtu

---

<sup>3</sup> Viz kap. 2.4 této zprávy.



zdrojů. Tyto zdroje jímají podzemní vodu mělkého oběhu z deluviálních sedimentů, zvětralinového pláště a svrchní části zóny přípovrchového rozpojení puklin. Hloubkový dosah těchto zdrojů je v metrech, maximálně první desítky metrů. Ojedinelý je výskyt vrtů s hloubkou do 100 m. Do hlubších částí krystalinika vodní zdroje nezasahují.

Hodnocení vychází ze vzdálenosti vodního zdroje od povrchového areálu, resp. perspektivního území pro projektové práce, velikosti překryvu ochranných pásem I. a II. stupně s plochou povrchového areálu nebo plochou perspektivního území pro projektové práce (při zohlednění vzájemné polohy) a na celkovém počtu a vydatnosti registrovaných vodních zdrojů. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1–5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

V případě povrchového areálu nebo přístupových komunikací mohou (teoreticky) být příčinou vzniku nových drenáží zářezy silničního, resp. železničního tělesa v původním terénu. Rozsah takto dotčeného území a míra ovlivnění závisí (kromě přítomnosti přípovrchového zvodnění) především na výšce zářezu a jeho délce. S ohledem na tyto skutečnosti není pravděpodobné, že dosah těchto vlivů přesáhne několik desítek, výjimečně prvních stovek metrů od tělesa komunikace.

Hodnocené území bude dáno rozsahem perspektivního území pro geologické charakterizační práce. Ovlivnění vodních zdrojů, resp. jejich vydatnosti v krystalinickém horninovém prostředí může nastat pouze v bezprostřední blízkosti hlubinného úložiště jako důsledek změny směru proudění podzemních vod vznikem depresního kužele nebo „otevřením“ nové drenážní cesty v horninovém masivu (např. tektonické poruchy). Jako bezpečnostní obálka bude zvoleno perspektivní území pro geologické charakterizační práce s přesahem do širšího zájmového území vymezeného pro hodnocení indikátoru K10c v případech, kdy jsou hranice perspektivního území pro projektové práce a pro geologické charakterizační práce totožné.

### 3.3.10.3 Indikátor K10c Ovlivnění významných vodních zdrojů v širším území

Indikátor reflektuje existenci významných vodních zdrojů v širším území lokality. Obdobně jako v případě indikátoru K10b sledovány jsou podzemní i povrchové zdroje vody. Protože termín „významný vodní zdroj“ není v žádné legislativě platné v rámci České republiky definován, je pro potřeby hodnocení lokalit za významný zdroj považován takový, který zasobuje minimálně 3 000 obyvatel. Tato hranice je odvozena z ust. § 3 odst. 1 zák. č. 128/2000 Sb., o obcích, ve znění pozdějších předpisů, podle kterého může být obec s tímto (nebo vyšším) počtem obyvatel prohlášena za město. Významnost vlivu je přímo závislá na počtu obyvatel zásobovaných z takto definovaného vodního zdroje. Informace o vodních zdrojích v hodnoceném území (viz níže) jsou přebírány ze stejných podkladů jako v případě indikátoru K10b.

Riziko případného ovlivnění je odvozeno z existence potenciálních oblastí drenáže podzemní vody z úrovně úložných prostor HÚ (v niveletě -500 m pod terénem), do nichž může docházet k drenáži podzemní vody z prostor hlubinného úložiště. Tyto oblasti byly stanoveny výpočtem v aktualizované verzi matematických modelů proudění podzemních vod na lokalitách (Havlová et al. 2020a-i). Drenážní oblasti hlubší zóny krystalinika jsou obvykle vázány na drenážní báze oblasti (koryta vodních toků) a na křížení těchto toků a významných zlomových zón.

Tento indikátor má zároveň vazbu na část vylučujícího kritéria definovaného ust. § 8 odst. 2 vyhl. č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení, a to že „Charakteristikou oběhu podzemní vody, při jejímž dosažení je umístění jaderného zařízení zakázáno, je existence významných útvarů podzemních vod, u nichž by mohlo dojít k trvalému znečištění radioaktivní látkou“. V současné době není na lokalitách možné toto kritérium vyhodnotit v celém rozsahu (tj. v rozsahu bezpečnostní zprávy), a proto je kritérium hodnoceno z hlediska přítomnosti vodních zdrojů a počtu z nich zásobovaných obyvatel.

Ke kvantifikaci bude použit počet významných zdrojů a počet zásobovaných obyvatel. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Pro účely hodnocení tohoto indikátoru bude vymezeno „širší zájmové území“ v rozsahu perspektivního území pro projektové práce, které bylo rozšířeno o tzv. „bezpečnostní obálku“ s rozsahem 5 km od hranice perspektivního území pro projektové práce (prostor možné lokalizace podzemní části HÚ). Důvodem tohoto rozšíření je snaha zahrnout všechny existující významné vodní zdroje i vzhledem k možnosti dotoku vody z hloubky úložiště k drenážním bázím dle zpracovaných hydraulických modelů lokalit.

### 3.3.11 Kritérium K11 Vlivy na ochranu přírody a krajiny

Kritérium zahrnuje posouzení dopadů výstavby a provozu hlubinného úložiště, včetně související dopravní infrastruktury, na území přírody a krajiny, na které se při umístování, realizaci a využívání staveb vztahují určitá omezení (ochranné podmínky) dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcích vyhlášek (dále jen ZOPK). S ohledem na současný stupeň znalostí o přírodních poměrech na jednotlivých lokalitách a na základě principu předběžné opatrnosti byl při stanovení vah jednotlivých indikátorů zvolen konzervativní přístup, s relativně omezenou vzájemnou diferenciací. Důvodem tohoto postupu je snaha, aby nedošlo k předčasnému „upozadění“ některého aspektu hodnocení.

Z hlediska přílohy 4 zákona EIA zahrnuje toto kritérium (v rozsahu a podrobnosti odpovídající vstupním údajům a podrobnosti technického řešení HÚ) hodnocení vlivů na biologickou rozmanitost (flóra, fauna, ekosystémy) a vlivy na krajinu a její ekologické funkce (např. migrační propustnost).

Ve vztahu k environmentálním kritériím vymezeným v MP.22 (Vokál et. al. 2017) zahrnuje hodnocení dle K11 jednak všechna vylučující kritéria a dále vlivy na flóru, faunu a ekosystémy, vlivy na krajinu, včetně zohlednění výskytu přírodních parků a vlivy na mezinárodně chráněné biotopy a stanoviště). V případě geologických a paleontologických památek, které MP.22 vymezuje jako samostatné kritérium, vychází hodnocení z oprávněného předpokladu, že všechny památky tohoto typu jsou chráněny některým typem zvláště chráněného území dle § 28, § 32, § 35 a § 36, případně jako významný krajinný prvek dle § 3 a § 6 ZOPK. Institut ochrany paleontologických nálezů dle § 11 ZOPK se vztahuje pouze nově zjištěné paleontologické nálezy a není proto (i s ohledem na charakter geologické stavby všech zájmových území) pro hodnocení lokalit relevantní.

