www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Srovnávací analýza českých kritérií pro výběr úložiště

Posudek na zakázku zemských vlád Horních a Dolních Rakous

Darmstadt,
21.07.2017

Autorky a autoři

Dipl.-Geol. Stefan Alt
Dipl.-Ing. Beate Kallenbach-Herbert
Dr.-Ing. Veronika Ustohalova

Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 17 71
79017 Freiburg
Hausadresse
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin
Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Obsah

Seznam obrázků 6
Seznam tabulek 7
Seznam zkratek 8
Souhrn 9

1. Podnět 11

2. Přehled o českém procesu vyhledávání úložiště 12

2.1. Aktéři 12
2.2. Aktuální stav legislativy a hlavní požadavky na ukládání 13

2.2.1. Atomový zákony a související vyhlášky 13
2.2.2. Koncepce likvidace radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva 13

2.3. Základní koncepce ukládání v České republice 14

2.4. Dosavadní průběh výběru úložiště v České republice 15

2.4.1. Vyhledávání lokality pro úložiště v letech 1990 - 2001 15
2.4.2. Restart vyhledávání lokality pro úložiště v letech 2002 - 2017 16
2.4.3. Pokračování vyhledávání lokality 2009 - 2017 17
2.4.4. Současné plány pro blízkou budoucnost 18

3. Etapy vyhledávání lokality v České republice 20

3.1. Etapa 1 - koncepce a plánování 20
3.2. Etapa 2 - vyhodnocování lokalit 22
3.3. Etapa 3 - charakterizace lokalit 27

3.3.1. Projekt Geobariéra 27
3.3.2. Přípravy k detailnějším geologickým průzkumům 28
3.3.3. Projekt „Moldanubikum“ k variantám lokalit v blízkosti jaderných elektráren 29

4. Aktuální stav procesu výběru 30

4.1. Střednědobý plán výzkumu a vývoje 2015 - 2017 30

4.1.1. Hlavní oblasti výzkumu 31
4.1.2. Národní a mezinárodní projektové záměry 31

4.2. Zařazení metodiky ke kritériím 33

4.2.1. Verze dokumentu 33
4.2.2. Účel a postavení v procesu 33
4.2.3. Metodika 34
4.2.4. Diskurs k metodickému pokynu o kritériích uvnitř „Pracovní skupiny Dialog o geologickém úložišti“ (PS) 35
4.3. Důležitý obsah a cíle metodického pokynu ke kritériím 36

5. Proces výběru úložiště ve Finsku, Švédsku, Švýcarsku a Německu 38

5.1. Finsko 39

5.1.1. Finský proces výběru lokality 39
5.1.2. Geologická kritéria výběru lokality 44
5.1.3. Výběrová kritéria „vztahující se k životnímu prostředí“ 45

5.2. Švédsko 46

5.2.1. Švédský proces výběru lokality 46
5.2.2. Kritéria výběru ve švédském procesu 47

5.3. Švýcarsko 50

5.3.1. Švýcarský proces výběru lokality 50
5.3.2. Kritéria pro proces výběru 50

5.4. Německo 53

5.4.1. Německý proces výběru lokality 53
5.4.2. Geovědná vylučující kritéria 54
5.4.3. Geovědné minimální požadavky 54
5.4.4. Geovědná kritéria porovnávací 54
5.4.5. Kritéria porovnávací podle vědeckého plánování 55

6. Celkové hodnocení 56

6.1. Hodnocení nadřazených aspektů 56

6.1.1. Plánovaný postup v českém procesu výběru lokality 56
6.1.2. Česká koncepce úložiště 58
6.1.3. Bezpečnostní filosofie 59
6.1.4. Kvalita informací 59

6.2. Hodnocení „Požadavků, indikátorů vhodnosti a kritérií“ uvedených v metodickém pokynu SÚRAO 60

6.2.1. Základní požadavky ((SÚRAO 2015d). kap. 2) 61
6.2.2. Návrhové indikátory ((SÚRAO 2015d). kap. 5) 62
6.2.2.1. Proveditelnost podzemních zařízení ((SÚRAO 2015d). kap. 5.1) 62
6.2.2.2. Proveditelnost povrchových zařízení ((SÚRAO 2015d). kap. 5.2) 63

6.2.2.3. Náklady ((SÚRAO 2015d). kap. 5.3) 64
6.2.3. Indikátory a kritéria týkající se bezpečnosti ((SÚRAO 2015d). kap. 6) 64
6.2.3.1. Dlouhodobá bezpečnost ((SÚRAO 2015d). kap. 6.2) 64
6.2.3.2. Provozní bezpečnost ((SÚRAO 2015d). kap. 6.4) 68
6.2.4. Indikátory vztahující se k životnímu prostředí ((SÚRAO 2015d). kap. 7), socioekonomické aspekty a otázky přijatelnosti ((SÚRAO 2015d). kap. 8) 69
6.3. Závěr 70

7. Seznam literatury 71

8. Příloha 79

Seznam obrázků

Obrázek 3-1: 27 lokalit, stav 1991 (Kříž et al. 1991) s doplněním o další dva regiony (č. 30/31) podle (Woller et al. 1998) 21

Obrázek 3-2: Koncepce postupného výběru lokality podle (Piskač et al. 2003) 23

Obrázek 3-3: Oblasti s předpokládanými vhodnými geologickými podmínkami 24

Obrázek 3-4: Návrh lokalit podle (Piskač et al. 2003) s ohraničením SÚRAO 27

Obrázek 4-1: Varianty lokalit 2016 34

Seznam tabulek

Tabulka 2-1: Fáze/cíle geologického ukládání 14

Tabulka 8-1: Přehled lokalit v průběhu procesu výběru, etapa 1 a 2 76

Tabulka 8-2: Příklad tabelárního hodnocení charakteristik lokality pro devět variant lokality 78

Seznam zkratek

Zkratka	Český význam	Anglický nebo německý význam
ČEZ	České energetické závody	Tschechischer Energieversorger (CEZ Group)
ČBÚ	Český báňský úřad	Tschechische Bergbaubehörde
ČGS (ČGÙ)	Česká geologická služba (ehem. Český geologický ústav)	Staatlicher geologischer Dienst in Tschechien
CVUT Prag	České vysoké učení technické v Praze	Technische Universität Prag
DIAMO	DIAMO, státní podnik Stráž pod Ralskem	DIAMO Staatsbetrieb (Uranbergbau und Uranerz-Aufbereitung)
IAEA		International Atomic Energy Agency
ICRP		International Commission for Radiation Protection
NAGRA		Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
MH	Ministerstvo hospodářství České republiky	Ehem. Wirtschaftsministerium der Tschechischen Republik 1992 - 1996
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky	Ministerium für Industrie und Handel
MŽP	Ministerstvo životního prostředí České republiky	Umweltministerium
PS	Pracovní skupina pro dialog o hlubinném úložišti	Working Group on Dialog on Deep Geological Repository
PÚZZZK	Prúzkumné území pro zvlastní zásah do zemské kury	Untersuchungsgebiet für „spezifische Eingriffe in die Erdkruste“
PVP Bukov	Podzemní výzkumné pracoviště Bukov	Untertagelabor Bukov
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost České republiky	State Office for Nuclear Safety of the Czech Republic
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů	Radioactive Waste Repository Authority
ŠKODA JS a.s.	ŠKODA Jaderné strojírenství a.s.	ŠKODA kerntechnischer Maschinenbau
ÚJV Řež	ÚJV Řež, a. s. - Ústav jaderného výzlumu Řež	Nuclear Research Institute Řež
WATRP		Waste Management Assessment and Technical Review Program of IAEA
ZUPA	zájmové území povrchového areálu	In der Fläche ausgewiesenes Interessengebiet

Shrnutí

Na zakázku zemských vlád Dolních a Horních Rakous analyzoval Öko-Institut aktuální stav českého procesu výběru úložiště pro v podstatě vysoce radioaktivní odpady se zaměřením na kritéria k tomu používaná.

Ústřední dokument pro analýzu byl metodický pokyn pro aplikaci kritérií zveřejněný SÚRAO v roce 2015 pro aktuální fázi výběru lokality. Za účelem vystižení kontextu se popisují směrodatní aktéři, zákonný rámec a česká koncepce ukládání. Do rešerše byly zahrnuty vedle anglických veřejně dostupných textů i české originální zdroje. Jako srovnávací základna byly zohledněny procesy výběru lokality ve Finsku, Švédsku, Švýcarsku a Německu ve vztahu ke kritériím tam používaným.

Česká koncepce ukládání sleduje úložiště v krystalické hostitelské hornině a v podstatě se odkazuje na podobné koncepce ve Skandinávii. Co se týče technologie ukládacích kontejnerů pro vysoce radioaktivní odpady, přejímá ale koncepci kontejneru ocelového ze Švýcarska, která byla vyvinuta pro úložiště v jílovitých horninách. Do jaké míry je česká koncepce s ohledem na zajištění dlouhodobé bezpečnosti srovnatelná s koncepcí skandinávskou, kde se předpokládá použití měděných kontejnerů, zůstává nejasné.

Bezpečnostní filosofie sledovaná v českém procesu výběru lokality nemá (znatelně) za cíl, jinak než např. v Německu, nalézt s ohledem na bezpečnost *co nejlepší* lokalitu. Místo toho se na lokality nahlíží při dodržení bezpečnostních požadavků jako na *vhodné* a tím z hlediska bezpečnosti na stejnocenné. Ty pak lze vzájemně srovnávat a hierarchizovat na základě úhlů pohledu, jež se k bezpečnosti nevztahují.

Výběr lokality v České republice má historii, která začíná na počátku 90. let. Aktuálně se diskutuje celkem devět variant lokality, z nichž šest vzešlo z dosavadního procesu výběru. V minulých letech byly do výběru dodatečně zahrnuty tři další možnosti v okolí bývalého uranového dolu a obou českých lokalit s jadernými elektrárnami a v současnosti se prověřují společně s ostatními.

Česká kritéria pro úložiště slouží v současném procesu k další redukci již vybraných variant na konečné dvě lokality. Tato redukce má proběhnout do roku 2020. Metodický pokyn ke kritériím obsahuje tematicky pokrývající výčet indikátorů a kritérií pro výběr lokality. Obtíže spočívají především v jejich aplikaci a vážení při hodnocení variant lokality, které jsou k dispozici. Ústřední charakteristiky orientované na dlouhodobou bezpečnost se mají odhadovat na základě současného stavu poznatků, bez bezprostřední informace z oblastí vytipovaných pro úložiště, dalekosáhle na základě přípovrchových poznatků, generických předpokladů a analogických závěrů z cizích lokalit. Z dnešního hlediska se zdá přinejmenším velmi sporné, zda se může podařit získat další znalosti ve smyslu oznámených, ale zatím neprovedených průzkumných opatření do roku 2020. Pokud nízký stav poznatků specifických pro lokalitu povede k tomu, že charakteristiky lokality vztahující se k bezpečnosti nebudou dále diferencovány a na lokality se proto bude nahlížet jako na stejně vhodné, mohou získat nepřípustně velký vliv na výběr lokality vylučující kritéria nevztahující se k bezpečnosti. Výběr lokality spočívající na bezpečnosti by v tomto případě zajištěn nebyl.

Z našeho hlediska je třeba na další průběh českého procesu výběru lokality postavit následující požadavky:

- průkaz, že souhra technických bariér (superkontejner a bentonitová ochrana) s krystalickou hostitelskou horninou může vést minimálně k rovnocenné prognóze dlouhodobé bezpečnosti jako skandinávská koncepce úložiště.

- provedení programů průzkumů vztahujících se k lokalitám *před* dalším zúžením variant lokality s cílem odůvodnitelné diferenciace variant lokality podle bezpečnostních charakteristik.
- jasné přiznání se k prioritě bezpečnosti, jasné usměrnění střetů zájmů a cílů k bezpečnosti.
- jasné usměrnění indikátorů a kritérií nevztahujících se k bezpečnosti k bezprioritnímu významu a aplikaci.

Pro další angažmá zemských vlád Dolních a Horních Rakous v českém procesu výběru lokality lze proto doporučit prověřit českou argumentaci při dalším zúžení variant lokality na to, zda varianty lokalit byly odstupňovány primárně podle bezpečnostních charakteristik a zda kritéria a indikátory nevztahující se bezprostředně k bezpečnosti úložiště byly aplikovány explicitně bezprioritně. Dále lze doporučit prověřit údaje použité k hodnocení vztaženému na lokality na to, zda byly získány skutečně specificky pro danou lokalitu a zda jsou vhodné jako základ pro kvalifikované hodnocení.

1. Podnět

V České republice se vyhledává lokalita pro úložiště vysoce radioaktivních odpadů vznikajících provozem českých jaderných elektráren. V úložišti má být uloženo odhadem 10.000 tTK (tun těžkého kovu) vyhořelého jaderného paliva. Výběr lokality vedl naposledy k počtu sedmi potenciálních lokalit pro úložiště, z nichž šest lokalit, stejně jako obě lokality českých jaderných elektráren leží ve vzdálenosti jen několik málo desítek km od rakouské hranice a tamějších spolkových zemí Horních a Dolních Rakous. V současnosti se v České republice vedou další úvahy s cílem doplnit tento výběr ještě v roce 2017 o dvě další potenciální lokality v bezprostředním okolí Dukovan a Temelína. V následujících letech má být potom výběr zúžen nejdříve na dvě lokality. Jedna z nich má být do roku 2025 označena jako národní lokalita pro úložiště, samotné úložiště má být uvedeno do provozu zhruba v roce 2065.

Z důvodu blízkosti hranic od lokalit nacházejících se ve výběru je z pohledu vlád Horních a Dolních Rakous dána dotčenost jejich spolkových zemí potenciálními přeshraničními vlivy budoucího úložiště. Mají proto bezprostřední zájem na vyhledávání lokality v České republice provedeném pod primátem bezpečnosti.

Vlády Horních a Dolních Rakous na tomto pozadí pověřily Öko-Institut e.V. vypracováním srovnávací analýzy českých kritérií pro výběr úložiště. SÚRAO v této souvislosti zveřejnilo v květnu 2015 dokument (SÚRAO 2015a) s kritérii pro výběr lokality, který by měl být základem analýzy. V červenci následovala formálně přizpůsobená verze (SÚRAO 2015c). Dokument je k dispozici také v oficiálním anglickém překladu (SÚRAO 2015d), který jsme používali pro naši analýzu primárně.

Naše rešerše ukázaly, že hodnocení metodického pokynu ke kritériím vyžaduje též jeho zařazení do kontextu procesu českého výběru lokality. Za tímto účelem jsme doplňkově přibrali i české originální zdroje. Následující posudek se v kapitole 2 věnuje nejdříve národním aktérům podílejícím se na procesu výběru lokality, zákonnému rámci jakož i základní koncepci ukládání a sleduje dosavadní průběh výběru lokality v České republice. Kapitola 3 pojednává sady kritérií používané v dosavadních etapách výběru lokality.

V kapitole 4 se osvětluje aktuální stav českého procesu výběru lokality na základě k tomu klíčových dokumentů. Kapitola 5 vypovídá o podobných procesech ve Finsku, Švédsku, Německu a Švýcarsku jako o srovnávací základně, dříve než se v kapitole 6 přikročí k celkovému hodnocení českých kritérií pro úložiště.

2. Přehled o českém procesu vyhledávání úložiště

2.1. Aktéři

Bezprostřední aktéři podílející se na vyhledávání lokality v České republice jsou

- SÚRAO[1]: jako nositel procesu a majitel povolení zodpovědný za provoz všech zařízení na likvidaci radioaktivních odpadů včetně již existujících přípovrchových úložišť pro slabě a středně radioaktivní odpady. Na zadání české vlády SÚRAO provádí výběr lokality pro úložiště pro vysoce radioaktivní odpady a vyhořelé palivové články. SÚRAO je státní organizace pod kontrolou ministerstva průmyslu a obchodu (MPO). Úkoly a financování SÚRAO jsou definovány v atomovém zákoně (zákon č. 263/2016 (Czech Parliament 2016).
- SÚJB[2]: regulační a schvalovací úřad kompetentní pro všechna jaderně technická zařízení a s tím spojené aktivity. Oprávnění a kompetence SÚJB jsou specifikovány v atomovém zákoně (dříve zákon č. 18/1997 Sb. (Czech Parliament 1997) popř. aktuální zákon č. 263/2016 Sb. (Czech Parliament 2016)). SÚJB je nezávislý státní úřad, má vlastní rozpočet a je bezprostředně podřízen českému premiérovi.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) zpracovává a aktualizuje českou koncepci likvidace vyhořelých palivových článků a radioaktivních odpadů a přebírá národní závazky vůči Evropské unii co se týče podávání zpráv.
- Ministerstvo životního prostředí (MŽP): kompetentní pro otázky vlivů na životní prostředí.
- Ministerstvo financí (MF): spravuje finance v souvislosti s likvidací radioaktivních odpadů na jaderném účtu.
- ČEZ (česká energetická společnost) má jako provozovatel jaderných elektráren za povinnost platit odvody na jaderný účet (mj. na financování výstavby úložiště)[3]
- do procesu jsou zapojeny následné úřady (stavební úřad, báňský úřad), pokud jsou kompetentní např. k otázkám územního plánování nebo horního práva.
- „Pracovní skupina pro dialog o hlubinném úložišti“ (PS[4]): Byla založena v roce 2010 s cílem vnést do procesu výběru lokality více průhlednosti a zlepšit účast veřejnosti (PS 2015a). Členy jsou SÚJB a SÚRAO, MPO a MŽP, zástupci českého parlamentu, zástupci dotčených obcí a nevládních organizací[5], jakož i odborníci a právní expert. Od roku 2015 je tato původně nezávislá pracovní skupina podřízena jako poradní grémium Radě vlády pro energetickou a surovinovou strategii České republiky. Zástupci svazu nevládních organizací Zelený kruh své členství v PS vypověděli koncem roku 2016. Odůvodnili to tím, že MPO a zástupci státních orgánů návrhy pracovní skupiny zcela ignorují.

---

[1] SÚRAO (Správa úložišť radioaktivních odpadů, https://www.surao.cz/en)

[2] SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, https://www.sujb.cz/en/)

[3] http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/czech-republic.aspx

[4] PS (Pracovní skupina pro dialog o hlubinném úložišti, PS, https://www.surao.cz/en/dgr/working-group-for-dialogue- on-the-deep-geological-repository

[5] Zastoupeny jsou popř. byly: Zelený kruh (svaz českých ekologických nevládních organizací, http://www.zelenykruh.cz/en/), OS Zachovalý kraj (občanské sdružení z dotčené obce, https://www.zachovalykraj.cz), Calla (http://calla.cz/index.php?lang=eng), člen svazu Zelený kruh

- Do procesu výběru lokality jsou dnes zapojeny kromě toho různé vědecko technické instituce. ÚJV Řež[6] vykonává výzkumné a inženýrské práce a je aktivní mj. v projektu podzemní laboratoře PVP Bukov. Státní hornický podnik DIAMO[7] pracuje v oblasti sanací pozůstatků po českém uranovém hornictví, ale i v oblasti zásobování jadernými palivy. V současnosti je DIAMO zapojeno do různých projektů ke geologické analýze v rámci výběru lokality a do výstavby podzemní laboratoře PVP Bukov. Česká geologická služba ČGS[8] podporuje SÚRAO jako kompetentní orgán v oblasti geologických věd v procesu výběru lokality a je samozřejmě rovněž zapojena do projektu podzemní laboratoře PVP Bukov. Stavební fakulta ČVUT v Praze se podílí mj. na pokusech v technickém měřítku v tzv. průzkumné štole Josef za účelem vyzkoušení skladování ve vrtech.

2.2. Aktuální stav legislativy a hlavní požadavky na ukládání

2.2.1. Atomový zákony a související vyhlášky

Oprávnění a příslušnosti institucí byly stanoveny v české atomovém zákoně (zákon č. 18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997, (Czech Parliament 1997)), který byl nahrazen 1. ledna 2017[9] novelizovaným atomovým zákonem (zákon č. 263/2016 Sb. ze dne 14. července 2016 (Czech Parliament 2016)). Novelou atomového zákona vstoupily v platnost i nové vyhlášky, mezi jiným vyhláška č. 378/2016 Sb. (SÚJB 2016b) o umísťování jaderných zařízení v České republice, která nahrazuje do té doby platnou vyhlášku 215/1997 Sb. To má význam do té míry, že metodický pokyn ke kritériím položený za základ naší analýzy (SÚRAO 2015d) pochází z roku 2015, vyžaduje tedy aktualizaci s ohledem na novelizovaný právní rámec.

Nakládání s radioaktivními odpady a likvidace jaderných zařízení jsou předmětem vyhlášky č. 377/2016 Sb. (SÚJB 2016a). Zde se reguluje mj. skladování a likvidace jakož i odstavování zařízení k likvidaci radioaktivních odpadů.

Vyhláška č. 378/2016 (SÚJB 2016b) o vyhledávání lokality definuje v § 18 požadavky na rozsah průzkumu a metody posouzení potenciálních lokalit pro úložiště. Směrodatné jsou podle toho mechanismy transportu a zadržování v hostitelské hornině při zohlednění náležitých technických bariér. Vyhláška konkretizuje požadavky na základní charakteristiky lokality a vlastnosti horniny. Předchozí vyhláška 215/1997 Sb. (SÚJB 1997) pojednávala základní požadavky ve formě vylučujících a podmiňujících kritérií. Ta již v aktuální vyhlášce č. 378/2016 (SÚJB 2016b) jako taková obsažena nejsou, jsou ale stanovena formou základních požadavků v jednotlivých paragrafech.

2.2.2. Koncepce likvidace radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva

[6] ÚJV Řež, a. s (Ústav jaderného výzlumu Řež, http://www.ujv.cz/en/)

[7] DIAMO, state enterprise, Stráž pod Ralskem, http://www.diamo.cz/en/

[8] ČGS (Česká geologická služba, http://www.geology.cz/extranet/vav/environmentalni-technologie/radioaktivni-odpady)

[9] v rámci implementace směrnice Rady 97/43/Euratom ze dne 25. června 2009

Česká koncepce likvidace odpadů[10] popisuje příslušnosti a strategii při likvidaci jaderných odpadů včetně geologického ukládání. Příslušné ministerstvo MPO uveřejnilo první verzi koncepce v květnu 2002 (MPO 2002), v roce 2014 následovala aktualizace, která ale zatím není definitivně schválena. Koncepce definuje cíl likvidace, uvádí milníky až do roku 2025 a přináší výhled až do konce 21. století. Ačkoli proces definitivního schvalování zatím nebyl uzavřen, veškeré dokumenty zveřejněné po roce 2014 se odvolávají na stanovené dílčí cíle, které jsou formulovány v aktuálním znění následovně (tabulka 2-1):

Tabulka 2-1: Fáze / dílčí cíle geologického ukládání

No.	Objective	Milestone/ Responsible
8	To ensure the safe storage of SNF, HLW and LILW not acceptable at near-surface repositories until the commissioning of the deep geological repository.	Continuously/ producers, SÚRAO
9	To select at least 2 suitable candidate locations for DGR construction and submitting the result together with the positions of the communities concerned to the Government for approval.	2020/SURAO
10	To develop, approve and manufacture transportation-storage containers for vitrified waste from the reprocessing of SNF from the LVR-15 research reactor.	2022/producers
11	To develop the design and safety documentation required for the issuance of a decision on the final site (with community consent) and submission of an application for land protection at the selected site.	2025/SURAO
12	Commencement of the construction of an underground laboratory at the final site.	2030/SÚRAO
13	Commencement of the construction of the deep geological repository.	2050/SÚRAO
14	Commencement of deep geological repository operation.	2065/SÚRAO

Zdroj: (MPO 2014)

2.3. Základní koncepce ukládání v České republice

Česká koncepce ukládání předpokládá ukládání vyhořelých palivových článků jakož i ostatních radioaktivních odpadů, které neodpovídají požadavkům stávajících přípovrchových úložišť, v krystalické hostitelské hornině v hloubce zhruba 500 m. Radioaktivní odpady mají být uloženy v betonových kontejnerech v ukládacích komorách. Ve střednědobém plánu výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b) je uveden jako základ pro plánování úložyiště odhad množství odpadů, které je třeba uložit: v budoucím úložišti má být uloženo 12.000 t vyhořelých palivových článků (okolo 7.700 tTK), asi 1 m³ vysoce radioaktivních odpadů z přepracování palivových článků z výzkumných reaktorů a asi 4.300 t nízko a středně radioaktivních odpadů. Pro uložení vyhořelých palivových článků se předpokládá uložení vertikální ve vrtech nebo horizontální v tzv. superkontejnerech.

[10] angl.: Concept of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel Management in the Czech Republic

Pod pojmem „superkontejner“ se rozumí ocelový kontejner, který je uložen v bentonitovém plášti. Vlastní ocelový kontejner je zhotoven dvouplášťově: vnější plášť se skládá z uhlíkové oceli, vnitřní z nerezové ušlechtilé oceli[11]. Přitom je nápadné, že se nepředpokládají žádné tlustostěnné měděné kontejnery, které nalézají uplatnění v pokročilých koncepcích ukládání v krystaliniku ve Švédsku a Finsku. Koncepce „superkontejneru“ je vlastně typická pro koncepce ukládání v jílovci, při nichž hostitelská hornina přispívá podstatně k dlouhodobému zadržování radionuklidů. V krystaliniku má integrita kontejneru po delší časová období větší význam z důvodu vzájemného působení se spodní vodou, které je tomu třeba připsat, pročež použití korozně stabilnějšího měděného kontejneru představuje stav vědy a techniky.

2.4. Dosavadní průběh výběru úložiště v České republice

2.4.1. Vyhledávání lokality pro úložiště v letech 1990 - 2001

Až do konce 80. let spočívala strategie likvidace vyhořelých palivových článků v České republice v jejich odevzdání k likvidaci v tehdejším Sovětském svazu, odkud byly neozářené palivové články i dodávány (ČSKAE 1987). Povinnost odběru nebo převzetí odpadů ze Sovětského svazu s tím spojena nebyla. Proto otázka geologického úložiště pro vysoce radioaktivní odpady a vyhořelé palivové články v tehdejším Československu měla nejdříve podřadný význam. Teprve rozpadem východního bloku v roce 1989 a v roce 1991 následným zrušením smlouvy o odevzdání vyhořelých palivových článků Sovětskému svazu byla dána nutnost vybudování národního geologického úložiště.

V době mezi lety 1991 a 1993 byla problematika projednávána v rámci záměru ÚSP RVT A 01-159-812 („Optimalizace systému zneškodňování RAO“) v národním kontextu. Na tento záměr navázal v roce 1993 další státní projekt k přípravě úložiště. Projekt byl řízen tzv. „radou šesti“ (MH, MPO, MŽP, SÚJB, ČEZ, ÚJV Řež) a koordinován ÚJV Řež.

Práce za účelem identifikace potenciálně vhodných regionů byly prováděny podle stěžejních bodů od roku 1991 tehdejší geologickou službou ČGÚ. ČGÚ označil nejdříve 27 vhodných území vycházejíc z regionálně geologických informací a geologických map českého území, které byly k dispozici. Tato území (viz obrázek 3-1 v kap. 3.1 a tabulku 8-1 v příloze) zahrnovala vedle krystalických hornin různého formování i výskyt sedimentárního slínu (srov. též obrázek 3-3 v kapitole 0). Podstatné výsledky jsou shrnuty v (Kříž et al. 1991).

Další následné projekty se rovněž zabývaly vyhodnocením geologických podkladů a byly zasazeny do rozsáhlého geologického mapování (např. v (ČGÚ 1997-99)). Na tomto základě byly identifikovány krystalické formace jako prioritní varianty hostitelské horniny.

Pro reprezentativní materiálové výzkumy a vývoj metod byla zvolena lokalita v Melechovském masívu u Dolního města v krystalickém typu hostitelské horniny. V této souvislosti byla v roce 1992 poprvé zahrnuta též expertíza švédské SKB. Tyto geologické výzkumy probíhaly až do roku 2006 (ČGS 2011).

V roce 1993 byl stav českého výzkumu úložiště poprvé předmětem Review-Mission MAAE v rámci tehdejšího „Waste Management Assessment and Technical Review Program“ (IAEA-WATRP 1998). Členy týmu Peer-Review byli zástupci z Francie,

[11] Brožura Hlubinné úložiště, SÚRAO 2016, https://www.SÚRAO.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-hlubinne- uloziste-2016.pdf, viz též: https://www.SÚRAO.cz/data/original/files/dgr/deep-geological-repository-project-design.pdf

Německa, Švédska, Švýcarska a Spojených států. Tým formuloval doporučení především ohledně přizpůsobení pravidel, jasného přiřazení kompetencí a zapojení veřejnosti.

Zveřejnění směrnice MAAE “Siting of Geological Disposal Facilities - A Safety Guide”. (Safety Series No. 111-G-4.1.) (IAEA 1994a) bylo v České republice vzato za podnět k přizpůsobení procesu výběru lokality formálně jedné z těchto směrnic.

Pokračování geologických průzkumů řízené od roku 1994 „radou šesti“ pod vedením ÚJV Řež vycházelo i nadále v podstatě z vyhodnocování archívních dat[12]. Práce navazovala na (Kříž et al. 1991) a na její záměry následných projektů. Cílem bylo zúžení dosud přijatého výběru. Přitom se upevnil názor, že v České republice by byly pro úložiště vhodné výlučně plutonické (granitoidní) krystalinické útvary Českého masívu. Celkem bylo pro další analýzu vybráno dvanáct regionů s granitickými horninami a jeden region s ultrabazickým výskytem horniny. Ve výsledku autoři doporučili k další analýze osm lokalit (Woller et al. 1998; SÚRAO 2004b).

