
**POŽADAVKY, INDIKÁTORY
VHODNOSTI A KRITÉRIA VÝBĚRU
LOKALIT PRO UMÍSTĚNÍ
HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ**

Autoři: Antonín Vokál

Ilona Pospíšková

Lukáš Vondrovic

Miloš Kováčik

Lucie Steinerová

Pavel Dusílek

František Woller

POŽADAVKY, INDIKÁTORY VHODNOSTI A KRITÉRIA VÝBĚRU LOKALIT PRO UMÍSTĚNÍ HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ

Autoři: Antonín Vokál

Ilona Pospíšková

Lukáš Vondrovic

Miloš Kováčik

Lucie Steinerová

Pavel Dusílek

František Woller

Obsah

1	Úvod	11
1.1	Cíl dokumentu	11
1.2	Dříve zpracované dokumenty	11
1.3	Rozsah platnosti	12
2	Základní požadavky	13
3	Indikátory vhodnosti výběru lokalit	14
4	Způsob výběru lokalit	17
5	Projektové požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria	19
5.1	Proveditelnost podzemní části úložiště	20
5.1.1	Velikost využitelného horninového bloku	20
5.1.2	Charakteristiky horninového prostředí pro konstrukci podzemní části úložiště	20
5.2	Proveditelnost nadzemní části úložiště	21
5.2.1	Zajištění stability staveb	21
5.2.2	Dostupnost infrastruktury	21
5.2.3	Množství a složitost střetů zájmů	22
5.3	Náklady	22
5.4	Shrnutí projektových indikátorů vhodnosti	22
6	Bezpečnostní požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria	25
6.1	Úvod	25
6.2	Dlouhodobá bezpečnost	25
6.2.1	Popsatelnost a predikovatelnost lokalit	25
6.2.2	Hydrogeologické vlastnosti lokality	26
6.2.3	Stabilita lokality	28
6.2.4	Faktory zvyšující pravděpodobnost intruze člověka do úložiště	29
6.2.5	Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér 30	
6.2.6	Transportní vlastnosti horninového prostředí	32
6.3	Shrnutí indikátorů vhodnosti pro hodnocení lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti	33
6.4	Provozní bezpečnost	37
6.4.1	Zajištění radiační ochrany	37
6.4.2	Zajištění klasické a báňské bezpečnosti výstavby a provozu	38
6.5	Shrnutí indikátorů vhodnosti pro hodnocení lokalit z hlediska provozní bezpečnosti hlubinného úložiště	39

7 Environmentální požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria.....	42
7.1 Shrnutí environmentálních indikátorů vhodnosti	43
8 SOCIOEKONOMICKÉ ASPEKTY	47
8.1 Role PS pro dialog v procesu rozhodování.....	48
9 Závěrečná ustanovení	49
10 Citace a seznam literatury.....	50

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Shrnutí indikátorů vhodnosti pro výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště ..	14
Tabulka 2: Projektové požadavky a indikátory vhodnosti lokalit.....	23
Tabulka 3: Shrnutí indikátorů vhodnosti pro hodnocení lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti hlubinného úložiště	34
Tabulka 4: Shrnutí požadavků a indikátorů vhodnosti hodnocení lokalit umístění jaderného zařízení z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany a báňské bezpečnosti	39
Tabulka 5: Shrnutí environmentálních kritérií.....	43

Seznam použitých zkratk:

DSS	Systémy rozhodovací analýzy (Decision Support System)
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
EDZ	Zóna horninového prostředí narušená hloubicemi pracemi
EIA	Environmental Impact Assessment (Vyhodnocení vlivu na životní prostředí)
ETE	Jaderná elektrárna Temelín
EVL	Evropsky významná lokalita
GAP	Analýza nedostatku dat a jejich potřeby
HÚ	Hlubinné úložiště
CHKO	Chráněná krajinná oblast
CHLÚ	Chráněné ložiskové území
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
ICRP	Mezinárodní komise pro radiační ochranu
JE	Jaderná elektrárna
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA)
MZV	Ministerstvo zahraničních věcí
NEA-OECD	Agentura pro jadernou energii pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (Nuclear Energy Agency Organization for Economic Co-operation and Development)
NJZ	Nové jaderné zdroje
NP	Národní park
NPP	Národní přírodní park
NPR	Národní přírodní rezervace
OS	Obalový soubor
PP	Přírodní park
PR	Přírodní rezervace
PS	Pracovní skupina
RAO	Radioaktivní odpady
RVES	Rada vlády pro energetickou a surovinovou strategii
SSG	Metodický pokyn pro implementaci požadavků na specifickou bezpečnost MAAE
SSR	Specifické bezpečnostní požadavky MAAE
UNESCO	Organizace OSN pro výchovu, vědu a kulturu (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
UOS	Ukládací obalový soubor
VAO	Vysokoaktivní odpady
VJP	Vyhořelé jaderné palivo

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

ZCHÚ	Zvláště chráněná území
ZUPA	Zájmové území povrchového areálu hlubinného úložiště
ŽP	Životní prostředí

Seznam použitých pojmů:

Požadavek	Podmínka, která vychází z legislativy a musí být splněna neohledně na fázi vývoje úložiště (například úložiště musí být dlouhodobě bezpečné a efektivní dávka nesmí překročit optimalizační mez 0,25 mSv v jednom kalendářním roce pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatel).
Funkce	Účel, kterému slouží úložiště či jeho část (například hlavní funkcí HÚ je uložit bezpečně všechny radioaktivní odpady nepřijatelné do přípovrchových úložišť, hlavní bezpečnostní funkcí obalového souboru je zadržet radionuklidy v úložišti).
Denudace	Soubor pochodů, které vedou ke snižování (zarovnávání) zemského povrchu a zmenšování tak nadmořské výšky a výškových rozdílů v terénu.
Indikátor vhodnosti	Charakteristika či vlastnost lokality, která může být využita v určité etapě výběru lokality pro odhad splnění požadavků na lokalitu z hlediska bezpečnosti, proveditelnosti či vlivu na životní prostředí.
In-situ experimenty	Experimenty, které jsou prováděny v terénu, např. v podzemních laboratořích.
Izolační část úložiště	Část horninového prostředí, ve kterém jsou uloženy radioaktivní odpady.
Kritérium vylučující	Hodnota vlastnosti lokality (indikátoru vhodnosti), která vylučuje umístění úložiště.
Kritérium podmiňující	Hodnota vlastnosti lokality (indikátoru vhodnosti), která podmiňuje umístění úložiště přijetím technického opatření.
Preference	Preference je hodnota parametru (indikátoru vhodnosti) lokality příznivá pro umístění hlubinného úložiště v dané lokalitě.
Konzervativní přístup	Přístup, který je založený na předpokladu, že z důvodu bezpečnosti je nutno při odhadech a výpočtech použít takové vstupní údaje veličin, které vystihují nejméně příznivý případ. Skutečné riziko činnosti (systému) by nemělo být vyšší než konzervativní hodnota.
Popsatelnost	Vlastnosti lokality, které umožní, při použití vhodných metod zkoumání lokality, získat informace nezbytné pro její charakterizaci a následné rozhodnutí o její vhodnosti pro umístění hlubinného úložiště.

Predikovatelnost	Vlastnosti lokality, které na základě informací získaných popisem lokality dovolí předpokládat, že její charakteristiky budou z pohledu dlouhodobé bezpečnosti hlubinného úložiště akceptovatelné po celou dobu, po kterou je třeba izolovat uložené odpady od životního prostředí.
Proces rozhodování	Postupy a plány pro rozhodování lze navrhnout tak, aby byly jasné a současně sledovatelné, například z hlediska koncepce procesu, jeho různých fází a jeho zavedení v praxi
Transparentnost	Postup, přístup, který je dostatečně jasný, zřejmý, zřetelný a ověřitelný.

Abstrakt

Jedním z prioritních úkolů Správy úložišť je vybrat vhodnou lokalitu pro hlubinné úložiště vyhořelého jaderného paliva a radioaktivních odpadů, které nemohou být přijaty do provozovaných přípovrchových úložišť (vyhořelého jaderného paliva a dalších radioaktivních odpadů). Tento dokument shrnuje požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště, podle kterých budou v první fázi výběru lokalit hodnoceny potenciální lokality, které byly vybrány již dříve na základě obecných kritérií na umístění jaderného zařízení. Vychází z podrobné analýzy doporučení Mezinárodní agentury pro jadernou energii a obdobných dokumentů ze zemí, které hlubinné úložiště také připravují. Zahrnuje požadavky a kritéria týkající se proveditelnosti úložiště, dlouhodobé a provozní bezpečnosti, dopadů na životní prostředí a v neposlední řadě také přijatelnosti umístění úložiště v lokalitách pro obyvatele dotčených obcí. Před podrobnou geologickou charakterizací potenciálních lokalit, kdy nemohou být k dispozici všechny potřebné informace, data a argumenty pro prokázání dlouhodobé bezpečnosti, je třeba výběr lokalit provádět na základě charakteristik (indikátorů vhodnosti), které indikují, že vybrané lokality pro umístění hlubinného úložiště jsou bezpečnější než jiné lokality, umístění úložiště méně ovlivní životní prostředí či umístění úložiště bude méně náročné na technické provedení či náklady. V průběhu získávání nových poznatků při přípravě úložiště se budou upřesňovat požadavky na lokalitu pro hlubinné úložiště. Tyto požadavky budou shromažďovány, evidovány a zahrnuty do revizí tohoto dokumentu.

Klíčová slova

Hlubinné úložiště, výběr lokality, požadavky, indikátory vhodnosti, kritéria

Abstract

One of the Radioactive Waste Repository Authority's highest priorities is to select a suitable site for the underground disposal of that spent nuclear fuel and radioactive waste which cannot be accepted for disposal in near-surface repositories. The document summarizes the various requirements, suitability indicators and criteria involved in the selection of sites for the location of a future deep geological repository. It is based on a detailed analysis of the recommendations of the International Atomic Energy Agency and similar documents compiled in other countries which are in the process of developing a deep geological repository. The document includes the requirements, suitability indicators and criteria relating to the feasibility of repository construction, long-term and operational safety, environmental impacts and, importantly, the acceptability of the selected site for the inhabitants of the local municipalities concerned. The information, data and arguments which will be necessary in order to demonstrate long-term safety will be available only after the detailed geological characterization of the potential sites. Further, it will be necessary to select sites based on characteristics (suitability indicators) that indicate that the site selected for the location of the deep geological repository is safer than the other sites considered, the rock environment is suitable for the purpose and demands related both to technical implementation and overall cost are acceptable. The various requirements, suitability indicators and criteria will be specified in greater detail in subsequent revisions of this document as new knowledge becomes available.

Keywords

Deep geological repository, siting, requirements, suitability indicators, criteria

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

1 Úvod

1.1 Cíl dokumentu

Činnosti spojené s ukládáním radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva jsou v České republice v kompetenci Správy úložišť radioaktivních odpadů, která byla založena v roce 1997, po přijetí zákona č. 18/1997 Sb. [1] o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů.

Jedním z prioritních úkolů SÚRAO je vybrat vhodnou lokalitu pro hlubinné úložiště vyhořelého jaderného paliva a radioaktivních odpadů, které nemohou být přijaty do přípovrchových úložišť. Usnesením vlády č. 955 ze dne 20. prosince 2012 bylo uloženo ministru průmyslu a obchodu provést prostřednictvím SÚRAO výběr dvou kandidátních lokalit hlubinného úložiště do 31. prosince 2018 a tento návrh se stanoviskem dotčených obcí předložit vládě ke schválení. S ohledem na již více než rok probíhající projednávání žádostí o stanovení průzkumných území na vytipovaných lokalitách se však předpokládá, že výběr dvou kandidátních lokalit proběhne až v roce 2020. Toto posunutí by nemělo mít bezprostřední dopad na další časové milníky týkající se umístování, projektování, výstavby a uvádění HÚ do provozu, tj. výběr finální lokality se stanoviskem dotčených obcí a podání žádosti o územní ochranu vybrané lokality v roce 2025, tak jak to předpokládá Aktualizovaná koncepce nakládání s RAO a VJP, projednaná a vzata na vědomí Vládou ČR v prosinci 2014.

Tento dokument shrnuje požadavky na charakteristiky a vlastnosti lokalit, podle kterých budou vybírány lokality vhodné pro umístění hlubinného úložiště z hlediska proveditelnosti, bezpečnosti a dopadu na životní prostředí a životní podmínky v dotčených obcích.

1.2 Dříve zpracované dokumenty

Požadavky a kritéria pro výběr lokality pro umístění jaderného zařízení hlubinné úložiště se zabývala řada předchozích dokumentů SÚRAO [3] až [8], [18].

Kritéria pro výběr lokalit vycházela především z následujících geologických požadavků [7] na lokality:

- tektonická stabilita lokality,
- popsitelnost horninového masivu,
- předpoklad o dlouhodobé stabilitě horninového masivu,
- jednoduché hydrogeologické poměry a nízká propustnost horninového prostředí,
- příznivé geomorfologické poměry v lokalitě vzhledem k technické proveditelnosti geologického průzkumu a možnosti umístění HÚ.

Dalšími důležitými kritérii navrženými pro hodnocení lokalit byla kritéria možného střetu zájmů se zákonem o ochraně přírody a krajiny (zákon č. 114/1992 Sb. [9], v platném znění) a dalšími zákony platnými v době zpracování zpráv [10] až [22]. Tato kritéria byla využita pro výběr kandidátních lokalit a jejich hodnocení v rámci projektu Geobariéra [6].

Tento dokument aktualizuje a doplňuje požadavky a kritéria pro výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště s ohledem na řadu nových doporučení MAAE [2], [25], [26], [40], [59] až [61], NEA-OECD [29] či doporučení společenství představitelů dozorných orgánů zemí

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015

západní Evropy s jaderným programem (WENRA) [27], [28]. Velký důraz je kladen na vztah výběru lokality s hodnocením bezpečnosti, proveditelnosti, a dopadu na životní prostředí a životní podmínky v dotčených lokalitách. Velmi významnými dokumenty, ze kterých vychází, jsou i obdobné dokumenty ze zemí připravujících hlubinné úložiště radioaktivních odpadů [31], [37].

1.3 Rozsah platnosti

Znění tohoto dokumentu je shodné se zněním metodického pokynu MP.22, jako řídicího pokynu SÚRAO. V průběhu provádění prací lze očekávat k tomuto dokumentu řadu připomínek. Všechny připomínky budou průběžně shromažďovány a evidovány. Relevantní připomínky budou zahrnuty do revizí tohoto dokumentu.