### 3.3.11.1 Indikátor K11a Vlivy na biodiverzitu

Tento kompozitní indikátor reflektuje výskyt chráněných druhů flóry a fauny, jejich stanovišť, včetně mezinárodně chráněných biotopů, maloplošných zvláště chráněných území, segmentů ÚSES, ostatních přírodně hodnotných biotopů a VKP. Sledované jevy představují přírodně nejhodnotnější segmenty se zásadním významem pro ekologickou stabilitu dotčeného území. Vlivy na maloplošná zvláště chráněná území přírody, která jsou dle MP.22 (Vokál et al. 2017) vylučujícím indikátorem pro umístění povrchového areálu jsou, stejně jako ostatní sledované jevy, hodnoceny také v nejbližším okolí PA a v předpokládaných směrech přístupových komunikací. Pro vyhodnocení vlivů byly kromě výskytu jednotlivých jevů v ploše PA a míře jejich překryvu dále sledovány vzájemná vzdálenost a prostorové dispozice, včetně případné existence bariér se clonícím účinkem. Stejný přístup byl použit také ve vztahu k dopravní infrastruktuře. Nejvýznamnější vlivy jsou spojeny s přímým zásahem do chráněné plochy umístěním stavenišť povrchového areálu, přístupové komunikace nebo železniční vlečky (tj. přímý zábor stanovišť / biotopů). Vlivy na tyto charakteristiky a jevy, vyskytující se v okolí stavenišť (cca do vzdálenosti prvních stovek metrů), jsou významné zejména ve fázi přípravy a výstavby hlubinného úložiště (rušení hlukem, úhyn migrujících jedinců, rozšíření nepůvodních druhů s následnou změnou podmínek biotopu, znečištění vody a půdy únikem ropných látek).

Podklady pro toto hodnocení byly převzaty zejména ze studií vlivů na životní prostředí, zpracovaných pro jednotlivé lokality (Krajíček et al. 2018; Marek 2018a-g; Navrátilová et al. 2018b). V případě potřeby byly tyto informace upřesněny podle zpracovaných územně analytických podkladů (ÚAP) krajů a ORP a podle údajů z veřejně dostupných databází AOPK ČR.

Vliv bude přímo úměrný podílu plochy sledovaného jevu dotčeného plochou povrchového areálu na celkové výměře. V případě biokoridorů ÚSES bude vliv závislý na rozsahu a způsobu křížení s plochou povrchového areálu a nepřímo úměrný vzdálenosti povrchového areálu od sledovaných jevů při zohlednění vzájemných prostorových vazeb. Kromě vzdálenosti od stavenišť může být velikost vlivu korigována existencí prostorových bariér (relief, les). V případě dopravní infrastruktury závisí míra vlivu na délce a způsobu křížení s plochami sledovaných jevů. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Hodnocené území zahrne vždy povrchový areál a směry předpokládaného napojení související dopravní infrastruktury (účelová komunikace, železniční vlečka) na silniční, resp. železniční síť, včetně přilehlého území v dosahu předpokládaných vlivů. Obecně lze konstatovat, že z hlediska povrchového areálu bude území hodnocené v rámci tohoto indikátoru na většině lokalit dílčí součástí perspektivního území pro geologické charakterizační práce s výjimkou lokalit, kde je PA umístěn v těsné blízkosti hranice tohoto území (zejména Čihadlo, Magdaléna). V případě dopravního napojení lze hodnocené území vymezit prostorem mezi PA a předpokládaným bodem napojení na nejbližší silnici II. nebo vyšší třídy, resp. na nejbližší železniční trať. Rozsah hodnoceného území na lokalitách může být ovlivněn významně ovlivněn morfologií terénu. Terénní elevace mohou plnit funkci clonících bariér, relief terénu představuje významný aspekt pro trasování přístupových komunikací.



### 3.3.11.2 Indikátor K11b Vlivy na migrační koridory a migračně významná území

Indikátor hodnotí migrační koridory (MK) a migračně významná území (MVÚ) a jejich prostorové vazby ve vztahu k povrchovému areálu a dopravní infrastruktuře – vzdálenost, reliéf terénu, polohu povrchového areálu v MVÚ, délku a způsob křížení dopravní infrastruktury s (MK) nebo (MVÚ). Vymezení migračních koridorů a migračně významných území je dáno databází AOPK ČR ([www.nature.cz](http://www.nature.cz)). Migrační bariérou může být dopravní komunikace (zejména silniční) s vysokou intenzitou provozu, křížující MK, resp. MVÚ. Nepřímý vliv představuje rušení hlukem ze staveniště nebo provozem PA. Snížení migrační prostupnosti území (zejména pro velké savce) má negativní dopad na populace, vyskytující se v ohraničeném prostoru.

Vliv bude nepřímo úměrný vzdálenosti PA od MK při současném zohlednění vzájemných prostorových vazeb. V případě MVÚ se posuzuje pouze poloha PA v rámci MVÚ, resp. případná míra vzájemného překryvu. U přístupových komunikací se posuzuje pouze délka a způsob křížení s MK nebo MVÚ. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Hodnocené území zahrne povrchový areál a směry předpokládaného napojení související dopravní infrastruktury (účelová komunikace, železniční vlečka) na silniční, resp. železniční síť, včetně přilehlého území v dosahu předpokládaných vlivů (hluk z dopravy, ze staveniště, z provozu HÚ). Vzhledem k tomu, že významný vliv na funkčnost migračního koridoru, resp. migračně významného území, má kromě zdrojů hluku celá řada dalších faktorů a celkový rozsah působení nelze na základě dosavadní úrovně znalostí přesně odhadnout, bude v rámci tohoto indikátoru současně hodnoceno území celé lokality (projektové území pro geologické charakterizační práce).

### 3.3.11.3 Indikátor K11c Vlivy na ptačí oblasti a evropsky významné lokality Natura 2000

Chráněná území soustavy Natura 2000 jsou určena k ochraně nejvzácnějších a nejvíce ohrožených druhů ptactva a ostatních živočichů, rostlin a nejvzácnějších přírodních stanovišť na území EU. Soustavu tvoří dva typy území – Ptačí oblasti (PO) a Evropsky významné lokality (EVL). V kontextu zákona o ochraně přírody a krajiny jsou PO a EVL území s mimořádně silným stupněm ochrany. Aktuální údaje o výskytu obou typů území jsou stejně jako v případě indikátoru K11b převzaty z databáze AOPK ČR ([www.nature.cz](http://www.nature.cz)). Posuzuje se vzdálenost povrchového areálu od PO a EVL, resp. vzdálenost po proudu vodního toku při zohlednění předmětu ochrany, tzn., že předmětem hodnocení jsou pouze ty EVL, jejichž předmět ochrany je vázán na vodní prostředí příslušného toku. Územní celistvost PO a EVL NATURA 2000 není v žádné z lokalit narušena.