Výsledky tohoto hodnocení byly zpřístupněny široké veřejnosti, zejména dotčeným obcím teprve v roce 2001. Protože práce provedené do té doby byly sotva diskutovány ve veřejnosti a protože oznámení proběhlo především prostřednictvím sdělovacích prostředků, narazil tento postup na mohutný veřejný protest. SÚRAO musela poté zařídit úplné přepracování. V tomto obnoveném vyhodnocení měla být provedena komplexní analýza geologických podmínek při zohlednění zákonných požadavků na výběr lokality pro jaderná zařízení a při zvážení možných střetů zájmů, socioekonomických aspektů a místní infrastruktury (Piskač et al. 2003).

2.4.2. Restart vyhledávání lokality pro úložiště v letech 2002 - 2017

Revize výběru lokality na podnět SÚRAO je popsána v (Piskač et al. 2003). S odkazem na český atomový zákon měl v procesu vážení platit primát požadavků na jadernou bezpečnost a na ochranu před zářením nad jinými požadavky (SÚRAO 2004a). S oporou v IAEA Safety Guide 111-G-4.1. (IAEA 1994a) byly vedle geovědných kritérií zahrnuty též střety zájmů nebo cílů, socioekonomické aspekty jakož i požadavky na infrastrukturu. V odstupňovaném procesu bylo v prvním předvýběru vybráno jedenáct lokalit a po vyhodnocení výhod a nevýhod navrženy dvě varianty omezení na 8“+1“ bzw. „6+1“ [13] lokalit.

Průzkumy probíhaly v rámci národní koncepce likvidace radioaktivních odpadů (MPO 2002). V této koncepci likvidace byly konkretizovány i průběh a milníky výběru lokality pro geologické úložiště. Podle toho se předpokládal výběr dvou lokalit do roku 2015 a z nich do roku 2025 stanovení definitivní lokality. Tyto časové milníky byly později z důvodu zpožďování procesu výběru přizpůsobeny a přitom bylo posunuto omezení na dvě zbývající varianty lokalit nejdříve na rok 2018.

V roce 2003 SÚRAO zadala v projektu Geobariéra (Geobariéra 2006) poprvé konkrétní studie k předběžnému hodnocení a charakterizaci lokalit. Přitom započaly povrchové popř. přípovrchové geologické průzkumy na šesti lokalitách nahlížených jako potenciálně vhodné. Všech šest lokalit[14] vykazuje granitické horninové formace. Zaměření na tento typ hornin bylo zdůvodněno koncentrováním odborných a finančních zdrojů na koncept úložiště nejslibnější v českých poměrech. Výběr šesti lokalit neměl oficiálně znamenat žádné zásadní odmítnutí ostatních lokalit, mnohem více byla ponechána možnost vrátit se znovu k lokalitám ponechaným stranou.

---

[12] Woller et al. 1998: „Kritická rešerše archivovaných geologických informací“

[13] k tomu viz kapitolu 0

[14] Lodhéřov, Budišov, Blatno, Božejovice, Pačejov, Rohozná

V roce 2004 se konalo druhé IAEA Peer Review se zástupci z Německa, Finska, Francie a Švýcarska (SÚRAO 2004b). Byly zaznamenány pokroky dosažené od doby předešlého Peer Review v roce 1994, poukazovalo se na to, že proces výběru lokality se stále nachází v rané fázi. Byla vyslovena některá doporučení co se týče technických aspektů koncepce úložiště a budoucího průkazu bezpečnosti. K technickým aspektům výběru lokality nebyly formulovány žádné poznámky. (SÚRAO 2004a).

Setrvalý protest dotčené veřejnosti vedl nakonec k pětiletému moratoriu počínajícímu v roce 2004. Vyhodnocení výsledků dosažených v rámci projektu Geobariéra pokračovalo ovšem ještě do roku 2005. V souvislosti s moratoriem SÚRAO zaměřila ohnisko dalších činností nejdříve na proces komunikace s veřejností[15]. Byly zveřejněny nové informační podklady a pro dotčené obce byly provedeny informační akce (IPPA 2012).

2.4.3. Pokračování vyhledávání lokality 2009 - 2017

Po ukončení moratoria v roce 2009 bylo MPO a SÚRAO pověřeno vládou pokračováním vyhledávání lokality pro geologické úložiště. K šesti lokalitám již dříve nahlíženým projektem Geobariéra jako mnohoslibné byly přiřazeny do užšího výběru dvě další: Boletice (vojenský výcvikový prostor) a Kraví hora (v blízkosti Rožné, tehdy posledního provozovaného uranového dolu ve střední Evropě, srov. obrázek 4-1 v kap. 4.2.2). Boletice se ale po prvních průzkumech ukázaly jako geologicky nevhodné, a proto nebyly dále sledovány jako možnost. Tím tedy bylo v tomto okamžiku v užším výběru sedm lokalit.

Za účelem hodnocení geologických poměrů se v dalším kroku předpokládala povrchová geologická průzkumná opatření ke zjištění rozlohy potenciálně vhodných geologických struktur. Pro tyto a po nich následující průzkumy s hlubokými vrty je potřeba podle českého práva zvláštního povolení ministerstva životního prostředí MŽP pro „specifické zásahy do zemské kůry“ (PÚZZZK) v dané průzkumné oblasti (Kališová 2016). Průzkumné práce měly být provedeny státním podnikem DIAMO. Ve svém plánu záměrů pro období od roku 2012 (SÚRAO 2011) SÚRAO posunula první krok zúžení na čtyři lokality na období po roce 2016, výběr konečných dvou lokalit na období po roce 2018. Jako podstatný důvod překážky byl uveden odmítavý postoj většiny dotčených obcí.

Se souhlasem MPO se měly další průzkumy soustředit nejdříve na Kraví horu, kde se jednání s dotčenými obcemi setkala se souhlasem. Především z důvodu tamějších, mezitím k uzavření určených uranových dolů a z důvodu zkušeností státního podniku DIAMO jako provozovatele těchto dolů platí tato lokalita zřejmě za dobrou příležitost. I přes chybějící srozumění ostatních dotčených obcí podala v roce 2013 SÚRAO žádosti o stanovení průzkumného území pro povrchové průzkumy a zásahy do podloží (PÚZZZK) kromě toho i v šesti ostatních lokalitách (Kališová 2016). Tento krok vyvolal obnovený odpor v dotčených obcích a zatížil spolupráci mezi SÚRAO a dotčenými obcemi.

Ministerstvo životního prostředí (MŽP) v roce 2015 souhlasilo se stanovením sedmi požadovaných průzkumných území a udělilo povolení (Slovák 2016). Platnost povolení byla omezena do konce roku 2016. Některé obce proti tomuto rozhodnutí podnikly právní kroky. Nezávisle na tom SÚRAO začala s přípravnými pracemi, důležitou součástí byla přitom opatření k získávání akceptance jako prezentace předpokládaných prací ve veřejnosti.

---

[15] Realizaci procesů participace v procesech vyhledávání úložiště ve východní Evropě mělo podporovat vícero evropských výzkumných projektů: k těm podstatným patřila Argona (probíhala v letech 2006 - 2009, http://cordis.europa.eu/pub/fp6-euratom/docs/argona-final-full-report_en.pdf) , IPPA (průběh v letech 2011 - 2013, http://www.ippaproject.eu/)

S prodloužením platnosti povolení, o něž požádala SÚRAO, ovšem ministerstvo životního prostředí z důvodu formálních chyb nesouhlasilo. Činnosti provedené do konce roku 2016 zahrnovaly výzkum, monitoring, průzkum terénu a odběry vzorků. Kromě toho byly vytvořeny geovědné modely specifikované pro lokality. Z důvodu odmítnutí prodloužení platnosti povolení se musely další práce nejdříve odsunout (SÚRAO 2017a).

Již v roce 2015 začala SÚRAO se zvažováním dalších dvou lokalit, které se rozkládají v bezprostředním sousedství lokalit jaderných elektráren Dukovany a Temelín a které dosud nebyly předmětem procesu výběru lokality (SÚRAO 2016a). V obou případech se argumentuje již velmi vyvinutým stavem poznání o geologii lokality, který plyne z výstavby jaderných elektráren. Podle názoru SÚRAO ze stavu poznání, který je k dispozici, vyplývá zásadní vhodnost podobná již vybraným variantám. Jako další argument se uvádí akceptance projektů likvidace jaderných odpadů, kterou lze očekávat v okolí jaderných elektráren ze strany obyvatelstva. Tato argumentace upomíná příklady z Finska (viz též kap. 5.1) a Švédska (viz též kap. 5.2), kde byly již na počátku vzaty do procesu zvažování lokality tamějších jaderných elektráren jako kandidátní lokality s podobně pragmatickými důvody a nakonec určovaly výběr lokality pro úložiště.

2.4.4. Současné plány pro blízkou budoucnost

I nadále se plánují prohloubené průzkumy v sedmi momentálně vybraných lokalitách Březový potok, Čertovka, Čihadlo, Horka, Hrádek, Magdaléna und Kraví hora[16]. Přitom se mají nejdříve provést pozemní geologické průzkumy. K tomu patří mj. obnovená mapování, hydrogeologické průzkumy a geofyzikální měření in situ.

Souběžně s tím probíhají geologické průzkumy v dodatečných lokalitách v blízkosti jaderných elektráren Temelín a Dukovany (SÚRAO 2016a). V rámci toho se znovu vyhodnocují především již existující geovědná data a provádějí se doplňující terénní průzkumy. V případě pozitivního hodnocení se i zde podají žádosti o stanovení průzkumného území. Pozoruhodné v této souvislosti je, že se nezávisle na probíhajícím ověřování vyjádřila před odbornou veřejností předsedkyně regulačního úřadu SÚJB pro to, aby české úložiště bylo umístěno nejlépe v blízkosti jaderných elektráren Temelín nebo Dukovany (NE 2016).

Ve svém střednědobém plánu výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b)[17] oznamuje SÚRAO provedení průzkumných programů specifických pro lokalitu, které mají vést k omezení variant na dvě lokality do roku 2020. Obě poslední lokality mají být detailně prozkoumány do roku 2024, aby bylo možné nakonec jednu z obu lokalit navrhnout pro realizaci úložiště a druhou jako rezervní možnost.

SÚRAO kromě toho oznámila zintenzivnění mezinárodní spolupráce v oblasti výzkumu úložiště. Vedle spolupráce s francouzskou ANDRA byla podepsána odpovídající memoranda nebo smlouvy o spolupráci s finskou POSIVA a italskou SOGIN. Další spolupráce existuje se švédským SKB.

V tiskové zprávě z července 2016 kromě toho SÚRAO oznámila, že chce znovu ověřit lokality Borohrádek, Opatovice-Silvánka, Lodín-Nový Bydžov a Teplá (srov. obrázek 3-4),

[16] viz též: https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste/zkoumane-lokality

[17] SÚRAO 2015b, kap. 5, str. 35

které byly naposledy vyhodnoceny jako neprioritní[18]. Tři prvně jmenované lokality se rozkládají východně Prahy a tím ve střední popř. severní oblasti českého území, zatímco lokalita Teplá se nachází na západě poblíž německo české hranice. Tyto lokality prověřované ve druhé linii platí za náhradní řešení, pokud by ze současných potenciálních lokalit nebyla vybrána žádná definitivní. Do jaké míry se toto ověřování, jehož první výsledky byly v tiskové zprávě avízovány na konec roku 2016, konalo a s jakým výsledkem, není z podkladů, které jsou momentálně k dispozici, zřejmé. V každém případě se kromě citované tiskové zprávy k tomu nedají dohledat žádné další dokumenty.

[18] https://www.surao.cz/tiskove-zpravy/clanek-275-alternativy-pri-hledani-vhodne-lokality-a-projekt-moldanubikum

3. Etapy vyhledávání lokality v České republice

Od roku 2004 se s odkazem na IAEA Safety Guide Nr. 111-G-4 1 (IAEA 1994a)[19] proces výběru lokality v České republice dělí do čtyř etap:

1. koncepce a plánování
2. vyhodnocení lokalit
3. charakterizace lokalit
4. výběr lokality.

Proces výběru lokality se nachází v současnosti podle názoru SÚRAO v etapě 3. Etapa 4 zatím nenásledovala. V následujících kapitolách budou popsány metody a kritéria jednotlivých etap 1 až 3 českého výběru lokalit.

3.1. Etapa 1 - koncepce a plánování

Etapa 1 zahrnuje podle českého chápání období mezi lety 1991 a 1998. Výběr lokality v tomto období vycházel výlučně z uvažování geologických aspektů. Potenciální lokality se měly identifikovat na základě vhodných geologických podmínek. První výběr (Kříž et al. 1991) vedl ke 27 potenciálně vhodným lokalitám (viz obrázek 3-1). V podkladech, které jsou k dispozici, nejsou dokumentována ani kritéria ani postup nebo nějaké odůvodnění výběru vztahující se k lokalitě.

V návaznosti na tento první výběr začal nejdříve základní výzkum nezávislý na lokalitách k typu hostitelské horniny krystalinikum v testovací lokalitě Melechovský masív (srov. kap. 2.4.1). Výsledky měly poskytnout vědecký základ pro další konkretizaci geologických kritérií při výběru lokality. Mj. byly zkoumány transportní vlastnosti horniny a z toho získaná data byla použita v pozdějším generickém referenčním projektu (hypotetická lokalita úložiště, (Skopový et al. 1999)) a jeho aktualizaci v roce 2012 (ÚJV 2012). Tehdejší geologická služba ČGÚ se svého času rozhodla na doporučení švédského SKB nepoužívat materiálové průzkumy v krystalické hornině na žádné z potenciálních lokalit z důvodu zabránění porušení tamějších horninových formací způsobenému výzkumnými pracemi. Výzkumný projekt v Melechovském masívu byl zahájen v roce 1993 a ukončen v roce 2010. Na testovací lokalitě byly v této době vyhloubeny vrty a provedeny strukturálně geologické, geofyzikální, geochemické a hydrologické výzkumy (Procházka V. 2010).

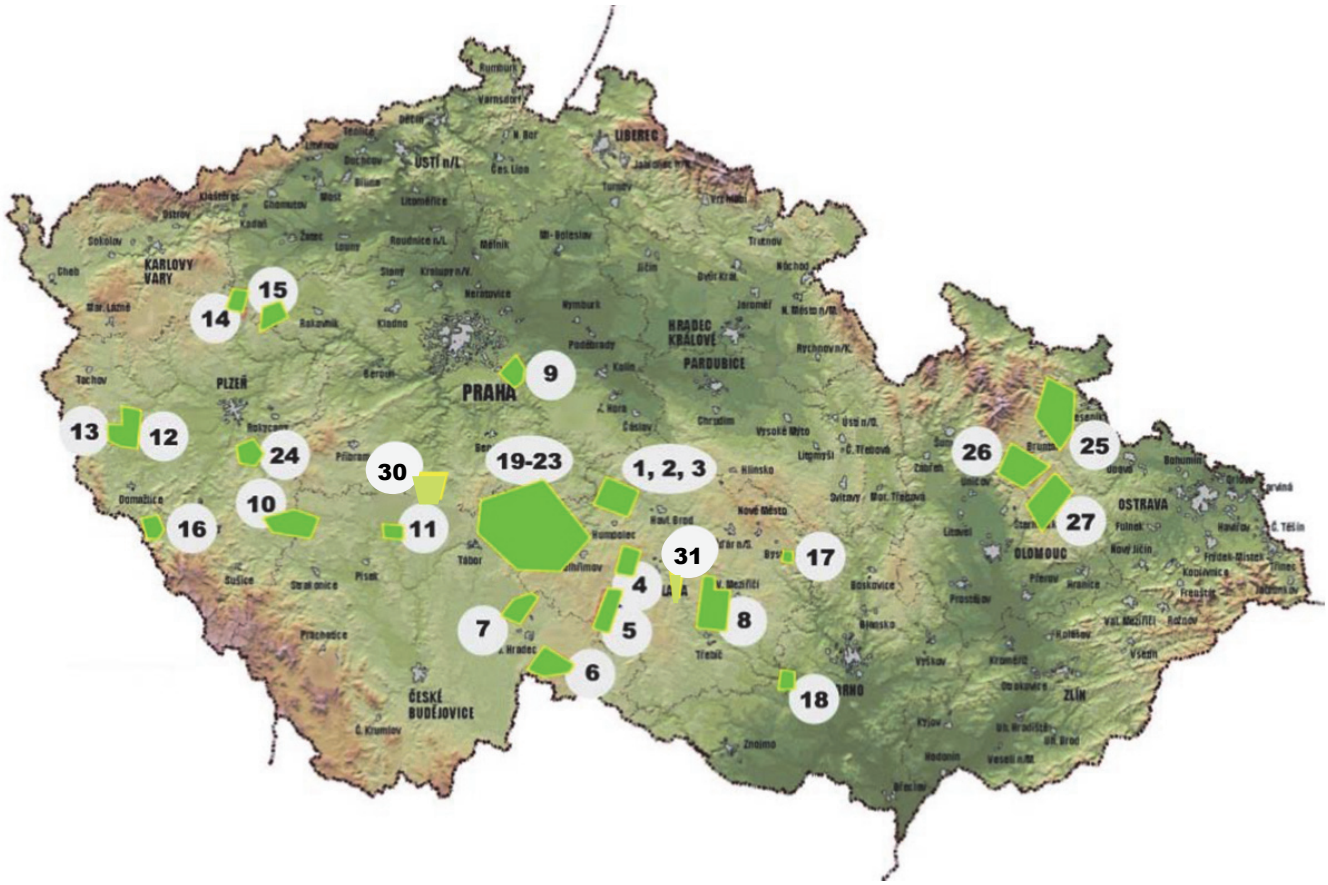
V roce 1993 zveřejnil ČGÚ dvě doprovodné práce k vývoji kritérií a metodiky pro vyhodnocování geologických vlastností, které byly potřebné pro další výběr lokality:

- Návrh semikvantitativních kritérií geologických aspektů hostitelské horniny úložiště (Zelinka 1993)
- Metodika geologických průzkumných prací pro strukturu hostitelské horniny v magmatických horninách (Procházka et al. 1993)

Dále byl vyvinut základní koncept pro geologické průzkumy s ohledem na vyhledávání výskytu hostitelské horniny pro úložiště.

[19] IAEA 1994a sice již neplatí, zavedené rozdělení do čtyřech etap je na tom ale nezávislé, a proto i nadále platné.

Obrázek 3-1: 27 lokalit, stav 1991 (Kříž et al. 1991) s doplněním dalších dvou regionů (č. 30/31) podle (Woller et al. 1998)



Zdroj: podle (SÚRAO 2004b), autory doplněno o lokality 30 a 31

Pro lokality vyjmenované v první fázi byla provedena v dalším projektu detailní rešerše geologických informací (Woller et. al. 1998). Přitom se měly v prvním kroku shromáždit všechny dostupné geologické informace pomocí za tím účelem vyvinuté sady kritérií a měla se kriticky zhodnotit jejich kvalita jakož i ověřitelnost výběru jmenovaných lokalit. Ve výsledku byly identifikovány nedostatky v informacích a chybějící informace doplněny, pokud to bylo možné. Zvláštní pozornost byla přitom věnována zřejmě seismologickým údajům. Rešerše nebyla omezena na dosud vybrané lokality, nýbrž zahrnovala prostorově celý Český masív jakož i vyhodnocení zkušeností z průzkumů potenciálních typů hostitelské horniny ve státech mimo Českou republiku.

V následujícím se práce soustředily na metodiku k pokračujícímu hodnocení 13 regionů, které se jako stěžejní body nacházely v granitických výskytech hornin (viz též tabulku 8-1 v příloze). Na základě disponibilních informací (tektonické, petrografické, geochemické, hydrogeologické, inženýrsko geologické, geofyzikální a geodynamické údaje) a (poprvé dokumentovaných) kritérií bylo třeba provést užší výběr popř. oproti (Kříž et al. 1991) pokračující upřesnění oblastí, které by byly mnohoslibné pro další i nadále neinvazivní průzkumy. Výběr bylo možné odůvodnit ověřitelným způsobem.

Předmětem ověření vhodnosti pak bylo hodnocení granitických výskytů hornin zejména s ohledem na prostorovou rozlohu, rozšíření do hloubky a tektonickou stabilitu, jakož i homogenitu a geotechnické vlastnosti hornin. Disponibilní data byla vyhodnocena s ohledem na jejich kvalitu a stupeň prozkoumanosti dané lokality a porovnána sadou

kritérií. Bylo analyzováno zhruba 1.400 archívních podkladů s vyhodnocením asi 2.000 vrtů a byla vybudována digitální databáze.

Vedle dvoustupňové, čistě geovědné sady kritérií byly poprvé zahrnuty i potenciální střety zájmů jako kvalitativní kritéria. Tím byly dány celkově následující skupiny kritérií:

- **První stupeň kritérií -** rozsah a kvalita disponibilních dat, mapy a vrty s ohledem na geologii, geofyziku, geochemii, petrografii a mineralogii, hydrogeologii, inženýrskou geologii a geotechniku
- **Druhý stupeň kritérií -** posouzení dané lokality s ohledem na
  - homogenita horniny
  - tektonické struktury, pukliny, poruchy
  - hydrotermální nebo jiné alterace horniny
  - postačující rozšíření do hloubky odpovídající předpokládané hloubce úložiště mezi 500 - 1.000 m pod povrchem zemským
  - seismická stabilita
- **Střety zájmů -** zájmy chráněné zvláštními ustanoveními (např. chráněná území)

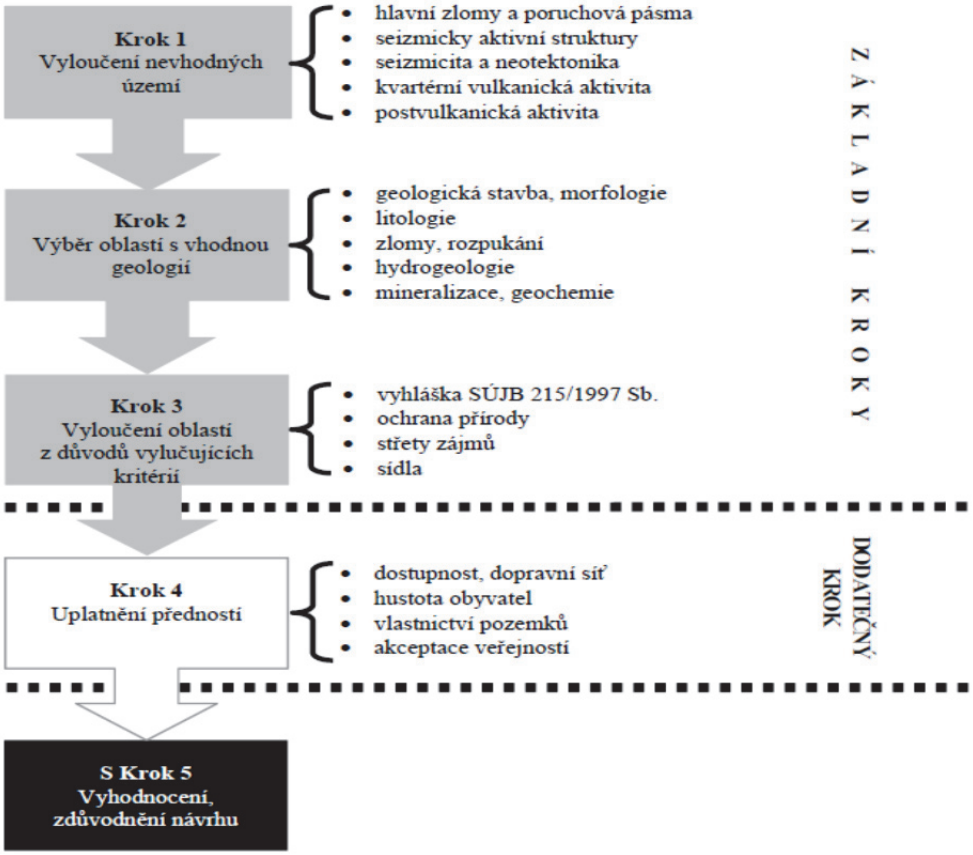
V práci (Woller et al. 1998) je dokumentováno kvalitativní hodnocení ke každému kritériu podle hodnotící stupnice (1-plně akceptovatelné, 2-ještě akceptovatelné, 3-už neakceptovatelné). Hodnocení probíhalo na základě expertního posudku. Ve výsledku doporučili (Woller et al. 1998) další analýzu osmi lokalit. Největší význam přitom měla seismologická data, zatímco geologické nebo hydrogeologické poměry v plánované hloubce úložiště (500 - 1000 m pod povrchem zemským) hodnoceny být nemohly, protože k dispozici byly pouze údaje z vrtů do hloubek maximálně zhruba 80 m, v jednotlivých případech až do 100 m.

3.2. Etapa 2 - vyhodnocování lokalit

Ve druhé etapě výběru lokality následovalo posouzení vybraných lokalit v rámci prací (Piskač et al. 2003) a podpůrných studií ČGÚ. Za tímto účelem byl vyvinut proces v pěti krocích při zahrnutí geologických a jiných kritérií (viz obrázek 3-2), v němž byla odzkoušena přednostně geologická kritéria, střety zájmů, socioekonomické aspekty jakož i požadavky infrastruktury bezprioritně. K tomu byla definována podmíněná kritéria, indikátory vhodnosti, limitování (vylučující kritéria v užším smyslu) jakož i parametry pro fyzikální a chemické vlastnosti a funkce úseků úložiště (srov. (Lorenz et al. 2013)[20].

[20] německý překlad informací z Piskač et al. 2003 v Lorenz et al. 2013, str. 19 a násl.

Obrázek 3-2: Koncepce postupu při výběru lokality podle (Piskač et al. 2003)



Zdroj: (Piskač et al. 2003) - citováno v (Geobariéra 2006)

V práci (Piskač et al. 2003) se cituje zásadní podmínka vyhlášky SÚJB č. 215/1997 Sb. (SÚJB 1997): pro podzemní část úložiště musí být zachován izolující účinek vůči uloženým radionuklidům po dobu řádově 10^5 až 10^6 let. V práci (Piskač et al. 2003) bylo kromě toho koncepčně předpokládáno pro krystalický typ hostitelské horniny jednopatrové úložiště, z čehož se vyvodila jako základní požadavek potřeba plochy nejméně 1,5 x 2,0 km v hloubce 600 - 800 m. Podzemní a povrchová část úložiště by měly být realizovány pokud možno na stejném místě, uvnitř okruhu asi 5 km[21].

1. krok: vyloučení nevhodných regionů z geologicko tektonického hlediska

Základem je analýza poruchových zón, seismické aktivity, vulkanické a postvulkanické aktivity. Celé území České republiky bylo s odkazem na požadavky IAEA Safety Guide No. 50-SG-S1 (IAEA 1991) formulované vlastně pro vyhledávání lokality pro jaderné elektrárny analyzováno ohledně seismicky aktivních tektonických struktur, seismických rizik jakož i ohledně vulkanických a postvulkanických aktivit. Jako databáze sloužila disponibilní literatura a inženýrsko seismologické analýzy, které byly provedeny v rámci zvažování možných lokalit pro stavbu jaderně technických zařízení v době mezi lety 1980 a 2000.

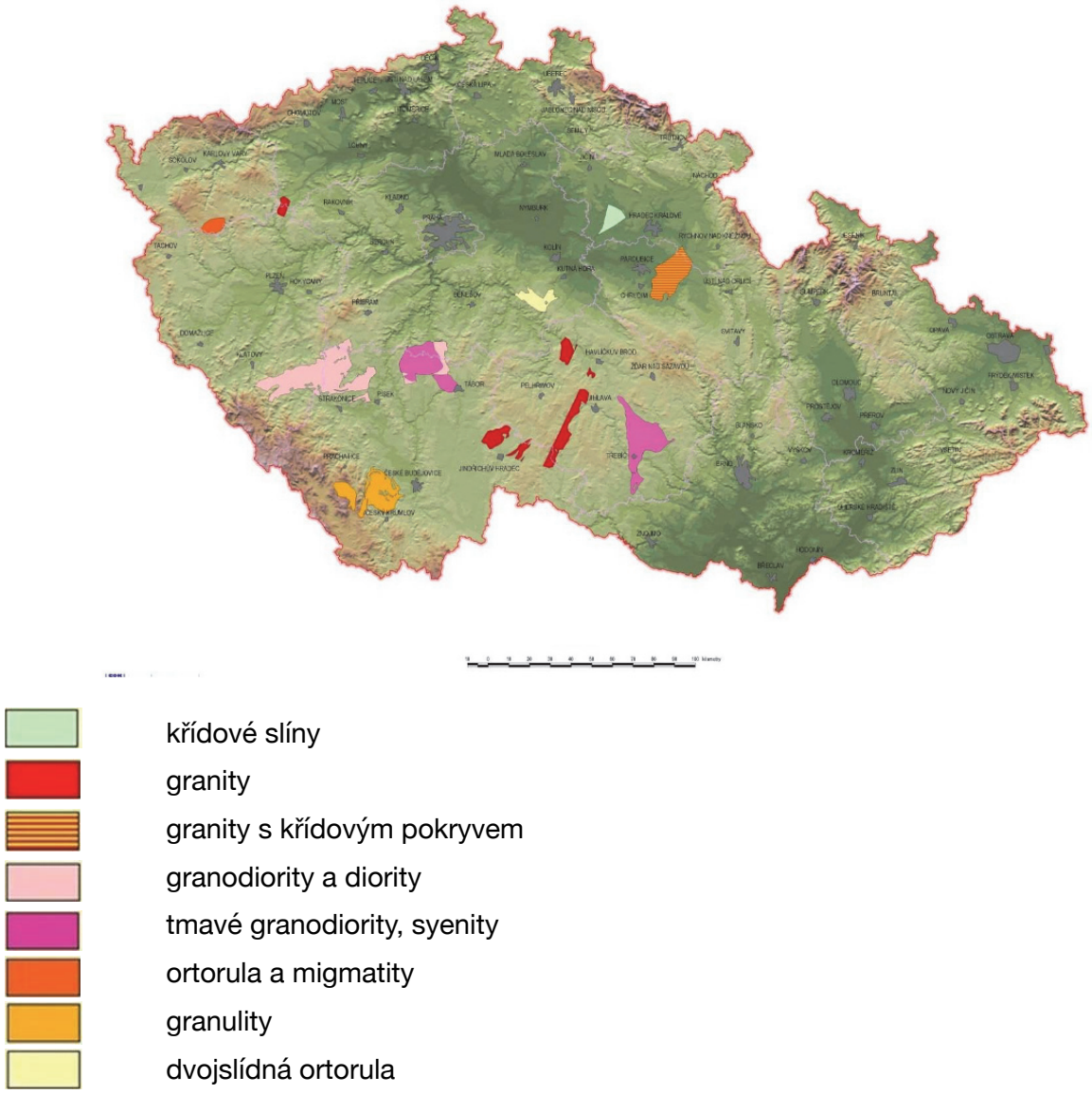
[21] Lorenz et al. 2013, str. 20

Tím byly dány koridory podél tektonických zlomových zón, na které se nahlíželo jako na nevhodné pro další výběr lokality[22].