2 Základní požadavky

Následující základní požadavky pro výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště vycházejí z požadavků zákona 18/1997 Sb. [1] a jeho prováděcích vyhlášek [19] až [22], dalších zákonů a předpisů ČR [9], [10], směrnice EU, kterou se stanoví rámec Společenství pro odpovědné a bezpečné nakládání s VJP a RAO [23], řady doporučení MAAE [2], [17], [25], [26] a ICRP [52] a mezinárodní úmluvy o bezpečnosti nakládání s VJP a RAO [43]:

- 1) Úložiště musí pojmout všechny radioaktivní odpady nepřijatelné do přípovrchových úložišť vzniklé na území ČR z provozu a z vyřazování stávajících i plánovaných JE a z využití ionizujícího záření v průmyslu, výzkumu či zdravotnictví. Úložiště musí být ve vybrané lokalitě proveditelné pomocí ověřených technologií, které jsou dostupné v této době, přičemž radiační ochrana musí být optimalizována k zajištění nejvyšší úrovně bezpečnosti. Náklady na úložiště musí být v souladu s principem optimalizace radiační ochrany, tj. se zohledněním hospodářských a společenských faktorů [20].
- 2) Umístění úložiště ve vybrané lokalitě musí být bezpečné a jeho bezpečnost prokázána na základě znalostí o místě, kde má být úložiště postaveno s uvážením všech rizik přicházejících v úvahu v provozním období a v období po uzavření úložiště. Optimalizační mezí pro bezpečné uložení RAO je efektivní dávka 0,25 mSv za kalendářní rok pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatel [20] pro normální scénář vývoje úložiště a 1 mSv/rok pro scénáře vniknutí člověka k odpadům.
- 3) Umístění úložiště nesmí být ve zjevném, obtížně odstranitelném střetu indikujícím významné ohrožení či nadměrné poškození zvláště citlivých ekosystémů a zhoršení stavu jednotlivých složek ŽP a životních podmínek v lokalitách [9], [10].
- 4) Rozhodnutí o umístění úložiště musí být provedeno tak, aby veřejnost měla potřebnou příležitost účinně se účastnit procesu rozhodování o výběru lokality [23]. K návrhu rozhodnutí vlády ČR o vybraných dvou kandidátních lokalitách a lokalitě finální je třeba předložit stanoviska dotčených obcí.

V procesu zužování počtu lokalit, který probíhá před podrobnou charakterizací kandidátních lokalit, nebudou k dispozici všechny potřebné informace, data a argumenty zejména pro prokázání dlouhodobé bezpečnosti a podrobné vyhodnocení dopadu na životní prostředí. Zužování počtu lokalit a jejich rozsahu a výběr kandidátních lokalit pro umístění hlubinného úložiště z lokalit, které splňují obecné požadavky na jaderná zařízení, je proto třeba provádět na základě charakteristik, vlastností lokalit a dalších podpůrných argumentů, které indikují, že bude možno v budoucnosti transparentně prokázat provozní a dlouhodobou bezpečnost a přijatelný dopad na životní prostředí a životní podmínky ve vybrané lokalitě pro umístění HÚ (indikátorů vhodnosti).

V souladu s těmito základními požadavky byly rozděleny odvozené požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria do 3 skupin:

- 1) Projektové požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria.
- 2) Bezpečnostní požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria.
- 3) Environmentální požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria.

Požadavky na transparentní proces výběru vhodné lokality s účastí dotčené veřejnosti a samospráv v procesu rozhodování o výběru lokalit jsou specifikovány v kapitole 8.

3 Indikátory vhodnosti výběru lokalit


Indikátory vhodnosti pro výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště odvozené z výše uvedených základních požadavků na proveditelnost, bezpečnost a vliv na životní prostředí a životní podmínky jsou uvedeny v následující tabulce 1.

Popis a zdůvodnění odvozených indikátorů vhodnosti je uveden dále v textu. Indikátory vhodnosti pro zhodnocení proveditelnosti v kapitole 5, pro zhodnocení bezpečnosti v kapitole 6 a pro posouzení dopadu úložiště na životní prostředí a životní podmínky v kapitole 7. V textu je rovněž uvedeno, zda indikátor vhodnosti má hodnoty, které je možno považovat za kritérium vylučující umístění úložiště v dané lokalitě.

Tabulka 1: Shrnutí indikátorů vhodnosti pro výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště

Požadavek	Specifikace požadavku	Indikátory vhodnosti lokalit
Proveditelnost úložiště	Proveditelnost podzemní části úložiště	Velikost využitelného, v prostoru a odpovídající hloubce vymezeného, horninového bloku
		Charakteristiky horninového prostředí pro konstrukci podzemní části úložiště
	Proveditelnost nadzemní části úložiště	Zajištění stability staveb
		Dostupnost technické infrastruktury
		Množství a složitost střetů zájmů
	Náklady	Investiční náklady
Provozní náklady		
Bezpečnost dlouhodobá (po uzavření úložiště)	Popsatelnost a predikovatelnost lokality	Míra nejistoty v popisu geologické stavby a tektonických poměrů lokality
		Míra nejistoty v popisu a predikovatelnosti hydrogeologických poměrů v lokalitě
		Míra variability vlastností horninového prostředí
		Aplikovatelnost standardních metod geologického průzkumu
	Hydrogeologické vlastnosti lokality	Vzdálenost úložných prostor od zvodnělých poruchových zón
		Četnost otevřených a křehkých struktur v izolační části horninového prostředí (ve vymezeném horninovém masivu, pro realizaci podzemní části)
		Rychlost proudění vody v izolační části horninového prostředí.
	Stabilita lokality	Intenzita zemětřesení a přítomnost a vzdálenost potenciálně aktivních zlomů (seismická stabilita)
		Míra poklesu nebo výdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)
		Přítomnost postvulkanických jevů
		Náchylnost ke klimatickým změnám

	Pravděpodobnost intruze (neúmyslného vniku člověka do úložiště)	Přítomnost zásob nerostných surovin
		Přítomnost významnějších zdrojů podzemní vody či geotermální energie
		Indikátory svědčící o intruzi člověka do horninového prostředí v minulosti (hlubinné vrty, stará důlní díla)
	Slučitelnost vlastností horninového masivu s inženýrskými bariérami	Tepelné vlastnosti
		Hydraulické vlastnosti
		Mechanické vlastnosti
		Geochemické vlastnosti
		Mikrobiologické vlastnosti
		Plynopropustnost
	Transportní vlastnosti lokalit	Doba transportu a retardace radionuklidů
Rozpustnost radionuklidů v podzemní vodě		
Pokles koncentrace radionuklidů v důsledku mísení s nekontaminovanými vodami a disperze		
Bezpečnost provozní (před uzavřením)	Radiační ochrana obyvatelstva a pracovníků	Realizovatelnost opatření k zajištění radiační ochrany obyvatel
		Realizovatelnost opatření k zajištění radiační ochrany pracovníků
	Zajištění klasické a báňské bezpečnosti	Realizovatelnost opatření k zajištění klasické bezpečnosti
		Realizovatelnost opatření k zajištění báňské bezpečnosti
	Faktory omezující proveditelnost havarijního plánu a zásahu v případě mimořádné události	Blízkost státní hranice omezující proveditelnost havarijního plánu
		Rozložení sídelních útvarů omezující proveditelnost havarijních opatření
		Dojezd požárních jednotek, báňské zásahové služby, rychlé zdravotní pomoci
		Zajištění včasné informovanosti obyvatelstva a zajištění evakuace pracovníků
		Realizovatelnost opatření k ochraně proti sabotáži
	Vnější rizika	Vnější rizika přírodní povahy (intenzita zemětřesení, výskyt zón pohybové a seismicky aktivních zlomů, vulkanické jevy, záplavy a záplavové vlny)
Vnější rizika vyvolané člověkem (požár, exploze, letecké nehody)		
Dopad na životní prostředí a životní podmínky	Dopad na životní prostředí	Zhoršení životního prostředí v důsledku výstavby HÚ, báňských aktivit a dalších průmyslových provozů HÚ
		Dopad na oblasti významných veřejných hodnot, zvláště území s legislativní ochranou (národních parků, rezervací, území zvláštních vědeckých a kulturních zájmů a historických oblastí)
		Zhoršení zásobování vodou a odhad míry rizik pro stávající zdroje povrchové i podzemní vody
		Vliv na krajinu

 SÚRAO	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015
		Vliv na život rostlin a živočichů, zejména ohrožených druhů
	Dopad na životní podmínky	Vliv na hospodářství regionů a obcí (například, počet nových pracovních míst a nových podniků)
		Vliv na rozvoj infrastruktury regionu a obcí
		Vliv na ceny nemovitostí a pozemků v regionu a obcích
		Dopad na rekreační potenciál území

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

4 Způsob výběru lokalit

Výběr lokalit pro umístění hlubinného úložiště bude v souladu s doporučeními MAAE [2] a směrnice Rady EU pro nakládání s VJP a RAO [23] prováděn postupnými kroky směřujícími ke snížení počtu a rozsahu lokalit se zvyšujícím se rozsahem znalostí o lokalitách. Charakteristiky a vlastnosti lokalit vybraných v první etapě prací by měly indikovat, že mohou být na vybraných lokalitách 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 podrobnějšího geologického průzkumu lokalit a podrobnějších analýz. Vlastní průkaz proveditelnosti a bezpečnosti úložiště ve vybraných kandidátních lokalitách probíhá až po podrobné charakterizaci horninového prostředí.

Pro výběr dvou kandidátních lokalit bude:

- 1) Proveden geologický výzkum a průzkum v potenciálních lokalitách pro získání dat potřebných pro zhodnocení indikátorů vhodnosti uvedených v tabulce 3. Vzhledem k tomu, že některá data nebude možno získat z povrchového geologického průzkumu či průzkumu s omezeným počtem hlubinných vrtů, bude třeba je v první fázi nahradit daty a argumenty získanými z analogických lokalit, laboratorních experimentů a in-situ experimentů v podzemních pracovištích či pomocí expertních odhadů. Podrobnosti o způsobu získávání těchto dat jsou uvedeny v dokumentu SÚRAO „Střednědobý plán výzkumu a vývoje pro umístění HÚ“ [62].
- 2) Zpracován pro každou lokalitu specifický projekt na koncepční úrovni a připravena studie proveditelnosti pro posouzení, zda úložiště je v dané lokalitě proveditelné.
- 3) Zpracována pro každou lokalitu studie hodnocení bezpečnosti s ohledem na zvolené projektové řešení pro vybranou lokalitu na koncepční úrovni, indikující, že umístění hlubinného úložiště ve vybrané lokalitě je bezpečné s přijatelnou mírou nejistot odpovídající dané etapě přípravy HÚ.
- 4) Zpracována pro každou lokalitu studie vlivu úložiště na životní prostředí a životní podmínky.

Požadavky na kapacitu úložiště a bezpečnost hlubinného úložiště mají optimalizační mez danou množstvím odpadů, které je třeba uložit a legislativními požadavky pro prokázání bezpečnosti [1]. Všechny lokality, které splní požadavky na proveditelnost a bezpečnost jsou z hlediska těchto dvou požadavků vhodné pro další fázi geologického průzkumu. Důležitým kritériem jak pro hodnocení proveditelnosti, tak především bezpečnosti je určení míry nejistot provedených analýz. Nejistoty provedených analýz musí být přijatelné pro danou fázi etapy výběru lokalit pro HÚ. Přijatelnost těchto nejistot bude ověřována nezávislými odborníky. V případě, že míra nejistot v dané etapě přípravy úložiště bude odborníky shledána nepřijatelnou, bude třeba buď pokračovat v shromažďování dalších dat a informací nebo danou lokalitu opustit v případě, že data a informace nelze získat.

Jako zásadní kritérium pro výběr z lokalit, které budou splňovat požadavky na proveditelnost a bezpečnost s přijatelnou mírou nejistot, bude vliv úložiště na životní prostředí a na životní podmínky v obcích a v dotčeném regionu v době přípravy, výstavby, provozu a po uzavření úložiště.

Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria, související se socio-ekonomickými podmínkami přijatelnosti úložiště obyvateli dotčených obcí v lokalitách, budou diskutovány na Pracovní skupině pro dialog [72]. Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria, které nezahrnuje proces

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015

EIA, a vzejdou z této diskuze, budou zapracovávány do revizí tohoto metodického pokynu a zohledněny při multikriteriální analýze výběru kandidátních a finální lokality (podrobněji kapitola 8).

Pro hodnocení vlivu umístění HÚ na životní prostředí a životní podmínky v regionu a obcích budou využity metody multikriteriálního hodnocení běžně využívané v oblasti posuzování vlivu na životní prostředí. Konkrétní způsob hodnocení a určování vah jednotlivých indikátorů bude před provedením multikriteriální analýzy diskutován jak s odborníky, tak i dotčenou veřejností.

5 Projektové požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria

Hlubinné úložiště je specifickým typem jaderného zařízení, které se skládá ze dvou provozních částí s rozdílnými činnostmi při nakládání s radioaktivními látkami a rozdílnými nároky na životnost objektů a zařízení.

Prvou provozní částí jsou objekty, zařízení a technologie nezbytné k zajištění provozu hlubinného úložiště, tj. objekty sloužící k příjmu, přeložení VJP ze skladovacích do úložných obalových souborů a zavážení VJP a RAO. Tyto objekty mohou být umístěny jak na povrchu, tak v podzemí. Na tato zařízení je nutné v přiměřené míře odpovídající charakteru zařízení aplikovat kritéria a výběrové postupy uvedené v české legislativě z jaderné a environmentální oblasti a oblasti pozemního, příp. podzemního stavitelství [1], [9] až [16], [19] až [22].

Druhá provozní část HÚ - úložné prostory a spojovací tunely - je umístěna v podzemí. Požadavky na její umístění jsou pouze obecně formulovány v Atomovém zákoně a souvisejících vyhláškách SÚJB [1], [19] až [22] a doporučeních MAAE [2], [17]. Jedním z důvodů této obecnosti je to, že požadavky na hlubinné úložiště jsou úzce spjaty s konkrétní lokalitou a zahrnují řadu předpokladů specifických pro vybrané geologické prostředí dostupné v zemi, kde odpady vznikly.