Území soustavy Natura 2000 jsou dle MP.22 (Vokál et al. 2017) ve vztahu k umístění povrchového areálu vylučujícím kritériem, které bylo lokalitách vyhodnoceno se závěrem, že na žádné lokalitě nejsou splněny vylučující podmínky vyplývající z tohoto kritéria. Zahrnutí těchto území do dalšího hodnocení v rámci kritéria K10 vyplývá z ust. § 45h ZOPK, které uvádí, že při hodnocení důsledků koncepcí a záměrů podle odstavce 1 „...se postupuje podle zvláštních

předpisů o posuzování vlivů na životní prostředí<sup>4</sup>...“, pokud § 45i nebo § 4 odst. 4 tohoto zákona nestanoví jinak. Specifická hodnocení dle § 45i ZOPK budou provedena v případě, že příslušný orgán ochrany přírody a krajiny ve svém stanovisku dle § 45h odst. 1 ZOPK (uplatněném pravděpodobně v rámci procesu EIA vybraných lokalit) nevyloučí významný vliv HÚ na tato území.

Vliv bude nepřímo úměrný vzdušné vzdálenosti EVL nebo PO od povrchového areálu, resp. nepřímo úměrný vzdálenosti po proudu vodního toku (v případě předmětů ochrany vázaných na vodní prostředí). Bodové (známkové) hodnocení vlivu se bude pohybovat v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Indikátor bude hodnocen v rozsahu povrchového areálu, dopravní infrastruktury (účelová komunikace, železniční vlečka), včetně přilehlého území v dosahu předpokládaných vlivů, tzn. včetně vodních toků, v jejichž povodí se HÚ nalézají. Charakter vlivů je podobný jako v případě indikátoru K11a.

### 3.3.11.4 Indikátor K11d Vlivy na krajinu

Minimalizace vlivů stavby HÚ (zejm. PA) na krajinu je zásadním aspektem nejenom z hlediska zákona o ochraně přírody a krajiny (§ 12), ale také dle stavebního zákona (§ 18 odst. 5). Indikátor zahrnuje vlivy na specifické charakteristiky krajiny (měřítko, dominanty, pohledové vazby) a její přírodní, kulturně-historické a estetické hodnoty. Tyto vlivy vyvolané umístěním PA lze s ohledem na předpokládané prostorové parametry považovat na všech lokalitách za vysoce pravděpodobné. Hodnocení významnosti vlivu je provedeno na základě umístění PA, jeho pohledové expozice a prostorových parametrů jednotlivých objektů na povrchu, v konfrontaci se základními krajinnými charakteristikami dotčeného území (reliéf, otevřenost krajiny, velikost a struktura krajinné mozaiky, využití území) a rozsahem případného zásahu do lesních porostů. Podklady pro toto hodnocení byly, kromě terénních průzkumů, zejména závěry orientačního šetření pohledové expozice PA, údaje o vlastnostech, hodnotách a limitech území a způsobu jeho využití obsažené v ÚAP ORP a územních plánech dotčených obcí.

Případná existence externí deponie rubaniny bude v rámci tohoto indikátoru hodnocena z následujících důvodů:

- a) Možnost trvalého uložení rubaniny bude hodnocena samostatně v rámci indikátoru K2a (Butovič et al. 2020, Zahradník O. 2020) z pohledu možného snížení nároků na její kubaturu uložení do vytěžených prostorů stávajících těžeben ve vzdálenosti cca do 25 km od PA a zpětným zásypem hloubeného objektu horké komory<sup>5</sup>. Lokality budou porovnány z pohledu přebytku tohoto materiálu, tzn. dle rozdílu mezi objemem vyprodukované rubaniny (uvažováno včetně nakypření) a objemem potenciálních úložných míst.
- b) Dá se předpokládat, že velkou část objemu bude možné použít jako kvalitní stavební materiál. Případnou poptávku po tomto materiálu v době budování HÚ ovšem nelze nyní

<sup>4</sup> Zák. č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

<sup>5</sup> DuSO 04 Příprava RAO a VJP.

odhadnout. Její kvantifikace zatěžuje tuto problematiku vysokou mírou nejistoty, která neumožňuje přesnější specifikaci tohoto vlivu.

Vliv nastane vždy a bude závislý na výměře, charakteru a pohledové exponovanosti ploch dotčených umístěním povrchového areálu. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se bude pohybovat v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Rozsah území dotčeného (zejména) povrchovým areálem bude zásadním způsobem závislý na pohledové exponovanosti ploch, ve kterých je PA umístěn. V každém případě nemá žádný vztah k zájmovému území pro geologické charakterizační práce a může být i významně větší. Pro jeho upřesnění bude nutné identifikovat tzv. „dotčené krajinné prostory“, ve kterých se bude PA výrazně vizuálně uplatňovat.

### **3.3.12 Kritérium K12 Vlivy na zemědělský půdní fond a pozemky určené k plnění funkcí lesa**

Hodnocené kritérium zahrnuje odhadované nároky na odnětí zemědělské půdy (ZPF) a pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL) vyvolané výstavbou hlubinného úložiště. Vzájemný poměr vah obou indikátorů vychází z obecného předpokladu vyšší ekologické stability lesních porostů v porovnání se zemědělskou půdou. Uvedený předpoklad neplatí bezvýhradně, např. některé trvalé travní porosty (extenzivně sečené louky) mohou vykazovat vysoký stupeň ekologické stability. V daném měřítku a s ohledem na stupeň poznání posuzovaných lokalit, je možné toto zjednodušení přijmout. Dalším důvodem pro tuto preferenci jsou tzv. mimoprodukční funkce lesa ve smyslu environmentálních funkcí (krajinotvorná, vodní, půdochranná, klimatická, hygienická). Obdobně jako v případě vlivů na krajinu lze vlivy na půdu považovat za nevyhnutelné, neboť realizace PA i přístupových komunikací bude vždy spojena se záborom zemědělské nebo lesní půdy. Vzhledem k tomu, že podle dostupných podkladů jsou PA na všech lokalitách umístěny téměř výhradně na zemědělské nebo lesní půdě, je logické že nižší zábor ZPF je kompenzován vyšším záborom PUPFL a naopak. Údaje o záborech byly převzaty ze studií vlivů na životní prostředí, zpracovaných pro jednotlivé lokality (Krajíček et al. 2018; Marek 2018a-g; Navrátilová et al. 2018b).

Z hlediska přílohy 4 zákona EIA zahrnuje toto kritérium (v rozsahu a podrobnosti odpovídající vstupním údajům a podrobnosti technického řešení HÚ) hodnocení vlivů na zemědělskou a lesní půdu.

#### **3.3.12.1 Indikátor K12a Vlivy na zemědělský půdní fond**

Indikátor vyjadřuje velikost záboru zemědělské půdy (zejména I. a II. třídy ochrany<sup>6</sup>) vyvolaný výstavbou povrchového areálu a související dopravní infrastruktury. Do indikátoru

---

<sup>6</sup> Vyhl. č. 48/2011 Sb., o stanovení tříd ochrany zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů.

nejsou zatím zahrnuty jednotlivé druhy pozemků ZPF (orná půda, travní porosty, sady atp.) z důvodu možných změn v umístění nebo vymezení PA a proměnlivosti těchto údajů v čase.