2. krok: výběr regionů s mnohoslibnými geologickými podmínkami

Tento krok se zabýval identifikací vhodných výskytů hostitelské horniny pro budoucí úložiště. Ověřena byla morfologie, litologie, poruchy a pukliny, hydrogeologie, výskyt minerálů a geochemie. Uvažovány byly vulkanické horniny, různé krystalické horniny (granulit, ortorula, migmatit) jakož i jílovec a slín. Ve výsledku byly vykázány regiony s pravděpodobně vhodnými geologickými podmínkami (viz obrázek 3-3).

Obrázek 3-3: Oblasti s pravděpodobně vhodnými geologickými podmínkami



Zdroj: podle (SÚRAO 2004b)

[22] SÚRAO 2004b, str. 9 a násl.

V podkladech k IAEA Peer Review z roku 2004 (SÚRAO 2004b) byly k tomu uvedeny jednotlivé podmínky, indikátory a rozsahy hodnot, které měly být rozhodující pro první výběr výskytu hostitelské horniny na základě jejích vlastností. Vedle zajištění izolačního účinku pro období 10^5 až 10^6 let byla definována zejména minimální rozloha v závislosti na hostitelské hornině: krystalické výskyty hostitelské horniny měly vykazovat plochu 10 km^2 a sahat do hloubky až 1.500 m, pro sedimentární horniny byla uvedena jako potřebná rozloha plocha 25 km^2 s minimální mocností 100 m (Lorenz et al. 2013)[23].

3. krok: vyloučení oblastí na základě právních předpisů a statusu ochrany

Od třetího kroku postupu byla na zbývající lokality aplikována vylučující kritéria, která se vedle aspektů dlouhodobé bezpečnosti a ochrany před zářením vztahovala zejména na střety zájmů, socioekonomické aspekty a požadavky infrastruktury. Za základ k tomu byla vzata kritéria odpovídající vyhlášce SÚJB č. 215/1997 Sb. o výběru lokality pro jaderně technická zařízení (SÚJB 1997), relevantní ustanovení ochrany životního prostředí a prioritní využití území. Citovaná vyhláška definuje vylučující kritéria (exclusion criteria), která vylučují výběr lokality, a takzvaná „podmiňující kritéria“ (conditional critieria), jejichž pozitivní vyhodnocení je spojeno s dodatečnými technickými opatřeními a s tím spojenou náročností.

V podstatě měla být v tomto kroku aplikována vylučující kritéria podle dvou základních principů, které slouží ochraně obyvatelstva a životního prostředí jakož i vyloučení možného zatížení budoucích generací. Za tímto účelem byly sestaveny sady kritérií s cílem vyloučit z geologicky vhodných oblastí ty, které jsou v konfliktu s požadavky na

- dlouhodobou bezpečnost
- realizovatelnost a bezpečný provoz nebo
- využití území, demografii nebo ochranu životního prostředí.

Bezpečnostní požadavky odpovídající mezinárodním dohodám (jako např. Joint Convention, (IAEA 1997)) a příslušná doporučení MAAE (IAEA 1995) měly být přitom zohledněny rovněž.

(Piskač et al. 2003) k tomu uvádí následující požadavky na výběr lokality

a) kritéria se vztahem k dlouhodobé bezpečnosti

- přirozené geologické bariéry, pro něž je prokazatelné zachování jejich integrity v časovém intervalu až do 10^6 let
- technické bariéry:
  - musejí být uspořádány tak, aby průměrný roční příkon dávkového ekvivalentu kritické skupině obyvatelstva nepřekročil 250 µSv/rok, o tom musejí být předloženy transparentní důkazy.
  - je třeba uvážit tři možné způsoby uvolnění do biosféry:
    - transport plynů hostitelskou horninou

[23] německý překlad informací z Piskač et al. 2003 v Lorenz et al. 2013, str. 19 a násl.

- transport spodní vodou v pórech a puklinách
- obnažení úložiště v důsledku endogenních nebo exogenních vlivů

b) realizovatelnost a bezpečný provoz

- ochrana spodních vod
- vyloučení střetů zájmů ohledně využitelných zdrojů, narušení ranou nebo současnou nebo budoucí hornickou činností
- dodržení bezpečné vzdálenosti od důležité infrastruktury jako jsou letiště, energetické zdroje, průmyslová zařízení atd.

c) demografie a ochrana přírody

- je třeba uvažovat ekonomický, kulturní a sociální potenciál regionu
- je třeba zohlednit území ochrany přírody

• respektování mezinárodních smluv a závazků

- mj. vyloučení pohraničí se sousedními státy - hranice potenciální lokality by měla být v souladu s vyhláškou SÚJB č. 215/1997 Sb. (SÚJB 1997) vzdálena od státní hranice nejméně 15 km.

4. krok: posouzení potenciálně výhodných nebo nevýhodných, bezpečnostně nerelevantních aspektů

Vedle vylučujících kriitérií prvního a druhého kroku postupu a „podmiňujících kritérií“ druhého kroku postupu se mělo ve čtvrtém kroku postupu provést srovnání lokalit s ohledem na výhody nebo nevýhody ohledně

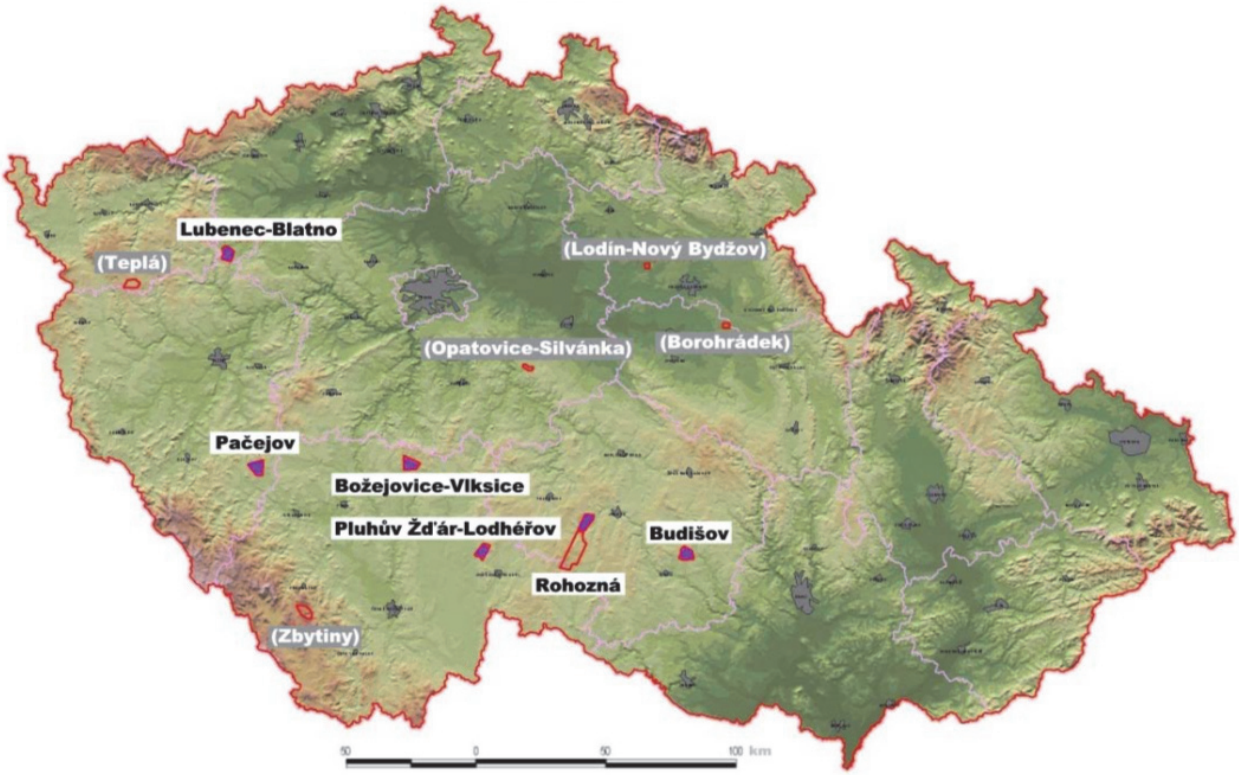
- přístupnosti
- infrastruktury
- hustoty obyvatelstva
- vlastnických poměrů k pozemkům
- krajinného rázu
- přírodního radonového rizika a
- akceptance veřejnosti.

5. krok: finální vyhodnocení a zdůvodnění lokalit navrhovaných pro další proces

(Piskač et al. 2003) došli v konečném výsledku k závěru, že na českém území lze vyhradit celkem jedenáct lokalit potenciálně vhodných pro výstavbu úložiště. Po zvážení všech nevýhod a výhod byly z toho navrženy dvě varianty zúžení počtu: 8“+1“ a 6“+1“. Možnost „+1“ přitom znamenala severočeskou pánev poblíž sasko-české hranice, která měla být zahrnuta do ověřování proveditelnosti variantně. S výjimkou výskytu sedimentární horniny na lokalitě Lodín se jedná v uvažovaných potenciálních výskytech hostitelské horniny o horniny krystalické (srov. obrázek 3-4 a tabulku 8-1).

SÚRAO se v dalším průběhu rozhodla prioritizovat šest lokalit s výskytem krystalické hostitelské horniny a přitom se orientuje na variantu 6“+1“. Oněch šest upřednostňovaných lokalit a pět ze zbývajících náhradních lokalit (Piskač et al. 2003) je znázorněno na obrázku 3-4. Pozoruhodné je, že oněch šest upřednostňovaných lokalit se nachází již v nejranějším výběru podle (Kříž et al. 1991) (srov. obrázek 3-1), oněch pět náhradních lokalit naproti tomu nikoli.

Obrázek 3-4: Návrh lokalit podle (Piskač et al. 2003) s omezením podle SÚRAO



Poznámka: šest lokalit k dalším průzkumům (černé písmo na bílém pozadí), pět rezervních lokalit (bílé písmo na šedém pozadí)
Zdroj: (SÚRAO 2004b)

3.3. Etapa 3 - charakterizace lokalit

Podle odhadu SÚRAO se český proces výběru lokality nachází v současnosti v etapě 3 podle (IAEA 1994b) spojené s nárokem provést pokračující hodnocení vztažené na lokality (charakterizace) prioritizované k nynějšímu okamžiku. Ve výsledku této etapy mají nakonec zůstat k výběru ještě dvě lokality, z nichž má být v etapě 4 vybrána lokalita určená k výstavbě úložiště.

3.3.1. Projekt Geobariéra

Dosud nejobsáhlejší práce k výběru lokality, specifická pro dané lokality, a k příslušným kritériím byla provedena v rámci projektu Geobariéra v letech 2003 až 2006 konsorciem

vícera institucí (Geobariéra 2006). Přitom mělo být dále prozkoumáno již šest stanovených lokalit (srov. obrázek 3-4). Projekt byl rozdělen do tří dílčích kroků:

1. Vybudování a provoz geografického informačního systému (GIS). Pomocí GIS měly být shromážděny do jedné databanky různé datové a informační typy a tím měl být vytvořen jeden základ pro další vyhodnocování.
2. Geovědné výzkumy k ověření homogenity těles krystalické horniny v lokalitách určených k průzkumům s následujícími úkoly:
   - aktualizace rešerší disponibilních geologických informací
   - aktualizace rešerší ohledně střetů zájmů
   - interpretace satelitních a leteckých snímků
   - letecká a terestrická geofyzikální měření (gama spektrometrie, elektromagnetické metody, magnetometrie)
   - pochůzky
   - další geografické omezení uvažovaných ploch v lokalitách
3. Předběžné studie proveditelnosti specifické pro lokalitu

Kritéria

- geovědná kritéria byla odvozena z požadavků ohledně:
  - tektonické stability lokality charakterizované vzdáleností od poruch popř. poruchových zón různých kategorií.
  - dobré možnosti popsat horninové těleso, tzn. malé komplexnosti (v kontextu krystalických hornin zvýhodněno nepřítomností xenolitů, žilných hornin nebo možných ložisek)
  - nepřítomnosti příznaků geodynamické aktivity
  - jednoduchých hydrogeologických poměrů s nízkou horninovou propustností a plochými gradienty
  - vhodné konfigurace horniny ohledně přístupnosti pro geologické průzkumy
- dále byla odvozena následující kritéria ohledně proveditelnosti:
  - vyhlášení zájmových oblastí o velikosti 15 - 19 ha, tzv. ZUPA (zájmové území povrchového areálu). Tyto plochy byly vybrány na základě pozitivních vlastností ohledně přístupnosti, morfologie, demografie, dopravní infrastruktury, technické infrastruktury atd., jež mohou mít význam pro průzkumy samotné i pro možnou výstavbu úložiště.
  - doprovodné analýzy technických a ekonomických, socioekonomických a demografických rizik, jakož i rizik pro životní prostředí, historické a kulturní památky.

3.3.2. Přípravy k detailnějším geologickým průzkumům

Pro charakterizaci šesti návrhů vyplývajících z projektu Geobariéra, dodatečně do výběru zařazené lokality Kraví hora a dvou dalších variant poblíž českých lokalit jaderných elektráren (srov. kap. 0 a 0) plánuje SÚRAO provedení povrchových průzkumů na místě, které mají sloužit doplnění dat pro srovnávací analýzu devíti variant lokality. Výsledkem

této „prospecting stage“ má být omezení počtu variant na čtyři. Hluboké vrty až na úroveň předpokládaného ukládání se v tomto kroku ještě nepředpokládají.

V rámci sestavování podkladů potřebných pro povolení (SÚRAO 2017b) shromáždila SÚRAO další strukturovaná geologická, hydrogeologická, geochemická, geomechanická a geofyzikální data za účelem zjištění konkrétních průzkumných lokalit pro povrchové průzkumy a za účelem podání žádosti o příslušná povolení k provedení průzkumů v období mezi lety 2015 a 2017 ve všech lokalitách. V souvislosti s rozšířením souboru dat se přitom odkazuje na kritéria vypsaná v metodickém pokynu ke kritériím (SÚRAO 2015d).

Aktuální projekt průzkumů (SÚRAO 2017b) shrnuje v dílčích zprávách pro sedm lokalit nacházejících se v současnosti ve výběru status quo všech dřívějších prací a disponibilních dat a obsahuje harmonogram plánovaných činností v letech 2015 až 2017. Takové shrnutí pro lokality u lokalit jaderných elektráren je zřejmě ještě rozpracováno (viz též kap. 3.3.3).

Předpokládaná opatření zahrnují následující aspekty:

- zjištění, vyhodnocení a nová interpretace předložených geologických a geofyzikálních informací
- aplikace metod dálkového průzkumu
- geologické průzkumy a mapování
- geofyzikální explorace
- průzkum a analýza vzorků hornin a vody
- vytvoření databank relevantních geologických objektů a jejich vlastností
- hodnocení výsledků, srovnání lokalit a návrh dalšího omezení kandidátního seznamu.

Protože povolení k průzkumům od MŽP byla udělena se lhůtou pouze pro rok 2016 a prodloužení platnosti povolení bylo zatím ze strany MŽP odmítnuto, předpokládané průzkumy v lokalitách nemohly být plně provedeny (v každém případě nelze v disponibilních podkladech nalézt žádné informace o provedení žádaných terénních průzkumů).

3.3.3. Projekt „Moldanubikum“ k variantám lokalit v blízkosti jaderných elektráren

Projekt Moldanubikum[24] (2016 – 2017) (SÚRAO 2016a) se zaměřuje na průzkum obou lokalit v blízkosti jaderných elektráren Temelín a Dukovany.

Práce mají zahrnovat, analogicky k ostatním ověřovaným variantám geologická, hydrogeologická a inženýrsko geologická mapování, povrchová geofyzikální měření a odběry vzorků. V dalším mají být vyvinuty geologické 3D modely daného území. Další součástí projektu je vypracování předběžných studií proveditelnosti specifických pro lokalitu včetně analýzy potenciálních střetů zájmů a vlivů na životní prostředí.

V případě kladných výsledků mají být tyto dvě lokality dále sledovány v procesu výběru lokality jako rovnocenné varianty. Výsledky zatím nebyly zveřejněny.

[24] Jaderné elektrárny Temelín a Dukovany se nacházejí geologicky vzato v českém moldanubiku.

4. Aktuální stav procesu výběru

4.1. Střednědobý plán výzkumu a vývoje 2015 - 2017

Střednědobý plán výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b, 2015e) dává přehled o dosud provedených opatřeních jakož i plánovaných v následujících letech a o výzkumných pracech v českém procesu vyhledávání úložiště. Přitom se vztahuje ke koncepci likvidace radioaktivních odpadů (Konzept 2014). V této souvislosti se konkretizuje i postavení metodiky ke kritériím (SÚRAO 2015d). Kritéria pro výběr lokality mají podle toho odrážet základní požadavky národní legislativy a směrnice EU 2011/70/EURATOM jakož i dodržovat doporučení MAAE a principy „Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and an the Safety of Radioactive Waste Management" (IAEA 1997). Pro budoucí aktualizace metodiky ke kritériím má být jako vstup zahrnut budoucí vývoj v této oblasti jakož i zkušenosti z procesů vyhledávání úložiště v jiných zemích.

V souladu se (SÚRAO 2015b) jsou se střednědobým plánem výzkumu a vývoje spojeny následující cílové představy:

- získání povolení MŽP pro geologický průzkum v průzkumných územích
- získání povolení podle horního práva od českého báňského úřadu
- získání povolení SÚJB k výstavbě úložiště
- získání povolení příslušného stavebního úřadu

První dva body se vztahují k omezení variant lokalit a k výběru finální lokality. Přitom se střednědobý plán vztahuje mimo jiné k takzvanému „referenčnímu projektu" (viz dále níže kapitolu 4.1.2) a k hodnocení lokalit na základě požadavků, indikátorů a kritérií tak, jak jsou formulovány v metodice ke kritériím (SÚRAO 2015d).

Střednědobý plán výzkumu a vývoje má být odpovídajícím způsobem aktualizován každých pět let podle pokroku a získaných informací. Stanoviska dotčených stakeholderů, zejména dotčených obcí, mají být zahrnuta do aktualizace.

SÚRAO popisuje ve svém střednědobém plánu výzkumu a vývoje i provedení průzkumných programů specifických pro lokalitu (SÚRAO 2015b)[25]. Tam jsou uvedeny tyto průzkumné programy jako „scheduled work"[26], tedy jako plánované práce. Rozlišuje se mezi neinvazivní, povrchovou *„prospecting stage"* a spojenou s (prvními) hlubokými vrty *„survey stage"* a prohlubující *„detailed survey stage"*, přičemž posledně jmenovaná přichází v úvahu teprve v průběhu povolovacího řízení a pouze pro obě finální kandidátní lokality.

Současné plánování předpokládá uzavřít „prospecting stage" v sedmi lokalitách a v okolí jaderných elektráren do konce roku 2017 (SÚRAO 2017a). Po vyhodnocení kritérií definovaných pro tuto fázi mají být identifikovány čtyři lokality v roce 2018, v nichž až do roku 2020 mají následovat poprvé hlouběji sahající průzkumy „survey stage". Po vyhodnocení této fáze průzkumu a slyšení dotčených obcí má být omezen výběr pro závěrečnou „detailed survey stage" ze čtyř na dva kandidáty. Tímto omezením by bylo současné poslání metodiky ke kritériím (SÚRAO 2015d) naplněno. Obě poslední lokality mají být až do roku 2024 prozkoumány detailně. Po vyhodnocení výsledků a dalším

[25] SÚRAO 2015b, kap. 5, str. 35

[26] SÚRAO 2015b, kap. 5.1.3, str. 36 a násl.

slyšení obcí pak má být navržena lokalita pro realizaci úložiště a ta druhá upozaděna jako rezervní možnost.

4.1.1. Hlavní oblasti výzkumu

Hodnocení lokalit má zahrnovat vedle realizace geologických průzkumů a dalších charakteristik lokalit následující čtyři hlavní oblasti průzkumů:

- průzkum bezpečnosti pro každou lokalitu, který zahrnuje všechny přístupné informace o lokalitách, popisné 3D modely jakož i provedení a výsledky bezpečnostních analýz
- studie proveditelnosti o technické proveditelnosti úložiště na dané lokalitě
- průzkum vlivů na životní prostředí
- průzkum socioekonomických vlivů úložiště na dotčené obce a zjištění aktuálního veřejného mínění o projektu úložiště na dané lokalitě.

Potřebné informace, data, argumenty, modely a vstupní data se mají získat popř. mají být vyvinuty na základě pěti projektových záměrů, s jejichž realizací bylo započato již v roce 2014:

- geologické průzkumy v sedmi průzkumných územích a poblíž obou lokalit jaderných elektráren (srovnej kapitolu 3.3)
- doplňující průzkumy k hodnocení bezpečnosti, získání potřebných dat a argumentů, vývoj nutných výpočtových nástrojů
- návrh specifických koncepcí úložiště pro lokality
- překrývající hodnocení socioekonomických vlivů v lokalitách

S ohledem na geologické vlastnosti se při hodnocení jednotlivých lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti uvádí, že se má přitom vycházet z předběžných analýz (screening) indikátorů (dat a argumentů) horninového okolí.

Hodnocení má ukázat dané vlastnosti lokality ohledně

- pomalé migrace škodlivin z úložiště do životního protředí
- dlouhodobé stability horninové formace
- pomalé degradace technických bariér
- robustnosti vůči lidskému proniknutí
- popsatelnosti horninové formace a předpovědítelnosti jejího budoucího vývoje
- potřebných technických řešení s ohledem na stavební a provozní bezpečnost.

4.1.2. Národní a mezinárodní projektové záměry

Zejména v první fázi srovnávání lokalit („prospecting stage“) má rozhodovací proces za účelem zmenšení počtu variant z devíti na čtyři stavět na disponibilní databázi, protože dosud nelze provádět žádné hloubkové průzkumy (SÚRAO 2015d). K tomu potřebné předpoklady a analogické závěry mají být odvozeny aplikovaným výzkumem nezávislým na lokalitě. Podstatnou součástí toho je tzv. „referenční projekt“ jakož i výzkumné práce k charakterizaci technických bariér. Podstatnou roli přitom hraje mezinárodní výměna.

Referenční projekt

Takzvaný „referenční projekt“ je modelový projekt generického, na lokalitě nezávislého průzkumu hypotetického úložiště vyvozeného z českých poměrů v podloží. Je postaven mj. na průzkumu testovací lokality v Melechovském masívu (kap. 2.4.1). Vlastnosti tohoto modelu odpovídají pravděpodobným charakteristikám budoucí lokality(UJV 2012). Tento projekt má podle SÚRAO sloužit jako jeden ze základních kamenů pro hodnocení vhodnosti lokality a jako základ pro průkaz bezpečnosti.

První verze referenčního projektu byla vypracována v roce 1999 (EGP 1999). Jeho poslední aktualizace následovala v roce 2012 (UJV 2012). K další aplikaci výsledků se vztahuje střednědobý plán výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b).

Další národní výzkumné projekty

- průkaz bezpečnosti úložiště: konsorcium pod vedením ÚJV Řež
- průkaz proveditelnosti úložiště: konsorcium pod vedením ČVUT
- vývoj kontejneru: konsorcium pod vedením ŠKODA JS a.s.
- vývoj bentonitové bariéry: projekt ČVUT v šachtě Josef, další projekty v přípravě

Mezinárodní spolupráce

SÚRAO, ÚJV Řež a ČVUT se podle vlastních údajů (SÚRAO 2015b) podílejí na následujících mezinárodních projektech[27]:

- EU/EURATOM: DOPAS, CAST, CEBAMA, MODERN 2020, JOPRAD, PETRUS III,
- Projekty ve spolupráci s jinými projektovými partnery: DECOVALEX 2019, LTD, LASMO, FEB- EX-DP, EBS Task Force, HotBent,
- Národní výzkum s mezinárodními partnery:
  - výstavba podzemní laboratoře v Bukově[28] za účasti DIAMO, ÚJV Řež a ČGS ve spolupráci se švýcarskou NAGRA (NAGRA 2015)
  - průzkum analogonového území Ruprechtov ve spolupráci s německou Společností pro zařízení a reaktorovou bezpečnost (GRS), (GRS 2014)

[27] https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste/mezinarodni-projekty

[28] https://www.surao.cz/data/original/files/dgr/the-bukov-underground-research-facility.pdf

4.2. Zařazení metodiky ke kritériím

Metodický pokyn ke kritériím, který nám byl předložen k analýze, je doprovodný dokument střednědobého plánu výzkumu a vývoje pro období 2015 – 2025 (SÚRAO 2015b, 2015e). Navazuje na dříve provedený výběr naposledy sedmi potenciálních lokalit[29] (viz kap. 3.3) a je třeba jej chápat jako součást středně a dlouhodobého plánování. Nelze jej proto hodnotit odděleně od těchto souvislostí.

4.2.1. Verze dokumentu

Za účelem zabránění záměnám je třeba poznamenat, že existuje již vícero verzí české metodiky ke kritériím. První základní verze byla zveřejněna v roce 2002 (Woller F. 2002), poté následovala práce ke kritériím pro hodnocení lokalit v roce 2011 (Woller 2011). Obě práce jsou citovány v dřívějších dokumentech, nejsou nám ovšem k dispozici. Oficiální druhé vydání s jednou formální revizí následovalo v květnu 2015 (SÚRAO 2015a). To neslo označení MP.22. Nejnovější verze pochází z července 2015 (SÚRAO 2015c), která bude vzata v úvahu v následujícím textu. Česká originální verze metodiky ke kritériím byla zveřejněna na webových stránkách SÚRAO, Pracovní skupiny (PS)[30] jakož i zúčastněných občanských iniciativ. Metodika ve své současné formě se vztahuje ještě na staré znění atomového zákona, musela by se tedy v dohledné době aktualizovat, aby odpovídala novele atomového zákona z roku 2017 a jejím relevantním vyhláškám.

Poslední dvě verze metodiky ke kritériím a střednědobého plánu výzkumu a vývoje byly zveřejněny též v anglickém znění na internetové stránce SÚRAO: *„Medium-term plan for the research and development of activities required für DGR siting in the Czech republic in the period 2015 - 2025“* (SÚRAO 2015b) a *“Requirements, suitability indi- cators and criteria for the selection of potential deep geological repository sites”* (SÚRAO 2015d).

4.2.2. Účel a postavení v procesu

Metodika ke kritériím obsahuje pod nadpisem „Document purpose“[31] poukazy k současnému cíli procesu výběru lokality a k postavení metodiky v tomto procesu.

U metodiky ke kritériím se jedná nejdříve o dokument závazný pro zaměstnance SÚRAO. Současně se nechápe jako pevně předepsaný nýbrž jako pracovní podklad k dalšímu rozvíjení. Podstatnou součástí dalšího rozvíjení přitom má být i hodnocení nezávislých expertů. Dokument se odvolává na dosavadní práce, v nichž kritéria již byla vyvinuta a aplikována a které tak nebo podobným způsobem mají najít uplatnění i v metodice ke kritériím.

SÚRAO zřejmě očekává od vlastních nebo externích expertů poznámky, doplňky a kritiku k metodice, které mají být shromážděny a zohledněny v budoucích revizích. Zvláštní postavení má přitom mít Pracovní skupina (PS), v níž mají být podle (SÚRAO 2015c) diskutovány výsledky jednotlivých kroků hodnocení v každé lokalitě jakož i zužující výběr. Závěry PS mají být v návaznosti na to vyhodnoceny a mají být začleněny do závěrečného hodnocení dané etapy výběru lokality.

---

[29] Obě varianty lokalit poblíž lokalit jaderných elektráren zde ještě nejsou explicitně jmenovány.