Vlastní technické řešení hlubinného úložiště bude výrazně ovlivněno řadou vstupních a okrajových podmínek. Tyto podmínky lze rozčlenit v zásadě do několika skupin:

- 1) První skupinou jsou podmínky strategického charakteru, to znamená zejména specifikace množství a vlastností ukládaných odpadů a jejich forma k uložení. K těmto podmínkám lze zařadit rozhodnutí o tom, zda bude uloženo nepřeprocessované palivo nebo se budou ukládat odpady z přepracování; zda horká komora, která slouží k přeložení paliva do ukládacích obalových souborů, bude součástí areálu hlubinného úložiště, nebo se tyto činnosti budou vykonávat jinde, například v areálu jaderné elektrárny, a do hlubinného úložiště se budou přivážet už připravené ukládací obalové soubory.
- 2) Druhou skupinou jsou požadavky a omezení, vzniklé na základě charakteristiky lokality. Pro řešení podzemního areálu jsou to zejména požadavky, které se týkají proveditelnosti hlubinného úložiště, aniž by byly ovlivněny vlastnosti lokality důležité pro zajištění dlouhodobé a provozní bezpečnosti. Primárním požadavkem však je to, aby horninový blok byl dostatečně velký pro umístění všech současných i předpokládaných radioaktivních odpadů, které vzniknou na území ČR. Pro povrchový areál jsou důležitými faktory morfologie terénu v místě výstavby areálu, parametry základových půd, přítomnost respektive nepřítomnost geodynamických procesů a jevů (např. svahových deformací, výmolvé eroze apod.), které mohou ovlivnit velikost a konfiguraci nadzemního areálu i umístění některých důležitých i podpůrných technologií, možnosti napojení na místní infrastrukturu, cenu atd.
- 3) Další důležitou skupinou jsou legislativní požadavky. Hlubinné úložiště je jaderné zařízení, s povrchovým a podzemním areálem. Proto spadá pod působnost a musí splňovat veškeré relevantní požadavky z oblasti jaderné a báňské legislativy, pozemního stavitelství a environmentálních vlivů.
- 4) Poslední skupinu tvoří socio-ekonomické podmínky akceptovatelnosti navrhovaného řešení pro dotčenou veřejnost. V tomto případě se bude jednat o zakomponování

požadavků veřejnosti na umístění povrchového areálu a navazující technické infrastruktury do okolní krajiny s minimalizací negativních vlivům výstavby a provozu na okolní prostředí a životní podmínky.

5.1 Proveditelnost podzemní části úložiště

5.1.1 Velikost využitelného horninového bloku

Technické řešení hlubinného úložiště musí především respektovat geologické a tektonické poměry hostitelského horninového masivu tak, aby byly splněny požadavky na dlouhodobou bezpečnost. Při ukládání UOS je nutno počítat s tím, že geologické podmínky nedovolí s největší pravděpodobností ukládání v celém objemu úložiště. Úložné prostory se mohou křížit s řadou křehkých struktur (zlomů a puklin), poruchových pásem, litologických a dalších strukturálních nehomogenit. Závažnější nehomogenity bude nutné z prostoru pro ukládání vyloučit.

V českém referenčním konceptu HÚ jsou inženýrské bariéry pro uložení vyhořelého paliva tvořeny systémem obalový soubor-bentonit. Jednou z nejvíce omezujících podmínkou celého systému je limitní teplota 100 °C, při které může dojít k rychlejší degradaci některých inženýrských bariér a především k problémům hodnocení dlouhodobé bezpečnosti úložiště při teplotě nad 100 °C. Zbytkový tepelný výkon vyhořelého jaderného paliva a tepelné vlastnosti inženýrských bariér a horninového prostředí jsou tedy jedním ze základních projektových parametrů důležitých pro posouzení horninového masivu z hlediska jeho využitelnosti pro HÚ.

Dalším důležitým projektovým parametrem je způsob ukládání UOS. Je možné uvažovat o výstavbě úložiště na jednom či dvou ukládacích horizontech. Dále je možné uvažovat vertikální ukládání ve vrtech v úložných chodbách nebo horizontální či subhorizontální ukládání v dlouhých ukládacích vrtech. Vertikální ukládání sice umožní pružněji reagovat na aktuální geologickou situaci, nicméně prostorové požadavky na uložení stejného množství odpadu mohou být výrazně vyšší než pro horizontální či subhorizontální ukládání.

Tento indikátor má hodnoty, které vylučují umístění úložiště. Využitelné horninové bloky musí s odpovídající rezervou umožnit uložení všech RAO určených pro uložení v hlubinném úložišti.

5.1.2 Charakteristiky horninového prostředí pro konstrukci podzemní části úložiště

Vlastnosti samotné horniny a chování horninového masivu, podzemní voda a napjatostní stav horninového prostředí sehrávají důležitou roli při budování podzemních prostor a ovlivňují technologii razících prací a její ekonomiku.

Důležitou nepříznivou roli v rámci vybraného horninového bloku mají především křehké struktury (pukliny a zlomy), které mohou vést k vytváření nadvylomů, deformacím stěn nebo reaktivaci posunů podél diskontinuit. Horninový blok by měl vykazovat co možná nejmenší tektonické postižení, projevujícím se křehkými deformacemi horniny. Zóna narušená či poškozená (tzv. EDZ a EdZ) v důsledku hloubících prací by měla být co nejmenší. Velikost vzniklé zóny narušení bude ovlivňovat mimo jiné i technologie razících prací.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Obtížnost razících prací výrubu podzemních prostor budou charakterizovány například parametry vrtatelnosti a rozpojitelosti horniny, které jsou dány zejména litologickými vlastnostmi horninového prostředí (mineralogické složení horniny, zrnitost, usměrnění zrn – foliace), charakteristikami diskontinuit a pevnostními parametry hornin.

Nemožnost využít osvědčených důlních technologií představuje negativní faktor, který může vyloučit umístění hlubinného úložiště v lokalitě.

Ve fázi budování podzemních prostor jsou důležité i hydraulické vlastnosti horninového prostředí. Velký přítok důlních vod ovlivní rychlost a technickou náročnost razících a zabezpečovacích prací a následnou ekonomiku provozu úložiště. Vysoký hydrostatický tlak může zhoršit stabilitu výrubu, a tím negativně ovlivnit pracovní podmínky a bezpečnost práce. Do jisté míry je tato rizika možné eliminovat technickými opatřeními, jako je použití výztuží nebo injektáže. Materiály použité při těchto nápravných technických opatřeních by však neměly negativně ovlivnit funkční vlastnosti inženýrských bariér a vlastního horninového prostředí z hlediska dlouhodobé bezpečnosti.

5.2 Proveditelnost nadzemní části úložiště

V současné době koncepční řešení hlubinného úložiště předpokládá, že na povrchu, příp. v přípovrchových vrstvách, budou prováděny činnosti, které svým charakterem přísluší dle zákona č. 18/1997 Sb., v platném znění, a jeho prováděcích vyhlášek. Jedná se zejména o překládání VJP do ukládacích obalových souborů, manipulace s nimi, zneškodnění vlastních provozních RAO, atd. Proto musí lokalita pro umístění nadzemního areálu respektovat požadavky vyhlášky č. 215/1997 Sb.

5.2.1 Zajištění stability staveb

Pro výběr lokality je třeba aplikovat kritéria, uvedená ve vyhlášce č. 215/1997 Sb., v platném znění. Podmiňující kritéria citované vyhlášky (§5) lze použít jako ukazatel pro porovnání jednotlivých lokalit.

Z hlediska zajištění stability staveb na dané lokalitě se jedná zejména o geotechnické charakteristiky základových půd (zejména únosnost a stlačitelnost), přítomnost svahových deformací (zejména hluboko založených poruch) a výmlové eroze, hodnocení režimu a oběhu podzemních vod v území, výšku hladiny podzemních vod a její kolísání nebo chemické složení podzemních vod.

Na základě reálných dat z jednotlivých lokalit může pak být provedeno porovnání a posouzení z hlediska proveditelnosti.

Nevhodné hodnoty pro zajištění stability staveb mohou vyloučit umístění úložiště. Některá podmiňující kritéria vyhlášky 215/1997 Sb. lze aplikovat jako indikátory vhodnosti pro porovnání lokalit.

5.2.2 Dostupnost infrastruktury

K zajištění výstavby a provozu hlubinného úložiště budou v procesu projektové přípravy kladeny požadavky na dostupnost stavby a jeho potřeby napojení na infrastrukturu, a to nejen dopravní, ale i technologickou (železniční síť, silniční síť, elektrická rozvodná síť, možnost skládkování skrývky a rubaniny, pokrytí operátora, dojezdová vzdálenost rychlé

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015

záchranné pomoci, požárních jednotek, báňské záchranné služby, vzdálenost producentů RAO).

Bude proto možné porovnat vzájemně mezi sebou jednotlivé lokality právě z tohoto hlediska, a zmapovat si tak dostupnost a vybavenost stávající infrastruktury, a technickou a ekonomickou náročnost v případě budování nové, příp. úpravy stávající.

Budou prověřeny informace o dostupnosti požadované infrastruktury.

5.2.3 Množství a složitost střetů zájmů

Při hodnocení proveditelnosti úložiště v lokalitách bude třeba posoudit množství a složitost řešení střetů zájmů se zákonnou ochranou vlastností, jevů a objektů, které se vyskytují ve vymezených lokalitách (elektroenergetika, plynoenergetika, produktovody, spoje, ochrana povrchových a podzemních vod, doprava, ochrana přírody a krajiny, nerostné suroviny a horninové prostředí, archeologie, ochrana lesa). Střety zájmů týkající se životního prostředí jsou podrobněji rozvedeny v kapitole 7.

5.3 Náklady

Zvažované technické řešení musí v první řadě prokázat to, že je z hlediska bezpečnosti dostatečně robustní. Z hlediska optimalizace ekonomických nákladů bude však vhodné zvolit řešení, které je s přiměřenou mírou konzervativnosti po bezpečnostní i technické stránce vyhovující a ekonomicky optimální.

Náklady na vybudování hlubinného úložiště se rozdělují na investiční náklady na výstavbu úložiště (podzemní a nadzemní část) a provozní náklady spojené zejména s náklady na výrobu inženýrských bariér a náklady na lidské zdroje související s potřebnou délkou provozu úložiště.

Protože podmínky pro technické řešení stavby na jednotlivých lokalitách mohou být různé, bude možné z tohoto pohledu porovnat potřeby nákladů na zajištění navrhovaného technického, a bezpečnosti vyhovujícího řešení (například pro zajištění bezpečnosti úložiště v lokalitě s méně příznivým horninovým prostředím bude třeba použít nákladnější obalové soubory).

Náklady na vybudování úložiště nejsou prioritní, ale budou důležité pro porovnávání vhodnosti lokalit v případě, že lokalita splňuje požadavky na bezpečnost a vliv na životní prostředí a životní podmínky je srovnatelný.

5.4 Shrnutí projektových indikátorů vhodnosti

V následující tabulce 2 jsou shrnuty projektové požadavky a kritéria pro výběr lokality pro umístění hlubinného úložiště.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Tabulka 2: Projektové požadavky a indikátory vhodnosti lokalit

Název indikátor	Typ indikátoru ¹	Popis
Proveditelnost podzemní části úložiště	Porovnávací až vylučující	Využitelný masiv musí umožnit s rezervou pojmout všechny RAO předpokládané pro uložení a musí umožnit výstavbu podzemního díla pomocí současných technologií.
Velikost využitelného horninového masivu	Porovnávací až vylučující	Využitelný masiv musí mít takové rozměry, aby při dodržení všech technických a bezpečnostních požadavků byl schopen pojmout předpokládané množství odpadu k uložení.
Charakteristiky horninového prostředí pro konstrukci podzemní části	Podmiňující až vylučující	V úložných prostorách nesmí dosahovat napjatostní stav hodnot, které by mohly způsobit deformace stěn výrubů („spalling“, porušení pevnosti stěn). Horninový masiv by měl vykazovat co možná nejmenší tektonické postižení, projevujícím se křehkými a duktilními deformacemi horniny, nízký stupeň proměny a zvětráním. Budou upřednostněny horniny s lepší tepelnou vodivostí hornin a tepelnou difuzivitou (přímo ovlivňují prostorové uspořádání úložných prostor, čímž ovlivňují celkové rozměry úložiště). Velmi nepříznivé hydrogeologické poměry v lokalitě či jeho části mohou vést k vyloučení lokality.
Proveditelnost nadzemní části úložiště	Porovnávací až vylučující	Území pro určené pro nadzemní část úložiště musí splňovat všechna kritéria pro umístění jaderného zařízení na povrchu. Preferovány budou lokality s lépe využitelnou a zajištěnou infrastrukturou.
Zajištění stability staveb	Porovnávací až vylučující	Výskyt exogenních geodynamických jevů, jakými jsou svahové deformace (např. sesuvy a zemní proudy), plastické vytlačování podloží. Výskyt současných nebo předpokládaných deformací povrchu území v důsledku těžby plynu, ropy, vody nebo hlubinného dobývání nerostů, které mohou ohrozit stabilitu horninového masivu v podloží, případně i nadloží stavby. Únosnost základových půd na pozemcích vybraných pro umístování nižší než 0,2 MPa

¹ Typ indikátoru vypovídá, zda indikátor má hodnoty, které vylučují umístění úložiště, podmiňují jeho umístění technickým opatřením či slouží pouze pro porovnání lokalit.

	Porovnávací až vylučující	<p>a se základovými půdami prosedavými, silně bobtnavými nebo s podílem organické příměsi větším než 3 %, o mocnosti vrstvy neumožňující jejich odstranění nebo záměnu.</p> <p>Výskyt geologických podmínek vybraného území pro umístování, jako jsou zvodnělé zeminy nesoudržné nebo měkké soudržné zeminy.</p> <p>Výskyt staré důlní činnosti v užších lokalitách, kde hrozí důsledky poddolování, průvaly důlních vod a bořivé účinky velkých důlních event. horských otřesů.</p> <p>Výskyt těžby surovin, která by měla nepříznivé dopady na výstavbu a provoz zařízení nebo pracoviště.</p> <p>Nepříznivé vlastnosti základových půd, okolních zemin a hornin na pozemcích vybraných pro umístování.</p> <p>Výskyt hydrogeologických podmínek na stavebních pozemcích, které znesnadňují sledovat a předvídat chování podzemních vod</p> <p>Výskyt agresivních podzemních vod s možným stykem s konstrukcemi staveb na pozemcích vybraných pro umístování.</p> <p>Výskyt dobře propustných zemin a hladiny podzemní vody v hloubce menší než 2 m pod uvažovanou úrovní hrubé úpravy terénu.</p> <p>Vysoká průlinová nebo puklinová propustnost hornin zjištěná geotechnickým průzkumem podzemních děl.</p> <p>Výskyt geologických podmínek předurčujících 2. stupeň ražnosti tunelové stavby podzemních děl.</p>
Dostupnost infrastruktury	Porovnávací	Bude upřednostněna lokalita s lépe zajištěnou a využitelnou infrastrukturou
Množství a složitost střetů zájmů	Porovnávací až vylučující	Při hodnocení proveditelnosti úložiště bude třeba posoudit množství a složitost řešení střetů zájmů se zákonnou ochranou vlastností, jevů a objektů, které se vyskytují ve vymezených lokalitách. Toto kritérium může být vylučující při nemožnosti vyřešit přijatelně střety zájmů.
Náklady	Porovnávací	Bude upřednostněno řešení, které je s přiměřenou mírou konzervativnosti po bezpečnostní i technické stránce vyhovující, ale ekonomicky optimální.