Vliv nastane vždy, pokud vznikne nárok na odnětí ZPF v důsledku umístění PA nebo staveb dopravní infrastruktury a bude přímo úměrný celkovému záboru ZPF, s ohledem na případný zábor nejkvalitnějšího ZPF (I. a II. třída ochrany). V případě liniových staveb dopravní infrastruktury je velikost záboru odvozena od délky úseků trasovaných po zemědělské půdě. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Z hlediska povrchového areálu zahrnuje hodnocené území vlastní plochu PA, včetně přilehlých ploch, které mohou být dotčeny v souvislosti s nezbytnými úpravami terénu. V případě dopravního napojení lze hodnocené území vymezit prostorem mezi PA a předpokládaným bodem napojení na nejbližší silnici II. nebo vyšší třídy, resp. na nejbližší železniční trať.

### 3.3.12.2 Indikátor K12b Vlivy na pozemky určené k plnění funkcí lesa

Indikátor vyjadřuje velikost zásahů do lesních porostů a jejich ochranného pásma, při zohlednění vyššího významu lesů ochranných a lesů zvláštního určení<sup>7</sup>, vyvolaných výstavbou PA a související dopravní infrastruktury. V případě liniových staveb dopravní infrastruktury je velikost záboru odvozena od délky úseků procházejících lesními porosty.

Vliv bude přímo úměrný velikosti zásahu do lesních porostů. Zároveň bude zohledněna velikost zásahů do ploch LO a LZU. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Z hlediska povrchového areálu zahrnuje hodnocené území vlastní plochu PA, včetně přilehlých ploch, které mohou být dotčeny v souvislosti s nezbytnými úpravami terénu. V případě dopravního napojení lze hodnocené území vymezit prostorem mezi PA a předpokládaným bodem napojení na nejbližší silnici II. nebo vyšší třídy, resp. na nejbližší železniční trať.

### 3.3.13 Kritérium K13 Vlivy na obyvatelstvo, hmotný majetek a ochranu památek

Kritérium zahrnuje hodnocení narušení kvality obytného a rekreačního prostředí nebo změn ve využití stavebních objektů a zásahu do zájmů památkové ochrany. S ohledem na současnou úroveň projektového řešení (referenční) a absenci dalších nezbytných vstupních informací (viz kap. 3.1), představuje toto kritérium alternativní (a nutně jen přibližný) způsob hodnocení vlivů na obyvatelstvo a veřejné zdraví, jejichž zdrojem jsou znečištění a hluková zátěž území ve smyslu dokumentace č. 4 zákona EIA. Kromě toho je součástí tohoto kritéria také problematika vlivů na hmotný majetek a kulturní dědictví dle citované přílohy.

---

<sup>7</sup> Zák. č.289/1995 Sb., o lesích, ve znění pozdějších předpisů.

Stanovení rovnocenných vah obou indikátorů vyplývá z jejich obsahové náplně. V případě indikátoru K13a se jedná o tzv. "měkký vliv" (subjektivní), který bude působit dlouhodobě (min. po dobu výstavby HÚ). Minimalizace tohoto vlivu může významně přispět k akceptaci HÚ ze strany obyvatelstva okolních sídel. Naproti tomu indikátor K13b představuje jednorázový, ale významný a trvalý zásah do majetkových práv vlastníků dotčených objektů a zařízení.

Podkladem pro hodnocení tohoto kritéria je zejména terénní šetření na lokalitách, doplněné o analýzu mapových podkladů, veřejně dostupných leteckých snímků ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)) a také o údaje z katastru nemovitostí ([www.ikatastr.cz](http://www.ikatastr.cz)).

### 3.3.13.1 Indikátor K13a Narušení faktorů pohody

Vzhledem k výše uvedené absenci vstupních informací, která neumožňuje hodnocení lokalit ve vztahu k platným hygienickým limitům imisní a hlukové zátěže, je tento indikátor zaměřen na narušení tzv. "faktorů pohody", které je podle ustálené praxe třeba chápat jako zhoršení kvality obytného nebo rekreačního prostředí, nikoliv nutně nad rámec platných hygienických limitů. Zdrojem těchto vlivů (hluková zátěž, zvýšení imisní a hlukové zátěže vibrace, prašnost) budou především terénní úpravy a stavební činnost v ploše PA a také provoz na souvisejících komunikacích (zejména ÚK). Tyto vlivy budou na všech lokalitách považovat za vysoce pravděpodobné, přičemž emisní charakteristiky použitých stavebních, dopravních a důlních mechanismů budou na všech lokalitách obdobné. Indikátor proto reflektuje zejména charakter obytné zástavby (souvislá / individuální), rekreačních objektů a zařízení a jejich vzdálenost od PA a předpokládaných směrů napojení související dopravní infrastruktury v kontextu s existencí clonících bariér (reliéf krajiny, lesní porosty).

Vliv je nepřímo úměrný vzdálenosti obytné zástavby nebo rekreačních objektů a zařízení od PA a od související dopravní infrastruktury s ohledem na existenci clonících bariér (reliéf, lesní porost v mezilehlém území). Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Hodnocené území vždy zahrnuje povrchový areál, směry jeho předpokládaného dopravního napojení na silniční a železniční síť, definované shodně jako u předchozích indikátorů a dále nejbližší obytné a rekreační objekty (areály). Obdobně jako v případě indikátoru K11a může být jeho konkrétní rozsah na jednotlivých lokalitách ovlivněn morfologií terénu. Terénní elevace mohou plnit funkci clonících bariér, reliéf terénu současně představuje významný aspekt pro trasování přístupových komunikací. Jeho přesnější vymezení bude možné až v dalších fázích hodnocení lokalit na základě podrobnějšího technického řešení HÚ, jehož součástí budou informace popsané v kap. 3.2.11.

### 3.3.13.2 Indikátor K13b Vlivy na obytné, rekreační nebo památkově chráněné objekty

Indikátor reflektuje výskyt a počet obytných, rekreačních a památkově chráněných objektů v bezprostřední blízkosti PA a související dopravní infrastruktury, u kterých nelze vyloučit výkup, nebo změny využití v důsledku nemožnosti zajištění kvality prostředí nebo dodržení platných hygienických limitů.

Vliv bude přímo úměrný výskytu obytných, rekreačních, příp. jiných objektů nebo zařízení v ploše PA a v jeho bezprostředním okolí nebo v předpokládaných směrech napojení přístupových komunikací (účelová komunikace, železniční vlečka) na silniční a železniční síť. Bodové (známkové) hodnocení vlivu se pohybuje v rozmezí 1 – 5, kde hodnota 1 vyjadřuje žádný nebo málo významný vliv s malou pravděpodobností vzniku a hodnota 5 velmi významný vliv s velkou pravděpodobností vzniku v rámci upravené Winterlingovy krizové matice (<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>).

Hodnocené území zahrnuje povrchový areál, včetně nejbližšího okolí a dále směry předpokládaného napojení související dopravní infrastruktury (účelová komunikace, železniční vlečka) na silniční, resp. železniční síť a jejich přilehlé území. Jeho přesnější vymezení bude možné až v dalších fázích hodnocení lokalit na základě podrobnějšího technického řešení HÚ, jehož součástí budou informace popsané v kap. 3.2.11.