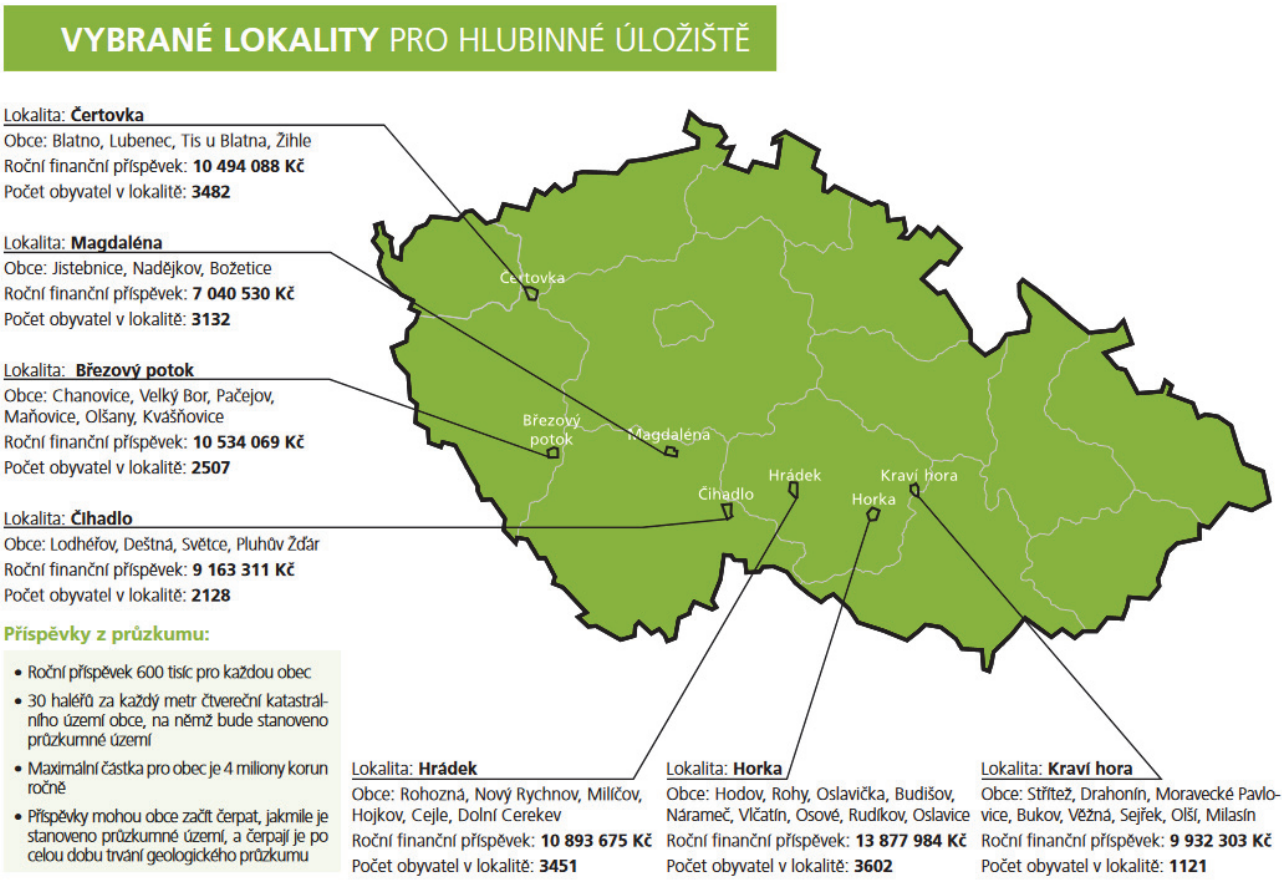
[30] PS (Pracovní skupina pro dialog o hlubinném úložišti, PS, https://www.surao.cz/en/dgr/working-group-for-dialogue-on-the-deep-geological-repository

[31] SÚRAO 2015d, kap. 1.1

V novelizovaných českých předpisech pojednává specifické aspekty a kritéria geologického hlubinného úložiště zejména vyhláška č. 378/2016 Sb. (SÚJB 2016b). Tato vyhláška vstoupila v platnost po zveřejnění metodiky ke kritériím. Zda je metodika s ní v souladu, nemohlo být v rámci naší analýzy uvažováno.

Metodika ke kritériím slouží v jejím současném znění k účelu dalšího omezení již zvolených variant na dvě lokality[32]. Obrázek 4-1 ještě jednou ukazuje varianty lokality přicházející v současnosti v úvahu. Bylo by možno je podle aktuálních diskusí doplnit o obě lokality jaderných elektráren Temelín a Dukovany. Omezení by mělo následovat do roku 2020.

Obrázek 4-1: varianty lokality 2016



Zdroj: https://www.surao.cz/data/original/files/pr/presskit/press-kit-2016.pdf

4.2.3. Metodika

Metodicky vznáší SÚRAO nárok na zkrácení současného seznamu v průběhu dále se rozvíjejícího stavu poznání[33] a v postupném procesu[34]. Přitom se oznamuje pro každý

[32] SÚRAO 2015d, kap. 1.1, str. 11

[33] SÚRAO 2015d, str. 17: „... as our knowledge of the sites broadens and deepens."

[34] SÚRAO 2015d, kap. 4

průzkumný krok prohloubení geologického průzkumu a analýz[35]. Kromě toho z metodických pokynů vyplývá, že mají být vypracovány koncepty úložiště specifické pro lokalitu a pro každou z variant lokality nacházející se ve výběru[36]. To je smysluplné, protože srovnávání mezi jednotlivými variantami lokality vztažené k bezpečnosti musí vždy zohledňovat i koncept specifický pro každou lokalitu, takže nakonec se vzájemně nesrovnávají celkem (jen) charakteristiky lokalit, nýbrž daný úložišťový systém jako celek.

Konkrétní metodika ke srovnávání lokalit se v (SÚRAO 2015d) dále neupřesňuje, což bylo též předmětem kritiky v Pracovní skupině PS. SÚRAO v reakci na tuto kritiku předložila Pracovní skupině krátký popis metodiky jako doplněk (viz (SÚRAO 2016b) a tabulku 8-2 v příloze).

V roce 2017 se ze strany SÚRAO neočekává zřejmě žádné obsáhlé získání poznatků oproti dosud disponibilním informacím. Proto mají být podle (SÚRAO 2016b) kritéria a s jejich hodnocením spojené nejistoty zvažovány nejdříve pomocí odhadu příslušných rizik a šancí, tedy znovu v podstatě vycházející z dosud disponibilních informací a z nich vyvozených hodnocení. Pokud by došlo k tomu, že u nějakého kritéria nebo indikátoru nepostačují informace k odhadu rizika nebo šancí, má to být při hodnocení poznamenáno. Do jaké míry lze při tomto postupu vykázat vzájemné rozdíly mezi lokalitami a to způsobem snesoucím kritiku, je z našeho hlediska nejasné.

Vyhodnocení kritérií má v návaznosti na to následovat ve dvou fázích:

- první fáze: SÚRAO provede po realizaci geologických průzkumů a vycházejíc z výsledků studií o bezpečnostních analýzách, proveditelnosti, vlivech na životní prostředí a o socioekonomii (kap. 4.1.1) vyhodnocení sedmi dosud vybraných lokalit plus dvou lokalit v blízkosti JE a chce přitom zapojit i národní a mezinárodní spolupracující partnery. Nevytvoří se ještě žádné pořadí. Výsledek se předloží ke kontrole a stanovisku expertní skupině (viz kapitolu 4.2.4). První fáze se ukončí odsouhlasením výsledků, přičemž s výsledkem musejí souhlasit nejméně čtyři členové expertní skupiny. Protiargumenty expertů se přiloží ke stanovisku expertní skupiny.
- druhá fáze: SÚRAO stanoví společně s národními a mezinárodními spolupracujícími partnery hierarchii kritérií a indikátorů a jejich vyhodnocení, prioritizuje lokality a navrhne čtyři lokality k dalším průzkumům. Výsledek se znovu předá expertní skupině. Odsouhlasení uvnitř expertní skupiny následuje stejným způsobem jako v první fázi.

Expertní skupina má oprávnění požadovat dodatečné informace a podklady za účelem vyjasnění postupu v rámci každé fáze. Pokud by skupina nesouhlasila s návrhem SÚRAO, je potřebné přepracování správou SURAO. Výsledky hodnocení a s tím spojená stanoviska se prezentují dotčeným obcím a zveřejní se na internetu.

4.2.4. Diskurs k metodickému pokynu o kritériích uvnitř „Pracovní skupiny Dialog o geologickém úložišti“ (PS)

Obsah metodiky ke kritériím (SÚRAO 2015c) byl předmětem diskusí v Pracovní skupině (PS). Zápis z 18. zasedání PS z listopadu 2015 (PS 2015b) zveřejněný na webové stránce SÚRAO jakož i Pracovní skupiny informuje o kritice dokumentu ze strany členů Pracovní skupiny. Podle ní jsou indikátory a kritéria formulována příliš obecně, z dokumentu není

[35] SÚRAO 2015d, str. 17: “The site data and information will be refined and deepened within each consecutive stage by using a more detailed geological survey and more analyses.”

[36] SÚRAO 2015d, kap. 4, str. 17 č. 2 a 3 podle tamějšího číslování

mezi jiným zřejmé, která kritéria jsou relevantní ve které fázi výběru lokality a jak se budou porovnávat potenciální lokality na základě oněch kritérií. Kromě toho Pracovní skupině chybí číselné údaje pro vylučující kritéria a jejich zdůvodnění. Dále není upraven způsob aktualizace dokumentu jakoiž i výběr nezávislých expertů pro externí kontrolu.

Podle zde citovaného protokolu (PS 2015b) měla SÚRAO do 19. zasedání v únoru 2016 předložit revizi metodiky ke kritériím (SÚRAO 2015d). Na tomto zasedání (PS 2016) SÚRAO místo toho představila svou metodiku k aplikaci kritérií při výběru lokality a vytvoření expertní skupiny pro hodnocení metodiky ke kritériím (SÚRAO 2016b). SÚRAO kromě toho oznámila, že revize dokumentu má smysl teprve po vydání stanoviska této expertní skupiny. 19. zasedání Pracovní skupiny se usneslo, že metodika ke kritériím (SÚRAO 2015d) se v rámci revize doplní o konkrétnější socioekonomická kritéria, Pracovní skupina k tomu měla připravit návrh. SÚRAO kromě toho předložila návrh složení expertní skupiny. Podle názoru SÚRAO mají být zastoupeny následující instituce: SÚJB, MŽP, Český báňský úřad (ČBÚ), Česká geologická služba (ČGS) a SÚRAO.

4.3. Důležitý obsah a cíle metodického pokynu ke kritériím

Podle (SÚRAO 2015d) mají být kritéria sestavena v souladu s českými předpisy, zejména s vyhláškou SÚJB č. 215/1997 Sb. o výběru lokality pro jaderná zařízení. Dodatečně by měla být kritéria rozšířena o specifické aspekty geologického hlubinného úložiště, které ještě nebyly zohledněny ve vyhlášce č. 215/1997 (SÚJB 1997) pro jaderná zařízení.

Jako na základ pro formulaci kritérií odkazuje (SÚRAO 2015c) zejména na projekt Geobariéra a uvádí požadavky odvozené v něm na základě geologických požadavků. Dále se uvádějí zákony a předpisy relevantní pro hodnocení střetů zájmů, z nichž byla odvozena negeologická vylučující kritéria v projektu Geobariéra jakož i v předchozích pracích.

Cílem SÚRAO je vyvinout proces hodnocení, s nímž budou srozuměni všichni zúčastnění. Tento proces se má použít při srovnávání lokalit. Požadavky, indikátory a kritéria budou aktualizovány souběžně s pokrokem procesu a přizpůsobeny nově získávaným poznatkům. SÚRAO rozlišuje mezi třemi typy indikátorů:

- vyloučení (exclusion): nedodržení hodnoty indikátoru vede k vyloučení z výběru.
- podmíněnost (conditional): popisovaná vlastnost činí realizaci úložiště závislou na dodatečných technických opatřeních.
- srovnání (comparison): vlastnost slouží vzájemnému srovnání lokalit, v zásadě ale nevylučuje žádnou z lokalit.

Tyto typy indikátorů se pro mnohé z nich též vzájemně kombinují, zřejmě za účelem zvýraznění, že i srovnávací indikátor nebo indikátor podmíněnosti může vést v určitých případech k vyloučení lokality („comparison to exclusion“ popř. „conditional to exclusion“).

Kombinace „comparison to exclusion“ se v kontextu environmentálních indikátorů používá rovněž, je ale vlastně nadbytečná, protože ve smysluplném srovnání („comparison“) environmentálních aspektů se musí zohlednit náročnost na odvrácení, minimalizaci nebo kompentaci negativních vlivů („conditional“) tak jako tak.

„Požadavky, indikátory a kritéria“ definovaná v metodice ke kritériím jsou tematicky seskupena podle jejich vztahu k projektu, bezpečnosti a životnímu prostředí. V následujícím přistoupíme přehledně k přiřazení indikátorů ke shora uvedeným typům. Pro detailnější hodnocení budiž odkázáno na výklad v kap. 6.

V tématické oblasti projektu (viz též (SÚRAO 2015d), kap. 5), která adresuje aspekty technické nebo právní proveditelnosti, se uvádí 19 jednotlivých indikátorů. S výjimkou indikátorů „disponibilita infrastruktury“ („Infrastructure availability“) a náklady jsou všechny indikátory přiřazeny typu „comparison to exclusion“, mohou být tedy použity vedle porovnání lokalit i k odůvodnění vyloučení lokality. Většina indikátorů přitom adresuje vlastnosti stavebního podloží ve vztahu k pozemním stavbám a stabilitu hornin s ohledem na výstavbu podzemních dutin.

Zůstává přitom neurčeno, od kdy bude SÚRAO považovat technické těžkosti a náročnost při výstavbě úložiště za tak vážné, že bude muset lokalitu vyloučit i při dobré geologické bezpečnostní prognóze, protože například výstavba povrchového areálu bude příliš náročná. Je přitom docela sporné, zda takové vyloučení ze stavebně technických důvodů se vůbec musí předpokládat při zvážení dnešních disponibilních technologií.

K indikátorům s možnou vylučující charakteristikou patří též počet a komplexnost střetu zájmů. Také zde zůstává neurčeno, jaké zájmy vidí SÚRAO jako přednostní oproti lokalitě úložiště s dobrou bezpečnostní prognózou a proč se zřejmě vidí možnost, že jedna lokalita nahlížená jako vhodná podle bezpečnostních aspektů se nemůže prosadit vůči jiné konkurující situací zájmů.

V tématické oblasti bezpečnost (viz též (SÚRAO 2015d), kap. 6) se rozlišuje mezi dlouhodobou a provozní bezpečností. Dlouhodobá bezpečnost (viz též (SÚRAO 2015d), kap. 6.2 a násl.) je ústřední charakteristika úložiště. Z 24 zde definovaných indikátorů je sedm zařazeno mezi vylučující kritéria. V tom jsou dohledatelně obsaženy aspekty popsatelnosti a bezpečnosti prognózy. Rovněž obsaženy, ovšem v důsledku existujícího předvýběru lokalit již zohledněny jsou regionálně geologické aspekty vertikálních pohybů zemské kůry a vulkanické jevy. Netypická a ohledně smysluplnosti diskutabilní je ovšem skutečnost, že přítomnost surovin, zdrojů podzemní vody a geotermického potenciálu sama o sobě má vést k vyloučení lokality. Tyto vlastnosti lokality uvedené pod aspektem lidského proniknutí se v mezinárodním měřítku nenahlížejí jako vylučující kritérium, nýbrž diskutují se jako střety ve využití, zpravidla s jasnou předností bezpečnosti úložiště před konkurenčními hospodářskými zájmy. Minimalizace rizika lidského proniknutí k uloženým odpadům se v mezinárodním měřítku (např. též ve Švédsku, viz kap. 5.2) diskutuje jako optimalizační cíl, např. při uvažování odstupu od disponibilních zásob surovin, nikoli však jako vylučující znak výběru lokality.

Osm dalších indikátorů v souvislosti s hydrogeologickými vlastnostmi hostitelské horniny, seismicitou a kompatibilitou s technickými bariérami je zařazeno jako „conditional to exclusion“ nebo „comparison to exclusion“, devět dalších má sloužit pouze ke srovnávacím účelům („comparison“) nebo popsat závislost na dodatečných opatřeních (“conditional“). Částečně se vztahují na dílčí oblasti budoucího úložiště (např. „hydraulic properties“), které v průběhu výběru lokality ještě nelze ověřit. Jiné indikátory (např. ohledně vzájemného působení s technickými bariérami nebo transportu radionuklidů) předpokládají poznatky specifické pro lokalitu, které lze získat teprve v pozdních fázích výběrového procesu pomocí konkrétních průzkumů daného výskytu hostitelské horniny a tedy v současnosti nemohou přispět ničím k omezení počtu variant sledovanému v současnosti.

Na 17 indikátorů vztažených k provozní bezpečnosti (viz též (SÚRAO 2015d), kap. 6.4 a násl.) připadá srovnatelně vysoký počet osmi indikátorů explicitně zařazených mezi

vylučující kritéria, doplněný o jeden podmiňující indikátor s vylučujícím znakem („conditional to exclusion“).

U indikátorů formulovaných pro téma provozní bezpečnost se ovšem jedná prakticky výlučně o úkoly provozního managementu, které je třeba splnit nezávisle na lokalitě, totiž o provozní ochranu personálu před zářením, o ochranu obyvatelstva před zářením, o bezpečnost práce na povrchu i pod ním a o okrajové podmínky havarijních plánů. Je sotva představitelné, aby vznikly pochybnosti o zajištění provozní ochrany před zářením a bezpečnosti práce při realizaci úložiště nebo o plánování prevence havárií na základě vlastností lokality pro varianty lokalit nacházejících se v současnosti ve výběru. Relevance těchto indikátorů pro proces výběru lokality je proto sporná, zejména pokud by tím mělo být odůvodněno vyloučení nějaké lokality. Rozdíly mezi lokalitami zde mohu být dány z našeho pohledu pouze ve vztahu k náročnosti potřebné pro provozní bezpečnost.

Tématická oblast vlivů ve vztahu k životnímu prostředí (viz též (SÚRAO 2015d), kap. 7) obsahuje 26 jednotlivých indikátorů. Pět z těchto indikátorů, které se vztahují výlučně na území ochrany přírody různé kategorie, představují vylučující kritéria. Dalších 13 indikátorů z oblasti faktorů přijatelnosti pro životní prostředí je jako srovnávací indikátory opatřeno vylučujícím znakem, přičemž zůstává neurčeno, od jakého stupně narušení jednoho ze zde uvedených environmentálních faktorů má vést k vyloučení lokality.

Toto velmi silné postavení faktorů ochrany přírody a životního prostředí při jejich vážení oproti bezpečnosti úložiště je neobvyklé a odporuje též procesu výběru zaměřenému na primát bezpečnosti. Tyto charakteristiky se obyčejně zahrnují do zvažování bezpečnostně rovnocenných lokalit, přičemž je třeba hodnotit i rozsah narušení a možnosti kompenzace. Nejsou ale vhodné ke zvažování bezpečnosti úložiště proti střetům zájmů nebo cílů tohoto druhu a pokud možno braní v potaz škrtů v bezpečnosti úložiště ve prospěch jiných zájmů. Přesně to je ale definicí vylučujících kritérií v této oblasti posuzování umožněno.

5. Proces výběru úložiště ve Finsku, Švédsku, Švýcarsku a Německu

V rámci zde zamýšleného hodnocení jsme se pokusili postavit proti sobě znaky procesu výběru lokality, které plynou z českých podkladů, a kritéria a indikátory uvedené v metodice ke kritériím a znaky procesu z jiných států. Je přitom třeba zohlednit, že procesy k určení lokality pro geologické úložiště vysoce radioaktivních odpadů jsou vždy singulárními procesy, jejichž průběh silně závisí na národních faktorech, které nelze zevšeobecnit. K tomu patří vedle disponibilních variant hostitelské horniny a inventáře k uložení též otázky vnímání rizika vůči aspektům likvidace jaderných odpadů (tj. doba, pro niž je třeba prokázat dlouhodobou bezpečnost), chápání pojmu bezpečnost (hledá se dostatečně bezpečná lokalita nebo co do bezpečnosti nejlepší možná lokalita ?), otázky zásadního postoje vůči využívání jaderné energie nebo ohledně významu střetu zájmů nebo místní akceptování jakož i institucionální úprava rozdělení kompetencí a právního rámce.

Natolik nelze v rámci mezinárodního chápání obecných cílů ochrany a vně obecných koncepčních úvah o konceptech úložiště v různých hostitelských horninách formulovat obecně platné požadavky na konkrétní vlastnosti národního úložiště.

Od toho osvobozena je mezinárodní výměna na odborné úrovni, co se týče konkrétních technologií, metod průzkumu nebo prokazování jakož i zkušenosti ze společenské interakce. Stále se nadále rozvíjející stav vědy a techniky je jako vstup pro národní plánování úložiště samozřejmě nepostradatelný.

Na tomto pozadí nemají následující úvahy o procesech výběru lokality ve Finsku, Švédsku, Švýcarsku a Německu charakter sbírky nejlepších praktik, která ani v kontextu výběru lokality být nemůže. Zprostředkovávají ale rozsah rozhodovacích kritérií aplikovaných nebo předpokládaných v uvažovaných zemích a jejich začlenění do výběrového procesu. Stěžejní bod úvah je z důvodu geologických okrajových podmínek v České republice typ hostitelské horniny krystalinikum a tím procesy ve Finsku a Švédsku, kde se rovněž sleduje koncepce úložiště založená na krystalinické hornině. Kromě toho jsou zajímavé i primární znaky kritérií pro lokality a výběrové procesy pro úložiště v jiných typech hostitelské horniny, proto byly uvažovány i procesy výběru lokality ve Švýcarsku (v typu hostitelské horniny jílovec) a v Německu (se sadou kritérií nezávislou na hostitelské hornině).

5.1. Finsko

5.1.1. Finský proces výběru lokality

Ve Finsku nesou odpovědnost za výběr lokality a realizaci ukládání radioaktivních odpadů z provozu jaderných elektráren původci odpadů. Až do roku 1995 prováděl výběr lokality výlučně provozovatel Jaderné elektrárny Olkiluoto „Teollisuuden Voima Oy“ (TVO). Důvodem byla skutečnost, že pro druhou lokalitu jaderné elektrárny Loviisa existovala dohoda se Sovětským svazem popř. s Ruskou federací o zpětném odběru vyhořelého paliva, takže pro ukládání uvnitř Finska se předpokládaly výlučně vyhořelé palivové články z Olkiluota. Od doby ukončení dohody o zpětném odběru v roce 1995 využívají provozovatelé jaderných elektráren pro společný výběr lokality dceřinnou firmu „Posiva Oy“. Finský stát přebírá dozornou funkci, příslušnými úřady jsou úřad pro ochranu před zářením a ministerstvo práce a hospodářství.

Výběr lokality relevantní v souvislosti zde diskutované vychází v jádru z rozhodnutí vlády z počátku 80. let o geologickém ukládání vyhořelého paliva: na základě základního rozhodnutí pro národní geologické ukládání byl zahájen průzkum v celé zemi. Cílem bylo nejdřív identifikování a popis potenciálních lokalit, z nichž měla být následně postupně nakonec vybrána národní lokalita pro úložiště. Již v roce 1982 bylo předvídáno, že tento proces povede k rozhodnutí o lokalitě v roce 2000, což se také nakonec přihodilo jmenováním Olkiluota v roce 2000. Finský proces výběru lokality, který vede k rozhodnutí pro Olkiluoto, je obsáhle dokumentován ve zprávě Posiva Oy z roku 2000 (POSIVA 2000). V následujícím je zjednodušeně reprodukována s těžištěm na aplikovaná kritéria. Od uvádění referencí jednotlivých míst v textu přitom upouštíme.

Hlavním cílem programu výběru lokality bylo nalezení lokality pro likvidaci vyhořelých palivových článků, která splňuje následující požadavky:

- na lokalitě lze vyvinout bezpečný úložišťový systém.
- lokalita připouští očekávání, že dlouhodobé uvolňování radionuklidů zůstane pod regulačním limitem.
- výstavba úložiště na lokalitě je technicky proveditelná.

- lokalita připouští očekávání, že úložiště splní požadavky na přijatelnost pro životní prostředí během výstavby, provozu po uzavření.
- realizace úložiště bude dotčenou veřejností široce akceptována.
- úložiště je třeba na lokalitě realizovat za dostupné náklady.

Je přitom třeba poukázat na to, že zpráva (POSIVA 2000) popisuje uzavřený proces zpětně, pročež na ni nelze nahlížet jako na stanovení postupu před započetím procesu výběru úložiště. Líčení mnohem více zvýrazňuje, že finský proces výběru měl spíše iterativní charakter, vycházel ve srovnání z několika málo znaků lokality předem definovaných a nikoli výlučně zaměřených na bezpečnost úložiště. Přitom byly během procesu lokality kategorizovány a vzájemně srovnávány způsobem blíže nepopsaným za účelem konečného dospění k rozhodnutí o jedné lokalitě z počátečního velkého počtu možností a poté menšího počtu kandidátních lokalit. Přitom došla aplikace geovědná, na bezpečnost úložiště zaměřená kritéria vícekrát střídaná kritérii z oblasti územního plánování (dopravní logistika, hustota obyvatelstva, akceptance).

Proces probíhal ve vícero iteracích. První screening celé země zahrnoval vyhodnocení satelitních snímků a letecká geofyzikální měření s cílem identifikovat velkoplošné tektonické jednotky a je ohraničující poruchové zóny za účelem vyloučení poruchových zón z dalšího vyhledávání. Další regionální omezení následovalo po vyhodnocení leteckých snímků a disponibilních geologických a geofyzikálních dat.

Výběr takzvaných „Target Areas“ zajímavých pro další průzkum následoval nejdříve na základě dvou ústředních znaků:

Kritérium: výskyt „felsitických“ krystalinických hornin

Podstatnou okrajovou podmínkou je okolnost, že Finsko disponuje co se týče potenciálních hostitelských hornin pro geologické ukládání výlučně zásobami krystalinika. Geologické rozdíly mezi lokalitami byly proto dány v podstatě mineralogickým složením daného krystalinika. Do užšího výběru se dostaly výlučně výskyty takzvaných felsitických hornin, tedy bohatých na živec a křemen. Výskyty krystalinik takzvaných „mafických“, bohatých na hořčík a železo byly předčasně vyloučeny méně z důvodu zásadních pochybností o vhodnosti, nýbrž z důvodu často s tím spojeného výskytu surovin a tím dohledných střetů zájmů. Kromě toho jsou finské výskyty mafických těles hornin obecně vystavěny heterogenněji, a proto je lze charakterizovat obtížněji.

Kritérium: poruchové zóny jako hranice tektonických bloků

Ohledně tektonických struktur vedlo vyhodnocení satelitních a leteckých snímků a topografických analýz k mozaice tektonických bloků, které jsou ohraničeny poruchovými zónami. Poruchové zóny se považují za nevhodné, proto byla pro další charakterizaci vykázána vždy vnitřní, méně namáhaná oblast jako „Bed-Rock-Block“. Poruchové zóny byly přitom rozděleny podle srovnatelně jednoduchého schématu vyhodnocování do čtyřech tříd v závislosti na jejich šířce a rozprostření do dálky:

Třída 1: šířka zhruba 1 kilometr, rozprostření do délky desítky nebo stovky kilometrů

Třída 2: šířka několik stovek metrů, rozprostření do délky pět až vícero desítek kilometrů. Poruchové zóny třídy 2 jsou typická ohraničení „Target-Areas“

Třída 3: zlomové linie od několika desítek až do asi 100 m šířky uvnitř „Target-Areas“, typickým způsobem ohraničují homogenní, tektonicky méně namáhané tzv. „Investigation Areas“

Třída 4: lokální zlomové linie uvnitř „Investigation Areas“. Počet takových linií má být co nejmenší.

Další geologické znaky, jako je mladý vulkanismus, seismická aktivita nebo topografie náchylná k erozi se ve finském kontextu nepovažují za relevantní.

Za použití těchto znaků bylo po celé zemi vykázáno 327 tzv. „Target-Areas“ o velikosti vždy 100-200 km^2. Každé z těchto území je charakterizováno jako tektonicky stabilní blok horniny ohraničený velkoplošnými poruchovými zónami.

Na těchto územích byla poprvé aplikována také „negeologická“ kritéria, tzv. environmentální faktory za účelem dalšího omezení velkého počtu ploch přicházejících v úvahu a také ploch uvnitř „Target Areas“. Faktory byly rozděleny mezi vylučující popř. minimální kritéria a „žádoucí“, ale nikoli naléhavě nutné vlastnosti, které bylo možné chápat jako kritéria porovnávací. Přitom se ověřovala následující kritéria:

Negeologická vylučující kritéria:

- Kritérium hustota obyvatelstva: vyloučení hustě osídlených území
- Kritérium status ochrany: vyloučení chráněných území národní kategorie
- Kritérium zásoby spodní vody: vyloučení zásob spodní vody významných regionálně

Negeologická kritéria porovnávací:

- Plány využití území: vyhnutí se územím s konkurujícím využitím popř. odpovídajícími plány využití území
- Dopravní napojení: dosažitelnost pro další lokální průzkumy pomocí disponibilní dopravní infrastruktury

Za použití těchto kritérií byl počet „Target-Areas“ zredukován na 162. Ty byly podrobeny obnovené, prohloubené analýze jejich geovědných znaků. Provedena byla zdokonalená interpretace geovědných dat, kombinovaná s prvními jednoduchými průzkumy na místě („Field Checking“) za účelem ověření stavu geovědných poznatků. Výsledkem byla redukce na 61 regionů, v nichž bylo v dalším pokračování procesu vykázáno 134 menších průzkumných území o velikosti od 5 až do 10 km^2 s mnohoslibnými znaky. Ty byly prioritizovány na základě jejich vlastností známých do té doby a z výsledného pořadí bylo vyřazeno 33 území, která nejméně slibovala nějaký úspěch.