6 Bezpečnostní požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria

6.1 Úvod

Pro zhodnocení bezpečnosti hlubinného úložiště ve vybrané lokalitě je třeba shrnout všechny bezpečnostní analýzy a rozbory prováděné pomocí verifikovaných a validovaných výpočetních kódů do formy bezpečnostní dokumentace (safety case). Základem hodnocení je však především báze argumentů a evidencí pro obhájení bezpečnostního konceptu na každé posuzované lokalitě (IAEA SSR 5 [25], požadavek 6).

6.2 Dlouhodobá bezpečnost

Zádržné a izolační vlastnosti horninového prostředí v kombinaci s inženýrskými bariérami zajišťují, že uložené radioaktivní odpady nezpůsobí ozáření jednotlivce z kritické skupiny obyvatelstva větší, než je optimalizační mez 0,25 mSv v jednom kalendářním roce. Pro zadržení a izolaci radioaktivních odpadů horninové prostředí musí [25]:

- 1) Zpomalit transport radionuklidů působením fyzikálních a chemických procesů v litosféře – zadržet co nejdéle radionuklidy v horninovém prostředí ([25], požadavek 8).
- 2) Ochránit systém inženýrských bariér stabilním a příznivým horninovým prostředím lokality - podpořit zádržnou schopnost inženýrských bariér ([25], požadavek 16).
- 3) Zabránit neúmyslné intruzi (vniknutí) člověka k odpadům – izolovat od životního prostředí ([25], požadavek 9).

Znalost následujících vlastností a charakteristik lokalit je potřebná pro zhodnocení splnění bezpečnostních funkcí horninového prostředí ve všech fázích výběru lokalit:

- 1) Popsatelnost a predikovatelnost lokalit.
- 2) Hydrogeologické vlastnosti horninového prostředí.
- 3) Stabilita lokalit.
- 4) Pravděpodobnost intruze člověka do úložiště.
- 5) Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér.
- 6) Transportní vlastnosti horninového prostředí.

6.2.1 Popsatelnost a predikovatelnost lokalit

V mezinárodních konceptech HÚ patří „dobrá popsatečnost“ a „dobrá predikovatelnost“ k hlavním kritériím (viz například: [33], [35], [46], [47]) pro hodnocení lokalit pro umístění HÚ.

Požadavek dobré prostorové popsatečnosti (characterisability, describibility) se týká především spolehlivosti a přesnosti zjištěných charakteristik zkoumané geologické struktury a variability vlastností v rámci posuzované lokality. Tyto parametry musí umožnit vytvoření důvěryhodných 3D popisných, jednoduchých, vyvážených, logických a obhajitelných modelů lokalit, které tvoří základní podklady pro hodnocení její dlouhodobé bezpečnosti. K jejich vytvoření je zapotřebí velké množství geovědních dat, jejichž důležitou zásadou je jejich ověřitelnost (traceability).

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Popsatelnost lokalit je dále možno rozdělit následovně:

- 1) Míra nejistot v popsatečnosti geologické stavby a tektonických poměrů lokality (malé množství litologických typů hornin, jednoduché tektonické poměry apod.) umožňující vytvořit věrohodné 3D geologické modely lokalit.
- 2) Míra nejistot v popsatečnosti a predikovatelnosti hydrogeologických poměrů lokality umožňující vytvořit věrohodné 3D hydrogeologické a transportní modely lokalit.
- 3) Míra variability fyzikálních, geomechanických a geochemických vlastností horninového prostředí v prostorech úložiště umožňující vytvořit věrohodné geomechanické a geochemické modely lokalit.
- 4) Aplikovatelnost standardních metod geologického průzkumu související s dostupností získávání dat o horninovém prostředí (malá mocnost, resp. absence pokryvných útvarů, dosah výchozových partií potenciálního hostitelského prostředí na povrch, příznivý reliéf povrchu) a možností přejímání archivních dat s ohledem na dobu, ve které byly pořízeny a s ohledem na primární účel jejich pořízení.

Lokalita pro hlubinné úložiště musí být charakterizována do úrovně podrobnosti dostačující k pochopení vývoje lokality v dané etapě posuzování lokalit a přípravě studií proveditelnosti a hodnocení bezpečnosti lokalit s přijatelnou nejistotou.

Charakteristika lokality musí zahrnovat její současný stav, její pravděpodobný přirozený vývoj i lidské plány a činnosti v okolí, které mohou mít vliv na bezpečnost úložiště po dobu nebezpečnosti odpadů.

Důležitá je možnost predikce lokality na základě důkladného poznání a porozumění předchozímu vývoji lokality. V případě, že geologická stavba lokality je jen obtížně nebo s nízkou mírou jistoty popsatečná a predikovatelná, je to důvod k pozastavení dalšího geologického průzkumu lokality, eventuálně k jejímu úplnému opuštění.

6.2.2 Hydrogeologické vlastnosti lokality

Hodnocení mechanismů proudění podzemní vody, jako je analýza směru a rychlosti proudění, je jedním z nejdůležitějších vstupů pro hodnocení dlouhodobé bezpečnosti lokalit, protože za nejpravděpodobnější způsob šíření radionuklidů do okolního životního prostředí se považuje migrace prostřednictvím proudění podzemní vody.

Granitoidní horniny jsou prakticky nepropustné. Proudění podzemní vody se děje jen prostřednictvím puklin (puklinová propustnost). Přítomnost zvodnělých diskontinuit v hornině má zásadní vliv na posouzení dlouhodobé bezpečnosti HÚ. Konkrétní umístění HÚ v lokalitě musí být optimalizováno z hlediska výskytu preferenčních cest pro pohyb podzemních vod z hlubinného úložiště do životního prostředí (viz [2], I.29).

Pro horninové prostředí s puklinovou propustností je možno za nejdůležitější považovat následující 3 hydrogeologické parametry:

- 1) Vzdálenost úložných prostor od zvodnělých poruchových zón.
- 2) Četnost otevřených a průběžných křehkých struktur (puklin) v úložných prostorech horninového prostředí (izolační části).
- 3) Rychlost proudění vody v horninovém prostředí.

6.2.2.1 Vzdálenost úložných prostor od zvodnělých poruchových zón

Pro posouzení potřebné vzdálenosti úložných prostor (izolační části úložiště) od zvodnělých poruchových zón, které mohou představovat rychlou transportní cestu pro únik radionuklidů do životního prostředí, je potřeba mít k dispozici důvěryhodné hydraulické regionální a lokální modely horninového prostředí. Důležitá je především identifikace otevřených, poruchových zón umístěných v odtokové (drenážní) části horninového prostředí.

Skutečná délka transportních cest od úložných prostor do zvodnělých větších, poruchových zón závisí na propojení jednotlivých zvodnělých křehkých struktur.

Malá vzdálenost úložných prostor od zvodnělých poruchových zón vylučuje umístění úložiště. Konkrétní hodnoty však závisí na charakteru poruchové zóny a výsledcích bezpečnostního rozboru. Jako orientační hodnoty (vylučující kritéria) pro minimální vzdálenosti úložiště od zvodnělých poruchových zón jsou ve Švédsku [31] považovány hodnoty: 100 m pro regionální poruchové zóny a několik desítek metrů pro větší, lokální poruchové zóny nižšího řádu. Stanovení konkrétních hodnot pro uvažované lokality v ČR bude předmětem budoucích aktualizací tohoto metodického pokynu po provedení bezpečnostních rozborů na lokalitách.

6.2.2.2 Četnost otevřených křehkých struktur v izolační části horninového prostředí

Spojité, zvodnělé křehké struktury (pukliny) představují v puklinovém prostředí transportní cesty pro migraci radionuklidů. Velká četnost těchto křehkých struktur v horninovém prostředí může indikovat jejich větší spojitost (komunikaci) a rychlejší transport radionuklidů. Tato vlastnost může být v první fázi povrchového, geologického průzkumu pouze odhadnuta na základě analýzy hustoty křehkých struktur v odkrytých, povrchových částech horninového prostředí, případně z in-situ experimentů v podzemních laboratořích v obdobných typech hornin. Vylučujícím kritériem pro umístění úložných vrtů je ve Švédsku [31] přítomnost pukliny procházející úložným vrtem o délce větší než 10 m a šířce větší než 0,1 m. Stanovení konkrétních hodnot pro uvažované lokality v ČR bude předmětem budoucích aktualizací tohoto metodického pokynu po provedení bezpečnostních rozborů na lokalitách.

6.2.2.3 Rychlost proudění vody v izolační části horninového prostředí

Pro zachování zádržné funkce horninového prostředí je třeba, aby rychlost proudění podzemních vod v úložných prostorech horninového prostředí byla co nejmenší. Za příznivé průměrné hodnoty hydraulické vodivosti horninového masivu v hloubce úložiště (izolační části horninového prostředí) jsou považovány hodnoty menší než 10^{-8} m/s a hydraulického gradientu menší než 0,01 [31]. Konkrétní hodnoty rychlosti proudění vody vylučující umístění úložiště vyplynou z bezpečnostního rozboru s uvážením vlastností použitých inženýrských bariér a navrženého uspořádání úložiště.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015

6.2.3 Stabilita lokality

Geologická stavba území k umístění hlubinného úložiště musí zaručit stabilitu hlubinného úložiště po dobu nejméně 100 000 let². Hostitelské prostředí pro hlubinné úložiště by nemělo být náchylné k poškození budoucími geodynamickými procesy a následnými jevy a jinými faktory (např. změnou klimatu, neotektonickými pohyby, vysokou seizmicitou) do té míry, že by tyto mohly nepříjemně poškodit bezpečnostní funkce celého úložného systému ([2], I.25). Na základě předchozích poznatků [53] plyne, že v ČR je třeba uvažovat následující vlivy:

- 1) Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů (seismická stabilita).
- 2) Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry).
- 3) Postvulkanické jevy.
- 4) Klimatické změny.

Při posuzování stability lokality je třeba stejně jak při hodnocení všech ostatních jevů vzít v úvahu i vliv změn způsobených výstavbou hlubinného úložiště.

6.2.3.1 Seismická stabilita

Požadavky na seismickou stabilitu území pro povrchová jaderná zařízení typu jaderných elektráren jsou velmi podrobně diskutovány například v dokumentech SÚJB [21], [63] a MAAE SSG-9 [50]. Vlivy zemětřesení a následky pohybů podél potenciálně aktivních zlomů jsou však podle některých poznatků [37], [38] velmi rozdílné pro objekty umístěné na povrchu a pro objekty v podzemí. Pro hodnocení dlouhodobé bezpečnosti úložiště v hloubce několika set metrů pod povrchem země je za nejdůležitější považován vliv zemětřesení na poškození ukládacích obalových souborů. Konzervativně se předpokládá [37], [38], že zemětřesení může působit i posunutí podél křehkých struktur procházejících úložnými vrty, což následně může vést v extrémním případě k mechanickému poškození obalových souborů. Odhad posunů podél křehkých struktur bude doložen měřeními daty z kandidátních či analogických lokalit.

Všechny zatím vybrané lokality leží v seismicky stabilních oblastech podle vyhlášky č. 215/2002 Sb. Vzhledem k tomu, že účinky seismo-tektonické události jsou vždy větší na povrchu, je pro zařízení umístěná v hloubce 500 m možno považovat následující požadavek využívaný pro jaderná zařízení umístěvaná na povrchu [21], [40] za velmi konzervativní: Pro umístění jaderného zařízení nemůže být využit pozemek, na kterém (nebo ve vzdálenosti do 5 km od jeho hranice) se vyskytuje zlom potenciálně schopný posunu s projevem na povrchu nebo blízko povrchu (citace požadavku³).

6.2.3.2 Vertikální pohyby zemské kůry

Vertikální pohyby zemské kůry (výzdvihy, poklesy) jsou projevem geodynamické aktivity svrchní části zemské kůry. Z dlouhodobého hlediska (v horizontu statisíců až miliónu let) představuje výzdvih území resp. diferenciální pohyby v hodnoceném území potenciální nebezpečí (hazard) pro úložiště. Za předpokladu kontinuální rychlosti a směru výzdvihu

² Tato doba odpovídá zhruba době celkového poklesu radioaktivity VJP na úroveň uranové rudy.

³ Návrh vyhlášky SÚJB pro umístování jaderných zařízení.

1 mm/rok by bylo možné, že dojde k vyoření úložiště z hloubky 500 m za období 500 tisíc let. Vertikální pohyby zemské kůry mají úzkou souvislost s jinými geodynamickými procesy a jevy, jako např. se seismicitou území, aktivitou tektonických poruch, tektonicky podmíněnými svahy, apod. Kritickým prvkem může být i rozdílná míry výzdvihu/poklesu v rámci lokality spojená zpravidla se zlomovým pásem (tektonickou linií) na lokalitě.

Indikátorem malé intenzity vertikálních pohybů jsou zarovnaná území s malou intenzitou eroze. Indikátorem vhodnosti pro posouzení vhodnosti lokality HÚ je velikost výzdvihu/poklesu území oproti sousedním blokům, resp. morfologie území, nebo mocnost kvartérních sedimentů.

V lokalitě rovněž nesmějí probíhat tektonické linie, u kterých jsou prokázány, nebo je možno v budoucnosti očekávat pohybové aktivity a související diferenciální pohyby potenciálně ohrožující integritu úložiště. V některých zemích [33] umístění úložiště je vyloučeno v lokalitách, kde pohyby zemské kůry mohou být větší než 1 mm/ročně. Pokud bude třeba, bude stanovení konkrétních hodnot pro uvažované lokality v ČR předmětem budoucích aktualizací tohoto metodického pokynu na základě zpracování odpovídajících studií a analýz.

