

HODNOCENÍ POTENCIÁLNÍCH LOKALIT HÚ Z HLEDISKA KLÍČOVÝCH KRITÉRIÍ DLOUHODOBÉ BEZPEČNOSTI

BŘEZOVÝ POTOK

Autoři: Václava Havlová, Jaroslava
Pertoldová, Petr Mixa, Tomáš Hroch,
Veronika Štědrá, Jan Baier, Martin
Milický, Michal Polák a kolektiv

NÁZEV ZPRÁVY: Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Březový potok

NÁZEV PROJEKTU: Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště

IDENTIFIKACE V RÁMCI PROJEKTU: Aktualizace hodnocení lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti

Technická zpráva

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

Bibliografický zápis:

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., MIXA P., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., MILICKÝ M., POLÁK M., BUKOVSKÁ Z., ČERNÝ M., DUŠEK K., FIFERNOVÁ M., FRANĚK J., GVOŽDÍK L., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., PETYNIÁK O., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., SOEJONO I., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VOJTĚCHOVÁ H., ŽÁČKOVÁ E. (2020): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ z hlediska klíčových kritérií dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Březový potok. – MS SÚRAO, TZ 447/2020

ŘEŠITELÉ:

ÚJV Řež, a. s.¹, ČGS², PROGEO, s. r. o.³

AUTORSKÝ KOLEKTIV: Havlová V.¹, Pertoldová J.², Mixa P.², Hroch T.², Štědrá V.², Baier J.³, Milický M.³, Polák M.³, Bukovská Z.², Černý M.³, Dušek K.², Fífernová M.², Franěk J.², Gvoždík L.³, Holeček J.², Jelének J.², Jankovec J.³, Jelínek J.², Kachlíková R.², Kučera R.², Kunceová E.², Petyniak O.², Rapprich V.², Rukavičková L.², Soejono I.², Švagera O.², Uhlík J.³, Vojtěchová H.¹, Žáčková E.²

Lukáš Vondrovic

Manažer projektu (SÚRAO)

31. 1. 2020

Václava Havlová

Manažer projektu (ÚJV Řež, a. s.)

31. 1. 2020

Obsah

1	Úvod	2
2	Vstupní předpoklady hodnocení	4
3	Přehled hodnocených kritérií významných z hlediska dlouhodobé bezpečnosti HÚ.....	7
4	Geologické charakteristiky lokality	12
4.1	Kritérium K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků.....	12
4.1.1	Regionálně geologická stavba území	12
4.1.2	Indikátor K3a Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury.....	13
4.1.3	Indikátor K3b Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy.....	21
4.1.4	Indikátor K3c Stupeň duktilní deformace	22
4.2	Kritérium K4 Variabilita geologických vlastností.....	23
4.2.1	Indikátor K4a Prostorová variabilita horninového prostředí.....	23
4.2.2	Indikátor K4b Petrologická variabilita hornin.....	23
4.3	Expertní zhodnocení lokality.....	24
4.3.1	Nejistoty spojené s hodnocenou oblastí	27
4.3.2	Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)	28
4.3.3	Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	29
5	Hydrogeologické charakteristiky	31
5.1	Vylučující kritéria	32
5.1.1	Přítomnost zvodní v izolační části úložiště	32
5.1.2	Obtížnost vytvoření hydrogeologických modelů a predikce vývoje hydrogeologických poměrů v lokalitě	33
5.2	Kritéria pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	33
5.2.1	Kritérium K5 Charakteristika proudění vody v okolí HÚ a transportní charakteristiky.....	33
5.2.2	Kritérium K6 Identifikace a umístění drenážních bází	38
5.3	Expertní zhodnocení lokality.....	40
5.3.1	Nejistoty spojené s hodnocením hydrogeologických kritérií	40
5.3.2	Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)	40
5.3.3	Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	41
6	Kritérium K7 Seismická a geodynamická stabilita.....	43