Pozoruhodné v této souvislosti je, že schéma tektonicky ohraničených bloků nemohlo rozhodně být aplikováno ve finských pobřežních územích, protože linie pobřeží sama nepředstavuje žádnou tektonickou hranici a nebyly k dispozici žádné informace o rozšíření poruchových systémů. Přísně vzato tím nebylo možné charakterizovat většinu pobřežních regionů pro další proces, méně z důvodu nevýhodných vlastností než mnohem víc z důvodu nedostatečného stavu disponibilních poznatků. V této fázi byl do výběru průzkumných území dodatečně zařazen region kolem Olkiluota jako jediná pobřežní lokalita. Bylo to odůvodněno pragmatickým přístupem, že v tehdejší době byly k

ukládání předpokládány výlučně vyhořelé palivové články z Olkiluota[37]. Výběr byl opodstatněn kromě toho lokálně lepším stavem informovanosti, který vyplývá z umístění Jaderné elektrárny Olkiluoto a již proběhlé výstavby přípovrchového úložiště pro nízko a středně radioaktivní provozní odpady této jaderné elektrárny.

Tím jsou ve finském procesu dána dvě další, implicitně aplikovaná kritéria:

Implicitní kritéria

- nedostatky ve znalostech: nedostatek ve znalostech ohledně geologických a tektonických informací vede k vyloučení území z dalšího výběru, obráceně lokalita s vysokou informační hustotou dojde zohlednění, i když se nachází vně vlastního vyhledávacího schématu.
- blízkost jaderné elektrárny: pro lokalitu v blízkosti původce odpadů byly vyvozeny přednosti pro transport vyhořelého paliva do úložiště.

V rámci pozdějšího prohloubeného geologického průzkumu vybraných lokalit přitom byla verifikována srovnatelnost Olkiluota s ostatními průzkumnými územími.

Až do této doby vedl finský proces výběru k ještě velkému počtu 101 průzkumných území, která vykazovala velkou podobnost ohledně jejich základních geologických znaků jako je typ horniny, tektonická struktura a topografie, popř. která nebylo možné dále rozlišit od sebe bez konkrétnějších geovědných průzkumů. Svého času příslušné finské ministerstvo životního prostředí provádělo vlastní hodnocení seznamu možných průzkumných území, který předložila TVO v roce 1985 a redukovalo počet území přicházejících v úvahu na 84 z důvodu vlastních územně plánovacích úvah.

Rozdíly zaměřené na dlouhodobou bezpečnost nelze na základě omezeného stavu dat pro zbývající průzkumná území vypátrat. Z tohoto důvodu došla v dalším průběhu užití kritéria zaměřená na akceptanci, která měla umožnit výběr několika málo lokalit pro detailní geologický průzkum:

Kritéria akceptance

- Akceptance: ve všech zbývajících průzkumných územích byly kontaktovány příslušné obce za účelem dotazování na souhlas s vlastními výzkumnými pracemi pro charakterizaci lokality. V pozadí byl názor, že akceptování příslušnou obcí musí být předpokladem pro výběr lokality pro úložiště.
- Vlastnictví pozemků: vyhnutí se územím s více vlastníky, upřednostnění území s jedním vlastníkem, v nejlepším případě ve státním vlastnictví, za účelem zjednodušení potřebných povolení k užívání pro geologické průzkumné práce.

Další výběr lokalit pro pokračující geologické průzkumy[38] prováděla TVO prakticky na základě místního akceptování, přičemž v dotčených obcích se ve prospěch akceptance provozovala aktivně reklama za poukazování na socioekonomické výhody úložiště. Tato aktivní forma oslovování se stala nutnou též na pozadí kriticky naladěné veřejnosti v důsledku černobylské katastrofy v roce 1986.

---

[37] V tehdejší době až do poloviny 90. let byly vyhořelé palivové články z Jaderné elektrárny Loviisa odesílány zpět do Sovětského svazu popř. do Ruska.

[38] V práci POSIVA 2000 označováno jako „Preliminary Site Investigations“.

Nakonec bylo jako výsledek procesu vybráno z 84 zbývajících průzkumných území uvažovaných jako geologicky rovnocenné pět lokalit k dalšímu průzkumu, jejichž obce udělily povolení k dalším průzkumům a které se ukázaly jako vhodné i z logistického pohledu (např. dopravní infrastruktura).

Pro oněch pět průzkumných území nacházejících se ještě ve výběru byly počátkem 90. let provedeny srovnávací bezpečnostní průzkumy na základě všech do té doby disponibilních výsledků průzkumu. Vycházejíc z daných modelových představ o geologii lokality byly sestaveny generické koncepty úložiště. Na oněch pěti lokalitách byly provedeny geologické průzkumné práce včetně prvních hlubokých vrtů až do hloubky 1000 m.

Porovnání vedlo k názoru, že všechna vybraná průzkumná území jsou potenciálně vhodná jako úložiště. Za účelem zmenšení náročnosti geovědných průzkumů, které nyní stály před realizací, TVO postavila dvě z pěti lokalit mimo hru. Kritéria přitom aplikovaná byla:

Komplexnost místní geologie: cílem přitom byl nejdříve průzkum pouze těch z pěti lokalit, které vykazují nejjednodušší geologickou strukturu. Lokalita s jednoduchou geologií by vedla k jednoduššímu průzkumu lokality a zjednodušila by zpracování Safety Case.

Potenciální sociální vliv úložiště: pozitivní impuls pro rozvoj obce a pro místní situaci v zaměstnanosti, který v řídce osídlených oblastech najde zdaleka silnější uplatnění než někde jinde.

Souběžně s tímto vývojem padlo v roce 1994 rozhodnutí o ukončení zpětného odvážení vyhořelých palivových článků z Loviisy do Ruska. Ve spojitosti s tím vyrostl zájem na dodatečném zařazení oblasti kolem Loviisy do užšího výběru průzkumných území. Důvody pro toto řešení byly stejné jako v Olkiluoto: disponibilní datový materiál bylo možné vyhodnotit, kromě toho byla blízkost původce odpadů vyhodnocena jako logistická výhoda. V roce 1996 byla původci odpadů založena společná dceřinná firma Posiva, která od té doby provádí proces výběru lokality a následující vývoj vybrané lokality úložiště.

Od roku 1997 tak byla dále zkoumána čtyři průzkumná území včetně oblastí obou finských lokalit jaderných elektráren.

Již o dva roky později se původci odpadů rozhodli pokračovat s dalšími průzkumy pouze na lokalitě Olkiluoto. Předmětnou žádostí byly finské vládě předloženy pro každou ze čtyř vybraných lokalit zprávy o charakterizaci lokality a bezpečnostní posouzení.

Kvintesencí výběrového procesu bylo zjištění, že v zásadě všechny čtyři naposledy uvažované lokality by přicházely v úvahu jako úložiště a že žádnou z lokalit nelze upřednostnit na základě bezpečnostních aspektů vůči jiným. Schvalovací úřad STUK ověřil podklady a potvrdil na to výběr Olkiluota. V roce 2012 podala Posiva žádost o povolení, v roce 2015 bylo povolení k výstavbě úložiště vydáno.

Ve výsledku finský proces výběru lokality nevedl k objektivně nejlepší možné lokalitě pro úložiště na finském území, nýbrž k lokalitě akceptované všemi zúčastněnými, od níž se podle finských národních představ očekává dostatečně vysoká dlouhodobá bezpečnost pro ukládání vyhořelých palivových článků.

5.1.2. Geologická kritéria výběru lokality

Předchozí kapitola ukázala, že finský proces výběru lokality byl charakterizován postupným omezováním možností, iterativní aplikací geovědných kritérií a infrastrukturálními a právními územněplánovacími úvahami, jakož i velmi vysoce váženou výhodou blízkosti průzkumného území k lokalitě jaderné elektrárny. Ústřední okrajovou podmínkou přitom byla finská primární hornina s geologickou situací uvažovanou jako podobnou ve vybraných „Target-Areas“ a průzkumných územích. Přitom jako základ provedených srovnání sloužily až do jmenování Olkiluota již disponibilní informace z lokalit nebo prostě informace z lokalit, které bylo třeba zjistit, a prohloubené geovědné průzkumy (vrty s odpovídajícími programy měření, hydrogeologické průzkumy). Z malého počtu geologických rozdílů průzkumných území nakonec následovalo omezení variant dalekosáhle na základě negeologických znaků až do jmenování lokality Olkiluoto.

V rámci výběru lokality byly uvažovány následující „geologické faktory“:

- topografie: tématickým pozadím uvažování topografických rozdílů byly tím dané hydraulické gradienty a tím jejich vliv na hydrogeologii na každé lokalitě, kterou bylo třeba uvažovat. Protože finská topografie je charakterizována pouze malými rozdíly reliéfu, a proto má jen malý vliv na pohyby spodních vod, nebyla z topografie odvozena žádná signifikantní kritéria nebo indikátory.
- stabilita primární horniny: aktivním poruchovým zónám je třeba se při výběru lokalit vyhnout. Baltský štít jako geotektonická jednotka finské primární horniny se ovšem považuje za tektonicky stabilní jednotku, zejména seismické aktivity jsou zanedbatelné. Izostatické vyrovnávací pohyby podél starých poruchových zón následkem vytvoření ledovců byly uvažovány jako speciální skandinávský jev.
- hloubka úložiště: jako okrajová podmínka pro výběr lokality byla předpokládána hloubka úložiště 500 m, přičemž jako technicky proveditelné byly považovány i větší hloubky, pokud to bude potřebné.
- velikost formace hostitelské horniny: předpokládaná velikost úložiště v podzemí je okrajová podmínka, na kterou se ale z důvodu finské geologie primární horniny nenahlíželo jako na omezení variant lokalit.
- homogenita výskytu hostitelské horniny: granitickým tělesům horniny se připisuje dostatečná homogenita, pro jiné typy horniny (např. ruly) se rovněž počítalo s omezeným počtem homogenních tektonických bloků.
- typ horniny: granitickým horninám různého formování byl připisován největší potenciál vhodnosti jako lokality pro úložiště.
- poruchy a zlomové struktury: druh a četnost zlomových deformací primární horniny byly považovány za důležité faktory ve vztahu ke stabilitě úložiště a k poměrům proudění spodní vody.
- (granitický) diapirismus: žulové bloky vyskytující se ve Finsku platí za stabilní, pohyby těchto blokových struktur relativně k vedlejší hornině neprobíhají.
- porozita horninových formací: porozita krystalické horniny se předpokládá s hodnotami pod 1%, hydraulická prostupnost je dána dále zvětráváním a puklinami. Na tomto pozadí byly zvětrávací jevy a vysoká hustota puklin definovány jako znaky, jimž je třeba se vyhnout.
- sorpční vlastnosti horniny: předpokladem ve finském programu výběru lokality bylo, že mafické druhy horniny (např. gabra, amfibolity) vykazují nejdříve lepší sorpční kapacity z důvodu jejich minerálového složení než felsitické druhy hornin (např. žuly). Byl ovšem

zastoupen i názor, že felsitické horniny mohou vykazovat vysoký obsah slídových a jílových minerálů, které rovněž disponují dobrými sorpčními vlastnostmi. Kromě toho se jílové minerály a slída často koncentrují v poruchách a v jejich okolí, tzn. v oblastech, v nichž lze počítat s prouděním spodní vody. Proto se efektivní sorpční kapacita granitických výskytů horniny oceňovala celkově jako větší.

- výskyt surovin: ohledně případně se objevivších střetů ve využívání se nepřítomnost výskytu surovin řadila mezi pozitivní znaky pro vhodnost úložiště.
- (glaciální) eroze: na erozi, která byla způsobena ledovcem, se nenahlíželo jako na signifikantní vliv na bezpečnost úložiště a nebyla tedy při výběru lokality zohledněna.

5.1.3. Výběrová kritéria „vztahující se k životnímu prostředí

Výběrová kritéria, která nejsou bezprostředně spojena s geologickými vlastnostmi lokality, se ve zprávě Posiva Oy (POSIVA 2000) označují jako „Environmental site selection criteria“. V konečném efektu byla rozhodující pro rozhodnutí o lokalitě, protože z geovědných úvah nebylo možné vyfiltrovat a vyhodnotit žádné markantní rozdíly. Přitom za základ byla vzata daná a předvídatelná situace zvažovaných území k okamžiku hodnocení (zde polovina 80. let), asi u vědomí, že tyto znaky vztahující se k životnímu prostředí se mohou během procesu výběru lokality měnit.

Ve výběru lokality se zohledňovala následující kritéria vztahující se k životnímu prostředí:

- nízká hustota obyvatelstva
- žádné střety ve využití území nebo omezení v jeho využití omezující nalezení lokality
- žádné důležité zásoby spodní vody
- výhodná blízkost stávajících železničních tratí nebo přístavů
- výhodné silniční trasy pro transport vyhýbající se obydleným územím a zohledňující omezení únosnosti (např. z důvodu způsobu výstavby silnice nebo u mostů)
- výhodně malý počet vlastníků pozemků, v nejlepším případě pouze jeden vlastník, upřednostňuje se státní vlastnictví
- výhodná dosažitelnost obydleného okolí pro personál popř. k obstarání služeb a personálu pro lokalitu úložiště.

5.2. Švédsko

5.2.1. Švédský proces výběru lokality

Ve Švédsku nese zodpovědnost za výběr lokality a ukládání radioaktivních odpadů z provozu jaderných elektráren původce odpadů. Provozovatelé jaderně technických zařízení za tím účelem založili dceřinnou firmu SKB.

Z důvodu nedostatku geologických alternativ bylo od samého počátku koncepcí výběru ukládání v krystalinické hornině (SKB 2011). To vede od poloviny 70. let k vývoji švédské koncepce KBS-3 a k různým fenomenologickým (tzn. nevztaženým ještě k jedné lokalitě) průzkumům rozdílných výskytů krystalinických hornin a geologických okrajových podmínek (např. poruchových zón). Jako požadavky na lokalitu pro úložiště se uvádějí dlouhodobě stabilní geologické poměry[39], vysoká schopnost horniny zadržovat radionuklidy a dostatečný odstup k těžitelným surovinám za účelem vyhnutí se riziku proniknutí člověka.

Regiony kolem jaderných elektráren v Östhammar (Forsmark) a Oskarshamn hrály ústřední roli již na počátku vlastního vyhledávání lokality pro úložiště vysoce radioaktivních odpadů koncem 70. let. Zde byly provedeny první geologické průzkumy vhodnosti vztažené k lokalitě včetně vrtů již v roce 1977 (Metlay 2017). Tento první pokus musel být ovšem již po krátké době zastaven z důvodu chyb v procesu co se týče účasti veřejnosti. Počátkem 90. let byl nastartován nový proces, který spočíval v první řadě na souhlasu dotčených komunit s provedením studií proveditelnosti. Poté co celonárodní výzva nevedla k žádnému výsledku, bylo ve druhém rozběhu cíleně osloveno pět obcí s již existujícími jaderně technickými zařízeními s tím úspěchem, že tři obce byly srozuměny s průzkumy na jejích územích, obě ostatní svůj souhlas nedaly.

Tímto způsobem byly varianty lokality omezeny již na počátku výběrového procesu z důvodu akceptance na blízké okolí obcí Nyköping, Oskarshamn a Östhammar. Tři další obce bezprostředně sousedící s již vybranými kandidáty prohlásily rovněž svůj souhlas se studiemi proveditelnosti. Jeden z těchto kandidátů byl SKB z důvodu nevhodných hydrogeologických okrajových podmínek odmítnut. SKB zjistila, že všechna zbývající území ohledně své geologické perspektivní vhodnosti jsou rovnocenná a navrhla celkem osm alternativ lokality pro prohloubené průzkumy. Podle stavu poznatků dosaženému do té doby nebyla možná další prioritizace a vytvoření pořadí s ohledem na geologické znaky lokalit. SKB prioritizovala prohloubené průzkumy na čtyřech z osmi alternativ lokality a předložila odpovídající návrh švédské vládě, která s tím také souhlasila.

Dvě obce později svůj souhlas zase stáhly, vyloučily se podle vlastního rozhodnutí z procesu. Poté co čtvrtá obec byla vyčleněna SKB z důvodu dopravně logistických úvah (zde vzdálenost od pobřeží jako ztížení transportu odpadu), zůstaly nakonec znovu jen obě obce Östhammar a Oskarshamn každá se dvěma alternativami lokality jako kandidáti pro prohloubené vědecké srovnávání. Z těchto alternativ lokality si SKB vyhlédla již Forsmark (Östhammar) a Simpevarb (Oskarshamn) jako upřednostňované pro průzkum (Metlay 2017).

Pamětliva zkušeností z nepovedeného prvního pokusu usilovala SKB nyní o úzkou spolupráci s oběma obcemi aktivně provozujíc zapojování a přesvědčování obyvatel s cílem zvýšení důvěry v činnost SKB a akceptování konečného rozhodnutí o lokalitě (Metlay 2017).

[39] V tepelném, hydrogeologickém, horninově mechanickém, seismicko tektonickém a geochemickém ohledu.

Až do tohoto okamžiku vycházel proces výběru lokality z disponibilních dat a studií proveditelnosti. V letech 2001/2002 začaly prohloubené průzkumy lokalit ve Forsmarku und Simpelvarpu.

Srovnávací průzkumy ukázaly pro lokalitu Forsmark přednosti ohledně vyšší tepelné vodivosti, vyšší hustoty horniny a menší četnosti puklin. Tyto přednosti vedly nakonec k rozhodnutí pro Forsmark. SKB v roce 2011 podala odpovídající žádost o povolení výstavby úložiště, s jeho vydáním se počítá v následujících letech.

Švédský proces výběru lokality byl tedy od počátku úzce spojen z důvodů akceptance s lokalitami jaderně technických zařízení. Studie proveditelnosti a pozdější průzkumy lokality mohly být provedeny pouze za uplatnění pravidla souhlasu dané obce. Ve výsledku proces nevedl k objektivně nejlepší možné lokalitě úložiště na švédském území, nýbrž k lokalitě akceptované dotčenými, od níž se očekává dostatečně vysoká dlouhodobá bezpečnost pro ukládání vyhořelých palivových článků v krystalinické hornině za okrajových podmínek švédské koncepce KBS-3.

5.2.2. Kritéria výběru ve švédském procesu

Předchozí kapitola ukázala, že švédský proces výběru lokality byl od počátku zaměřen na koncepci v krystalinické hornině a že pro výběr území pro studie proveditelnosti a průzkumy lokality byla směrodatná kromě toho místní akceptance. Geologická kritéria a odpovídající vlastnosti našly systematické uplatnění teprve při srovnávání lokalit nacházejících se již v úzkém výběru. I pro konečné omezení na dvě lokality měly komunální hlasy k vyloučení jedné obce z dalšího procesu větší význam než geologické rozdíly. Umožněno to bylo tím, že právě rozdíly v geologických vlastnostech uvažovaných lokalit byly ve výsledku studií proveditelnosti nahlíženy jako zanedbatelné. V důsledku toho byla všem uvažovaným lokalitám připsána stejná perspektiva vhodnosti co se týče aspektu dlouhodobé bezpečnosti. Na tomto pozadí mohla kritéria jako je vyloučení střetu zájmů nabýt většího významu.

Geovědná kritéria

SKB zveřejnila v roce 2000 zprávu (SKB 2000b) o metodickém přístupu při výběru lokalit pro pokračující průzkumy. V ní jsou uvedena i vylučující kritéria a znaky vhodnosti, za jejichž použití byla ověřena potenciální vhodnost lokalit pro pokračující průzkumy:

Podle toho za vylučující kritéria platily

- střety zájmů (výskyt surovin nebo jiné možnosti hospodářského využití)
- heterogenní struktura, obtížné popsatelnost
- deformační zóny a geologicky mladé poruchy
- území s vývěrem spodní vody, prameniště
- složení spodní vody anomální pro švédskou primární horninu

Jako znaky vhodnosti byly jmenovány:

- široce rozprostřený výskyt horniny bez výhodně využitelných zásob zdrojů omezuje riziko budoucího střetu ve využívání území nebo budoucího proniknutí člověka do úložiště.

- velké území s pouze několika málo poruchovými zónami umožňuje flexibilitu v umisťování zařízení a poskytuje vyšší pravděpodobnost dostatečně velké vhodné oblasti horniny.
- dobrá otvírková situace na povrchu areálu a jednoduchá geologická a tektonická struktura umožňují dobrou popsatelnost a interpretovatelnost geologických poměrů ve smyslu prostorového rozdělení, báňsko technických okrajových podmínek a dlouhodobé bezpečnosti.
- stupeň napojení na nutnou infrastrukturu, zejména transportní infrastrukturu, minimalizuje nutnost novostaveb silnic a železnic k lokalitě úložiště.
- co nejméně střetů ve využití území a aspekty životního prostředí hodné ochrany ulehčují přizpůsobení lokálním podmínkám životního prostředí
- co nejpozitivnější postoj a očekávání prospěchu lokálního obyvatelstva vůči projektu.

Jako doplněk uvádí SKB v (SKB 2000a) ještě následující údaje k pozitivním znakům lokality vhodné pro další průzkumy:

- vhodné tepelné vlastnosti horniny pro dostatečný odvod tepla
- co nejnižší přírodní radonový potenciál
- malá četnost puklin a lokálních poruchových zón
- malé proudění spodní vody (gradient v hloubce úložiště < 1%)
- nízká solnost spodní vody, zbytek po odpaření < 100 g/l
- nepřítomnost kyslíku ve spodní vodě

Německý Spolkový ústav pro geologické vědy a suroviny (BGR) sestavil ve studii (BGR 2015) pro německou komisi k úložišti mj. geovědná kritéria rozeznatelná ve švédském procesu výběru lokality. Podle rešerší BGR byly pro závěrečné srovnávání obou lokalit Forsmark a Simpelvarp nakonec zbývajících v procesu ověřeny následující znaky vztahující se k bezpečnosti a výsledky vzájemně srovnány:

Znaky vztahující se k bezpečnosti úložiště

- složení a struktura hostitelské horniny, odstup od větších deformačních zón
- budoucí klimatické poměry, vlivy budoucích dob ledových (vnitrozemský led, permafrost)
- horninové tlaky a geomechanické vlastnosti hostitelské horniny (primární napětí, pevnost)
- rizika a důsledky možných zemětřesení
- proudění spodní vody, rozdělení a permeabilita zvodnělých puklin
- současné a budoucí složení spodní vody
- bodová difuze a sorpce radionuklidů v hostitelské hornině
- lokální znaky biosféry
- již disponibilní stav poznatků ohledně lokality, disponibilní data, jednoznačnost interpretace dat.

Technické a společenské faktory

Vedle aspektů vztahujících se k bezpečnosti úložiště uvádí SKB ve své zprávě z roku 2011 (SKB 2011) další technické a společenské faktory, jejichž rozdíly byly ověřeny ve srovnávání obou posledních kandidátů:

- prostorová flexibilita vůči změnám v uspořádání a dimenzování úložiště
- technická rizika, nutnost technického (nového) vývoje
- funkcionalita v provozu úložiště, jednoduchost procesů
- potenciál synergií s již disponibilními zařízeními
- náklady
- náročnost na ochranu zdraví a bezpečnost práce (např. větrání v podzemí)
- vlivy na životní prostředí
- vliv na kulturně významná místa
- přijatelnost pro životní prostředí (např. zatížení sousedů, vliv na režim spodních vod) a ekobilanční otázky (např. potřeba materiálů, dodavatelské řetězce)
- disponibilita služeb, pracovních sil, obytných území a infrastruktury pro personál.

5.3. Švýcarsko

5.3.1. Švýcarský proces výběru lokality

Podle zásady původce odpadů jsou i ve Švýcarsku za přípravu a realizaci geologického ukládání odpovědné osoby povinné odpady likvidovat. Ti přitom využívají služeb Nagra, družstva založeného k tomuto účelu jimi samými. Příslušným úřadem bylo do roku 2008 Hlavní oddělení pro bezpečnost jaderných zařízení (HSK). Od 1. ledna 2009 dbá o tyto úkoly Konfederační inspektorát jaderné bezpečnosti (ENSI).

Krystalinická hornina na sebe upoutala pozornost ve Švýcarsku již v 70. letech jako potenciální hostitelská hornina pro ukládání. V tzv. projektu „Záruka“, jehož závěrečná zpráva byla předložena v roce 1985, se nacházela v ohnisku pozornosti krystalinická primární hornina na severovýchodě Švýcarska. Důvody toho byly první reference k ukládání v krystaliniku ze Skandinávie, očekávání dobrých vlastností mechaniky hornin a očekávání, že na severovýchodě Švýcarska by se mohly vykázat dostatečně velké neporušené bloky krystalinické horniny. Kromě toho nebyly očekávány střety ve využívání území s ohledem na výskyt surovin v severošvýcarském krystaliniku. Území určené k průzkumu mělo být kromě toho tektonicky klidné a podle prognózy dlouhodobě stabilní, pročež území v bezprostředním alpském prostoru a v oblasti příkopu rýnského údolí byla vyloučena. Hloubka úložiště měla ležet mezi 500 a maximálně 1.200 m pod úrovní povrchu zemského.

Představa velkoprostorově bezpuklinového výskytu krystalinika se ovšem neosvědčila. Projekt Záruka sice skončil nakonec v roce 2004 úředním konstatováním, že ukládání v krystaliniku je ve Švýcarsku v zásadě proveditelné. Na základě dosaženého stavu poznání ale nebylo možné jmenovat žádné varianty lokality, pročež varianta úložiště v krystaliniku ve Švýcarsku již dnes sledována není.

Systematické vyhledávání jedné (nebo dvou) úložišťové lokality pro vysoce radioaktivní jakož i nízko a středně radioaktivní odpady, tzv. proces naplňování věcného plánu (BFE 2011b), probíhá ve Švýcarsku od schválení věcného plánu v roce 2008. Třístupňově založený proces (BFE 2011a) obsahoval v etapě 1 jmenování výběru vhodných území na základě bezpečnostně technických a geologických kritérií. Ve výsledku etapy 1 bylo vybráno v roce 2011 šest území pro další proces. Ten se v současnosti nachází v etapě 2. V této etapě se území vzájemně srovnávají s cílem omezit počet variant na minimálně dvě lokality. Přitom se aplikací kritérií provádějí bezpečnostní analýzy vztažené na lokality. Etapa 2 se nachází před závěrem. NAGRA navrhla dvě lokality, o třetí se na základě doporučení ENSI ještě diskutuje.

Dvě popř. tři lokality se podle toho budou prozkoumávat hlouběji v etapě 3. Projekty úložiště se konkretizují při zapojení regionů lokalit a hlouběji se prozkoumávají socioekonomické vlivy. Ve výsledku etapy tři má NAGRA předložit žádosti o rámcové povolení pro schvalovací řízení pro každé úložiště pro vysoce radioaktivní popř. nízko a středně radioaktivní odpady na různých lokalitách nebo na jedné společné lokalitě.

5.3.2. Kritéria pro proces výběru

Ve výsledku průzkumů geologických alternativ hostitelské horniny, při nichž byly vedle krystalinika a jílu z formace Opalinus uvažovány i jiné výskyty sedimentárních hornin, byl vybrán švýcarský výskyt jílu z formace Opalinus jako upřednostňované cílové území pro vyhledávání úložiště vysoce radioaktivních odpadů již v roce 1995. Při výběru jílu z

formace Opalinus mezi potenciálně vhodnými sedimentárními horninami, jež se vyskytují ve Švýcarsku, byla uvedena řada vylučujících a posuzovacích kritérií (HSK 2005):

Vylučující kritéria:

- tektonická a seismická komplexnost
- nedostatečné (< 300 m) nebo příliš velké (> 1200 m) překrytí

Posuzovací kritéria:

- dostatečné rozšíření a mocnost (nejméně 100 m) hostitelské horniny
- vhodné geochemické a hydrochemické poměry
- malá propustnost hostitelské horniny
- dostatečně prokazatelné plynulé systémy
- potenciál samovolného utěsnění puklin a poruch, např. bobtnáním jílů
- geologická dlouhodobá stabilita formace hostitelské horniny
- potenciál rozředění ve spodních a/nebo povrchových vodách
- prokazatelnost předpokládaných vlastností lokality a jejich vývoj v čase

Po aplikaci těchto kritérií na výskyty sedimentárních hornin přicházející v úvahu byly vybrány jako potenciálně vhodné horninové formace nejdříve Spodní sladkovodní molasa (USM) a jíl z formace Opalinus. USM byla později z důvodu očekávatelně větších potíží při průzkumu ponechána stranou ve prospěch jílu z formace Opalinus.

Vlastnosti této horniny se zkoumají od roku 1996 ve skalní laboratoři Mont Terri. Takzvaným „průkazem likvidace“ předloženým v roce 2002 a v roce 2006 schváleným Spolkovou radou byla prokázána zásadní proveditelnost ukládání ve Švýcarsku, aniž to bylo spojeno s konkrétními návrhy lokalit.