6.2.3.3 Postvulkanické jevy

Vliv postvulkanických jevů na vývoj úložiště je pravděpodobně spojen s možným zvýšeným tepelným tokem, výskytem minerálních a termálních vod, seismickými jevy a výrony plynů. Lokality, ve kterých by se tyto jevy projevíly, nemohou být využity pro umístění hlubinného úložiště. Tyto lokality, které jsou v ČR spojeny pouze určitými oblastmi (například oblast tzv. oherského riftu) však byly vyloučeny ze seznamu potenciálních lokalit již v předchozích krocích výběru lokalit.

6.2.3.4 Klimatická stabilita

Během nejmladšího geologického období – kvartéru (cca 2,6 mil. roků) dochází k cyklicky se opakujícím globálním změnám klimatu. Důsledkem jsou na severní polokouli doby ledové v trvání cca 100 000 let a meziledové, trvající cca 20 tisíc let. Z globálního hlediska má nástup doby ledové vliv na vznik, rozšíření a parametry zalednění, permafrostu (trvale zmrzlé půdy) a na rozsáhlé změny v hydrogeologických a hydrologických poměrech území, dynamice zvětrávání a denudace území a na výskyt flóry a fauny apod. Mimo vnější teploty, na celkovou hloubku permafrostu má vliv také geografická poloha, orientace svahů, geotermický gradient, apod. V průběhu pleistocénu byl na území ČR průkazně vyvinut permafrost maximálně do hloubky 250 m [51], [55]. Predikce vývoje klimatu na následujících 100 000 let ve Skandinávii ukazují, že území ČR bude s velkou pravděpodobností mimo dosahu kontinentálního zalednění [64].

Z hlediska klimatických změn některé zahraniční programy [64] zahrnují i vliv oteplení v důsledku nárůstu CO₂. Tento vliv by však byl globální a není možné stanovit vylučující či podmiňující kritérium pro výběr lokalit pro hlubinné úložiště. Na území o rozměrech ČR se nepředpokládá, že bude možné rozlišit prostory s různým vlivem změny klimatu.

6.2.4 Faktory zvyšující pravděpodobnost intruze člověka do úložiště

Požadavky týkající se snížení rizika intruze (vniknutí) člověka do úložiště jsou formulovány v doporučení MAAE ([2] odst. I.36 až I.40) výhradně pro neúmyslné vniknutí člověka

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

do úložiště. Pravděpodobnost intruze do HÚ je možno snížit analýzou a následným splněním následujících ukazatelů:

- 1) V izolační části úložiště a jeho nejbližším okolí nebude existovat výpočet zásob ani vymezení prognózních zdrojů nerostných surovin, při jejichž průzkumu by mohlo dojít k intruzi do úložiště.
- 2) Vlastnosti lokality nebudou příznivé pro získání zdrojů podzemní vody či geotermální energie.
- 3) V izolační části úložiště a jeho nejbližším okolí nebyl v minulosti realizován větší počet vrtů hlubších než 300 m za účelem ověřování nerostných surovin či v izolační části úložiště a jeho nejbližším okolí nejsou přítomna stará důlní díla. (Jde o pomocný ukazatel pro posouzení předchozího zájmu o lokalitu budoucího úložiště).

Přítomnost výše uvedených faktorů, které zvyšují pravděpodobnost intruze člověka do úložiště (ložiska nerostných surovin, významné zdroje podzemní vody, přítomnost důlních děl) a mohou vést k expozici člověka, který by se neúmyslně dostal do kontaktu s odpady, musí být analyzovány z pohledu, zda nevylučují umístění úložiště v lokalitě.

6.2.5 Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér

Podle doporučení MAAE ([25], požadavek 16) horninové prostředí musí být fyzikálně a chemicky kompatibilní s navrženými inženýrskými bariérami a projektovým řešením úložiště. Posuzování lokalit z hlediska bezpečnosti je proto třeba vždy vztahovat k navrženému projektovému řešení úložiště a systému inženýrských bariér, který je v českém konceptu tvořen:

- 1) Stablní formou odpadů, z níž se pouze velmi pomalu uvolňují radionuklidy.
- 2) Ukládacími obalovými soubory s životností minimálně 10 000 let.
- 3) Tlumícím, výplňovým a těsnícím systémem, reprezentovaným zpravidla ztuhnutým bentonitem či jeho směsmi s inertními materiály, zajišťujícím to, že:
 - k ukládacím obalovým souborům se nedostane ani voda ani další korozi urychlující látky, včetně mikroorganismů, jinak než difúzí,
 - změny napětí v lokalitě v důsledku pohybu horniny budou ztlumeny plasticitou bentonitu,
 - po uvolnění radionuklidů z obalových souborů bude transport radionuklidů zpomalen pomalou migrací difúzí přes bentonit,
 - všechny volné průchody k úložným prostorám budou utěsněny.

Slučitelnost horninového prostředí se systémem inženýrských bariér a projektovým řešením úložiště je možno rozdělit podle základních vlastností horninového prostředí, které mohou ovlivnit funkční vlastnosti inženýrských bariér:

- tepelné vlastnosti,
- hydraulické vlastnosti,
- mechanické vlastnosti,
- chemické vlastnosti,
- mikrobiologické vlastnosti,
- plynopropustnost.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Při analýze jednotlivých procesů interakce horninového prostředí s inženýrskými bariérami je třeba uvažovat i možnou synergii. V případě, že použité inženýrské bariéry nebudou kompatibilní s horninovým prostředím, může lokalita být vyloučena nebo navrženo jiné akceptovatelné technického řešení. V první fázi výběru lokalit do roku 2020 však bude obtížné rozlišit lokality z hlediska jejich slučitelnosti s inženýrskými bariérami vzhledem k tomu, že většina potřebných dat bude z hloubky úložiště. Parametry pro bezpečnostní rozborů bude třeba odhadnout na základě dat z analogických lokalit z tuzemska a zahraničí nebo z in-situ experimentů v podzemních pracovištích.

6.2.5.1 Tepelné vlastnosti

Tepelný gradient, tepelné vlastnosti hornin a průměrná povrchová teplota, jsou důležitými parametry hornin majícími vliv na projektové řešení úložiště, výslednou maximální teplotu inženýrských bariér a tím i na rychlost degradace inženýrských bariér. Za kritickou hodnotu bývá považována teplota na rozhraní ukládací obalový soubor/bentonit, která by neměla překročit 100 °C z důvodů možného zvýšení rychlosti degradace bentonitu a obalových souborů a rovněž z důvodu komplikovanosti hodnocení procesů probíhajících v úložišti při teplotách nad 100 °C.

6.2.5.2 Hydraulické vlastnosti

Nízká rychlost proudění vody horninového prostředí v izolační části úložiště je příznivá pro pomalou degradaci inženýrských bariér. Rychlost degradace ukládacích obalových souborů (UOS) a následně i forem odpadů může být přímo závislá na množství vody, které se dostane přes bentonit do kontaktu s UOS s odpady. Úložné vrty, přes které prochází zvodnělá křehká struktura s větší hodnotou toku vody, která by mohla vést k erozi bentonitu, je třeba vyloučit.

6.2.5.3 Mechanické vlastnosti

V horninovém masivu existuje napjatostní stav horninového prostředí, jehož velikost a změny mohou vést k nestabilitě horninového masivu, a to zejména ve výrubech (tunely, vrty).

Při posuzování různých horninových prostředí budou sledovány následující charakteristiky:

- 1) Pevnostní a deformační vlastnosti horniny, které by měly být „standardní“ a v rámci hostitelského prostředí pokud možno homogenní.
- 2) Horninový blok by měl vykazovat co možná nejmenší tektonické poškození, projevující se křehkými a duktilními deformacemi horniny a stupněm proměny.
- 3) Napjatostní stav by neměl dosahovat „extrémních“ hodnot a měl by být co možná nejvíc izotropní. V úložných prostorách nesmí dosahovat hodnot, které by mohly způsobit deformace stěn výrubů („odprysk“ - porušení pevnosti stěn).

Nepříznivé mechanické vlastnosti vedoucí až k porušení stěn mohou mít vylučující charakter v případě, že nebude k dispozici vhodné technické řešení k eliminaci těchto jevů.

6.2.5.4 Geochemické vlastnosti

Procesy degradace inženýrských bariér jsou úzce svázány především s chemickými procesy, které nastávají při kontaktu inženýrských bariér a podzemní vody. Základní

bezpečnostní požadavek pro český bezpečnostní koncept hlubinného úložiště je rychlé dosažení redukčního prostředí v úložišti po jeho uzavření. Není proto přípustné, aby existovaly preferenční cesty, jež by mohly vést k průniku kyslíku do úložných prostor po jeho uzavření. Důležitá je i hodnota pH, která by se neměla odlišovat od běžných hodnot podzemních vod v krystalinickém prostředí.

Příznivou charakteristikou podzemní vody je rovněž nízký obsah látek, které mohou nepříznivě ovlivnit rychlost degradace bariér či rychlost rozpouštění forem odpadů. Pro ukládací obalové soubory jde například o koncentrace chloridových a sulfidických iontů či uhličitánů.

Pro hodnocení bezpečnostních funkcí bentonitu je významný poměr dvoumocných k jednomocným iontům, který představuje důležitý faktor pro snižování možnosti tvorby koloidů, které mohou nepříznivě ovlivnit migraci radionuklidů. Pro dlouhodobou stabilitu bentonitu při zvýšené teplotě je rovněž důležitá koncentrace draslíkových iontů.

Zjištění extrémních geochemických podmínek v izolační části úložiště, například přítomnosti solanek, může vylučovat umístění úložiště v lokalitě.

6.2.5.5 Mikrobiologické vlastnosti

Mikrobiologická charakteristika horninového prostředí je velmi důležitá zejména pro hodnocení rychlosti degradace obalových souborů. V bezpečnostním rozboru je třeba proto zhodnotit mikrobiální aktivitu v horninovém prostředí za různých podmínek vývoje úložiště a vliv mikrobiální aktivity na geochemické podmínky v úložišti a rychlost degradace obalových souborů a dalších komponent úložného systému.

6.2.5.6 Plynopropustnost

Při degradaci kovových odpadů či kovových obalových souborů může vznikat větší množství plynů (zejména vodíku), které mohou ovlivnit jak vlastnosti inženýrských bariér, tak i horninového prostředí. Je proto důležité, aby horninové prostředí v úložných prostorech bylo dostatečně propustné pro plyny. Tato vlastnost horninového prostředí může být důležitá i pro určení typu obalových souborů. Je třeba prokázat, že kumulace plynů vznikajících při degradaci odpadů a inženýrských bariér neohrozí bezpečnostní funkce ani inženýrských bariér ani horninového prostředí.

6.2.6 Transportní vlastnosti horninového prostředí

Advektivní transport různých forem radionuklidů spolu s proudící vodou je ovlivněn řadou procesů, jako je jejich srážení, rozpouštění, difúze, sorpce či ředění v důsledku mísení s nekontaminovanou vodou.

Při hodnocení transportních vlastností horninového prostředí budou porovnávány následující vlastnosti horninového prostředí:

- doba transportu a retardace radionuklidů,
- rozpustnost radionuklidů v podzemní vodě,
- pokles koncentrace radionuklidů v důsledku disperze a ředění mísením s nekontaminovanými vodami.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Vstupní data pro bezpečnostní rozbor budou v první fázi prací (zužování počtu lokalit) odhadnuty na základě lokálních, geologických a hydrogeologických modelů vytvořených na základě dat z povrchového průzkumu lokalit, dat z analogických lokalit a in-situ experimentů v podzemních laboratořích.

Vhodným pomocným indikátorem pomalého transportu radionuklidů do životního prostředí je například koncentrace některých radioizotopů využívaných k určení stáří vod v izolační části horninového prostředí.

Lokalita bude vyloučena v případě, že v horninovém prostředí budou identifikovány preferenční cesty umožňující rychlý transport radionuklidů do životního prostředí.

6.2.6.1 Doba transportu a retardace radionuklidů

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. Doba transportu radionuklidů však rovněž závisí na možnosti retardace pohybu radionuklidů v důsledku migrace radionuklidů do matrice horniny či sorpce na povrchu puklin či jejich výplní.

6.2.6.2 Rozpustnost radionuklidů v podzemní vodě

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

6.2.6.3 Ředění v důsledku mísení s nekontaminovanou vodou

Jedním z důležitých faktorů ovlivňující transport radionuklidů z úložiště do životního prostředí je mísení kontaminované vody s nekontaminovanou vodou na cestě z úložiště do životního prostředí. Tento parametr má však menší váhu při hodnocení transportních vlastností lokalit a bezpečnosti úložiště, protože není možno odhadnout změnu hydraulických podmínek v povrchových vrstvách lokalit v průběhu tisíců let.

6.3 Shrnutí indikátorů vhodnosti pro hodnocení lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti

V následující tabulce 3 jsou shrnuta kritéria pro posuzování dlouhodobé bezpečnosti. V tabulce je rovněž uvedeno, zda kritérium má charakter vylučujícího, podmiňujícího či porovnávacího kritéria.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Tabulka 3: Shrnutí indikátorů vhodnosti pro hodnocení lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti hlubinného úložiště


Název požadavku/indikátoru vhodnosti	Charakter požadavku ⁴ / indikátoru vhodnosti	Popis
Popsatelnost a predikovatelnost lokalit	Porovnávací až vylučující	Velká míra nejistoty v popisu a predikci vývoje lokality vylučuje umístění úložiště v lokalitě. Vyloučeny budou lokality, kde nebude možno vytvořit validovatelné 3D popisné modely lokalit.
Popsatelnost geologické stavby, tektonických poměrů lokality	Vylučující	Nemožnost vytvoření důvěryhodného ⁵ , komplexního 3D geologického modelu (velké množství litologických typů hornin, složité tektonické poměry apod.).
Popsatelnost a predikovatelnost hydrogeologických poměrů lokality	Vylučující	Nemožnost vytvoření důvěryhodného hydrogeologického modelu lokality.
Variabilita fyzikálních, geomechanických a geochemických vlastností horninového prostředí	Vylučující	Nemožnost vytvoření důvěryhodných geomechanických a geochemických modelů.
Aplikovatelnost standardních metod geologického průzkumu	Porovnávací	Preferovány jsou lokality, kde bude možno použít standardní metody geologického průzkumu.
Hydrogeologické vlastnosti horninového prostředí	Porovnávací až vylučující	Preferovány jsou lokality s lepšími hydrogeologickými poměry. Nevhodné hydrogeologické vlastnosti lokality s vysokou propustností a vysokou rychlostí proudění vody vylučují umístění úložiště v lokalitě.
Vzdálenost úložných prostor od zvodnělých poruchových zón.	Podmiňující až vylučující	Desítky až stovky metrů podle charakteru poruchové zóny.
Četnost otevřených a křehkých struktur v horninovém prostředí.	Podmiňující až vylučující	Tento parametr vylučuje umístění úložných vrtů v prostorech, kterými budou procházet výrazné otevřené křehké struktury. Budou preferovány lokality, kde je možno v hloubce úložiště očekávat menší hustotu otevřených křehkých struktur.
Rychlosti proudění vody v izolační části horninového prostředí.	Podmiňující až vylučující	Preferovány jsou lokality s průměrnou hydraulickou vodivostí < 10 ⁻⁸ a hydraulickým gradientem < 0,01 v úložných prostorech.