## 4 Závěr

Výběr klíčových kritérií pro vzájemné porovnání vhodnosti lokalit pro umístění HÚ, tj., uplatnění jejich předností za předpokladu, že na žádné z lokalit nebyly nalezeny překážky pro umístění jaderného zařízení, je založeno na využití charakteristik (kritérií) těchto lokalit v oblastech, ovlivňujících projektové řešení, dlouhodobou a provozní bezpečnost, životní prostředí a obyvatelstvo. Tato kritéria jsou dále dělena na indikátory, které lépe umožňují porovnání lokalit mezi sebou

Na základě diskuze a argumentace na zasedání Poradního panelu expertů, který odborně garantuje nezávislost a transparentnost procesu hodnocení lokalit směrem k zúžení jejich počtu, byl vznesen požadavek na osvětlení procesů procesu výběru klíčových kritérií a jejich konkretizace do úrovně indikátorů pro porovnání potenciálních lokalit pro umístění jaderného zařízení. Původní seznam kritérií, daný dokumentem MP.22 (Vokál et al. 2017), byl analyzován a vyhodnocen, a s přihlédnutím na současný stav znalostí o lokalitách (do 30.9.2019) pak byla část kritérií či jednotlivých indikátorů buď zcela vyřazena (např. z důvodu nedostatku dat z hloubky úložiště či z důvodu prakticky shodných charakteristik pro všechny lokality) nebo sloučena (v případě shodnosti či korelace mezi jednotlivými indikátory).

Výsledkem je 13 klíčových kritérií, které budou použity ke vzájemnému porovnání lokalit v procesu zúžení jejich počtu v roce 2020 dle metodiky Vondrovice et al. (2019).

Jsou to:

Kritérium K1 Velikost využitelného horninového masivu

Kritérium K2 Dostupnost infrastruktury

Kritérium K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků

Kritérium K4 Variabilita geologických vlastností

Kritérium K5 Charakteristika proudění vody v okolí úložiště a transportní charakteristiky

Kritérium K6 Identifikace a umístění drenážních bází

Kritérium K8 Charakteristiky lokality, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka

Kritérium K9 Jevy ovlivňující šíření radioaktivní látky

Kritérium K10 Vlivy na povrchové vody a vodní zdroje

Kritérium K11 Vlivy na ochranu přírody a krajiny

Kritérium K12 Vlivy na zemědělský půdní fond a pozemky určené k plnění funkcí lesa

Kritérium K13 Vlivy na obyvatelstvo, hmotný majetek a ochranu památek

## Reference

- AUE M. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Březový potok – MS SÚRAO TZ 153/2017.
- ANDERSSON J., STRÖM A., SVEMAR C., ALMÉN K.-E., ERICSSON L. E. (2000): What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and site evaluation. – SKB Technical Report TR-00-12, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm, Sweden, 148 s.
- BAIER J., JANKOVEC J., ČERNÝ M., GVOŽDÍK L., MILICKÝ M., POLÁK M., UHLÍK J. (2020a): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu, Lokalita Březový potok. – MS SÚRAO, TZ 470/2020.
- BAIER J., JANKOVEC J., ČERNÝ M., GVOŽDÍK L., MILICKÝ M., POLÁK M., UHLÍK J. (2020b): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu, Lokalita Hrádek. – MS SÚRAO, TZ 469/2020.
- BEDNÁRIK M., HOLZER R., TORNAYI R. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Horka – MS SÚRAO TZ 151/2017.
- BLAHETA R., BYCZANSKI P., MALÍK J., KOHUT R., KOLCUN A., STARÝ J., HOKR M., KRÁLOVCOVÁ J., FRYDRYCH D. (2012): Tepelná analýza referenčního návrhu úložiště vyhořelého jaderného paliva. Závěrečná zpráva řešení projektu. Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., 39 str.
- BUREŠ P., GRÜNWARD L., POŘÍZEK J., ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., BAUDIS J., KOBYLKA D. A MAREK P. (2018a): Studie umístitelnosti v lokalitě Horka. – MS SÚRAO TZ 137/2017.
- BUREŠ P., GRÜNWARD L., POŘÍZEK J., ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., BAUDIS J., KOBYLKA D. A MAREK P. (2018b): Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Čihadlo. – MS SÚRAO TZ 140/2017.
- BUREŠ P., GRÜNWARD L., POŘÍZEK J., ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., BAUDIS J., KOBYLKA D., MAREK P., BÜRGERMEISTEROVÁ R. (2018c): Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Čertovka. – MS SÚRAO TZ 141/2017.
- BUREŠ P., GRÜNWARD L., POŘÍZEK J., ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., BAUDIS J., KOBYLKA D., MAREK P. A BÜRGERMEISTEROVÁ R. (2018d): Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Magdaléna. – MS SÚRAO TZ 142/2017.
- BUTOVIČ A., ZAHRADNÍK O., GRÜNWARD L., BUREŠ P., ŠPINKA O., MARTINČÍK J., KOBYLKA D. (2020): Hodnocení potenciálních lokalit z hlediska klíčových kritérií technické proveditelnosti – MS SÚRAO TZ 457/2020.
- ČERNÝ M., UHLÍK J., MILICKÝ M., GVOŽDÍK L. (2020a): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu, Lokalita Magdaléna. – MS SÚRAO, TZ 471/2020.
- ČERNÝ M., UHLÍK J., MILICKÝ M., GVOŽDÍK L. (2020b): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu. Lokalita Čertovka. – MS SÚRAO, TZ 472/2020.
- ČERVINKA R., GONDOLLI J. (2016): Výběr reprezentativních podzemních vod a příprava jejich syntetických ekvivalentů. – MS SÚRAO TZ 41/2016.
- FRANĚK J., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ SCHULMANNOVÁ B., GRUNDLOCH J., HOLEČEK J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KLOMÍNSKÝ J., KRYŠTOFOVÁ E., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., KŮRKOVÁ I.,



- NAHODILOVÁ R., PACHEROVÁ P., PERTOLDOVÁ J., PEŘESTÝ V., RUKAVIČKOVÁ L., SOEJONO I., ŠVAGERA O., VERNER K., ŽÁČEK V. (2018): Závěrečná zpráva 3D strukturně – geologické modely potenciálních lokalit HÚ. – MS SURAO TZ 229/2018, Praha, 594 s.
- HANÁK J., ONDRA P., HAVLOVÁ V. (2015): Rešerše petrofyzikálních dat pro území potenciálních lokalit HÚ. – MS SÚRAO TZ 23/2015.
- HANÁK J., CHLUPÁČOVÁ M., ONDRA P., HROUDA F., SOSNA K., ŽIŽKA J., KAŠPAREC I. A DĚDEČEK P. (2017): Stanovení petrofyzikálních charakteristik horninového prostředí pro území potenciálních lokalit HÚ. – MS SÚRAO, TZ 103/2017.
- HANÁK J., ONDRA P. (2018): Petrofyzikální charakteristika horninového prostředí na lokalitě HÚ EDU – západ. – MS SÚRAO, TZ 116/2018, příloha.
- HANŽL P., AUE M., ČOUPEK P., FIEDLER F., FRANĚK J., HRDLIČKOVÁ K., KAROUS M., KRAJÍČEK L., KRYŠTOFOVÁ E., PALEČEK M., PERTOLDOVÁ J., POŘÁDEK P., RUKAVIČKOVÁ L., SOEJONO I. A ŠVAGERA O. (2018): Zhodnocení geologických a dalších informací vybraných částí českého moldanubika z hlediska potenciální vhodnosti pro umístění HÚ – EDU Západ; Lokalita HÚ EDU západ – souhrnná závěrečná zpráva. – MS SÚRAO TZ 219/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ČERNÝ M., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018a): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Březový potok. – MS SURAO TZ 276/2018
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ČERNÝ M., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018b): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čertovka. – MS SURAO TZ 277/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ČERNÝ M., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018c): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čertovka. – MS SURAO TZ 277/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., POLÁK M., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ŘÍHA J., ČERVINKA R., BUKOVSKÁ Z. (2018d): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čihadlo. – MS SURAO TZ 278/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., JANKOVEC J., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018e): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Dukovany-západ (EDU-Z). – MS SURAO TZ 279/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., UHLÍK J., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018f): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Horka. – MS SURAO TZ 280/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., BAIER J., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018g): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Hrádek. – MS SURAO TZ 281/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., UHLÍK J., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018h): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Kraví hora. – MS SURAO TZ 282/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., ČERNÝ M., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018i): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Magdaléna. MS SURAO TZ 283/2018.

- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., JANKOVEC J., ŘÍHA J., ČERVINKA R. (2018j): Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Temelín-jih (ETE-J). MS SÚRAO TZ 284/2018.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., MILICKÝ M., POLÁK M., BUKOVSKÁ Z., ČERNÝ M., DUŠEK K., FIFERNOVÁ M., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PETYNIÁK O., RAPPRIČH V., RUKAVIČKOVÁ L., SOEJONO I., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VOJTĚCHOVÁ H., ŽÁČKOVÁ E. (2020a): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Březový potok. – MS SÚRAO, TZ 447/2020.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ČERNÝ M., POLÁK M., MILICKÝ M., BAIER J., DUŠEK K., FIFERNOVÁ M., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KŮRKOVÁ I., PETYNIÁK O., RAPPRIČH V., RUKAVIČKOVÁ L., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VOJTĚCHOVÁ H., ŽÁČEK V., ŽÁČKOVÁ E. (2020b): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čertovka. – MS SÚRAO, TZ 448/2020.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., POLÁK M., ČERNÝ M., MILICKÝ M., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., DUDÍKOVÁ B., DUŠEK K., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HEJTMÁNKOVÁ P., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., NÝVLT D., PETYNIÁK O., RAPPRIČH V., RUKAVIČKOVÁ L., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VERNER K., VOJTĚCHOVÁ H. (2020c): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čihadlo. – MS SÚRAO, TZ 449/2020.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA I., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., JANKOVEC J., MILICKÝ M., BAIER J., BUKOVSKÁ Z., DUŠEK K., FRANĚK J., HANŽL P., HOLEČEK J., HRDLIČKOVÁ K., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KRYŠTOFOVÁ E., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PETYNIÁK O., RUKAVIČKOVÁ L., SEDLÁČKOVÁ I., SOEJONO I., ŠÍR P., ŠVAGERA O., ŽÁČKOVÁ E., VOJTĚCHOVÁ H., UHLÍK J., GVOŽDÍK L. (2020d): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita EDU-západ. – MS SÚRAO, TZ 450/2020.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., UHLÍK J., JANKOVEC J., MILICKÝ M., BAIER J., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ B., DUŠEK K., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HEJTMÁNKOVÁ P., HOLEČEK J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PETYNIÁK O., POLÁK M., RAPPRIČH V., RUKAVIČKOVÁ L., ŠVAGERA O., VERNER K., VOJTĚCHOVÁ H. (2020e): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Horka. – MS SÚRAO, TZ 452/2020
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., MILICKÝ M., BUKOVSKÁ Z., ČERNÝ M., DUDÍKOVÁ B., DUŠEK K., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PETYNIÁK O., POLLÁK M., RAPPRIČH V., RUKAVIČKOVÁ L., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VOJTĚCHOVÁ H., ŽÁČKOVÁ E. (2020f): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Hrádek. – MS SÚRAO, TZ 453/2020
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., UHLÍK J., JANKOVEC J., MILICKÝ M., BURIÁNEK D., BUKOVSKÁ Z., DUŠEK K., FRANĚK J., HOLEČEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KRYŠTOFOVÁ E., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PEŘESTÝ V., PETYNIÁK O., RAPPRIČH V., RUKAVIČKOVÁ L., ŠVAGERA O., VOJTĚCHOVÁ H. (2020g): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Kraví hora – MS SÚRAO, TZ 455/2020

- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., ČERNÝ M., POLÁK M., MILICKÝ M., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., BUKOVSKÁ Z., DUDÍKOVÁ B., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÍNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PACHEROVÁ P., PETYNYIAK O., RAPPRIICH V., RUKAVIČKOVÁ L., ŠÍR P., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VOJTĚCHOVÁ H. (2020h): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Magdaléna. – MS SÚRAO, TZ 455/2020
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., JANKOVEC J., UHLÍK J., ČERNÝ M., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., DUŠEK K., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HEJTMÁNKOVÁ P., HOLEČEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., MILICKÝ M., NAHODILOVÁ R., PACHEROVÁ P., PETYNYIAK O., PEŘESTÝ POLÁK M., V., RAPPRIICH V., ŘIHOŠEK J., RUKAVIČKOVÁ L., ŠVAGERA O., VOJTĚCHOVÁ H., ŽÁČKOVÁ E. (2020i): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Janoch (ETE-jih). – MS SÚRAO, TZ 449/2020.
- HROCH T. A PAČES T., HOŠEK, J., ŠEBESTA, J. (2015): Erozní stabilita lokalit. – MS SÚRAO, TZ 25/2015.
- IAEA (2011): Geological disposal facilities, Specific Safety Guide, SSG-14, Publication 1483, 2011, Appendix I” Siting of geological disposal facilities
- JANKOVEC J., MILICKÝ M., GVOŽDÍK L., POLÁK M., UHLÍK J., ČERNÝ M., ZEMAN O., BAIER J. (2020a): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu. Lokalita Na Skalním. – MS SÚRAO, TZ 473/2020.
- JANKOVEC, J., UHLÍK J., ČERNÝ, M. (2020b): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu. Lokalita ETE-jih. – MS SÚRAO, TZ 474/2020.
- KABELE P., ŠVAGERA O., SOMR M., NEŽERKA V., ZEMAN J., JELÍNEK J., BUKOVSKÁ Z., SOEJONO I., FRANĚK. J. (2018): Mathematical modelling of brittle fractures in rock mass by means of the DFN method. – MS SÚRAO ZZ 286/2018.
- KAČURA G. (1980): Minerální vody Severočeského kraje. – MS Čes. geol. služ. Praha.
- KALÁB Z., ŠÍLENÝ J., LEDNICKÁ M. A JECHUMTÁLOVÁ Z. (2015): Seismická stabilita území. – MS SÚRAO TZ 26/2015.
- KOBYLKA D. (2019): Optimalizace vzájemné vzdálenosti UOS. – MS SÚRAO TZ 135/2017.
- KOLÁŘOVÁ M., MYSLIL V. (1979): Minerální vody Západočeského kraje kraje. – MS Čes. geol. služ. Praha
- KOLÁŘOVÁ M. (1978): Minerální vody Středočeského a Jihočeského kraje. – MS Čes. geol. služ. Praha.
- KOPAČKOVÁ V., JELÍNEK J., ŠVAGERA O., HROCH T., KOUČKÁ L., JELÍNEK J., SKÁCELOVÁ Z., FÁROVÁ K. (2017): Morfostrukturní analýza širšího okolí průzkumných území HÚ pomocí DPZ. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 115/2017.
- KVĚT R., KAČURA G. (1976): Minerální vody Jihomoravského kraje. – MS Čes. geol. služ. Praha.
- KRAJÍČEK L., BRODECKÁ A., DANĚK T., CEJNAR P., CHLANOVÁ L., KAREL J., KUBEŠOVÁ A., VOLF O., WICHSOVÁ M. (2018): Studie vlivů HÚ v lokalitě Na Skalním na životní prostředí. – MS SÚRAO TZ 219/2018, příloha č. 3.
- KRAJÍČEK L., SKOŘEPA Z. et al. (2020): Hodnocení potencionálních lokalit HÚ dle klíčových environmentálních kritérií. – MS SÚRAO, TZ 456/2020