Základní kritéria zaměřená na bezpečnost pro prostorové ohraničení uvažovaného výskytu jílu z formace Opalinus byla:

- hloubka mezi 400 a 1.000 m
- mocnost nejméně 100 m
- klidné, tektonicky nerušené ukládání
- žádné známky neotektonických aktivit

Jako základ pro proces naplňování věcného plánu předložila HSK jako příslušný úřad v roce 2007 dokument ke stanovení „bezpečnostně technických kritérií“ při hodnocení variant lokality ověřovaných v etapách naplňování věcného plánu (HSK 2007). Dokument popisuje, jaká bezpečnostně technická kritéria se aplikují při výběru potenciálních regionů lokality a lokality pro geologické hlubinné úložiště, jak je třeba je zohledňovat osobami povinnými likvidací odpadů při zpracovávání návrhů a jak je používají úřady při ověřování a posuzování návrhů. Dokument se přitom odvolává i na mezinárodní práce ICRP, IAEA a Joint Convention, jakož i na švýcarskou legislativu a k ní příslušné úřední předpisy.

S ohledem na vlastnosti potenciálních výskytů hostitelské horniny vztažené k lokalitě a jejich srovnání mezi uvažovanými lokalitami byly komisí HSK uvedeny následující skupiny

bezpečnostně technických kritérií a k tomu patřící kritéria, která mají v procesu výběru lokality nejvyšší prioritu (HSK 2007)[40]:

- vlastnosti hostitelské horniny popř. oblasti horniny účinné jako uzávěr
  - prostorová rozloha (mocnost, postranní rozšíření, hloubka, při zohlednění geologicko tektonických poměrů a potřeby místa pro úložiště)
  - hydraulické působení bariéry (zvodnělost, transport látek, regionální hydrogeologická situace, hydraulická propustnost, hydraulický gradient.)
  - geochemické podmínky (mineralogie, vodní chemismus, hodnota pH, redoxní podmínky)
  - cesty pro úniky (druh a rozdělení porozity popř. puklinového systému, potenciál samovolného utěsňování)
- dlouhodobá stabilita
  - odolnost vlastností lokality a horniny (možnost narušování a změny izolačního potenciálu)
  - vliv eroze (hloubka úložiště, hodnota zdvihu, hodnota eroze, glaciální hloubková eroze)
  - vlivy podmíněné úložištěm (vývin plynů z odpadů, transport plynů, vnos tepla a citlivost vůči teplu, tepelně hydromechanické a chemické procesy, chemická vzájemná působení, rozptylové zóny, schopnost samovolného utěsnění a zhojení)
  - střety ve využití území (suroviny z dnešního hlediska hospodářsky hodné využití)
- spolehlivost geologických výroků
  - charakterizovatelnost hornin (možnosti charakterizace, homogenita, heterogenita vlastností hornin)
  - prozkoumatelnost prostorových poměrů (geologicko tektonická komplexnost geologických poměrů)
  - prognózovatelnost dlouhodobých změn (vývoj klimatu, geodynamika, neotektonika, seismicita během posuzovaného období)
- stavebně technická vhodnost
  - horninově mechanické vlastnosti a podmínky (horninově mechanické vlastnosti, podmínky pro výstavbu, provoz, kontrolu a uzavření)
  - podzemní otvírka a zadržování vody (podmínky pro otevírku podzemních dutin, zejména stavebně technické a hydrogeologické poměry)

Jednotlivá kritéria se detailně vysvětlují v (HSK 2007), přitom se blíže vykládají aspekty, které je třeba posoudit, a relevance pro bezpečnost úložiště. Na tomto místě lze na tyto popisy odkázat.

[40] Dnešní společenské, územně plánovací a hospodářské aspekty a aspekty vztažené k životnímu prostředí jsou podřízeny bezpečnosti úložiště.

5.4. Německo

5.4.1. Německý proces výběru lokality

V Německu začal proces výběru lokality pro úložiště vysoce radioaktivních odpadů znovu v roce 2013 poté, co několik desetiletí trvající výhradní průzkum solné formace Gorleben nevedl k závěrečnému výsledku. V letech 2014 až 2016 rokovala pluralisticky obsazená „Komise Ukládání vysoce radioaktivních odpadních látek“ (úložišťová komise) o stávajících vědeckých, společenských a právních okrajových podmínkách v Německu a o uspořádání procesu výběru lokality (Endlagerkommission 2016). Schválením revidovaného zákona o výběru lokality na jaře 2017 (Deutscher Bundestag 2017) nyní existuje nový zákonný základ celoněmeckého vyhledávání lokality při zahrnutí tří mezinárodně diskutovaných variant hostitelské horniny kamenná sůl, jílovec nebo krystalinikum.

Ústředními znaky procesu mají být

- participace
- vědeckost
- průhlednost
- proces kladoucí si sám otázky a sám se poučující.

V následujících letech má na tomto základě proběhnout vícestupňový proces, v němž, vycházejíc z celého německého státního území, mají být nalezeny systematicky a pro každého ověřitelně nejdříve geologické vyhledávací prostory (např. výskyty hostitelské horniny) a poté postupně území s vhodnými geologickými poměry (dodržení minimálních požadavků a vylučujících kritérií), regiony lokality pro průzkumy na povrchu, lokality pro podzemní průzkumy a nakonec jedna lokalita pro realizaci úložiště.

Operativní zodpovědnost za výběr lokality leží přitom bezprostředně ve státních rukách. Za tímto účelem byla v průběhu nového uspořádávání procesu výběru lokality nově utvořena i organizační struktura: bezprostředně příslušná pro výběr lokality je nyní Spolková společnost pro ukládání (BGE) nacházející se ve vlastnictví federace, organizovaná soukromoprávně. Dozor a regulace náleží nově vytvořenému Spolkovému úřadu pro jaderně technickou bezpečnost likvidace odpadů (BfE).

Zákonodárce stanovil pro proces výběru lokality řadu geovědných vylučujících kritérií, minimálních požadavků a kritérií porovnávací. Nad to byla definována vědecko plánovací porovnávací kritéria, která mají být zahrnuta pro srovnávání jinak rovnocenných variant lokality. Nebyla definována žádná vylučující kritéria vztažená k plánování.

Ústředním pojmem v německém procesu výběru lokality je takzvaná „oblast horniny účinná jako uzávěr“. Touto oblastí se rozumí část objemu horniny v podzemí (popř. rostlé horniny v hornickém smyslu), která zajišťuje u úložišťových systémů, které podstatně spočívají na geologických bariérách, při spolupůsobení s technickými a geotechnickými uzávěry bezpečné uzavření radioaktivních odpadů v úložišti. Na koncepce úložišť v krystalinických horninách, které v podstatě spočívají na účinnosti technických bariér, jako je koncepce česká, nelze bez dalšího tento pojem přenést, ačkoli se uvádí i v německém kontextu ve smyslu krystalinické homogenní oblasti.

Kritéria je třeba brát za základ během celého procesu výběru, tedy při každém hodnocení lokality, jsou kromě toho podepírána postupně zjemňovanými bezpečnostními analýzami. Z důvodu rozmanitosti možných hostitelských hornin, které jsou v Německu k dispozici,

mají kritéria platit nezávisle na hostitelské hornině, jsou ale částečně vybavena aspekty specifickými pro hostitelskou horninu.

5.4.2. Geovědná vylučující kritéria

V souladu se zákonem o výběru lokality (Deutscher Bundestag 2017) nejsou území vhodná jako lokalita pro úložiště, pokud je splněno alespoň jedno z následujících vylučujících kritérií:

- velkoprostorové vertikální pohyby průměrně více než 1 mm za rok během následujícího 1 milionu let
- aktivní poruchové zóny, v nichž proběhly pohyby během posledních 34 miliónů let
- vlivy současné nebo dřívější hornické činnosti s negativními vlivy na stav napětí a permeabilitu horniny v oblasti úložiště, vyskytující se staré vrty prokazatelně nesmí narušovat funkci uzávěru
- místní seismické ohrožení je větší než v zemětřesné zóně 1 (podle DIN EN 1998-1/NA 2011-01)
- kvartérní nebo v budoucnu očekávatelný vulkanismus
- výskyt mladé spodní vody v oblasti úložiště

5.4.3. Geovědné minimální požadavky

Území ověřovaná v procesu výběru lokality platí za vhodná jako lokalita pro úložiště, pokud jsou splněny všechny následující minimální požadavky:

- propustnost horniny v oblasti účinné jako uzávěr nebo nadložních vrstev horniny nad oblastí ukládání menší než 10^{-10} m/s
- mocnost oblasti horniny účinné jako uzávěr minimálně 100 m, v krystalinické hornině nahraditelné spolupůsobením horniny a technických a geotechnických bariér
- povrch oblasti horniny účinné jako uzávěr se musí rozkládat minimálně 300 m pod povrchem terénu, v každém případě hlouběji než největší hloubka erozního působení, kterou lze očekávat v období následujícího jednoho milionu let. Je třeba dodatečně dbát specifických okrajových podmínek u kamenné soli (300 m solné suspenze) a jílovce (dostatečný překryv za účelem vyloučení rozvolnění při erozi).
- oblast horniny účinná jako uzávěr musí disponovat roztažností v ploše, která umožňuje realizaci úložiště.
- nesmí být předloženy žádné poznatky nebo data, které dovolí zpochybnit integritu oblasti horniny účinné jako uzávěr v období následujícího milionu let.

5.4.4. Geovědná kritéria porovnávací

Geovědná kritéria porovnávací slouží ke srovnávání lokalit, které jsou kvalifikovány pro další proces výběru na základě dodržení minimálních požadavků a vylučujících kritérií. Přitom je vždy třeba ověřit všechna porovnávací kritéria a vyhodnotit ve srovnání mezi lokalitami. Částečně lze aspekty dotazované v porovnávacích kritériích na určité lokalitě ověřit teprve po dosažení pokročilého stavu poznatků.

Geovědná porovnávací kritéria jsou částečně podložena komplexním způsobem vlastnostmi, indikátory a příslušejícími hodnotícími spektry (zpravidla odstupňovanými jako „vhodný“, „podmíněně vhodný“, „nevhodný“). Co se týče detailů odkazuje se zde na

příslušné přílohy 1 až 12 zákona o výběru lokality (Deutscher Bundestag 2017). Týkají se následujících vlastností úložišťové lokality:

- transport radioaktivních látek v důsledku pohybů spodní vody v oblasti horniny účinné jako uzávěr (proudění spodní vody, nabídka spodní vody, rychlost difuze)
- konfigurace horninového tělesa (účinnost bariér, robustnost a bezpečnostní rezervy, objem oblasti horniny účinné jako uzávěr, napojení na popř. disponibilita horninových vrstev s hydraulickými vlastnostmi a hydraulickým potenciálem
- prostorová charakterizovatelnost (šíře variací a prostorové rozdělení geologických tektonických znaků)
- dlouhodobá stabilita vhodných poměrů (odvozená z geologické historie vzniku daného výskytu horniny)
- vhodné horninově mechanické vlastnosti (sklon k vytváření mechanicky indukovaných sekundárních permeabilit v oblasti horniny účinné jako uzávěr)
- sklon k vytváření fluidních kanálků (schopnost změn propustnosti horniny, schopnost obnovování trhlin)
- vývin plynů (nabídka vody v oblasti ukládání)
- teplotní tolerance vůči vnosu tepla vysoce radioaktivními odpady
- kapacita zadržování v oblasti horniny účinné jako uzávěr (schopnost sorpce hornin vůči radionuklidům)
- hydrochemické poměry (chemická rovnováha s hostitelskou horninou, neutrální až lehce zásaditá hodnota pH, redukující prostředí, koncentrace koloidů, iniciátorů komplexů a karbonátů)
- ochrana oblasti horniny účinné jako uzávěr krycí horninou (překrytí, horniny potlačující erozi, strukturální komplikace)

5.4.5. Kritéria porovnávací podle vědeckého plánování

Kritéria porovnávací podle vědeckého plánování slouží přednostně prostorovému ohraničení území potenciálně vhodných pro úložiště, pokud ohraničení již není dáno aplikací geovědných kritérií a předběžných bezpečnostních analýz. Mohou se použít i pro srovnávání území, která je třeba podle bezpečnostních aspektů uvažovat jako rovnocenná. Zvažování kritérií podle vědeckého plánování s geovědnými porovnávacími kritérii nenastává, protože v celém procesu výběru lokality se bezpečnostně zaměřené geovědné znaky těší přednosti (primát bezpečnosti). Kritéria podle vědeckého plánování se blíže specifikují v zákoně o výběru lokality v příloze 12. Týkají se následujících vlastností území:

- odstup ke stávající zastavěné ploše obytných území a smíšených území
- emise (například hluk, škodliviny)
- zásoby spodní vody pro účely zásobování pitnou vodou
- území ochrany přírody a chráněná území
- významné kulturní statky
- zařízení s rizikem poruchy na lokalitě
- potenciální využití podzemí k dobývání nerostných surovin, k frakování, pro využití geotermálních zdrojů nebo využití ke skladovacím účelům

6. Celkové hodnocení

6.1. Hodnocení nadřazených aspektů

6.1.1. Plánovaný postup v českém procesu výběru lokality

Jak analýza ukazuje v předchozích kapitolách, současný přístup k výběru lokality v České republice má srovnatelně dlouhou historii. Od počátku 90. let byly uvažovány různé varianty lokality. Přitom shromážděné informace a jejich hodnocení ohledně potenciální vhodnosti lokality tvoří základ dnešní metodiky ke kritériím (SÚRAO 2015d).

Nad to minulé aktivity vedly již k výběru potenciálních území lokality: šest území[41] bylo vybráno jako mnohoslibná pro pokračující průzkumy naposledy v projektu „Geobariéra“ (Geobariéra 2006) jako předběžný konečný výsledek vědeckých úvah prováděných od počátku 90. let. Na tyto lokality nahlíží SÚRAO ohledně jejich potenciální vhodnosti jako na rovnocenné. V každém případě platí podle bezpečnostních hledisek bez dodatečných průzkumů specifických pro lokalitu za dále nediferencovatelné.

Další lokalita, Kraví hora, byla zařazena do výběru z důvodu tamějšího bývalého uranového hornictví, státního podniku DIAMO sídlícího v regionu a z toho očekávané synergie a místní akceptance, tedy zřejmě jako „dobrá příležitost“. První ověřování vhodnosti lokality zřejmě ještě chybí. V tamějším bývalém uranovém dole v Rožné se ovšem zřizuje od roku 2013 podzemní laboratoř („Bukov Underground Research Facility“).

Teprve v roce 2015 byl výběr doplněn o dvě další varianty návrhem postavit úložiště z důvodu akceptance a praktičnosti v blízkosti jedné z obou lokalit jaderných elektráren Temelín a Dukovany. I zde výsledek počátečního ověřování ještě chybí. Pozoruhodné v této souvislosti je, že se předsedkyně regulačního úřadu SÚJB teprve v prosinci 2016 vyslovila před odbornou veřejností a nezávisle na probíhajícím ověřování pro to, aby české úložiště bylo umístěno nejlépe v blízkosti jedné z jaderných elektráren v temelíně nebo Dukovanech[42].

Potud se v současnosti diskutuje celkem devět variant lokality. Všechna území lokalit vykazují výskyt krystalinika jako poteciální hostitelské horniny. Ačkoli se aktuální metodika ke kritériím (SÚRAO 2015d), co se týče dedikace, vztahuje pouze na šest lokalit vybraných vědeckým postupem, lze asi vycházet z toho, že má nalézt uplatnění pro všech devět variant. Oněm šesti již vybraným lokalitám se přičítá, že jejich dosud známé vlastnosti (volně přeloženo[43]) *„umožňují očekávání, že v budoucnu bude možné dokázat provozní a dlouhodobou bezpečnost úložiště v dotčeném území a ukázat jejich přijatelnost pro životní prostředí jakož i akceptovatelný vliv na kvalitu života místního obyvatelstva.“* Pro ony tři dodatečně do výběru vzaté lokality odpovídající vyhodnocení a hodnocení disponibilních dat ještě chybí.

[41] Lodhéřov, Budišov, Blatno, Božejovice, Pačejov, Rohozná

[42] NE 2016, str. 7 (News)

[43] SÚRAO 2015d, str. 13: “[...]indicating that it may be feasible in the future to clearly demonstrate operational and long- term safety of the DGR and its acceptable impacts on the environment and on the living conditions of the population within the area.”

V žádné z uvažovaných lokalit dosud nebyla provedena geologická průzkumná opatření s cílem charakterizace potenciální oblasti úložiště (takzvané „isolation section“[44]) specifické pro lokalitu. Mnohem více spočívá stav poznatků na utřiďování a interpretaci disponibilních informací, které se vztahují v podstatě k přípovrchové geologii, disponibilním datům z mělce založených vrtů, k nepřímým, málo rozlišujícím geofyzikálním naměřeným datům a k šetřením vědeckého plánování k technické proveditelnosti.

Samozřejmě z toho vzniklý stav poznání a provedená hodnocení obsahují nejistoty. SÚRAO poukazuje i sama na to, že ústřední znaky hostitelské horniny ve vlastní oblasti ukládání v současném stupni procesu lze ocenit pouze ze závěrů analogií z jiných, českých nebo zahraničních výskytů krystalinika nebo z experimentů v podzemních laboratořích. V této souvislosti se uvádějí tepelné, hydraulické, mechanické, chemické a mikrobiologické vlastnosti výskytu hostitelské horniny jakož i jeho plynová permeabilita[45], hydrogeologické znaky specifické pro lokalitu (zejména systém puklin, sousední poruchové zóny, propustnost horniny)[46], jakož i vlastnosti horniny a spodní vody ohledně potenciálního transportu radionuklidů[47]. K těmto vlastnostem nejsou zatím k dispozici žádné bezprostřední poznatky.

Na tomto pozadí je třeba dbát na aktuální účel české metodiky ke kritériím: ta slouží dalšímu omezení již předem vybraných variant na dvě lokality[48]. Toto omezení má proběhnout do roku 2020. Metodicky přitom SÚRAO vznáší nárok, že současný seznam má být zkrácen v průběhu dále se rozvíjejícího stavu poznatků[49] v postupném procesu[50]. Přitom se pro každý průzkumný krok oznamuje prohloubení geologických průzkumů a analýz[51]. Z metodických pokynů v kapitole 4 metodiky ke kritériím kromě toho vyplývá, že mají být zpracovány koncepce úložiště specifické pro lokalitu pro varianty lokality nacházející se ve výběru[52]. To je smysluplné, protože srovnání mezi jednotlivými variantami lokality vztažená k bezpečnosti musejí vždy zohledňovat i danou koncepci specifickou pro lokalitu, takže nakonec se vzájemně srovnávají celkem ne (jen) znaky lokality, nýbrž daný úložišťový systém jako celek.

---

[44] Pojem „isolation section“ se používá v anglickém překladu metodiky ke kritériím. Je mu třeba rozumět ve smyslu oblasti ukládání v podzemí (SÚRAO 2015: „That part of the underground repository in which radioactive wastes are stored“). Tato oblast nedisponuje (jak by mohl být tento pojem chápán) sama o sobě izolačními vlastnostmi popř. vlastností uzávěru vůči odpadům: v české koncepci úložiště mají funkci uzávěru v první řadě technické bariéry (materiál odpadu, kontejner, pufr). Úsekové uzávěry a uzávěry šacht uzavírají dutiny vyvolané úložištěm a blokují tím preferenční cesty průtoku. Krystalinické hornině samotné se nepřipisuje žádná vlastnost uzávěru. Potud by chápání analogicky v němčině definované „oblasti horniny účinné jako uzávěr“ nebylo korektní.

[45] SÚRAO 2015d, kap. 6.2.5

[46] SÚRAO 2015d, kap. 6.2.2

[47] SÚRAO 2015d, kap. 6.2.6

[48] SÚRAO 2015d, kap. 1.1, str. 11

[49] SÚRAO 2015d, str. 17: „... as our knowledge of the sites broadens and deepens.“

[50] SÚRAO 2015d, kap. 4

[51] SÚRAO 2015d, str. 17: “The site data and information will be refined and deepened within each consecutive stage by using a more detailed geological survey and more analyses.”

[52] SÚRAO 2015d, kap. 4, str. 17 č. 2 a 3 v tamějším výčtu

SÚRAO popisuje provedení průzkumných programů specifických pro lokalitu i ve svém střednědobém plánu výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b)[53]. Tam se uvádějí programy průzkumu jako „scheduled work“[54], tedy jako práce plánované. Rozlišuje se mezi neinvazivní, povrchovou *„prospecting stage“*, *„survey stage“* spojenou s (prvními) hlubokými vrty a prohlubující *„detailed survey stage“*, přičemž naposledy uvedená má dojít uplatnění teprve v průběhu schvalovacího řízení a pouze pro obě finální kandidátní lokality.

Již v rámci „prospecting stage“ se má počet variant lokality omezit na čtyři, aniž je pro to třeba počítat s přesnějšími informacemi ohledně bezpečnosti úložiště vůči dnešnímu stavu poznání.

Přesnější informace k bezpečnostně relevantním vlastnostem lokality se podle toho mají získat teprve pro poté vybrané čtyři lokality v rámci „survey stage“. Podle našeho názoru srovnávání lokalit vycházející z kritérií v procesu výběru zaměřeném na primát bezpečnosti oproti tomu předpokládá, že se provedou geovědné průzkumy až do fáze nejméně výše uvedené „survey stage“ ve všech územích lokalit v současnosti diskutovaných a SÚRAO uvažovaných jako bezpečnostně nerozlišitelných. Ty musejí dodat podstatné geologické parametry vztažené k lokalitě, které jsou potřebné pro aplikaci definovaných indikátorů za účelem možnosti touto cestou poznat a srovnat bezpečnostně zaměřené rozdíly mezi lokalitami. Teprve potom se dá zdůvodnit způsobem snesoucím kritiku, které varianty lokality je třeba prioritně dále zkoumat.

Že výsledky těchto prací bude možné předložit SÚRAO v souladu se současným plánem až v roce 2020 a bude možné uzavřít redukci variant lokality na dvě kandidátní lokality do té doby a zdůvodnit to argumenty vztaženými k bezpečnosti, se zdá na pozadí ještě chybějících potřebných průzkumů spíše nepravděpodobné. Pokud by byly v souladu s (politickým) harmonogramem jmenovány dvě kandidátní lokality do roku 2020, byla by žádoucí obzvláštní pozornost věnovaná dostupným údajům specifickým pro lokalitu přitom použitým.

6.1.2. Česká koncepce úložiště

Česká koncepce úložiště předpokládá ukládání radioaktivních odpadů, které neodpovídají požadavkům stávajících přípovrchových úložišť, jakož i vyhořelých palivových článků v krystalinické hostitelské hornině v hloubce zhruba 500 m. Radioaktivní odpady mají být ukládány v betonových kontejnerech ve skladovacích komorách. Pro vyhořelé palivové články se předpokládá ukládání ve svislých vrtech nebo horizontálně v takzvaných superkontejnerech. Ve střednědobém plánu výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b) se uvádí jako základ pro plánování úložiště odhad množství ukládaných odpadů: budoucí úložiště má pojmout 12.000 t vyhořelých palivových článků (kolem 7.700 t těžkého kovu), asi 1 m^3 vysoce radioaktivních odpadů z přepracování z výzkumných reaktorů a asi 4.300 t nízko a středně radioaktivních odpadů. Tento odhad zohledňuje i inventáře z plánovaných jaderných elektráren. Jako východisko pro první kroky procesu výběru lokality jsou tyto údaje z našeho pohledu dostatečně hodnověrné.

Pod pojmem „superkontejner“ se rozumí kovový kontejner, který se nachází v bentonitovém plášti. Vlastní kovový kontejner je zhotoven dvouplášťově: vnější opláštění

[53] SÚRAO 2015b, kap. 5, str. 35

[54] SÚRAO 2015b, kap. 5.1.3, str. 36 a násl.

se skládá z uhlíkové oceli, vnitřní z nerezové ušlechtilé oceli[55]. Zde je nápadné, že se nepředpokládá žádný tlustostěnný měděný kontejner, který nalézá uplatnění v pokročilých koncepcích úložiště v krystaliniku ve Švédsku a Finsku. Koncepce „superkontejneru" je vlastně typická pro úložišťové koncepce v jílovci, v nichž k dlouhodobému zadržování radionuklidů podstatně přispívá hostitelská hornina. V krystaliniku má integrita kontejneru po dlouhou dobu větší význam z důvodu vzájemného působení se spodní vodou, s nímž je třeba počítat, pročež zde použití korozně stabilnějšího měděného kotejneru představuje stav vědy a techniky, (jakkoli i pro něj se diskutují korozní efekty). Potud zůstává nejasné, do jaké míry je česká koncepce úložiště vycházející ze „superkontejneru" z oceli v krystalinickém okolí hostitelské horniny s ohledem na jeho vzájmené působení se spodní vodou, z očekávané pravděpodobnosti selhání a z toho odvozeného úniku radionuklidů srovnatelná se švédskou koncepcí KBS-3 a s tam předpokládanými měděnými kontejnery.

6.1.3. Bezpečnostní filosofie

Bezpečnostní filosofie sledovaná v českém procesu výběru lokality necílí (znatelně), jinak než je to formulováno např. v Německu, na nalezení *nejlepší možné* lokality s ohledem na bezpečnost. Mnohem více připouštějí jednotlivé formulace v metodice ke kritériím[56] závěr, že na lokality dodržující bezpečnostní požadavky se pohlíží jako na bezpečnostně technicky rovnocenné a lze je potom vzájemně srovnávat a hierarchizovat z hledisek nevztahujících se k bezpečnosti. Tento přístup se orientuje na principy obvyklé v jaderné technice (kromě ukládání !): potřebný bezpečnostní průkaz je v podstatě podán, pokud se ukáže dodržení limitů.

V oblasti ukládání - s jejími zvláštními výzvami ohledně dlouhodobé bezpečnosti - se ovšem sleduje ve všech procesech výběru lokality probíhajících v Evropě filosofie, která ověřuje bezpečnostně technické srovnání lokalit i výrazně pod regulačními limity a směrnými hodnotami. Tento postup je třeba tímto označit za stav vědy a techniky. V tomto případě se smí požadavky a kritéria, která jsou odvozena z technické náročnosti, z přijatelnosti pro životní prostředí, ze socioekonomických aspektů nebo též lokální akceptance, aplikovat teprve ve druhé linii za účelem vzájemného srovnání bezpečnostně rovnocenných variant lokality s ohledem na výhodné okrajové podmínky pro realizaci úložiště. Je třeba proto v českém procesu dbát na to, aby se další omezení variant lokality nezdůvodňovalo primárně argumenty, které nejsou bezprostředně vztaženy k bezpečnosti úložiště, jako například efektivitou nákladů, upřednostněním jiných chráněných zájmů při střetu cílů nebo místní akceptancí. Tento aspekt je tím důležitější, že v seznamu, o němž je v současnosti řeč, jsou z devíti variant lokality uvedeny tři varianty (Kravi hora, Temelín, Dukovany), které se nekvalifikovaly vědeckými úvahami v dřívějších projektech výběru lokality, nýbrž byly na seznam zařazeny zřejmě z oportunních důvodů.

6.1.4. Kvalita informací

Zjištění, zda lokalita splňuje bezpečnostně technické (minimální) požadavky, předpokládá, že indikátory použité k ověření vhodnosti jsou dostatečně konkrétní a že jejich splnění lze

[55] Brožura Hlubinné úložiště, SÚRAO 2016, https://www.SÚRAO.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-hlubinne-uloziste-2016.pdf, viz též: https://www.SÚRAO.cz/data/original/files/dgr/deep-geological-repository-project-design.pdf

[56] např. (SÚRAO 2015), kap. 5.3 „The costs of constructing the repository are not an issue of first priority but they are important when comparing site suitability **where more than one site meets the safety requirements** and the impact on the environment and on the living conditions is comparable." (zvýrazněno autory)

dostatečně dobře doložit na základě dat vztažených na lokalitu. Obojí v současnosti není ten případ. Konkretizace požadavků z metodiky ke kritériím pro ústřední bezpečnostní znaky ještě chybí: pro potřebnou velikost výskytu hostitelské horniny, odstupy od zvodnělých struktur, vlastnosti puklinového systému v oblasti ukládání a pro potřebné mechanické, tepelné a chemické vlastnosti hostitelské horniny nejsou stanoveny žádné ukazatele. Částečně mají být tyto ukazatele zjištěny teprve v souvislosti s konkrétními průzkumy na lokalitách. Kromě toho je stav poznatků vztažených k lokalitě v současnosti ještě velmi omezený a doplní se o generické předpoklady a závěry analogií z jiných lokalit, zejména pokud jde o parametry, které je třeba vyhodnotit v bezprostřední oblasti ukládání, tzn. v daném výskytu hostitelské horniny v hloubce asi 500 m.

Tato rozostřenost kvality informací má následky pro vypovídací schopnost hodnocení specifických pro lokalitu a pro jejich vzájemné srovnání. Dokud budou pro tyto znaky nasazovány jedině generické hodnoty popř. hodnoty odvozené z jiných míst (závěry z analogií), nelze očekávat, že srovnávání podpoří vyjevení rozdílů vztažených k bezpečnosti, které leží vně nejistot obsažených v odhadech, předpokladech a analogických závěrech a vně rozsahu. V každém případě by bylo potřeba takové rozdíly velmi kriticky ověřit na to, do jaké míry spočívají na skutečných informacích. Rozdíly, které spočívají na variabilní aplikaci, modelování a/nebo interpretaci nejistých informací, by pro prioritizaci variant lokality nebyly vhodné.