⁴ Typ indikátoru vypovídá, zda indikátor má hodnoty, které vylučují umístění úložiště, podmiňují jeho umístění technickým opatřením či slouží pouze pro porovnání lokalit.

⁵ Ověřeného nezávislými odborníky.

Stabilita lokality	Porovnávací až vylučující	Lokalita bude vyloučena v případě velké pravděpodobnosti procesu či události ohrožující plnění bezpečnostních funkcí horninového prostředí zadržet a izolovat odpady (zvýšené magnitudo zemětřesení, vertikálních pohybů, přítomnost postvulkanických jevů, klimatické změny s hloubkovým dosahem).
Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů (seismická stabilita)	Porovnávací až vylučující	Pro umístění nemůže být využit pozemek jaderného zařízení, na kterém nebo ve vzdálenosti do 5 km od jeho hranice se vyskytuje zlom potenciálně schopný posunu s projevem na povrchu nebo blízko povrchu. Hodnoty maximálního potenciálního magnituda a hodnoty zrychlení kmitů půdy s četností mohou být použity pro porovnání lokalit.
Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)	Vylučující	Umístění úložiště je vyloučeno v lokalitách, kde pohyby zemské kůry jsou větší než 1 mm/ročně.
Postvulkanické jevy	Vylučující	Budou vyloučeny lokality s postvulkanickými jevy (výrony plynů, horké vody, atd.).
Klimatické změny	Porovnávací	Klimatická stabilita nemá hodnoty vylučujícího kritéria. Budou preferovány lokality, kde očekávána změna klimatu má menší dopad na změny v lokalitě, zejména na hydrogeologické a hydrologické změny území.
Faktory zvyšující pravděpodobnost intruze člověka do úložiště	Porovnávací až vylučující	Lokalita bude vyloučena v případě přítomnosti faktorů, které zvyšují pravděpodobnost intruze člověka do úložiště (ložiska nerostných surovin, významné zdroje podzemní vody, přítomnost důlních děl) a mohou vést k expozici člověka, který by se neúmyslně dostal do kontaktu s odpady.
Přítomnost zásob nerostných surovin	Vylučující	V hloubce větší než několik desítek metrů, v izolační části úložiště a v jeho nejbližším okolí nesmí být evidovány zásoby nerostných surovin.
Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie	Vylučující	Horninové prostředí nesmí obsahovat významné zdroje vody či geotermální energie.
Faktory svědčící o intruzi člověka do horninového prostředí v minulosti	Porovnávací	Jsou preferovány lokality s menším počtem vrtů hlubších než 300 m na lokalitě či bez přítomnosti starých důlních děl.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	
	Evidenční označení: SÚRAO TZ 2/2015	
		Stará důlní díla musí být dostatečně vzdálena od izolační části úložiště a jeho nejbližšího okolí.
Slučitelnost horninového prostředí s navrženým systémem inženýrských bariér	Podmiňující až vylučující	Horninové prostředí musí poskytnout příznivé podmínky pro bezpečnostní funkce inženýrských bariér. Preferovány budou lokality, které nebudou vyžadovat velmi nákladná technická opatření či nákladné inženýrské bariér. Vyloučeny mohou být lokality, kde nebude možno zajistit slučitelnost s inženýrskými bariérami za rozumných nákladů.
Tepelné vlastnosti	Porovnávací	Preferovány jsou lokality s nižší průměrnou teplotou vzduchu a příznivými vlastnostmi pro odvod tepla.
Hydraulické vlastnosti	Podmiňující až vylučující	Je třeba vynechat úložné prostory s výrazně nepříznivými hydraulickými vlastnostmi, přes které prochází zvodnělá křehká struktura s větším přítokem vody.
Mechanické vlastnosti	Podmiňující až vylučující	Nepříznivé mechanické vlastnosti vedoucí k porušení stěn úložných vrtů mohou mít až vylučující charakter v případě, že nebude k dispozici vhodné technické řešení.
Geochemické vlastnosti	Porovnávací až vylučující	Pouze velmi extrémní geochemické vlastnosti podzemní vody (například solanky), mohou vylučovat umístění úložiště.
Mikrobiologické vlastnosti	Porovnávací	Jsou preferovány lokality bez výrazné mikrobiální aktivity, zejména mikroorganismů urychlujících korozi ukládacích obalových souborů.
Plynopropustnost	Podmiňující	V případě malé plynopropustnosti horninového prostředí je třeba upravit projekt tak, aby nevznikalo větší množství plynů (například omezením množství železných materiálů v úložišti).
Transportní vlastnosti horninového prostředí	Podmiňující až vylučující	Lokalita bude vyloučena v případě, že v horninovém prostředí budou identifikovány preferenční cesty, které umožní při migraci radionuklidů překročení celkové efektivní dávky i při využití různých technických opatření (např. lepší obalové soubory či větší tloušťka bentonitu) 0,25 mSv/rok pro jedince z kritické skupiny obyvatel.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015
Doba transportu a retardace radionuklidů	Porovnávací až vylučující	Umístění úložiště je vyloučeno v lokalitě, kde budou identifikovány preferenční cesty s možným rychlým průnikem radionuklidů do životního prostředí.
Rozpustnost radionuklidů v podzemní vodě	Porovnávací	Budou preferovány lokality s podzemní vodou, jejíž složení je příznivé pro malou mobilitu radionuklidů.
Ředění v důsledku mísení s nekontaminovanými vodami	Porovnávací	Hodnoty ředění v důsledku mísení s nekontaminovanou vodou slouží jako pomocné kritérium při porovnávání transportních vlastností lokalit.

6.4 Provozní bezpečnost

Při projektování hlubinného úložiště je třeba vzít v úvahu, že hlubinné úložiště je jaderné zařízení a zároveň důlní dílo. Tento projekt je rovněž specifický tím, že v ukládacím horizontu úložiště bude probíhat současně jeho výstavba i ukládání RAO. Z těchto základních požadavků musí vycházet přístup k přípravě technického řešení a následnému hodnocení provozní bezpečnosti [21], [39], [40], [41].

Bezpečnost provozu a soulad s příslušnými předpisy bude nutno zajistit v potřebné úrovni vždy, bez ohledu na vybranou lokalitu.

Z hlediska provozní bezpečnosti lze tedy uvažovat s následujícími požadavky:

- 1) Možnost zajištění radiační ochrany při všech operacích související s nakládáním s VJP a RAO.
- 2) Možnost zajištění klasické a baňské bezpečnosti při výstavbě a provozu úložiště.

Posuzování jednotlivých lokalit podle těchto vlastností může probíhat až po návrhu konkrétního technického řešení na dané lokalitě. Bezpečnostní rozbor pro jednotlivé pracovní činnosti bude nutno provádět souběžně s vývojem dotčeného zařízení, příp. důležitých objektů tak, aby výsledek bezpečnostních rozborů bylo možno zpětně promítnout do technického řešení.

6.4.1 Zajištění radiační ochrany

Ve všech fázích provozu úložiště, kdy se vykonávají radiační činnosti, musí být dodrženy podmínky bezpečného provozu pracoviště. Tyto podmínky jsou definovány legislativně, ve vyhlášce č. 307/2002 Sb., v platném znění.

Je tedy třeba prokázat, že

- 1) Budou dodrženy podmínky bezpečného provozu pracovišť, kde se vykonávají radiační činnosti, podle ustanovení části druhé, hlavy I vyhlášky č. 307/2002 Sb. tak, aby ozáření osob bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout podle ustanovení části první, hlavy IV, § 17 téže vyhlášky.
- 2) Budou dodrženy limity ozáření stanovené v § 18 - 22 vyhlášky č. 307/2002 Sb.
- 3) Bude dodržena optimalizační mez pro bezpečné uložení radioaktivních odpadů, tj. efektivní dávka 0,25 mSv za kalendářní rok pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatelstva podle § 52 vyhlášky č. 307/2002 Sb.

Projekt jaderného zařízení musí zohlednit vlastnosti lokality, na které bude zařízení umístěno a musí zejména respektovat požadavky vyhlášky č. 215/1997 Sb. Dále pak jaderná zařízení musí být řešena tak, aby při přírodních jevech, které nelze prakticky vyloučit (zemětřesení, vichřice, záplavy a povodně, extrémní vnější teploty, meteorologické srážky všech forem, vlhkost, námraza, působení flóry a fauny apod.) nebo při událostech vyvolaných lidskou činností uvnitř nebo z vnějšku jaderného zařízení, které nelze úplně vyloučit (výbuchy, požáry, pád letadla, dopravní a průmyslové nehody v okolí jaderného zařízení, elektromagnetické interference nebo jiná ovlivnění technickými zařízeními, existujícími mimo jaderné zařízení, apod.) nebyly ohroženy základní bezpečnostní funkce.

V případě likvidace následků mimořádné události musí být zajištěna rychlá a snadná možnost zásahu, např. dojezd požárních jednotek, informovanost a zajištění evakuace pracovníků a obyvatel.

Prokázání provozní bezpečnosti závisí na přijatém technickém řešení. Bez konkrétního technického řešení nelze sestavit odpovídající scénáře událostí a vyhodnotit možné důsledky různých nehod. Bezpečnostní hodnocení musí být provedeno jak pro normální provoz, tak pro abnormální provoz a projektové nehody, které by mohly mít největší dopad na životní prostředí a obyvatelstvo. Musí být oceněny dopady případných nadprojektových nehod.

6.4.2 Zajištění klasické a báňské bezpečnosti výstavby a provozu

V průběhu výstavby i provozu hlubinného úložiště musí být realizovatelná všechna požadovaná bezpečnostní opatření v konkrétních geologicko-báňských podmínkách lokality (zákonná a plynoucí z podmínek stanovených příslušnými povolujícími úřady). Geologické podmínky a použité technické řešení výstavby a provozu musí vždy vyhovovat tomuto požadavku. Problematiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti upravuje příslušná legislativa. Bezpečnost při výstavbě i provozu a soulad s příslušnými předpisy bude nutno zajistit v potřebné úrovni vždy, bez ohledu na vybranou lokalitu.

Technické řešení musí prokázat splnění všech požadavků. Musí být posouzeny nestandardní stavy, které mohou při výstavbě a provozu nastat, a musí být vyhodnocena případná rizika a realizovatelnost nápravných opatření.

Stavba musí být umístěna v horninách vhodných z hlediska zakládání podzemních staveb.

Úložiště nesmí být ohroženo nepřiměřeným rizikem požáru, explozí či vlivu zplodin hoření z důvodu zamezení či omezení šíření radioaktivních látek jako následku mimořádné situace. V případě likvidace následků mimořádné události musí být zajištěna rychlá a snadná možnost zásahu, tj. např. dojezd požárních jednotek, báňské zásahové služby, pracovníků rychlé zdravotní pomoci, informovanost a zajištění evakuace pracovníků, atd.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

6.5 Shrnutí indikátorů vhodnosti pro hodnocení lokalit z hlediska provozní bezpečnosti hlubinného úložiště

Tabulka 4: Shrnutí požadavků a indikátorů vhodnosti hodnocení lokalit umístění jaderného zařízení z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany a báňské bezpečnosti

Název požadavku / indikátoru vhodnosti	Typ požadavku / indikátoru vhodnosti	Popis
Radiační ochrana personálu a obyvatelstva	Vylučující	Dosažení stanovených průměrných ročních efektivních dávek ozáření jednotlivců z kritické skupiny obyvatel a pracovníků.
Radiační ochrana obyvatelstva	Vylučující	Překročení nebo dosažení stanovených průměrných ročních efektivních dávek ozáření jednotlivců z kritické skupiny obyvatel.
Radiační ochrana pracovníků	Vylučující	Překročení nebo dosažení stanovených průměrných ročních efektivních dávek ozáření pracovníků.
Zajištění klasické a báňské bezpečnosti	Podmiňující až vylučující	Nesplnění všech požadavků zaručujících bezpečnost pracovníků.
Zajištění klasické bezpečnosti	Podmiňující	Nesplnění všech požadavků zaručujících bezpečnost pracovníků.
Zajištění báňské bezpečnosti	Podmiňující až vylučující	Nesplnění všech požadavků na zajištění báňské bezpečnosti.
Faktory omezující proveditelnost havarijního plánu či proveditelnost zásahu v případě likvidace následků mimořádné události z pohledu báňské bezpečnosti	Vylučující	Nerealizovatelnost včasného zavedení a úplného uskutečnění všech neodkladných opatření pro ochranu obyvatelstva za podmínek radiační havárie zařízení nebo pracoviště, zejména vzhledem k rozložení obyvatelstva a přítomnosti sídelních útvarů nacházejících se v lokalitě. Nemožnost zajištění likvidace následků mimořádné události, tj. dojezd požárních jednotek, báňské záchranné stanice, pracovníků rychlé zdravotní pomoci, zajištění informovanosti a zajištění evakuace pracovníků, apod.

Vnější rizika přírodní povahy

Zemětřesení	Vylučující	Dosažení nebo překročení hodnoty intenzity maximálního výpočtového zemětřesení 8 stupňů MSK-64 na pozemcích určených k umístění jaderného zařízení.
	Porovnávací	Hodnoty maximálního potenciálního magnituda a hodnoty zrychlení kmitů půdy s četností mohou být použity pro porovnání lokalit.
Výskyt zón pohybově a seizmicky aktivních zlomů	Vylučující	Pro umístění nemůže být využit pozemek jaderného zařízení, na kterém nebo ve vzdálenosti do 5 km od jeho hranice se vyskytuje zlom potenciálně schopný posunu s projevem na povrchu nebo blízko povrchu.
Postvulkanické činnosti	Vylučující	Na pozemcích či území předpokládaného umístění a v jejich užších lokalitách nesmí být zjištěny projevy postvulkanické činnosti.
Záplavy a záplavové vlny	Vylučující	Pozemek vybraný pro umístění nesmí zasahovat do zátopových území vodotečí, zaplavovaných při Q100 a do území, která mohou být zaplavena v důsledku havárií vodohospodářských zařízení.
Extrémní meteorologické jevy	Porovnávací	Dlouhodobá meteorologická data mohou být použita pro porovnání lokalit.
Rozptylové podmínky	Podmiňující	Mimořádně nepříznivé podmínky pro rozptyl výpustí do atmosféry daných zejména morfologií užších lokalit.