6.1	Vylučující kritéria	43
6.1.1	Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)	43
6.1.2	Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry).....	44
6.1.3	Postvulkanické jevy	44
6.2	Kritéria pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	44
6.2.1	Indikátor K7a Hodnota maximálního horizontálního zrychlení	44
6.2.2	Indikátor K7b Výškový gradient	45
6.2.3	Indikátor K7c Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svahovými deformacemi	45
6.2.4	Indikátor K7d Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek	45
6.3	Expertní zhodnocení	45
6.3.1	Nejistoty spojené s hodnocenou oblastí	45
6.3.2	Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)	46
6.3.3	Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	46
7	Kritérium K8 Charakteristiky, které by mohly vést k narušení hlubinného úložiště budoucími aktivitami člověka	48
7.1	Vylučující kritéria	49
7.1.1	Poddolovaná území a stará a opuštěná důlní díla	49
7.1.2	Přítomnost zásob nerostných surovin.....	49
7.1.3	Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie	52
7.2	Kritéria pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	53
7.2.1	Indikátor K8a Ložiskové poměry na lokalitě.....	53
7.3	Expertní zhodnocení lokality Březový potok	53
7.3.1	Nejistoty spojené s hodnocenou oblastí	53
7.3.2	Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)	53
7.3.3	Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ	54
8	Celkové zhodnocení lokality Březový potok ve vztahu k vylučujícím kritériím a kritériím porovnávacím	55

Seznam použitých zkratk:

3D	třídimenzionální
ČGS	Česká geologická služba
DFN	discreet fracture network
DMR	digitální model reliéfu
DOP	dipólové elektrické profilování
DP	dobývací prostor
DEMP	dipólové elektromagnetické profilování
EDU-západ	lokalita Na Skalném (EDU-západ)
ETE-jih	lokalita Janoch (ETE-jih)
ERT	electric resistivity tomography
GF	geofyzikální
HG	hydrogeologický
HÚ	hlubinné úložiště
CHLÚ	chráněné ložiskové území
IAEA	International Atomic Energy Agency (Mezinárodní agentura pro atomovou energii)
IB	inženýrské bariéry
ID	identifikace
ISVS	informační systém veřejné správy
k. ú.	katastrální území
Ma	milion let
MG, MAG	magnetometrie
MRS	mělká reflexní seismika
O	odhad
ODD	opuštěné důlní dílo
PÚGChP	perspektivní území pro geologické charakterizační práce
PÚPP	perspektivní území pro projektové práce
PÚZZK	průzkumné území pro zvláštní zásah do zemské kůry
P-T	tlakově-teplotní (pressure-temperature)
PSHA	probabilistic seismic hazard analysis
RAO	radioaktivní odpady
RN	radionuklid
Sb.	sbírka zákonů
SDD	staré důlní dílo
SI	bezrozměrné číslo v soustavě jednotek SI
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SuriS	Surovinový informační systém
UBA	úplná Bougerova anomálie
UOS	ukládací obalový soubor
VAO	vysoceaktivní odpady
VJP	vyhořelé jaderné palivo
ZL	zadávací list

Abstrakt

Tato zpráva shrnuje dostupná data z potenciální lokality hlubinného úložiště na základě archivních a nově získaných dat geologického výzkumu a průzkumu a zpracovaných syntetických popisných modelů. Dále hodnotí lokalitu dle kritérií dlouhodobé bezpečnosti dle dokumentu SÚRAO MP.22 a metodiky hodnocení Vondrovic et al. (2019) odvozených na základě legislativních požadavků (vyhláška č. 378/2016 Sb. o umístění jaderného zařízení) a mezinárodních doporučení (např. IAEA NS-R-3 rev.1 Site Evaluation for Nuclear Installations Safety Requirements, IAEA 2016; SSG-14 Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA 2011b).

Vlastnosti lokality jsou hodnoceny v následujících kategoriích kritérií:

1. Geologické charakteristiky lokality
2. Hydrogeologické charakteristiky lokality
3. Stabilita lokality
4. Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště člověkem

Klíčová slova

Hlubinné úložiště, výběr lokalit, moldanubikum, středočeský pluton, dlouhodobá bezpečnost, Březový potok

Abstract

This report summarizes the available data from the Březový potok site on the basis of archive information, geological surface research and geophysical data and evaluates the site according to criteria derived by the expert team from the requirements of SÚJB (Decree No. 378/2016 Coll. On Nuclear Facility Location) and IAEA (NS-R-3 rev.1 Site Evaluation for Nuclear Installations Safety Requirements, IAEA 2016; SSG-14 Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, IAEA 2011b) on significant site characteristics that affect long-term safety of DGR (Vondrovic et al. 2019). Site characteristics are evaluated in the following categories of criteria:

1. Geological characteristics of the site
2. Hydrogeologic characteristics of the site
3. Site stability
4. Characteristics, that could be a reason for future human intrusion into the repository

Keywords

Deep geological repository, siting, Moldanubian zone, Central Bohemian pluton, long term safety, Březový potok

1 Úvod

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

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

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

Cílem tohoto dílčího projektu je aktualizace hodnocení potenciálních lokalit na základě výsledků geofyzikálního výzkumu lokalit, a návazných geologických prací, které proběhly v letech 2017 až 2019.