6.2. Hodnocení „Požadavků, indikátorů vhodnosti a kritérií“ uvedených v metodickém pokynu SÚRAO

„Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria“ sestavené v (SÚRAO 2015d) lze ze současného pohledu pro oceňování úložišťových lokalit vztažené k nim hodnotit jako tématicky v zásadě pokrývající a vhodné. Ve vztahu k indikátorům, které je třeba ověřit, ovšem nejsou dostatečně konkrétní.

SÚRAO přitom rozlišuje tři typy indikátorů:

- vyloučení (exclusion): nedodržení hodnoty indikátoru vede k vyloučení z výběru.
- podmíněnost (conditional): popisovaná vlastnost činí realizaci úložiště závislou na dodatečných technických opatřeních.
- srovnání (comparison): vlastnost slouží vzájemnému srovnávání lokalit, v zásadě ale nevylučuje žádnou lokalitu.

Pro některé z uvedených indikátorů se používá i kombinace „comparison to exclusion“ nebo „conditional to exclusion“. Tím se má zřejmě popsat možnost, že odpovídající indikátor může za určitých podmínek vést k vyloučení uvažovaného území lokality z výběru.

Mnohé indikátory kategorizované v metodice ke kritériím jako vylučující znak nemají bezprostřední vztah k bezpečnosti nebo k bezpečnostním vlastnostem oblasti ukládání. Zvlášť nápadné v této souvislosti je nakládání se střety cílů u konkurujících si zájmů nebo chráněných zájmů zmiňované v kap. 5.2.3. metodiky ke kritériím (SÚRAO 2015d), které při neřešitelných konfliktech může vést k vyloučeni lokality. V oblasti provozní bezpečnosti . ((SÚRAO 2015d), kap. 6.4) se uvádějí aspekty ochrany před zářením a aspekty bezpečnosti práce jako vylučující kritéria, ačkoli není zřejmé, že by se mohlo jednat o nepřekonatelné nedostatky specifické pro lokalitu. Mnohem více se jedná o výzvy, jimž je možno čelit vhodnými a dalekosáhle obvyklými opatřeními pro plánování a přípravu práce, bezpečnostním managementem etc. Dále se jako vylučující kritéria uvádějí různé

indikátory se vztahem k životnímu prostředí ((SÚRAO 2015d), kap. 7) jako je existence území ochrany přírody různých kategorií a neakceptovatelné faktory přijatelnosti pro životní prostředí, jež je třeba zmírnit.

Samozřejmě takové úvahy hrají ve zvažování bezpečnostně rovnocenných variant lokality roli. Odporuje ovšem mezinárodní praxi vyvozovat z toho vylučující kritéria. V Německu a ve Švýcarsku se například formuluje jasná přednost znaků vztažených k bezpečnosti potenciální úložišťové lokality oproti územně plánovacím faktorům nebo faktorům vztahujícím se k životnímu prostředí. Naposledy uvedené tam nevcházejí do hodnocení v první etapě procesu výběru a v následujícím nevedou k vyloučení lokality.

Vedle zde popsaných nadřazených aspektů vyplývají z analýzy české metodiky ke kritériím v jednotlivostech odkazy sestavené v následujících podkapitolách. Forma se orientuje na členění metodiky ke kritériím.

6.2.1. Základní požadavky ((SÚRAO 2015d). kap. 2)

Metodika SÚRAO ke kritériím uvádí v kapitole 2 čtyři skupiny základních požadavků na budoucí úložiště, z nichž se odvozují rozvádějící indikátory a kritéria vztažená k projektu, bezpečnosti, životnímu prostředí:

1. zajištění dostatečné kapacity (odpovídající potřebám pro všechny druhy radioaktivních odpadů), technická proveditelnost, optimalizace ochrany před zářením pro co nejvyšší bezpečnost[57] a přiměřené náklady.
2. zajištění provozní a dlouhodobé bezpečnosti ve vztahu k ochraně před zářením omezením expozice pro jednotlivce z kritické skupiny na lokalitě úložiště na hodnotu příkonu dávkového ekvivalentu maximálně 0,25 mSv/rok jako optimalizační cíl za normálního vývoje a 1 mSv/rok pro případ proniknutí člověka
3. vyloučení „zřejmých“ střetů zájmů nebo rizik vzniku škod pro citlivé ekosystémy a vyloučení zhoršení stavu jiných složek životního prostředí a životních podmínek místního obyvatelstva
4. hledání rozhodnutí při výběru lokality za aktivní spoluúčasti dotčené veřejnosti.

Ony čtyři zde souhrnně popsané aspekty jsou v anglickojazyčné verzi metodiky ke kritériím všechny formulovány jako „must“ identifikace. V jazykovém pojetí MAAE se tím vyjadřuje vysoký stupeň závaznosti, který se odráží například ve formulaci „IAEA Safety Fundamentals“. Je nápadné, že s těmito základními požadavky není spojena žádná prioritizace bezpečnostních aspektů obsažených v bodech 1 a 2 oproti jiným základním požadavkům. Nedává se žádný odkaz na to, jak je třeba nakládat se střety cílů v procesu výběru lokality, které mohou vyvstat například ze zvažování vlastností relevantních pro dlouhodobou bezpečnost oproti zájmům ochrany přírody nebo památek. Proces výběru zaměřený na primát bezpečnosti by zde musel obsahovat jasnou přednost pro aspekty vztažené k bezpečnosti, spojenou se zásadou, že takové střety cílů je třeba řešit zásadně ve prospěch bezpečnostních aspektů (a tím vzniklé narušení jiných chráněných zájmů je třeba kompenzovat).

S ohledem na optimalizační cíl z oboru ochrany před zářením formulovaný v základních požadavcích na příkon dávkového ekvivalentu 0,25 mSv/rok je třeba poznamenat, že uvedená hodnota odpovídá minimálnímu požadavku, který je třeba vznést na úložiště

[57] SÚRAO 2015d, str. 13: “[...] radiation protection must be optimized so as to ensure the highest possible level of safety”

vysoce radioaktivních odpadů. Spočívá na doporučeních mezinárodní komise pro ochranu před zářením ICRP, která byla převzata i MAAE. V různých národních předpisech jsou však stanoveny výrazně ambicióznější standardy. V Německu platí pro pravděpodobné scénáře kritérium příkonu dávkového ekvivalentu 10 µSv/rok a pro méně pravděpodobné 0,1 mSv/rok (BMU 2010). Ve Švýcarsku je třeba pro pravděpodobné scénáře prokázat, že bude podkročen individuální příkon dávkového ekvivalentu 0,1 mSv/rok.

Pod definovanými dávkovými kritérii může odstup intervalů zjištěných dávek pro lokality určené k analýze ke směrné hodnotě dát poukaz k určení pořadí lokalit. V souladu se švýcarskými předpisy se lokality pod hraniční hodnotou 10 µSv berou za bezpečnostně technicky rovnocenné (HSK 2007).

Je třeba dbát na to, že výpočty dávky v prvních krocích procesu výběru lokality mají jen zhruba orientující charakter, a proto nesmí být přeceňovány. Dokud ještě nebyly provedeny žádné detailnější průzkumy oblasti ukládání, budou výsledky výpočtů dávek podstatně ovlivněny omezeným stavem poznatků a generickými předpoklady o vhodnosti lokality. Z toho vyplývající nejistoty a rozsahy hodnot nedovolují žádné diferencování mezi lokalitami, které by obstálo v kritice. Teprve v pozdějších stadiích průzkumu se zde objeví rozdíly, které budou méně záviset na předpokladech a závěrech z analogií, a proto budou vhodnější k odůvodňování výběru nebo prioritizaci lokalit.

6.2.2. Návrhové indikátory ((SÚRAO 2015d). kap. 5)

6.2.2.1. Proveditelnost podzemních zařízení ((SÚRAO 2015d). kap. 5.1)

- Velikost využitelného výskytu hostitelské horniny ((SÚRAO 2015d), kap. 5.1.1)

  Ve smyslu potřebné kapacity slouží tento indikátor srovnání již vybraných variant. Upouští se od údaje minimální velikosti, ovšem lokality, které jsou příliš malé, aby pojaly množství odpadů, které je třeba uložit, mají být vyloučeny. Minimální velikost je závislá na dané koncepci úložiště, v níž ovlivňuje potřebný objem hostitelské horniny i vnos zdroje tepla z vysoce radioaktivních odpadů. V metodice ke kritériím se udává maximální teplota v celém systému úložiště pod 100°C, což je pro koncepce úložišť, které jdou dalekosáhle na účet integrity pufrovacího materiálu jako je bentonit, mezinárodně obvyklá hodnota.

  Ačkoli k inventáři, který je třeba uložit, jsou k dispozici již relativně konkrétní údaje, chybí směrná veličina vztažená k referenční koncepci úložiště (je třeba definovat v závislosti na koncepci jako plochu nebo objem) pro potřebný výskyt hostitelské horniny, na základě níž by bylo možné hodnotit zásadní vhodnost lokality ve vztahu k potřebné velikosti[58].

- Báňsko technické vlastnosti hostitelské horniny ve vztahu k výstavbě podzemních částí úložiště (SÚRAO 2015, kap. 5.1.2)

[58] V dříve uveřejněných pracích byly předloženy ohledně potřebného rozšíření potenciálního výskytu hostitelské horniny již konkrétní údaje: v (Piskač et al. 2003) bylo odvozeno pro krystalinickou horninu koncepčně jednopatrové úložiště s potřebou plochy asi 1,5 x 2,0 km v hloubce 600-800 m. V podkladech k IAEA Peer Review z roku 2004 (SÚRAO 2004b) bylo uvedeno ohledně toho (výrazně větší) rozšíření vlastního výskytu hostitelské horniny v závislosti na typu hostitelské horniny: výskyty krystalinické horniny by měly vykazovat od nynějška plochu minimálně 10 km^2 a rozšíření do hloubky až 1.500 m, pro sedimentární horniny byla uvedena plocha minimálně 25 km^2 s minimální mocností 100m.

Kvalitativně se v metodice ke kritériím uvádějí puklinový systém, vytvoření hornicky podmíněné ovlivněné zóny („Excavation Disturbed Zone“, EDZ), použitelnost standardních hornických technologií pro ražení dutin a vrtů jakož i zacházení s průniky spodní vody.

V kontextu proveditelnosti odkazují v podstatě na potřebnou stavebně technickou náročnost („conditional“) realizace úložiště a tím nepřímo též na náklady na realizaci úložiště a mohou být v tomto kontextu použity též jako srovnání mezi bezpečnostně rovnocennými lokalitami.

Tyto indikátory mají ale i úzké vztahy k otázkám dlouhodobé bezpečnosti: žádný z uváděných indikátorů nesmí nabývat rozměrů, které zpochybňují dlouhodobou bezpečnost úložiště, i kdyby mohly být stavebně technicky zvladatelné. To je výrazné zejména pro hydrogeologické okrajové podmínky, pro něž se zde definuje v nepříznivém případě dodatečný vylučující znak[59].

Uvedené vlastnosti se vztahují (s výjimkou přístupových šacht nebo ramp) na oblast hostitelské horniny v předpokládané hloubce úložiště. Současný stav poznatků (bez bezprostředního průzkumu oblasti ukládání) zde nesmí dovolovat žádné směrodatné diferencování předvybraných lokalit, dokud do hodnocení oblasti ukládání vstupují jen samotné předpoklady a závěry z analogií.

6.2.2.2. Proveditelnost povrchových zařízení ((SÚRAO 2015d). kap. 5.2)

Vlastnosti stavebního pozemku ((SÚRAO 2015d), kap. 5.2.1)

V této souvislosti je nápadné, že se na nevýhodné vlastnosti stavebního pozemku pro pozemní zařízení pohlíží jako na možný vylučující znak[60].

Plánovací a technické možnosti ovšem otevírají tak mnoho stupňů volnosti pro výstavbu pozemních zařízení, že je těžko představitelné, že zůstanou nepřekonatelné potíže, které musejí vést k vyloučení případně geologicky vhodné lokality. Ani v mezinárodním srovnání není obvyklé definovat tomu odpovídající vylučující kritérium. Vlastnosti stavebního pozemku se mnohem více používají ke zvážení a optimalizaci při srovnávání bezpečnostně rovnocenných lokalit. Vyloučení z tohoto důvodu, případně vzdání se lokality s lepšími bezpečnostními vlastnostmi by v každém případě nebylo akceptovatelné.

Disponibilita infrastruktury ((SÚRAO 2015d), kap. 5.2.2)

Disponibilita různých infrastruktur je ve srovnávání lokalit rovněž argument náročnosti popř. nákladů, který je třeba v každém případě třeba hodnotit druhořadě oproti bezpečnostním vlastnostem lokality. Česká metodika ke kritériím přiřazuje tomuto kritériu právem srovnávací (žádný vylučující) účinek.

Kromě toho je ale ovšem třeba dbát na to, že se jedná o územně plánovací aspekt, jemuž při srovnávání lokalit přísluší podřadný význam oproti srovnávacím kritériím vztahujícím se k bezpečnosti.

---

[59] SÚRAO 2015d: kap. 5.4, str. 23: A very unfavorable hydrogeological situation at the site or in a part thereof may be a reason for site exclusion from the list of potential sites

[60] SÚRAO 2015d, str. 21: Repository siting may be ruled out if unsuitable values of the construction stability parameters are identified.

Počet a komplexnost střetů zájmů ((SÚRAO 2015d), kap. 5.2.3)

Je pozoruhodné, že se zde formuluje jako vylučující kritérium případ, kdy se zjištěné střety zájmů nedají vyřešit[61]. V Německu a ve Švýcarsku se místo toho formuluje jasná přednost úložiště před jiným možným využitím lokality.

V této souvislosti tedy v české metodice ke kritériím chybí jasné přihlášení se k primátu bezpečnosti: připouští, aby střety zájmů nejrůznějšího druhu na nějaké případně bezpečnostně lépe vhodné lokalitě vedly k vyloučení této lokality a důsledkem toho byla vybrána méně bezpečná lokalita (viz též výše v kapitole 6.1.3). Ačkoli samozřejmě při srovnávání bezpečnostně rovnocenných lokalit musejí být takové střety zájmů zohledněny, není v procesu výběru zaměřeném na primát bezpečnosti akceptovatelné formulovat vylučující kritérium na základě střetu zájmů.

6.2.2.3. Náklady ((SÚRAO 2015d). kap. 5.3)

Kritérium minimalizace nákladů je sice uvedeno jako kritérium srovnávací, je ale ovšem třeba poukázat na to, že zde existují spojení k aspektům proveditelnosti podzemních a pozemních zařízení jakož i k řešení střetu zájmů, pro něž se v české metodice ke kritériím uvádějí částečně zcela vylučující znaky (viz výše).

Jak již výše v kapitole 6.1.3 vyloženo, kritérium kromě toho připouští ekonomické srovnání již pro takové lokality, které dodržují (bezpečnostní) požadavky, i když tyto - pod těmito požadavky - vykazují bezpečnostně technické rozdíly. Tím vzniká rozpor s přístupem sledovaným v jiných zemích o bezpečnostní optimalizaci pod limitními popř. směrnými hodnotami.

6.2.3. Indikátory a kritéria týkající se bezpečnosti ((SÚRAO 2015d). kap. 6)

6.2.3.1. Dlouhodobá bezpečnost ((SÚRAO 2015d). kap. 6.2)

Popsatelnost a prognózovaná bezpečnost ((SÚRAO 2015d), Kap. 6.2.1)

Dobrá popsatelnost bezpečnostních znaků lokality je ústřední esenciální vlastností pro prognózu dlouhodobé bezpečnosti. V této souvislosti je třeba rozlišovat mezi omezenou popsatelností a jistotou prognózy na základě informačních deficitů nebo na základě shledané komplexnosti situace na lokalitě, která i při dobrém stavu informací nedovoluje sestavení potřebných modelů specifických pro lokalitu pro prognózy snesoucí kritiku.

Informační defizit by byl jako odůvodnění špatné popsatelnosti a tím nějakého vylučování neakceptovatelný. Například v Německu[62] se předpokládá, že v územích s nedostatečným stavem geovědných dat se musejí provést průzkumná opatření, pokud je nelze charakterizovat jinak ohledně jejich setrvání v procesu výběru. Naproti tomu je stupeň komplexnosti stavby podzemí smysluplné vylučující kritérium, protože prognóza geologické situace zatížená velkými nejistotami nemůže vést k akceptovatelnému průkazu bezpečnosti.

[61] SÚRAO 2015d, str. 24: This *[Number and complexity of conflicts of interests]* may become an exclusion criterion if no acceptable solution to the conflicts can be found.

[62] viz např.: Endlagerkommission 2016, str. 342 a násl.

Indikátory uvedené ohledně toho v metodice ke kritériím jsou proto právem označeny atributem „exclusion“[63]. Informace k tomu snesoucí kritiku budou dány teprve v průběhu prohloubených průzkumů specifických pro lokalitu.

Hydrogeologické vlastnosti lokality ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.2)

Hydrogeologické vlastnosti lokality tvoří ústřední znaky potenciální oblasti ukládání. V koncepci úložiště v krystaliniku je přitom kontakt se spodní vodou systémově vlastní, tzn. dalekosáhle „suché“ úložiště je v krystalinické hornině nerealistické. To je také důvodem, proč jsou odpovídající koncepce dalekosáhle závislé na integritě a dlouhé životnosti technických a geotechnických bariér. Nicméně je co nejmenší očekávatelné množství spodní vody v oblasti ukládání kritériem pro kvalitu lokality. Stav poznatků potřebných pro toto ocenění je ovšem podmíněn bezprostředními informacemi z předpokládané oblasti ukládání, takže k současnému okamžiku je vyloučení nebo určení pořadí snesoucí kritiku ve výběru disponibilních variant lokality sotva představitelné.

- Odstup od zvodnělých poruchových zón (SÚRAO 2015d), kap. 6.2.2.1)

  Jako důležitá okrajová podmínka se zde uvádí disponibilita hydraulických modelů snesoucích kritiku pro každou lokalitu jakož i identifikace relevantních poruchových zón. Minimální odstup se nestanovuje, odkazuje se však příkladem na Švédsko, kde se jako vylučující kritérium aplikuje minimální odstup 100 m od regionálně účinných poruchových zón a „několik desítek metrů“ od lokálních poruchových zón. Metodická realizace v rámci výběru lokality, zejména ve vztahu k vlastní oblasti ukládání, zůstává nejasná. V tomto ohledu se odkazuje na budoucí další vývoj metodiky ke kritériím.

  Srovnávání variant lokality je podmíněno výrokem specifickým pro lokalitu, zda se předpokládaná oblast ukládání na lokalitě může umístit s minimálním odstupem ke zvodnělým strukturám a jak je tento odstup skutečně velký. Dodržení minimálního odstupu (který je třeba ještě specifikovat) je přitom předpokladem pro setrvání lokality ve výběru („exclusion“), zatímco pořadí („comparison“) tímto kvalifikovaných lokalit na základě skutečných odstupů, popř. s tím spojených okrajových podmínek („conditional“) je třeba vytvořit.

- Otevřené pukliny v oblasti ukládání ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.2.2)

  Tato vlastnost se vztahuje k očekávatelné hustotě puklin v předpokládané hloubce úložiště. V současném stavu procesu výběru není přístupná srovnávacímu hodnocení.

  V metodice ke kritériím se odkazuje příkladem na vylučující kritérium pro jednotlivé ukládací vrty aplikované ve Švédsku. Toto kritérium se ověřuje v souladu se švédskou koncepcí úložiště pro každý jednotlivý ukládací vrt při jeho vrtání, přichází tedy v úvahu teprve až při výstavbě úložiště.

- Rychlost proudění spodní vody v oblasti ukládání ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.2.3)

  Zde se diskutuje propustnost horniny v souvislosti s hydraulickým gradientem. Pro propustnost horniny se uvádí za odkazu na švédské zdroje (SKB 2000a) horní limit 10^{-8} m/s při hydraulickém gradientu maximálně 1%. Tyto hodnoty neplatí ovšem jako minimální požadavek, nýbrž se popisují jako „upřednostňovaná“ vlastnost horniny.

[63] SÚRAO 2015d, str. 34

V této souvislosti je pozoruhodné, že v předchozích krocích procesu (Piskač et al. 2003) byly jako kritérium popisovány propustnosti horniny 10^{-9} m/s. SÚRAO se sice kvůli dnešnímu poklesu jako na referenci odvolává na švédskou koncepci úložiště, neodůvodňuje ale, proč se má v aktuální metodice ke kritériím odchýlit od tehdy ambicióznějšího přístupu.

Stanovená propustnost horniny je ve srovnání různých koncepcí úložiště poměrně vysoká. Propustnost horniny maximálně 10^{-8} m/s se dá nalézt jako požadavek v koncepcích úložiště se srovnatelně nevhodnými hydrogeologickými okrajovými podmínkami, které jsou velmi silně závislé na působení geotechnických a technických bariér. Švédsko je toho příkladem, sleduje ale i tomu přizpůsobenou koncepci kontejnerů se speciálním měděným kontejnerem („koncepce KBS-3), který se v současnosti v České republice nepředpokládá (srovnej výklad shora v kapitole 6.1.2). Momentálně není jasné, zda česká koncepce úložiště, vycházející z takzvaného „superkontejneru“ z oceli, je s ohledem na jeho vzájemné působení se spodní vodou srovnatelná s měděnými kontejnery předpokládanými švédskou koncepcí. Pouze při odpovídající srovnatelnosti by bylo přijatelné bezprostřední vztahování se ke kritériím definovaným ve Švédsku.

V Německu se v rámci procesu výběru lokality vyhledávají pro všechny typy hostitelské horniny oblasti horniny s propustností maximálně 10^{-10} m/s, rozdíl 2 řády. Ve Švýcarsku je stanovena stejná hodnota pro tam předpokládanou hostitelskou horninu jíl z formace Opalinus a z toho odvozená koncepce úložiště (která spočívá co se technologie kontejneru týče rovněž v superkontejneru). Ve švýcarské koncepci úložiště ovšem také směrodatnou bezpečnostní funkci ve vztahu k zabránění transferu radionuklidů do biosféry přebírá hostitelská hornina.

Nezávisle na vlastní hodnotě je třeba poukázat na to, že parametr propustnost horniny v oblasti ukládání je třeba určit pouze bezprostředním průzkumem specifickým pro lokalitu. Zejména v řádu stanovenému zde jako kritérium 10^{-8} m/s smí při nepřímém zavedení nejistota, kterou je třeba zohlednit, sotva vést k vyloučení nebo k hodnocením různých lokalit snesoucím kritiku.

Stabilita geologických poměrů ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.3)

Indikátory seismická stabilita, velkoprostorové vertikální pohyby a (post)vulkanická aktivita uvedené v tomto kontextu v metodice ke kritériím je třeba z regionálně geologických informací odvodit brzy a byly také již zohledněny při výběru šesti původních variant lokality. Toto hodnocení třech dodatečně do výběru zařazených lokalit formálně ještě chybí. Protože se u dvou z těchto tří lokalit jedná o lokality českých jaderných elektráren, mohly by se jednoduše a hodnověrně odvodit pro tyto lokality přinejmenším seismická stabilita a nepřítomnost vulkanické aktivity z disponibilního stavu poznatků.

Vlivy dob ledových a změny klimatu se uvádějí jako další, ovšem pro všechny varianty lokality rovnocenné indikátory, které potud nemohou mít žádný vliv na výběr lokality. Bezprostřední zalednění během budoucích dob ledových se zřejmě neočekává, a proto ani žádné relevantní změny hydrogeologických okrajových podmínek. Jako maximální hloubka permafrostu se v České republice udává 250 m, což je zdaleka nad předpokládanou hloubkou úložiště.

Klimatické indikátory se mají v souladu s metodikou ke kritériím použít k účelům srovnávání. Z našeho pohledu a podle okrajových podmínek představených v metodice

ke kritériím ovšem nelze očekávat, že se z toho dají odvodit relevantní argumenty pro nebo proti nějaké variantě lokality nebo pro změnu v pořadí.

Pravděpodobnost průniku člověka do úložiště ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.4)

V metodice ke kritériím se ohledně toho specifikuje, že za účelem minimalizace budoucího rizika lidského proniknutí je třeba se při výběru lokality vyhnout („exclusion“) relevantním zásobám surovin nebo pitné vody jakož i zdrojům geotermální energie a že je třeba při srovnávání lokalit zohlednit stávající vrty pod 300 m nebo bývalá důlní díla. Vychází se ovšem z toho, že možnost lidského proniknutí do lokality povede k vyloučení lokality jen ve zvlášť vážných případech.

Přítomnost minerálních zdrojů, relevantní zásoby spodní vody nebo geotermální energie se obyčejně (např. v Německu a ve Švýcarsku) diskutují v souvislosti s možnými střety ve využití, ve spojení s jasnou předností využití lokality jako úložiště před nějakým jako vždy přizpůsobeným hospodářským využitím podzemí. Potud formulace vylučujícího kritéria neodpovídá mezinárodně obvyklému postupu.

Německá komise pro likvidaci odpadů (ESK 2012) zařazuje problém možného lidského proniknutí mezi bezprioritní optimalizační cíle. Německá úložišťová komise[64] přiřazuje „úvahy o zabránění lidskému proniknutí po uzavření“ k bezpečnostním analýzám spicifickým pro lokalitu, nespojuje s tímto problémem ale žádné vylučující kritérium.

S ohledem na kritérium k výskytu starých, přes 300 m hlubokých vrtů a sousedících důlních děl musí být věnována v dalším procesu výběru obzvláštní pozornost variantě lokality v oblasti uranového hornictví kolem Kraví hory.

Kompatibilta vlastností hostitelské horniny s geotechnickými a technickými bariérami ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.5)

Zde jde v podstatě o chemické vzájemné působení mezi hostitelskou horninou, vodou ve formaci a materiály vnesenými do úložiště. Tento aspekt by bylo třeba doplnit o alternativy technických a geotechnických bariér: forma odpadu je dalekosáhle daná předem stavem odpadů k uložení. Jak ohledně materiálu pufru (tzn. různé druhy bentonitu, poměry směsi a formy zpracování), tak ohledně koncepce kontejneru (měděné kontejnery namísto předpokládaných ocelových kontejnerů, způsob výroby kontejneru) jsou ovšem myslitelné alternativy, které by bylo třeba vyhodnotit ve vztahu na jejich kompatibilitu se specifickou geologickou situací na lokalitě.

V této souvislosti v metodice ke kritériím uvedené parametry tepelné, hydraulické, mechanické, chemické a mikrobiologické vlastnosti výskytu hostitelské horniny jakož její plynová permeabilita jsou s ohledem na výběr lokality důležité a mezinárodně se intenzivně zkoumají. V rámci výběru lokality se ale dají vyhodnotit ve srovnávání teprve po geologickém průzkumu úložišťové formace. Ani SÚRAO proto neočekává v prvním stupni procesu výběru, že z tohoto kritéria vyplyne nějaký příspěvek ke srovnávání lokalit[65].

[64] Endlagerkommission 2016, str. 293

[65] SÚRAO 2015d, kap. 6.2.5, str. 31: However, it will be difficult to differentiate between the sites with respect to their compatibility with the engineered barriers during the first site selection stage till 2020 because the majority of requi- site data will be from the depth of the repository.

Vlastnosti horniny a spodní vody ohledně potenciálního transportu radionuklidů ((SÚRAO 2015d), kap. 6.2.6)

Protože kontakt se spodní vodou a uvolnění radionuklidů je koncepci úložiště v krystalinické hornině systémově vlastní, má posouzení vlastností horniny a spodní vody s ohledem na transport radionuklidů největší význam. Jejich výzkum a hodnocení specifické pro lokalitu je proto mezinárodním standardem. V této souvislosti je vedle zde uvedených vlastností krycí horniny důležitý také vývoj scénářů uvolňování specifických pro koncepci, o nichž se v metodice pro kritéria zpráva nepodává.

I zde SÚRAO (právem) odkazuje na to[66], že uvedené parametry ve vztahu k transportu radionuklidů do biosféry jako je rychlost transportu, retardační faktory, rozpustnost radionuklidů ve spodní vodě dané lokality jakož i disperze a rozředění podél hydrogeologických transportních cest lze vyhodnotit a srovnávat teprve po geologickém průzkumu úložišťové formace. V rámci zúžení seznamu variant mají být potřebná data oceněna proto na základě modelů, údajů o povrchu terénu a závěrů z analogií.

Úvahy o zadržování radionuklidů podél potenciálních transportních cest vstupují bezprostředně do modelování radiologických důsledků a slouží proto i k ocenění dodržení všeobecného dávkového kritéria v základních požadavcích (viz výše, kap. 6.2.1).

6.2.3.2. Provozní bezpečnost ((SÚRAO 2015d). kap. 6.4)

Požadavky na ochranu před zářením, na bezpečnost práce na povrchu i v podzemí a aspekty havarijního plánování tak, jak jsou uvedeny v metodice ke kritériím, jsou požadavky nezávislé na lokalitě, které je třeba splnit jako úkoly managementu pomocí vhodného sledu organizačních, technických a osobních ochranných opatření. Je sotva představitelné, že z vlastností lokality pro varianty nacházející se v současnosti ve výběru mohou vzniknout pochybnosti o zajištění provozní ochrany před zářením a o bezpečnosti práce při realizaci úložiště.