Vnější jevy vyvolané člověkem

Letecké nehody	Podmiňující	Možnost pádu letadla s účinky převyšujícími odolnost stavby se zařízením nebo pracovištěm, s pravděpodobností větší než 10-7/rok.
----------------	-------------	---

Požár, exploze	<p>Vylučující</p> <p>Podmiňující</p>	<p>Pozemek ani užší lokalita nesmí zasahovat do ochranných pásem dálnic a železnic, průmyslových objektů, energetických zdrojů plynovodů, ropovodů, produktovodů, podzemních zásobníků, letišť, zejména jejich vzletových a přistávacích prostorů.</p> <p>Z hlediska požárů rovněž výskyt souvisle zalesněných oblastí v lokalitách vybraných pro umístování, kde by případný požár lesních porostů představoval ohrožení zařízení nebo pracoviště, případně ohrožení jejich provozu nebo jejich pracovníků.</p>
Ochranná pásma vodních zdrojů	Vylučující	Existence významných zásob podzemních vod či minerálních vod v užších lokalitách, ve kterých by stavbou nebo provozem díla došlo z hlediska radiačního vlivu k trvalým znehodnocujícím změnám vody.
Elektromagnetická interference	Podmiňující	Výskyt objektů rozhlasových a televizních vysílačů a jejich ochranných pásem na pozemcích pro umístování.
Faktory omezující ochranu proti sabotáži	Podmiňující	Instalace prvků fyzické ochrany a jejich využití při střežení objektu HÚ.

7 Environmentální požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria

Příprava záměru výstavby HÚ vyžaduje posouzení vlivu přípravy, výstavby a provozu na životní prostředí a obyvatelstvo. Předpokládá se, že dotčené území, ve smyslu zákona č. 100/2001 Sb. [10] bude tvořeno plochami určenými pro výstavbu povrchového areálu HÚ a souvisejících a vyvolaných staveb, včetně ploch zařízení staveniště, navazující projektované územní infrastruktury. Zájmové území, v němž se bude posuzovat vliv na životní prostředí, bude širší, a to v rozsahu podle úrovně vlivu na životní prostředí. Lze říci, že analyzovány budou potenciální vlivy v okruhu jednotek km až několika desítek kilometrů (včetně zvážení možnosti vzniku přeshraničních vlivů). Vlastní popis vlivů pro vzájemné srovnání výběru lokalit však bude (zvláště v úvodní projektové fázi přípravy záměru) proveden pouze v užším zájmovém území povrchového areálu (ZUPA) ve vzdálenostech jejich minimálního předpokládaného dosahu.

Podle doporučení IAEA ([2] SSG 14, I.44 až I.47) umístění hlubinného úložiště by mělo být navrženo tak, že kvalita ŽP bude dostatečně chráněna a potenciální negativní dopady lze zmírnit na přijatelnou úroveň, s ohledem na technické, ekonomické, sociální a environmentální faktory. Umístění úložiště by nemělo být ve zjevném, obtížně odstranitelném, střetu zájmů v posuzovaném území, indikujícím velmi významné dlouhodobé ohrožení či nadměrné poškození zvláště citlivých ekosystémů a zhoršení stavu jednotlivých složek ŽP s přímým prokazatelně negativním vlivem na zdraví člověka.

Zajištění této podmínky může mít charakter podmiňujícího až vylučujícího kritéria pro umístění hlubinného úložiště ve vybrané lokalitě. Posouzení, zda určité podmínky vyžadují či nevyžadují přijetí určitého opatření, či vylučují umístění úložiště či jeho povrchové části na vybrané lokalitě závisí na výsledku odborných studií v rozsahu posouzení vlivu úložiště na životní prostředí podle legislativních předpisů platných v České republice.

Cílem těchto studií bude co nejobektivnější zmapování a revize současného stavu a na jejich základě pak provedení vzájemného porovnání vhodnosti umístění HÚ (míry rizik) pro vytipovaná území a jejich nejbližší potenciálně dotčená okolí.

Při porovnávání lokalit budou na základě dostupných dat využity zejména následující charakteristiky lokalit:

- 1) Zhoršování životního prostředí v důsledku báňských aktivit a dalších průmyslových provozů hlubinného úložiště.
- 2) Dopad na oblasti významných veřejných hodnot, zvláště území s legislativní ochranou (národních parků, rezervací, území zvláštních vědeckých nebo kulturních zájmů a historických oblastí).
- 3) Zhoršení zásobování vodou a odhad míry rizik (zranitelnosti) pro stávající zdroje povrchové i podzemní vody.
- 4) Vlivy na krajinu.
- 5) Dopad na život rostlin a živočichů, zejména ohrožených druhů.
- 6) Dopad na hospodářství regionů a obcí.
- 7) Vliv na rozvoj infrastruktury regionů a obcí.
- 8) Vliv na cenu nemovitostí a pozemků.
- 9) Dopad na rekreační potenciál území.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Pouze v několika případech lze a priori vymeziť s ohledem na platnou legislativu tzv. vylučující ekologická kritéria, která je možné charakterizovat jako území s výskytem:

- biosférické rezervace UNESCO (čl. 1 sd. MZV č. 159/1991 Sb. Úmluvy o ochraně světového kulturního bohatství),
- národních parků – I. a II. zóny,
- CHKO - I. a II. zóny,
- NPR a NPP, popř. PR a PP,
- Evropsky významných lokalit (EVL).

Je třeba posoudit, zda se tato vylučující kritéria vztahují i na podzemní části úložiště v hloubce několika set metrů pod povrchem zvláště chráněné území na povrchu (např. [69]).

Za podmíněčně vhodná je možné označit lokality/biotopy s výskytem ohrožených druhů rostlin a živočichů či zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů. Bude třeba přihlídnout k zmapovaným vnitrozemským habitatům pro území ČR, popřípadě v kontextu související evropské legislativy.

7.1 Shrnutí environmentálních indikátorů vhodnosti

V následující tabulce 5 jsou shrnuty ne-radiologické, environmentální požadavky a indikátory vhodnosti⁶.

Tabulka 5: Shrnutí environmentálních kritérií

Název požadavku	Typ požadavku / indikátoru vhodnosti	Popis
Výskyt zvláště chráněných území přírody	Vylučující	Povrchovou část HÚ nebude možno umístit na území s výskytem biosférické rezervace, I. a II. zóny národních parků, I. a II. zóny CHKO, EVL, NPR a NPP, případně i PR a PP.
Výskyt biosférické rezervace UNESCO	Vylučující	Na území části lokality určené pro povrchový areál se nesmí vyskytovat biosférická rezervace UNESCO (čl. 1 sd. MZV č. 159/1991 Sb. Úmluvy o ochraně světového kulturního bohatství).
Výskyt I. a II. zóny národních parků	Vylučující	Na území části lokality určené pro povrchový areál se nesmí vyskytovat I. a II. zóny národního parku.
Výskyt I. zóny CHKO	Vylučující	Na území části lokality určené pro povrchový areál se nesmí vyskytovat I. a II. zóna CHKO.

⁶ Radiační vliv a vliv nakládání s RAO rovněž patří do environmentální kritérií, ale v této tabulce nejsou uváděny, protože se jimi podrobně zabývají předchozí kapitoly.

Výskyt NPR a NPP	Vylučující	Na území části lokality určené pro povrchový areál se nesmí vyskytovat NPR a NPP (ve všech případech se jedná o kategorie tzv. zvláště chráněných území přírody – ZCHÚ).
Výskyt EVL	Vylučující	Na území části lokality určené pro povrchový areál se nesmí vyskytovat evropsky významná lokalita.
Výskyt PR a PP	Podmiňující	Na území části lokality určené pro povrchový areál by se neměly vyskytovat PR a PP, ale s ohledem na význam záměru však možné při zohlednění možnosti ochrany pokládat tato kritéria za podmíněčně vhodná.
Hodnocení dopadu výstavby a provozu HÚ na obyvatelstvo a faktory životního prostředí	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na ŽP a veřejné zdraví v době přípravy, výstavby a provozu HÚ vyhodnocena na základě odborných posudků.
Vliv na povrchové a podzemní vody	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na podzemní vody. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vliv na klima a ovzduší	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na klima a ovzduší. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vliv na akustickou situaci	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na akustickou situaci. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.

Vlivy na horninové prostředí a přírodní zdroje	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na horninové prostředí a přírodní zdroje. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na veřejné zdraví	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na veřejné zdraví. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na geologické a paleontologické památky	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na veřejné zdraví. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na faunu, flóru a ekosystémy	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na floru a ekosystémy. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na půdu	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na půdu. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na krajinu	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na krajinu. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na mezinárodně ceněné biotopy a stanoviště (např. mokřady, lesy, ornou půdu)	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na mezinárodně ceněné biotopy a stanoviště (např. mokřady, lesy, ornou půdu). Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vlivy na hmotný majetek a kulturní památky	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na hmotný majetek a kulturní památky. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015
Vlivy na dopravní nebo jinou infrastrukturu	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na dopravní nebo jinou infrastrukturu.
Vlivy v důsledku nakládání s neaktivními odpady	Porovnávací až vylučující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na floru a ekosystémy. Úložiště nelze umístit v lokalitě, pokud nelze negativní dopady výstavby či provozu HÚ zmírnit na přijatelnou úroveň.
Vliv na spotřebu energie	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na floru a ekosystémy.
Vliv na spotřebu a zásoby surovin	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na spotřebu a zásoby.
Vliv na využití dotčené plochy	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na využití dotčené plochy.
Dopad na životní podmínky	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na životní podmínky.
Vliv na hospodářství regionů a obcí	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na hospodářství regionů a obcí.
Vliv na rozvoj infrastruktury	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na rozvoj infrastruktury.
Vliv na ceny nemovitostí a pozemků v regionu	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na ceny nemovitostí a pozemků v regionu.
Dopad na rekreační potenciál území	Porovnávací až podmiňující	Preferovány budou lokality, kde bude přijatelnější míra dopadu na rekreační potenciál území.

8 SOCIOEKONOMICKÉ ASPEKTY

Je evidentní, že projekt hlubinného úložiště VJP a RAO se výrazně dotýká zájmů a postojů obyvatel uvažovaných lokalit i lokálních a regionálních politických představitelů. Nalezení konsensu s obyvateli lokalit, s dotčenými obcemi, jak vyplývá i ze zahraničních zkušeností, je jedním ze zásadních kritérií. Pouze pokud projekt bude postupovat v maximální možné shodě s lokálními zájmy, nabízet spolupráci, rozvoj lokality a finanční i jiné benefity, existuje pravděpodobnost, že jeho realizace proběhne úspěšně a konsensu bude dosaženo.

Hlubinné úložiště je rovněž projektem přesahujícím svým významem do okolních států. Podle Společné úmluvy o bezpečnosti při nakládání s VJP a RAO [43] je konzultace se smluvními stranami, které by mohly být tímto zařízením ovlivněny, důležitá a je třeba poskytnout jim základní údaje, které se vztahují k tomuto zařízení a které jim umožní vyhodnotit pravděpodobný vliv tohoto zařízení na jejich území.

Cílem výběru dvou kandidátních lokalit s předpokladem do roku 2020 je zajistit stanoviska dotčených obcí a návrh kandidátních lokalit spolu s těmito stanovisky předložit ke schválení vládě ČR. Základním předpokladem budoucího získání stanovisek dotčených obcí je zajištění transparentnosti procesu a aktivní účast (participace) dotčené veřejnosti na připravovaném řešení.

Transparentnost procesu s aktivním zapojením dotčených obcí a veřejnosti v souladu se směnicí Rady 2011/70/Euratom [23], v návaznosti na doporučení pracovních skupin Evropského jaderného fóra, je nezbytným předpokladem úspěšného a dlouhodobě udržitelného rozhodnutí o výběru lokality. K posílení transparentnosti přispěje vytvoření právního rámce s jasně specifikovanou rolí dotčených obcí v procesu výběru lokality pro budoucí úložiště. Dosavadní práce a transformace Pracovní skupiny pro dialog o hlubinném úložišti [72] pod Radu vlády pro energetickou a surovinovou strategii představuje v tomto procesu zásadní krok.

K dosažení transparentnosti při rozhodování existuje celá řada možností. Patří mezi ně zavedení transparentnosti do rozhodovacího procesu, institucionálního rámce i samotného jednání [70].

K zajištění transparentnosti procesu výběru lokality a účasti dotčené veřejnosti je třeba:

- 1) Vyjasnit mechanismus zpracování výsledků práce a projednat rozšíření působnosti Pracovní skupiny pro dialog o hlubinném úložišti v rámci RVESS (Rada vlády pro energetickou a surovinovou strategii).
- 2) Vytvořit lokální pracovní skupiny na jednotlivých lokalitách, které by současná Pracovní skupina zastřešovala.
- 3) Zajistit odpovídající finanční prostředky, a to jak pro činnost Pracovní skupiny (nezávislé komise), tak i jejích podskupin přímo v lokalitách.
- 4) Zajistit přípravu rozvojových podpůrných programů v lokalitách: Na základě připravované socioekonomické studie bude možno identifikovat oblasti a konkrétní socioekonomické faktory na jednotlivých lokalitách, které se budou moci rozvíjet a zlepšovat. Na takovém programu dlouhodobého rozvoje lokalit budou pracovat „lokální pracovní skupiny“, které by měly být založeny na základě aktualizace Koncepce v roce 2014 [71]. Tyto skupiny se mohou zaměřit na infrastrukturu, demografické otázky, regionální rozvoj, vzdělávání, životní úroveň a další témata, která budou jejich prioritními zájmy.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015

Právě Pracovní skupina pro dialog by mohla být jedním z garantů transparentního přístupu k hodnocení a výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště.

8.1 Role PS pro dialog v procesu rozhodování

Technické požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria, která se týkají bezpečnosti, projektového řešení a vlivů na životní prostředí a životní podmínky v lokalitě musí být dobře doložená, popsatelná a kvantifikovatelná.