- KRAJÍČEK L., SKOŘEPA Z., HUBÁČEK O., MAREK P. (2020): Hodnocení potencionálních lokalit HÚ dle klíčových environmentálních kritérií. – MS SÚRAO, TZ 456/2020
- MALÍK J. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Čertovka – MS SÚRAO TZ 155/2017.
- MAREK P. (2018a): Studie vlivů na životní prostředí – Kraví Hora. – MS SÚRAO TZ 143/2017.
- MAREK P. (2018b): Studie vlivů na životní prostředí – Horka. – MS SÚRAO TZ 144/2017.
- MAREK P. (2018c): Studie vlivů na životní prostředí – Hrádek. – MS SÚRAO TZ 145/2017.
- MAREK P. (2018d): Studie vlivů na životní prostředí – Březový potok. – MS SÚRAO TZ 146/2017.
- MAREK P. (2018e): Studie vlivů na životní prostředí – Čihadlo. – MS SÚRAO TZ 147/2017.
- MAREK P. (2018f): Studie vlivů na životní prostředí – Čertovka. – MS SÚRAO TZ 148/2017.
- MAREK P. (2018g): Studie vlivů na životní prostředí – Magdaléna. – MS SÚRAO TZ 149/2017.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018a): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Kraví hora – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 157/2017.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018b): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Horka – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 158/2017.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018c): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Hrádek – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 159/2017.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018d): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Březový potok – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 160/2017.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018e): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Čihadlo – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 161/2017.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018f): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Čertovka – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 162/2017, Praha.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018g): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Magdaléna – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 163/2017, Praha.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018h): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Janoch – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 317/2018, Praha.
- MARTINČÍK J., VRBA T., ČECHÁK T., THINOVÁ L., PRŮŠA P., MUSÍLEK L., ZAHRADNÍK O., LOUŽENSKÝ T., VEVERKA A., NOHEJL J. A FIEDLER F. (2018i): Studie zadávací bezpečnostní zprávy na lokalitě Na Skalním – provozní bezpečnost. – MS SÚRAO TZ 318/2018, Praha.
- MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ B., FRANĚK F., HRDLIČKOVÁ K., NAHODILOVÁ R., SOEJONO I., VERNER K., ŽÁČEK V., PETYNIÁK O., RUKAVIČKOVÁ

- L, JELÍNEK J, KRYŠTOFOVÁ E, KŮRKOVÁ I, HOLEČEK J, ŘIHOŠEK J, GRUNDLOCH J, PACHEROVÁ P, KOLEJKA V, HUDEČKOVÁ E, JELÍNEK J, PECINA V, KRYL J, ŠVAGERA O, GILÍKOVÁ H, LOJKA R, PEŘESTÝ V, VOREL T, KNOTEK J, HEJTMÁNKOVÁ P, KUNCEOVÁ E, MÜLLEROVÁ P, KUČERA R, HECKELOVÁ M, ZEMKOVÁ M. (2019): Shrnutí výsledků geologických a geofyzikálních výzkumných prací provedených v období 9/2017–6/2019 pro aktualizaci hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště RAO. – MS SÚRAO TZ 412/2019, Praha.
- NAGRA (2008): Darlegung der Anforderungen, des Vorgehens und der Ergebnisse. Technische Bericht 08-03. NAGRA, Switzerland (v němčině).
- NAGRA (2014): Sicherheitstechnischer Bericht zu SGT Etappe 2. Sicherheitstechnischer Vergleich und Vorschlag der in Etappe 3 weiter zu untersuchenden geologischen Standortgebiete. Technische Bericht 14-01. NAGRA, Switzerland (v němčině)
- NAVRÁTILOVÁ V., TLAMSA J., SOSNA K., SKOŘEPA Z., NOŽIČKA L., BROTÁNEK F., KRUPIČKOVÁ L., KOUBOVÁ R., ŠINDELÁŘOVÁ J., HEJRAL J. A PROVAZNÍK J. (2018a), Předběžná studie proveditelnosti – lokalita ETE-JIH. – MS SÚRAO TZ 222/2018, příloha závěrečné zprávy.
- NAVRÁTILOVÁ V., TLAMSA J., SOSNA K., SKOŘEPA Z., NOŽIČKA L., BROTÁNEK F., KRUPIČKOVÁ L., KOUBOVÁ R., ŠINDELÁŘOVÁ J., HEJRAL J., PROVAZNÍK J. (2018b): Studie vlivů na životní prostředí (EIA) – lokalita ETE-jih. – MS SÚRAO TZ 222/2018, příloha závěrečné zprávy.
- NORRIS, S., LEMY, F., DEL HONEUX, C.-A., VOLCKAERT, G., WEETJENS, E., WOUTERS, K., WENDLING, J., DYMITROWSKI, M., PELLEGRINI, D., SELLIN, P., JOHNSON, L., SENTIS, M. AND HARRINGTON, J. (2013): Synthesis Report: Updated Treatment of Gas Generation and Migration in the Safety Case. FORGE Report D1.5R. <https://www.bgs.ac.uk/forge/docs/reports/D1.5-R.pdf>
- NOVOTNÝ J. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Čihadlo – MS SÚRAO TZ 152/2017.
- NWMO (2010): Moving forward together: Process for selecting a site for Canada's deep geological repository for used nuclear fuel, NWMO 2010
- NÝVLT D., DOBROVOLNÝ P. (2015): Klimatická stabilita území. – MS SÚRAO TZ 22/2015.
- PERTOLDOVÁ J., MIXA P., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ B., FRANĚK J., HRDLIČKOVÁ K., NAHODILOVÁ R., SOEJONO I., VERNER K., ŽÁČEK V., PETYNIÁK O., KUČERA R., ŽÁČKOVÁ E., FIFERNOVÁ M., ZEMKOVÁ M. (2019): Lokalizace perspektivních území pro geologické charakterizační práce a perspektivních území pro projektové práce HÚ pro účely hodnocení lokalit HÚ. Důvodová zpráva. – MS SÚRAO, TZ 446/2020.
- PETRUŽÁLEK M. (2017): Stanovení mechanických vlastností hlavních petrografických typů na potenciálních lokalitách HÚ. – MS SÚRAO TZ 88/2017.
- POLÁK M., GVOŽDÍK L., MILICKÝ M., UHLÍK J. (2020): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu. Lokalita Čihadlo. – MS SÚRAO, TZ 475/2020.
- POSIVA (2013): Safety Case for the Disposal of Spent Nuclear Fuel at Olkiluoto – Performance Assessment 2012. – POSIVA Report 2012-04, POSIVA Oy, Olkiluoto, Finland.
- POSPÍŠIL P., KOVÁŘ L., GRYGAR R., RAPANTOVÁ N. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Kraví hora – MS SÚRAO TZ 150/2017.