Předmětem projektu je:

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

3. revize zdůvodnění kritérií a indikátorů pro hodnocení dlouhodobé bezpečnosti potenciálních lokalit ve formě přehledné tabulky včetně analýzy kritérií ze skupiny proveditelnost a environmentální charakteristiky z hlediska překryvů, doporučení klíčových indikátorů;
4. spolupráce se SÚRAO při oponentních řízeních a jednání expertního panelu.

Cílem této zprávy je podat detailní popis vyhodnocení geologických charakteristik, hydrogeologických charakteristik, charakteristik stability a faktorů narušení úložiště budoucími aktivitami člověka na lokalitě Březový potok.

2 Vstupní předpoklady hodnocení

Zpracovaný text navazuje na důvodovou zprávu „Lokalizace perspektivních území pro geologické charakterizační práce a perspektivních území pro projektové práce HÚ“, která popisuje a zdůvodňuje změny v geologické stavbě a umístění **perspektivních území pro geologické charakterizační práce a perspektivních území pro projektové práce** na potenciálních lokalitách hlubinného úložiště (Pertoldová et al. 2019).

Hodnocení geologických kritérií K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků a K4 Variabilita geologických vlastností, kritéria K7 Seismická a geodynamická stabilita a K8 Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka a jejich indikátorů, uvedených níže, je na lokalitě Březový potok soustředěno na území 3D regionálního geologického modelu, strukturního schématu viz Mixa et al. (2019), perspektivního území pro geologické charakterizační práce a perspektivního území pro projektové práce a jeho okruhu 25 km v souladu se zadávacím listem „Aktualizace hodnocení lokalit z hlediska dlouhodobé bezpečnosti“ (PB-2019-ZL-U3183-043-Hodnocení2).

Hodnocení hydrogeologických poměrů lokality Březový potok je realizováno na území 3D detailního hydrogeologického modelu (Baier et al. 2018), který byl aktualizován (Baier et al. 2020) zpracováním dat z nového strukturního schématu (Mixa et al. 2019).

Geologická kritéria (včetně vylučujících kritérií) jsou hodnoceny v následujícím rozsahu:

Kritérium K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků

- indikátor K3a *Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury* je hodnocen dle strukturních schémat ad Mixa et al. (2019);
- indikátor K3b *Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy* je hodnocen dle DFN modelu a nových poznatků ze zprávy Mixa et al. (2019); u lokalit Janoch (ETE-jih) a Na Skalním (EDU-západ) vychází hodnocení z expertního posouzení v území regionálního 3D geologického modelu;
- indikátor K3c *Stupeň duktilní deformace* je hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce a jeho blízkého okolí.

Kritérium K4 Variabilita geologických vlastností

- indikátor K4a *Prostorová variabilita horninového prostředí* je hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce a jeho blízkého okolí;
- indikátor K4b *Petrologická variabilita hornin* je hodnocen v rozsahu perspektivního území pro projektové práce a jeho blízkého okolí.

Hydrogeologická kritéria (včetně vylučujících kritérií) jsou uvedena v kapitole 5. Hydrogeologická kritéria, významná z hlediska dlouhodobé bezpečnosti, posuzovaná s cílem vyhodnocení lokalit z hlediska vhodnosti pro umístění HÚ, jsou stanovena z metodického pokynu SÚRAO MP.22 (Vokál et al. 2017), metodiky hodnocení (Vondrovic et al. 2019) a výsledků aktualizovaného 3D detailního hydrogeologického modelu (Baier et al. 2020), do stanovení indikátorů je zahrnuta plocha podzemní části HÚ z Doplnku ke studiím umístitelnosti HÚ v kandidátních lokalitách (Zahradník et al. 2020).

Hodnocení kritérií oblasti **Seismická a geodynamická stabilita lokalit** (včetně vylučujících kritérií) je provedeno v následujícím rozsahu:

- vylučující kritérium *Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)* bylo zhodnoceno následovně: *Zemětřesení byla posouzena* v rozsahu dle požadavku vyhlášky č. 378/2016 Sb. na základě dat seismotektonického modelu vycházející z metodiky PSHA (Málek et al. 2018). Pro vyhodnocení přítomnosti potenciálně aktivních zlomů na konkrétní lokalitě nejsou k dispozici relevantní data o stáří a aktivitě studovaných tektonických poruch;
- vylučující kritérium *Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)* je hodnoceno v rozsahu regionálních dat dle zprávy Hrocha a Pačese (2015);
- vylučující kritérium *Postvulkanické jevy* je zhodnoceno v rozsahu odpovídajícím požadavku vyhlášky č. 378/2016 Sb.;
- indikátor *K7a Hodnota maximálního horizontálního zrychlení* je hodnocen v rozsahu vzdálenosti 300 km od pozemku jaderného zařízení odpovídající metodice PSHA (Málek et al. 2018);
- indikátor *K7b Výškový gradient* je hodnocen v rozsahu regionálního 3D strukturně geologického modelu (Franěk et al. 2018);
- indikátor *K7c Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svahovými deformacemi* je hodnocen v rozsahu regionálního 3D strukturně geologického modelu (Franěk et al. 2018);
- indikátor *K7d Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek* je hodnocen do vzdálenosti 5 km od PÚPP pro výskyt vulkanických hornin, resp. do vzdálenosti 25 km od PÚPP pro výskyt kyselek.

Hodnocení kritéria **Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka** je provedeno v rozsahu perspektivního území pro geologické charakterizační práce včetně vylučujících kritérií.

Souřadnice S-JTSK pro **perspektivní území pro geologické charakterizační práce:**

- X 1114800 Y 805145;
- X 1114651 Y 807092;
- X 1117754 Y 807710;
- X 1117500 Y 809890;
- X 1114528 Y 811130;
- X 1110585 Y 810405;
- X 1109076 Y 810118;
- X 1109104 Y 809820;
- X 1109350 Y 806965;
- X 1109685 Y 805665;
- X 1112220 Y 805165.

Souřadnice S-JTSK pro **perspektivní území pro projektové práce:**

Březový potok – S

- X 1113369 Y 806902;
- X 1112172 Y 809001;
- X 1111641 Y 810299;
- X 1110058 Y 809916;
- X 1109984 Y 809458;
- X 1111662 Y 806541.

Březový potok – J

- X 1117623 Y 807753;
- X 1117357 Y 809841;
- X 1114314 Y 810947;
- X 1113904 Y 810810;
- X 1116027 Y 807451.

3 Přehled hodnocených kritérií významných z hlediska dlouhodobé bezpečnosti HÚ

Metodika postupu hodnocení je uvedena ve zprávě Vondrovic et al. (2019). V Tab. 1 je uveden přehled vylučujících kritérií, významných pro dlouhodobou bezpečnost HÚ.

Pro každou z lokalit budou u vylučujících kritérií vyhodnoceny dvě skutečnosti, které vycházejí z požadavků, definovaných na základě vyhlášky č. 378/2016 Sb.

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

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

Pokud jsou zjištěny překážky, které mohou bránit v umístění hlubinného úložiště na lokalitě, pak bude posouzena možnost odstranění překážky či problému pomocí technického či administrativního opatření.

Tab. 1 Vylučující kritéria, významná z hlediska dlouhodobé bezpečnosti HÚ (Vokál et al. 2017, Vondrovic et al. 2019); je zachováno ID dle zdroje

ID	Název kritéria	Popis kritéria / hodnota	Zdroj	Hodnocené území
2.	Vylučující kritéria z hlediska dlouhodobé bezpečnosti hlubinného úložiště			
2.1	Geologické charakteristiky			
2.1.1	Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků	Geologické podmínky v úložišti musí umožnit připravit důvěryhodný komplexní, prostorový geologický model. Hloubkový dosah horninového masivu musí být dostatečný s ohledem na max. předpokládanou hloubku umístění úložiště (minimálně 400 m). Nepříjemná míra nejistoty v identifikaci a popisu regionálních a lokálních poruchových zón a dalších geologických struktur může vylučovat umístění úložiště. V první fázi povrchových geologických prací však tento faktor nemusí být vylučující, ale může sloužit pro porovnání lokalit.	Vyhl. č. 378/2016, § 18 (4) b)	Perspektivní území pro projektové práce
2.1.2	Variabilita vlastností	Velká variabilita vlastností neumožňující připravit důvěryhodný 3D geologický, hydrogeologický, geomechanický či geochemický model je jedním z vylučujících kritérií. Ve stávající fázi povrchové geologické charakterizace však tento faktor nemusí být vylučující, ale může sloužit pro porovnání lokalit.	Vyhl. č. 378/2016, § 18 (4) b)	Perspektivní území pro projektové práce
2.2	Hydraulické charakteristiky			
2.2.1	Přítomnost zvodní v izolační části úložiště	Přítomnost zvodní v izolační části úložiště je vylučujícím kritériem pro umístění úložiště.	Vyhl. č. 378/2016, § 8 (2)	Perspektivní území pro projektové práce
2.2.2	Obtížnost vytvoření hydrogeologických modelů a predikce vývoje hydrogeologických poměrů v lokalitě	Nepříjemné nejistoty v důsledku obtížného stanovení vlivu poruchových zón a dalších struktur na vytvoření hydrogeologického modelu lokality. V první fázi povrchových geologických prací však tento faktor nemusí být vylučující, ale může sloužit pro porovnání lokalit.	Vyhl. č. 378/2016, § 18 (4) b) 2.	Území 3D detailního hydrogeologického modelu