Příprava hlubinného úložiště je však spojena i s řadou nekvantifikovatelných obav obyvatelstva souvisejících s tím, že jde o velmi dlouhodobý proces a jaderné zařízení. Je proto třeba při výběru lokalit zvažovat i psychologické vlivy, jako je narušení klidu či znepokojení z existence úložiště. Všechny tyto aspekty ovlivňují míru přijatelnosti úložiště v dotčených obcích.

Míra přijatelnosti úložiště je jedním z důležitých indikátorů v rozhodovacím procesu. Důležitými faktory míry přijatelnosti jsou například:

- 1) Zkušenosti se soužitím s jaderným zařízením v regionu.
- 2) Zkušenosti s větším průmyslovým zařízením v regionu.
- 3) Existence místní asociace – komise, skupiny, která se projektem zabývá a další...

Pro zajištění transparentnosti a participace všech zainteresovaných stran, které reprezentuje Pracovní skupina pro dialog, budou indikátory socioekonomické přijatelnosti lokalit pro jednotlivé fáze vyhledávání lokality pro umístění hlubinného úložiště formulovány společně na půdě Pracovní skupiny pro dialog o hlubinném úložišti. Tyto indikátory vzešlé ze široké diskuze budou zapracovávány do revizí tohoto metodického pokynu.

Pracovní skupina pro Dialog by měla projednávat závěry hodnocení jednotlivých lokalit dle jednotlivých kritérií v jednotlivých krocích zužování počtu lokalit a výběru kandidátních lokalit. Závěry PS Dialog by měly být kriticky zhodnoceny a promítnuty do závěrečného hodnocení dané etapy výběru.

	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015

9 Závěrečná ustanovení

Pro doložení vhodnosti lokality pro umístění hlubinného úložiště bude třeba:

- 1) Prokázat a doložit splnění všech požadavků SÚJB uvedených v zákoně č. 18/1997 Sb. a prováděcích vyhláškách v platném znění.
- 2) Prokázat přijatelný vliv umístění úložiště v lokalitě na životní prostředí podle zákona č. 100/2002 Sb. a dalších prováděcích předpisů MŽP v platném znění.
- 3) Prokázat splnění podmínek pro provádění hornických činností v souladu se zákony a vyhláškami Státní báňské správy.
- 4) Prokázat vyřešení všech střetů zájmů a splnění požadavků zákona č. 183/2006 Sb. v platné znění potřebných pro obdržení územního rozhodnutí.

Tyto průkazy nemohou být dostupné v prvních fázích výběru lokalit, protože není možno provádět podrobnou geologickou charakterizaci s využitím hlubinných vrtů již ve fázi snižování počtu lokalit. Proto v tomto dokumentu byly odvozeny indikátory vhodnosti, které jsou potřebné pro zpracování studií proveditelnosti, hodnocení bezpečnosti a hodnocení vlivu úložiště na životní prostředí a životní podmínky v dotčených obcích. Jak již bylo uvedeno v kapitole 4, v první fázi budou data z hloubky horninového prostředí nahrazena daty z analogických lokalit, laboratorních experimentů a in-situ experimentů v podzemních laboratořích. Podrobnosti o získávání těchto dat jsou uvedeny v dokumentu SÚRAO „Střednědobý plán výzkum a vývoje pro umístění HÚ“ [62].

Posuzování potenciálních lokalit pro hlubinné úložiště bude kromě realizace geologických průzkumů rozděleno do 2 hlavních projektů:

- 1) „Výzkumná podpora hodnocení bezpečnosti HÚ“, jehož řešení bylo již zahájeno v roce 2014 a kde budou hodnoceny všechny vlastnosti horninového prostředí týkající se dlouhodobé bezpečnosti.
- 2) „Výzkumná podpora pro projektové řešení hlubinného úložiště“, který by měl být zahájen v roce 2015. Tento projekt bude zahrnovat kromě hodnocení proveditelnosti úložiště i hodnocení vlivu úložiště na životní prostředí a hodnocení provozní bezpečnosti.


K podpoře řešení socio-ekonomických aspektů bude v roce 2015 zahájena studie shrnující podklady pro jejich zhodnocení.

10 Citace a seznam literatury

- [1] Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů
- [2] MAAE, Geological disposal facilities, Specific Safety Guide, SSG-14, Publication 1483, 2011, Appendix I" Siting of geological disposal facilities,
- [3] Šimůnek P. (1999): Přehled kritérií pro umístění hlubinného úložiště RAO a VP (arch. č. SÚRAO 17/99)
- [4] Woller F., Šimůnek P., Požadavky na lokalitu v etapě hodnocení lokalit, ZA.S./HÚ, 2002
- [5] Šimůnek P. et al., Výběr lokality a staveniště HÚ RAO v ČR, 2004, (arch. č. SÚRAO 55-56/03, 2003 a 34/04)
- [6] Marek J. a kol., Kritéria pro zúžení lokalit a kategorizace tektonických zón. Dokument projektu Geobariéra, 2005
- [7] MAAE, Siting of Geological Disposal Facilities, A Safety Guide, Safety Series No. 111-G-41, IAEA, Vídeň, 1994
- [8] Woller F., Výběr lokalit pro HÚ a kritéria jejich hodnocení v etapě charakterizace lokalit, 2011, (arch. č. SÚRAO 27/11)
- [9] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
- [10] Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů
- [11] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [12] Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)
- [13] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých dalších zákonů
- [14] Zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím
- [15] Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí
- [16] Zákon č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon)
- [17] MAAE dokument, Safety fundamentals SF-1, 2006
- [18] Metodický pokyn SÚRAO MP.22 „Požadavky na lokalitu hlubinného úložiště, 2011
- [19] Vyhláška SÚJB č. 132/2008 Sb., o systému jakosti při provádění a zajišťování činností souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd
- [20] Vyhláška SÚJB č. 307/2002 S. o radiační ochraně v platném znění
- [21] Vyhláška SÚJB č. 215/1997 Sb., o kritériích na umístění jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření
- [22] Vyhláška SÚJB č. 317/2002 Sb., o typovém schvalování obalových souborů pro přepravu, skladování a ukládání jaderných materiálů a radioaktivních látek, o typovém schvalování zdrojů ionizujícího záření a o přepravě jaderných materiálů a určených radioaktivních látek (o typovém schvalování a přepravě)
- [23] Směrnice EC – Council Directive 2011/70/EUROATOM of July 2011 establishing a Community Framework for the Responsible and Safe Management of Spent Fuel and Radioactive Waste
- [24] Zákon České národní rady č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě
- [25] MAAE dokument, Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Requirements, No. SSR-5, Pub. 1449, MAAE, Vienna, 2011
- [26] MAAE dokument, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Guide, No-SSG-23, 201
- [27] WENRA dokument, Report on the European pilot study on the regulatory review of a safety case for geological disposal of radioactive waste, version for consultation, 2010

 SÚRAO	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SURAO TZ 2/2015

- [28] WENRA dokument, Radioactive waste disposal facilities safety reference levels report, draft version 2012;
http://www.wenra.org/media/filer_public/2012/11/19/v0_draft_disposal_report.pdf
- [29] NEA/OECD, The nature and purpose of the post-closure safety cases for geological repositories, 2013, NEA No. 78121
- [30] MAAE dokument, Scientific and Technical Basis for the Geological Disposal of Radioactive Wastes, TRS - 413, Vienna, 2003
- [31] J. Andersson et. al., What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock, Technical Report TR-00-12
- [32] Ernst T., Fritschi M., Vomvoris S., Stepwise site selection in Switzerland – Sectoral plan status and outlook, Proceedings of the 13th Int. Conf. on Env. Rem. And Radioactive waste management, 2010, 40150
- [33] AkEnd committee (Německo), Site Selection Procedure for Repository Sites, Recommendations, 2002
- [34] NDA-RWMD, A proposed framework for stage 4 of the MRWS Site Selection Process, Technical Note No. 8150715, 2008
- [35] NWMO (Kanada), Moving forward together,; Process for selecting a site for Canada's deep geological repository for used nuclear fuel, 2010
- [36] BRC (Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future), Report to the Secretary of Energy, Washington, D.C, 2012
- [37] T. Mc Ewen (ed), Rock Suitability Classification, RSC 2012, POSIVA 2012-24
- [38] P. La Pointe, P, Wallman, A, Thomas, S. Follin, A methodology to estimate earthquake effects on fractures intersecting canister holes, SKB Technical Report 97-07, March 1997
- [39] Interpretace kritérií pro umístování jaderných zařízení a návrh jejich průkazů, Bezpečnostní návod BN-JB-1.14, SÚJB, duben 2012
- [40] MAAE dokument, Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Requirements, No. NS-R-3, MAAE, November 2003
- [41] MAAE dokument, Managing Siting Activities for Nuclear Power Plants, MAAE nuclear energy series No. NG-T-3.7, MAAE, Vienna 2012
- [42] SÚJB, Metodický návod k provedení požadavků ustanovení § 13 odst. 3 písm. d) a g) Atomového zákona č. 18/1997 ve znění pozdějších předpisů pro Postup zpracování bezpečnostní zprávy pro povolení umístění úložiště radioaktivních odpadů, 2004
- [43] Společná úmluva o bezpečnosti při nakládání s vyhořelým palivem a bezpečnosti při nakládání s radioaktivními odpady, Sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 3/2012 Sb.
- [44] Směrnice rady 2011/70/EURATOM ze dne 19. Července 2011, kterou stanoví rámec Společenství pro odpovědné a bezpečné nakládání s vyhořelým palivem a radioaktivním odpadem
- [45] MAAE DS433 "Safety Aspects in Siting for Nuclear Installations
- [46] AMIGO foundation document, International Project on Approaches and Methods for Integration Geological Information in the Safety Case, NEA report NEA/RWM/IGSC(2002), April 2003
- [47] NEA/OECD (2007): Linkage of Geoscientific Arguments and Evidence in Supporting the Safety Case.
- [48] NEA report 2002 "The Handling of Timescales in Assessing Post-closure Safety of Deep Geological Repositories", Workshop proceedings, Paris, France 16-18 April 2002, OECD 2002
- [49] NEA report 2009 " Considering Timescales in the Post-closure Safety of Geological Disposal of Radioactive Waste, OECD 2009, NEA No. 6424
- [50] MAAE SSG-9 Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2010)
- [51] Czudek, T. Pleistocenní permafrost na území Československa, Geograf. Čas, 38, 45-252, Bratislava, 1986
- [52] Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste, ICRP Publication 81, ICRP Annals of the ICRP, September 1999

 SÚRAO	Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště	Evidenční označení:
		SÚRAO TZ 2/2015
[53]	Pačes T. a kol., Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů, 2010 (arch. č. SÚRAO 32/10)	
[54]	Krajíček L. a kol., Předběžná studie proveditelnosti, Terplan, Sdružení Geobariéra, 2004, lokality Blatno, Lodhěfov, Božejovice, Budišov, Pačejov, Rohozná (arch. č. SÚRAO 1 až 8/04)	
[55]	Růžičková, E., Zeman, E. (1992): The Blahutovice – 1 borehole near Hranice na Moravě: weathering effects in Badenian deposits. Scripta, 22: 128-132.	
[56]	Vieno, T. and Nordman, H. 1999. Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara – TILA-99. Posiva Oy, Helsinki, POSIVA 99-07, 253 p.	
[57]	Huotari, T. and Kukkonen, I. 2004. Thermal expansion properties of rocks: Literature survey and estimation of thermal expansion coefficient for Olkiluoto mica gneiss. Posiva Oy, Olkiluoto, Working Report 2004-04, 62 p.	
[58]	IAEA (2003): Scientific and Technical Basis for the Geological Disposal of Radioactive Wastes. Technical report series No. 413, IAEA, Vienna, 2003.	
[59]	Planning and Design Considerations for Geological Repository Programmes of Radioactive Waste. IAEA-TECDOC-1755, rok: 2014	
[60]	Preservation of Records, Knowledge and Memory across Generations (RK&M) – Monitoring of Geological Disposal Facilities – Technical and Societal Aspects. NEA/RWM/R 2014	
[61]	Monitoring and Surveillance of radioactive Wastew Disposal Facilities, SSG-31, IAEA 2014.	
[62]	Vokál A., Pospíšková I., Vondrovic L. et al, Střednědobý plán výzkumu a vývoje pro potřeby umístění hlubinného úložiště 2015 – 2025, v připomínkovém řízení	
[63]	SÚJB dokument, Interpretace kritérií pro umísťování jaderných zařízení a návrh jejich průkazů, Bezpečnostní návod BN-JB-1.14, SÚJB, duben 2012	
[64]	Boulton, G.S., Kautsky, U., Morén, L., Wallroth, T., 2001: Impact of long-term climate change on a deep geological repository for spent nuclear fuel. SKB Technical Report, TR-99-05	
[65]	Holub J. a kol., Referenční projekt povrchových i podzemních systémů HÚ v hostitelském prostředí granitových hornin v dohodnuté skladbě úvodního projektu a hloubce projektové studie, 1999, (arch. č. SÚRAO 30/99, 33/99)	
[66]	Pospíšková I. a kol., Aktualizace referenčního projektu HÚ v hypotetické lokalitě, ÚJV Řež, a. s., 2008 - 2012, (arch. č. SÚRAO 3/09, 22/09, 21/10, 56/10, 9/11, 10/11, 16/11, 29/11, 4/12, 5/12)	
[67]	Šimůnek P., Výběr lokality a staveniště HÚ RAO v ČR – Analýza území ČR, Energoprůzkum Praha, s. r. o., 2003, arch. č. SÚRAO 10/03, 11/03, 55/03, 56/03	
[68]	Sdružení společností Aquatest, a. s., a Stavební Geologie Geotechnika, a. s., (GeoBariéra), Provedení geologických prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště, 2003 - 2005, arch. č. SÚRAO 57/03, 58/03, 1 – 7/04, 49 – 51/05	
[69]	Werner K. et al.: Ecohydrological Responses of Diversion of Groundwater: Case Study of a Deep-Rock Repository for Spent Nuclear Fuel in Sweden. AMBIO 2013: 42:517-526.).	
[70]	Forum on Stakeholder Confidence, NEA/OECD, 2014	
[71]	Aktualizace koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem, Praha, listopad 2014	
[72]	Statut Pracovní skupiny pro dialog, http://www.surao.cz/cze/Pracovni-skupina/Statut-pracovni-skupiny	

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

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

www.surao.cz