- POSPÍŠKOVÁ, I., VOKÁL A., FIEDLER F., PRACHAŘ I., KOTNOUR P. (2012). Aktualizace referenčního projektu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů v hypotetické lokalitě. Průvodní zpráva. MS ÚJV Řež a.s. divize Energoprojekt, EGP 5014-F-120055.
- ROUT J. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Hrádek – MS SÚRAO TZ 152/2017.
- ŘÍHA J., UHLÍK J., GRECKÁ M., BAIER J., ČERNÝ M., GVOŽDÍK L., HAVLOVÁ V., KRÁLOVCOVÁ J., MARYŠKA J., MILICKÝ M., POLÁK M. A TRPKOŠOVÁ D. (2018): Transportní modely – závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 324/2018.
- SCHRÖFEL J. (2018): Účelová mapa inženýrskogeologické rajonizace M 1:10 000 – lokalita Magdaléna – MS SÚRAO TZ 156/2017.
- ŠPINKA O., GRÜN WALD, L. ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., POŘÍZEK J. A KOBYLKA D. (2018a): Studie umístitelnosti HÚ v lokalitě Kraví hora. – MS SÚRAO TZ 136/2017.
- ŠPINKA O., GRÜN WALD, L. ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., POŘÍZEK J. A KOBYLKA D. (2018b): Studie umístitelnosti v lokalitě Hrádek. – MS SÚRAO TZ 138/2017.
- ŠPINKA O., GRÜN WALD, L. ZAHRADNÍK O., VEVERKA A., FIEDLER F., NOHEJL J., POŘÍZEK J. A KOBYLKA D. (2018c): Studie umístitelnosti v lokalitě Březový potok. – MS SÚRAO TZ 139/2017.
- TRPKOŠOVÁ, D., HAVLOVÁ, V., DOBREV, D., HUSŤÁKOVÁ, H., GONDOLLI, J., KLAJMON, M., MIRANDA, A. N. M., VEČERNÍK, P., BUKOVSKÁ, Z., RATAJ, J., FRÝBORT, J., FEJT, F., ŠTAMBERG, K., VETEŠNÍK, A., VOPÁLKA, D., UHLÍK, J., GVOŽDÍK, L., KRÁLOVCOVÁ, J., ŘÍHA, J., MARYŠKA, J., ŠTEINOVÁ, J., STAŠ, L. (2018b): Bezpečnostní rozbor dlouhodobé bezpečnosti hlubinného úložiště na lokalitě Kraví hora. Závěrečná zpráva. - MS SURAO ZZ 334/201.
- UHLÍK J., ČERNÝ M., BAIER J., MILICKÝ M., POLÁK M., GVOŽDÍK L., KRÁLOVCOVÁ J., GRECKÁ M., RUKAVIČKOVÁ L. (2018): Detailní hydrogeologické modely lokalit. – MS SÚRAO, TZ 323/2018.
- UHLÍK J., JANKOVEC J., GVOŽDÍK L., MILICKÝ M. (2020a): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu. Lokalita Horka. – MS SÚRAO, TZ 476/2020, Praha.
- UHLÍK J., JANKOVEC J., GVOŽDÍK L., MILICKÝ M. (2020b): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu, Lokalita Kraví hora. – MS SÚRAO, TZ 477/2020.
- VOKÁL A., HAVLOVÁ V., HERCÍK M., LANDA J., LUKIN D., VEJSADA J. (2011): Aktualizace referenčního projektu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů v hypotetické lokalitě. III. Etapa. Studie zadávací bezpečnostní zprávy. C. Dokumentační část. C.2 Hodnocení dlouhodobé bezpečnosti HÚ. Zpráva ÚJV Řež, a.s. EGP 5014-F-101420, 12/2010.
- VOKÁL A., POSPÍŠKOVÁ I., VONDROVIC L., KOVÁČIK M., STEINEROVÁ L., DUSÍLEK P., WOLLER F. (2017): Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště. MP.22, revize 3. – MS SÚRAO, Praha.
- VONDROVIC L., AUGUSTA J., VOKÁL A., HAVLOVÁ V., KONOPÁČOVÁ K., LAHODOVÁ Z., POPELOVÁ E., URÍK J., BUKOVSKÁ Z., BUTOVIČ A., FRANĚK J., HROCH T., JELÍNEK J., KOBYLKA D., KRAJÍČEK J., MILICKÝ M., MIXA P., PERTOLDOVÁ J., SKOŘEPA Z., ŠTĚDRÁ V., ŠVAGERA J., UHLÍK J., ZAHRADNÍK O. (2019): Metodika zúžení počtu lokalit pro hlubinné úložiště v ČR v letech 2019–2020. – MS SÚRAO, TZ 423/2019.
- ZAHRADNÍK O., BUREŠ P., GRÜN WALD L. (2020): Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v potenciálních lokalitách. – MS SÚRAO TZ 442/2019

ZUIDERMA P. (2019): NAGRA experience with site selection. Prezentace na semináři k výběru lokality. SURAO, Praha 16.11.2019.

### **Zákony:**

VYHLÁŠKA č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení. In: Sbírka zákonů, 2016. – Částka 151, 5989–5997.

ZÁKON č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 114/1992 Sb., Zákon o ochraně přírody a krajiny. In: Sbírka zákonů, 1992. – Částka 28, 666–692, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 289/1995 Sb., o lesích, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 183/2006 Sb., Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: Sbírka zákonů, 2006. – Částka 63, 2226–2289, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: Sbírka zákonů, 2001. – Částka 98, 5617–5667, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 263/2016 Sb., Atomový zákon. In: Sbírka zákonů, 2016. – Částka 102, 3938–4060.

ZÁKON č. 44/1988 Sb., Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon). In: Sbírka zákonů, 1988. – Částka 8, 175–188, ve znění pozdějších předpisů.

### **Webové stránky:**

<https://managementmania.com/cs/winterlingova-krizova-matice>. ManagementMania.com [online]. Wilmington (DE) 2011-2019, 03.07.2015 [cit. 07.11.2019].

## **Příloha 1**





**SÚRAO**

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ  
RADIOAKTIVNÍCH  
ODPADŮ

NAŠE  
BEZPEČNÁ  
BUDOUCNOST

info@suraao.cz | [www.suraao.cz](http://www.suraao.cz)