Pod tímto úhlem pohledu je zamýšlená klasifikace jako vylučujícího kritéria[67] v metodice ke kritériím, např. u všeobecné nebo provozní ochrany před zářením nebo u havarijního plánování, nepochopitelná a pro výběr lokality z našeho pohledu také nedůležitá (viz k tomu také výše úvodní vývody ke kapitole 6.2).

Stejně tak málo se dají z dnešní absence formulovat vylučující kritéria pro proces výběru lokality úložiště vysoce radioaktivních odpadů v poruchové infrastruktuře (v metodice ke kritériím diskutované pod aspektem „Fire, Explosion“ u provozní bezpečnosti). V procesu výběru zaměřeném na co největší bezpečnost úložiště se musí místo toho diskutovat variantní přeložení těchto infrastruktur[68] (uvedeny jsou například ochranné zóny kolem dálnic, průmyslových zařízení, energetických zdrojů, různých potrubních tras, skladů zásob nebo letišť) z bezpečnostních důvodů, čímž tento aspekt bude představovat podmiňující kritérium, ale žádné vylučující kritérium.

Vylučující kritérium „území ochrany vod“ diskutované rovněž pod aspektem provozní bezpečnosti je na tomto místě nemístné. Území ochrany vod je třeba uvažovat typicky v

[66] SÚRAO 2015d, str. 33

[67] SÚRAO 2015d, str. 40

[68] Existuje několik příkladů toho, že prioritně klasifikovaný projekt (např. povrchové těžby uhlí, údolní nádrže, Severozápadní přistávací dráha letiště ve Frankfurtu) měl za následek přeložky kritické infrastruktury nebo celých vesnic.

kontextu přijatelnosti pro životní prostředí. Do jaké míry tím může být dotčena provozní bezpečnost úložiště tak, že lokalita by musela být z toho důvodu vyloučena, nelze dohledat.

Rozdíly mezi lokalitami mohou být dány s ohledem na náročnost potřebnou pro provozní bezpečnost. Tím je ale implicitně dotčena jedině otázka nákladů, která oproti hodnocení prioritně zaměřenému na bezpečnost nesmí hrát žádnou roli.

6.2.4. Indikátory vztahující se k životnímu prostředí ((SÚRAO 2015d). kap. 7), socioekonomické aspekty a otázky přijatelnosti ((SÚRAO 2015d). kap. 8)

Zde uvedené vlastnosti lokality nespojené bezprostředně s bezpečností úložiště lze použít v procesu výběru lokality prováděném s primátem bezpečnosti ke srovnávání bezpečnostně rovnocenných variant lokality za účelem odůvodnění konečného rozhodnutí o umístění úložiště v lokalitě při zachování dosažené bezpečnostní úrovně. Cíl, který je třeba přitom sledovat, je potom rozhodnutí o lokalitě s ohledem na přijatelnost pro životní prostředí nejmírnější, s ohledem na socioekonomické efekty nejpozitivnější a/nebo s ohledem na stupeň lokální akceptance nejvyšší.

Nelze je ale použít ke zvažování bezpečnostních vlastností lokality vůči aspektům nemajícím vztah k bezpečnosti nebo dokonce k vylučování lokalit na tomto základě, pokud možno s cílem zajistit oportunní řešení za cenu srážek z dlouhodobé bezpečnosti. Že je v metodice ke kritériím označeno množství indikátorů vztahujících se k životnímu prostředí jako kritérium vylučující („Exclusion“) nebo je opatřeno vylučujícími atributy („Comparison to exclusion“), odporuje jak přístupu orientovanému na primát bezpečnosti, tak mezinárodně obvyklému postupu.

Samozřejmě se např. i v Německu jako výhodnější hodnotí nepřítomnost území opatřeného statutem ochrany nebo využitelných zdrojů než existující střet cílů, nechápe se to v zásadě ale jako příležitost k nadřazení existujícího statutu ochrany jiného druhu na lokalitě vhodné pro úložiště nad bezpečnost úložiště.

Tak například se v České republice formuluje přítomnost území ochrany přírody různých kategorií jako vylučující kritérium. V metodice ke kritériím se ohledně toho nadnáší otázka, do jaké míry mají platit tam definovaná vylučující kritéria vztažená na chráněná území i pro podzemní část úložiště[69]. Tato otázka je v České republice zřejmě ještě nevyjasněná. Německá úložišťová komise zaujala ohledně toho stanovisko a zpracovala kritéria vědeckého plánování a kritéria porovnávací, která rozlišují mezi povrchovými a podzemními aspekty plánování. Tím se zohledňuje na jedné straně možné prostorové oddělení povrchových zařízení a podzemní části ukládání pomocí přístupu nějakou rampou, na straně druhé se respektuje zásadně odlišné působení povrchových a podzemních zařízení na životní prostředí[70]. Statut chráněného území se v Německu sice zahrnuje jako kritérium vědeckého plánování do zvažování ohledně povrchových zařízení, ale vůči bezpečnostním vlastnostem lokality se klasifikuje jasně jako bezprioritní.

Příklad zacházení s faktory přijatelnosti pro životní prostředí je možné narušení zásob pitné vody. V české metodice ke kritériím se vliv na zásoby povrchové nebo pitné vody uvádí jako srovnávací kritérium, které se může stát kritériem vylučujícím, pokud se nevhodné vlivy nedají omezit na přijatelnou úroveň (“comparison to exclusion“).

---

[69] (SURAO 2015), str. 44

[70] Endlagerkommission 2016, str. 349

V Německu je vliv na přípovrchové nebo hlubinné zásoby spodní vody vhodné pro získávání pitné vody třeba zohlednit při zvažování, posuzuje se ale jako aspekt vědeckého plánování vždy bezprioritně vůči bezpečnosti úložiště. Vylučující kritérium s tím spojeno není, protože je třeba vycházet z toho, že skutečně negativní vlivy úložiště na lokální zásobu spodní vody na lokalitě vyhledávané v Německu s co nejlepší bezpečností v každém případě mohou a musejí být kompenzovány.

6.3. Závěr

Česká metodika ke kritériím obsahuje obsáhlý a tématicky pokrývající výčet indikátorů a kritérií pro výběr lokality. Potíže spočívají především jejich aplikaci a vážení při posuzování existujících variant lokality. Ústřední, na dlouhodobou bezpečnost zaměřené znaky mají být oceňovány při současném stavu poznatků, bez bezprostřední informace z daných oblastí ukládání, dalekosáhle na základě přípovrchových poznatků, generických předpokladů a závěrů z analogií lokalitě cizích. Zda se může skutečně podařit získání dalších poznatků ve smyslu průzkumných opatření uvedených ve střednědobém plánu výzkumu a vývoje (SÚRAO 2015b) do roku 2020 - do okamžiku, do kdy mají být disponibilní varianty lokality omezeny pouze na dvě, se zdá být z dnešního pohledu přinejmenším velmi sporné. Jestliže to povede k tomu, že se znaky lokality vztažené k bezpečnosti nebudou dále diferencovat z důvodu omezeného stavu poznatků a lokality se proto budou považovat za stejně dobře vhodné, mohou vylučující kritéria nevztažená k bezpečnosti jako např. územně plánovací aspekty nabýt nepřípustně velkého vlivu na výběr lokality. Výběr lokality vycházející z bezpečnosti by v tomto případě nebyl zajištěn.

Pro další průběh je třeba postavit pro český proces výběru lokality následující nadřazené požadavky:

- Průkaz, že souhra technických bariér (superkontejner a bentonitový pufr) s krystalinickou hostitelskou horninou se srovnatelně vysokou propustností horniny v české koncepci úložiště může vést oproti mnohokrát jako reference zmiňované švédské koncepci úložiště k minimálně rovnocenné prognóze dlouhodobé bezpečnosti. Ohledně toho je třeba obzvlášť zohlednit různé chování úložišťových kontejnerů na ocelové bázi (superkontejner) a na bázi mědi (švédská koncepce KBS-3). Odpovídající srovnání v metodice ke kritériím chybí.
- Provedení programů průzkumů vztažených k lokalitám *před* dalším zúžením variant lokality s cílem odůvodnitelné diferenciace variant lokality podle bezpečnostních znaků.
- Jasné přihlášení se k primátu bezpečnosti, jasné usměrňování k zacházení se střety zájmů zaměřenému na bezpečnost.
- Jasné usměrňování bezprioritního významu a aplikace indikátorů a kritérií nevztahujících se k bezpečnosti.

Pro další angažmá zemských vlád Dolních a Horních Rakous v českém procesu výběru lokality je proto doporučeníhodné ověření české argumentace při dalším omezování variant lokality, že varianty lokality byly klasifikovány primárně podle bezpečnostních znaků a že kritéria a indikátory vztažené k bezpečnosti úložiště nikoli bezprostředně byly použity k diferenciaci pořadí pouze u lokalit s prokazatelně rovnocennými bezpečnostními znaky. Dále je třeba doporučit kritické ověření dat použitých pro hodnocení specifická pro lokalitu, zda byla skutečně získána specificky pro lokalitu a jsou vhodná jako základ kvalifikovaného hodnocení.

7. Seznam literatury

BFE (2011a): Drei Etappen. Bundesamt für Energie BFE. Online na http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01277/05192/index.html?..., naposledy aktualizováno 30.11.2011.

BFE (2011b): Sachplan geologische Tiefenlager. Konzeptteil. April 2008 (Revision vom 30. November 2011). Bundesamt für Energie BFE, Abteilung Recht und Sicherheit.

BGR (2015): Beratung der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ gemäß § 3 Standortauswahlgesetz - Abriss der Standortauswahl und Darstellung der angewandten geowis- senschaftlichen Kriterien bei den Endlagerprojekten in den Ländern Schweiz, Frankreich, Schwe- den, Belgien und USA. Projekt Endlagerkommission. Deutsche Bundesanstalt für Geowissen- schaften und Rohstoffe (BGR).

BMU (2010): Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle. BMU. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Online na http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu- import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/sicherheitsanforderungen_endlagerung_bf.pdf, naposledy kontrolováno 13.06.2017.

ČGS (2011): Ukládání vysoce aktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva do geologického prostředí. Česká geologická služba ČGS. Online na http://www.geology.cz/extranet/vav/prirodni-zdroje/geoenergie/radioaktivni-odpady.

ČGÙ (1997-99): Ročenka. Hg. v. P. Pálenský. Česká geologická služba ČGÙ.

ČSKAE (1987): Jaderná energetika - Příručka pro lektorský sbor ČSKAE. připraveno pro Československou komisi pro atomovou energii. Ustřední informační středisko pro jaderný program.

Czech Parliament (1997): Act on Peaceful Utilisation of Nuclear Energy and Ionising Radiation (the Atomic Act) and on Amendments and Alterations to Some Acts. The English translation is working document, vom ACT No. 18/1997 Coll., 24.01.1997.

Czech Parliament (2016): ACT No. 263/2016 of Coll. Atomic Act, 14. Juli 2016. Working unauthorized translation.

Deutscher Bundestag (2017): Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG). StandAG, vom Standortauswahlgesetz vom 05.05.2017 (BGBl. I S. 1074), das durch Artikel 25 des Gesetzes vom 27.06.2017 (BGBl. I S. 1966) geändert worden ist.

EGP (1999): Referenční projekt povrchových i podzemních systémů HÚ v hostitelském prostředí granitových hornin v dohodnuté skladbě úvodního projektu a hloubce projektové studie. EGP Invest spol. s r.o.,

Endlagerkommission (2016): Abschlussbericht der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Verantwortung für die Zukunft Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe gemäß § 3 Standortauswahlgesetz (K-Drs. 268).

ESK (2012): EMPFEHLUNG - Leitlinie zum menschlichen Eindringen in ein Endlager für radioaktive Abfälle. Entsorgungskommission (ESK).

Geobariéra (2006): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Zkrácená závěrečná zpráva sdružení GEOBARIÉRA. Za spolupráce F. Wollera. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO.

GRS (2014): Natural Analogue Study Ruprechtov (CZ) - An Experience Report. Unter Mitarbeit von Ulrich Noseck, Vaclava Havlova (eds.) Thomas Brasser, Wernt Brewitz, Radek Cervinka, Vaclava Havlova und Frantisek. Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS) mbH (GRS - 349).

HSK (2005): Entsorgungsnachweis: Etappe auf einem langen Weg. Historischer Abriss der bishe- rigen Entscheidungen und Tätigkeiten im Hinblick auf die geologische Tiefenlagerung der hochak- tiven Abfälle in der Schweiz. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK).

HSK (2007): Sachplan geologische Tiefenlager. Herleitung, Beschreibung und Anwendung der sicherheitstechnischen Kriterien für die Standortevaluation. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK).

IAEA (1991): Earthquakes and Associated Topics in Relation to Nuclear Power Plant Siting. Safety Series No. 050-SG-S1. A Safety Guide. Rev. 1. International Atomic Energy Agency IAEA. Vienna.

IAEA (1994a): Siting of Geological Disposal Facilities. A Safety Guide. International Atomic Energy Agency IAEA. Wien (IAEA Safety Standards, Safety Series No 111-G-4 1).

IAEA (1994b): Siting of Geological Disposal Facilities. Safety Series 111-G-4.1. A Safety Guide. International Atomic Energy Agency IAEA.

IAEA (1995): The Principles of Radioactive Waste Managment. Safety Series No. 111-F. Interna- tional Atomic Energy Agency IAEA. Vienna.

IAEA (1997): Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Ra- dioactive Waste Management (INFCIRC/546), zuletzt geprüft am 18.07.2017.

IAEA-WATRP (1998): WATRP and IAEA's International Peer Reviews on Geologiscsl Disposal of Radioactive Wasste. Unter Mitarbeit von Arnold A. BONNE. International Atomic Energy Agency IAEA. Online verfügbar unter http://www.wmsym.org/archives/1998/html/sess23/23-03/23-03.htm.

IPPA (2012): Short report about the results of the questionnaire on the participatory process for a radioactive waste repository for highlevel waste (HLW) in the Czech Republic. Unter Mitarbeit von V. Ustohalova, A. Minhans and B. Kallenbach-Herbert. Öko-Institut e.V. (Project co-funded by the European Commission under the Seventh Euratom Framework Programme for Nuclear Research and Training Activities (2007-20011), Deliverable 5.1.3).

Kališová (2016): Dlouhodobé nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem I. In: *tzbinfo/http://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/14104-dlouhodobe-udrzitelne-nakladani-s- radioaktivnimi-odpady-a-vyhorelym-jadernym-palivem-i*, 2016 (z 25.04.).

Kříž et al. (1991): Geologický výzkum bezpečného uložení vysoce radioaktivního odpadu - I. etapa - Výběr perspektivních oblastí v Českém masivu. MS ČGÚ. Za spolupráce Kříže J. Český geologický ústav ČGÚ. Praha.

Lorenz et al. (2013): Tschechische Endlagerpläne für geologische Tiefenlager – historische Entwicklung, wissenschaftliche und politische Beurteilung, Auswirkungen auf Österreich. ATOM Studie. Unter Mitarbeit von R. Lahodynsky P. Lorenz.

Metlay (2017): Selecting a Site for a Radioactive Waste Repository: A Historical Analysis. In: *Ele- ments - An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology* (June 2017 - Vol- ume 13, Number 3).

MPO (2002): The Concept of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel Management in the Czech Republic. Ministry of Industry and Trade of the Czech Republic.

MPO (2014): Update of the Concept of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel Management. Ministerstvo průmyslu a obchodu (Ministry of Industry and Trade).

NAGRA (2015): Annual Report 2015. Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle.

NE (2016): Radwaste-News. In: *Nuclear Engineering International (NEI)* (Dezember 2016), S. 7.

Piskač et al. (2003): Výběr lokality a staveniště HÚ v ČR. Analýza území ČR Fáze regionálního mapování, Zpráva část A. Unter Mitarbeit von J. Piskač, P. Šimůnek, I. Prachař, D. Tucauerová, B. Romportl, J. Blažek. ENERGOPRŮZKUM PRAHA, spol. s r.o. für Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO.

POSIVA (2000): The site selection process for a spent fuel repository in Finland - Summary report. Unter Mitarbeit von T. Äikäs T. McEwen. Posiva Oy/EnvirosQuantiSci UK.

Procházka et al. (1993): Metodika geologicko - průzkumných prací pro hostitelskou strukturu hlubinného úložiště ve vyvřelých horninách. Český geologický ústav ČGÚ. Praha.

Procházka V. (2010): Fosfáty a akcesorické oxidy ve vybraných granitoidech a pararulách moldanubické oblasti v jihovýchodních a jižních Čechách. Disertační práce. Za spolupráce V. Procházky. Univerzita Karlova v Praze. Praha.

PS (2015a): Statut Pracovní skupiny pro dialog o hlubinném úložišti. vlastní statut dle čl. 6 odst. 1 Statutu Rady vlády pro energetickou a surovinovou strategii ČR. Rada vlády pro energetickou a surovinovou strategii ČR. Pracovní skupina č. 9 Rady vlády pro energetickou a surovinovou strategii ČR. Praha.

PS (2015b): Zápis z 18. Schůze Pracovní skupiny pro dialog o HÚ. Pracovní skupina pro dialog o HÚ.

PS (2016): Zápis z 19. Schůze Pracovní skupiny pro dialog o HÚ. Pracovní skupina pro dialog o HÚ.

SKB (2000a): What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and site evaluation. Unter Mitarbeit von J. Andersson, G. Grundteknik, A. Ström, Ch. Svemar, K-E. Almén, L. O Ericsson.

Svensk Kärnbränslehantering AB, KEA Geo-Konsult AB, Chalmers University of Technology.

SKB (2000b): Integrated account of method, site selection and programme prior to the site investi- gation phase. Svensk Kärnbränslehantering AB (TR-01-03).

SKB (2011): Site selection – siting of the final repository for spent nuclear fuel. Svensk Kärnbränslehantering AB.

Skopový et al. (1999): Výzkum homogenity vybraných granitoidních masivů – Projekt prací na hypotetické lokalitě. Nepublikovaná zpráva.

Slovák (2016): Ukládání RAO v ČR a stav projektu hlubinného úložiště. Seminář OBK při JE Dukovany,. Dukovany, 29.11.2016.

SÚJB (1997): REGULATION No. 215 of the State Office for Nuclear Safety on Criteria for Siting Nuclear Facilities and Very Significant Ionising Radiation Sources. English translation issued as a working document, vom No. 215/1997 Sb. Juli 1997.

SÚJB (2016a): DECREE No. 377 on the requirements for the safe management of radioactive waste and on the decommissioning of nuclear installations or category III or IV workplaces. DE- CREE No. 377, 7 November 2016.

SÚJB (2016b): DECREE No. 378 on siting of a nuclear installation. Working unauthorized translation, vom 378/2016 Coll., 07.11.2016.

SÚRAO (2004a): Annual Report 2004. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO.

SÚRAO (2004b): WATRP Mission to the Czech Republic. International peer review of the Czech programme of the geological repository development. Background materials. SÚRAO | RAWRA - Radioactive Waste Repository Authority,

SÚRAO (2011): Plán činnosti a rozpočet Správy úložišť radioaktivních odpadů na rok 2012, tříletý plán a dlouhodobý plán. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO.

SÚRAO (2015a): Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Metodické pokyny. Ausgabe 2 vom Mai 2015, Revision 1. A. Vokál, L. Pospíšková, I. Vondrovic, M. Kováčik a L. Lucie Steinerová. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO (MP.22).

SÚRAO (2015b): Medium term plan for research and development of activities needed for DGR siting in CZ within years 2015 - 2025. I. Pospíšková, A.Vokál, L. Vondrovic, P. Dusílek, M. Dvořáková, I. Hanusová, M. Kováčik, M. Vencl, F. Woller. Praha (Technical report number 1/2015/ENG). Online https://www.surao.cz/data/original/files/dgr/medium-term-plan-for.

SÚRAO (2015c): Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Poslední vydání červenec 2015. A. Vokál, L. Pospíšková, I. Vondrovic, M. Kováčik, L. Steinerová, P. Dusílek a F. Woller. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO. Prahag (Technická zpráva 2/2015).

SÚRAO (2015d): Requirements, suitability indicators and criteria for the selection of potential deep geological repository sites. Anglický překlad českého dokumentu. Vydání z července 2015. A. Vokál, I. Pospíšková, L. Vondrovic, M. Kováčik, I. Steinerová, P.

Dusílek, F. Woller. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO (Technical Report 2/2015/ENG). Online https://www.surao.cz/data/original/files/dgr/requirements-suitability-indicators-and-criteria-for-the-selection-of-potential-deep-geological-repository-sites.pdf.

SÚRAO (2015e): Střednědobý plán výzkumu a vývoje Evidenční označení: pro potřeby umístění hlubinného úložiště v ČR 2015 - 2025. I. Pospíšková, A.Vokál, L. Vondrovic, P. Dusílek, M. Dvořáková, I. Hanusová, M. Kováčik, M. Vencl, F. Woller (SÚRAO TZ 1/2015).

SÚRAO (2016a): Alternativy při hledání vhodné lokality a Projekt Moldanubikum. Tisková zpráva z července 2016. Online https://www.surao.cz/tiskove-zpravy/clanek-275-alternativy- pri-hledani-vhodne-lokality-a-projekt-moldanubikum.

SÚRAO (2016b): Metodika použití kritérií při zužování počtu lokalit pro další fázi výběru lokality. Úkol z 18. schůze Pracovní skupiny pro dialog o HÚ. 19. Schůze Pracovní skupiny pro dialog o HÚ.

SÚRAO (2017a): Zprávy ze Správy. Zpravodaj Správy úložišť radioaktivních odpadů (jaro 2017). Online https://www.surao.cz/data/original/files/pr/zzs/2017/zpravy-ze-spravy-jaro-2017.pdf.

SÚRAO (2017b): Geological Exploration Work. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO. Online https://www.surao.cz/en/dgr/geological-exploration-work.

UJV (2012): Referenční projekt hlubinného úložiště. Aktualizace referenčního projektu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů v hypotetické lokalitě. L. Pospíšková, A. Vokál,

F. Fiedler, I. Prachař a P. Kotnour. Nuclear Research Institute Řež, plc (Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s.), EGP Invest, EPP, ŠKODA JS a.s. (Archiv-Nr. EGP 5014-F-120055).

Woller, F. (2011): Výběr lokalit pro HÚ a kritéria jejich hodnocení v etapě charakterizace lokalit. Správa úložišť radioaktivních odpadů SÚRAO (arch. č. SÚRAO 27/11).

Woller et al. (1998): Kritická rešerše archivovaných geologických informací. Závěrečné zhodnocení. F. Woller (ÚJV a.s.), AGE s.r.o (P. Bílý), K. Domečka (Geotechnika a.s.), F.Fediuk (Geohelp), M. Hercík (ÚJV a.s.), E. Jelínek (PřF UK), M. Karous (Geonika s.r.o.), A. Laciok (ÚJV a.s.), J. Skopový (ÚJV a.s.). Řež (zakázka-Nr. 59 94 0001).

Woller F., Šimůnek P. (2002): Požadavky na lokalitu v etapě hodnocení lokalit. ZA.S./HÚ.

Zelinka (1993): Návrh semikvantitativních kritérií geologických aspektů hostitelského prostředí hlubinného úložiště VAO a skladu vyhořelého paliva v České republice. Z. Zelinka. Český geologický ústav ČGÚ.

8. Příloha

Tabulka 8-1: Přehled lokalit v průběhu výběru

1990 – 1993 (Kříž et al. 1991)		1994 – 1998 (Woller et al. 1998)		2002 – 2003 (Piskač et al. 2003)		2003 – dodnes (SÚRAO 2004b)
**č.	Území nebo lokalita	**č.	Území nebo lokalita	**č.	Území nebo lokalita	Území nebo lokalita
1	Melechov					
2	Dolní město					
3	Kamenná Lhota					
4	Větrný Jeníkov	**4.**	Větrný Jeníkov			
5	Westlich Třešť	**5**	Růžená, západně Třeště	**5**	Rohozná-Růžená	Rohozná-Růžená
6	severně Nové Bystřice	**6**	Klenová, severně Nové Bystřice			
			Kunějov nördlich Nová Bystřice			
7	Klenov	**7**	Lodhéřov v Klenovském masívu	**4**	Pluhův Žďár-Lodhéřov	Pluhův Žďár-Lodhéřov
8	Třebíč	**8**	Třebíčský masív	**6**	Budišov	Budišov
9	Říčany	**9**				
10	Blatná	**10**	Blatná	**2**	Pačejov nádraží	Pačejov nádraží
11	Zvíkovské Podhradí	**11**				
12	Milevsko – Brod	**12**	Milevsko – Brod			
13	Sedmihoří	**13**	Sedmihoří			
14	Tiský úsek	**14**	Tis u Blatna, Tiský úsek	**1**	Lubenec-Blatno	Lubenec-Blatno
			Blatno, Tiský úsek			
15	Čistecký úsek	**15**	Čistecký úsek			
16	Kdyně	**16**	Kdyně			
17	Bory					
18	Hrubšice					
19	Z. od Mladé Vožice					
20	JZ. od Pelhřimova					
21	Senožaty					
22	S. od Pacova					
23	V. od Mladé Vožice					
24	Blovice					
25	Bruntál					
26	Dětřichov					

27	Libavá					
		30	Chyšky, severozápadně Milevska			
			Vlksice, severozápadně Milevska	**3**	Božejovice-Vlksice	Božejovice-Vlksice
		31	Jihlavský masív			
				7	Borohrádek	
				8	Teplá	
				9	Zbytiny	
				10	Opatovice-Silvánka	
				11	Lodín- Nový Bydžov	

** Číslování lokalit v dané etapě

Tabulka 8-2: Příklad tabulkového vyhodnocení znaků lokality pro devět variant lokality

Požadavek	Specifikace požadavku	Indikátory vhodnosti lokalit	Hodnotící kritéria vhodnosti lokality	č.	Hodnocení lokality								
					Čertovka	Březový p.	Magdaléna	Čihadlo	Hrádek	Horka	Kraví h.	Nová 1	Nová 2
Proveditelnost úložiště	Proveditelnost podzemní části úložiště	Velikost využitelného, v prostoru a odpovídající hloubce vymezeného, horninového bloku	Možnost uložení 10 000 t VJP a 5 000 m^3 RAO	1									
		Charakteristiky horninového prostředí pro konstrukci podzemní části úložiště	Viz indikátor investiční náklady	2									
	Proveditelnost nadzemní části úložiště	Zajištění stability staveb	Umístitelnost povrchového areálu do 5km od hranice podzemního areálu.	3									
		Dostupnost technické infrastruktury	Umístitelnost povrchového areálu do 5km od hranice podzemního areálu. (finanční rozdíly: viz indikátor investiční náklady a indikátor provozní náklady)	4									
		Množství a složitost střetů zájmů	Všechny střety zájmů jsou technicky řešitelné (finanční rozdíly: viz indikátor investiční náklady a indikátor provozní náklady)	5									
	Náklady	Investiční náklady	Investiční náklady jsou o méně než 3mld Kč vyšší oproti referenční lokalitě.	6									
		Provozní náklady	Provozní náklady jsou o méně než 30mil Kč/rok vyšší oproti referenční lokalitě.	7									
	Popsatelnost a predikovatelnost lokality	Míra nejistoty v popisu geologické stavby a tektonických poměrů lokality	Horninové prostředí území k umístění hlubinného úložiště a jeho okolí zajišťuje izolaci uloženého radioaktivního odpadu od životního prostředí a procesů, které v něm probíhají a jsou způsobilé hlubinné úložiště narušit.	8a									
		Míra nejistoty v popisu a predikovatelnosti hydrogeologických poměrů v lokalitě		8b									
		Míra variability vlastností horninového prostředí	Horninové prostředí území k umístění hlubinného úložiště a jeho okolí je homogenní s minimálním výskytem petrograficky i mechanicky odlišných typů hornin a je nepostižené hydrotermálními a jinými druhotnými přeměnami.	9a									
		Aplikovatelnost standardních metod geologického průzkumu		9b									
	Hydrogeologické vlastnosti lokality	Vzdálenost úložných prostor od zvodnělých poruchových zón	Hydrogeologické vlastnosti horninového prostředí území k umístění hlubinného úložiště a jeho okolí splňují podmínky nízké propustnosti, nízké rychlosti proudění a vysokého stáří podzemní vody tak, aby byla co nejvíce omezena migrace uvolněných radionuklidů.	10a									
		Četnost otevřených a křehkých struktur v izolační části horninového prostředí (ve vymezeném horninovém masivu, pro realizaci podzemní části)		10b									
		Rychlost proudění vody v izolační části horninového prostředí.		10c									

Kategorizace vhodnosti - způsob posuzování kritérií k zúžení počtu lokalit (I. etapa - 2017):	
Příležitost převažuje nad rizikem (zjištěné informace spíše vedou k závěru, že kriterium vhodnosti bude splněno)	
Referenční/průměrná lokalita v příslušném indikátoru/kritérii	R
Riziko převažuje nad příležitostí (zjištěné informace indikují překážku k splnění kritéra vhodnosti lokality)	
Málo relevantních informací pro odhad rizika/příležitosti	

Doklady k vyhodnocení kritérií: zprávy z průzkumů, projektové studie, studie bezpečnosti, studie vlivu na životní prostředí, výsledky průzkumů veřejného mínění

Zdroj: Výtah z přílohy k Zápisu z 19. zasedání Pracovní skupiny PS ((PS 2016) - doplněno SÚRAO)