ID	Název kritéria	Popis kritéria / hodnota	Zdroj	Hodnocené území
2.3	Stabilita lokality			
2.3.1	Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)	Pro umístění nemůže být využit pozemek jaderného zařízení, na kterém, nebo ve vzdálenosti do 5 km od jeho hranice, se vyskytuje zlom potenciálně schopný posunu s projevem na povrchu nebo blízko povrchu. Hodnoty maximálního potenciálního magnitudy a hodnoty zrychlení kmitů půdy s četností mohou být použity pro porovnání lokalit.	Vyhl. č. 378/2016, § 6 (2) a)	V rozsahu odpovídajícím požadavku vyhlášky č. 378/2016 Sb. (v okruhu do 5 km od PÚPP)
2.3.2	Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)	Umístění úložiště je vyloučeno v lokalitách, kde pohyby zemské kůry jsou větší než 1 mm•rok ⁻¹ .	Vyhl. č. 378/2016, § 18 (2) g	V rozsahu regionálních dat dle zprávy Hrocha a Pačese (2015)
2.3.3	Postvulkanické jevy	Budou vyloučeny lokality s postvulkanickými jevy (výrony plynů, horké vody atd.).	Vyhl. č. 378/2016, § 9 (3) a) 2.	V rozsahu odpovídajícím požadavku vyhlášky č. 378/2016 Sb. (v okruhu do 5 km od PÚPP)
2.4	Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka			
2.4.1	Přítomnost starých důlních děl	Na pozemku jaderného zařízení se nesmí vyskytovat stará důlní díla.	Vyhl. č. 378/2016, § 9 (3) b)	Perspektivní území pro geologické charakterizační práce
2.4.2	Přítomnost zásob nerostných surovin	V hloubce větší než 100 m nesmí být zásoby nerostných surovin.	Vyhl. č. 378/2016, § 18 (2) o)	Perspektivní území pro geologické charakterizační práce
2.4.3	Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie	Horninové prostředí nesmí obsahovat významné zdroje vody či potenciál pro využívání geotermální energie.	Vyhl. č. 378/2016, § 8 (2), § 18 (4) c)	Perspektivní území pro geologické charakterizační práce

Ve druhém kroku budou potenciální lokality, které prošly hodnocením vylučujících kritérií, vzájemně porovnávány pomocí váhového hodnocení vybraných klíčových kritérií (viz Tab. 2). Klíčová kritéria jsou případně členěna na dílčí indikátory, které představují konkrétní vlastnosti

lokalit. Indikátor je tedy dílčí charakteristika lokality využitá pro zhodnocení klíčového kritéria. Porovnání lokalit v této fázi bude tedy provedeno na základě kritérií, která mají největší informační relevanci pro hodnocení a jejich vlastní hodnocení je opřeno o dostatečné množství dat (Vondrovic et al. 2019).

V Tab. 2 jsou uvedena klíčová kritéria, významná z hlediska dlouhodobé bezpečnosti, posuzovaná s cílem porovnání lokalit z hlediska vhodnosti pro umístění HÚ.

Tab. 2 Kritéria a jejich indikátory významné z hlediska dlouhodobé bezpečnosti, hodnocená pro danou lokalitu s cílem vyhodnocení lokalit pro umístění HÚ (Vondrovic et al. 2019)

ID	Název kritéria	ID	Název indikátoru	Charakter požadavku
K3	Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků	K3a	Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury	Vylučující/porovnávací
		K3b	Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy	Vylučující/porovnávací
		K3c	Stupeň duktilní deformace	Vylučující/porovnávací
K4	Variabilita geologických vlastností	K4a	Prostorová variabilita horninového prostředí	Vylučující/porovnávací
		K4b	Petrologická variabilita hornin	Vylučující/porovnávací
K5	Charakteristika proudění vody v okolí HÚ a transportní charakteristiky	K5a	Doba dotoku z HÚ k oblasti drenáže	Porovnávací
		K5b	Rychlost proudění v úrovni úložiště (m.rok ⁻¹)	Porovnávací
		K5c	Propustnost v prostoru HÚ (m.s ⁻¹)	Porovnávací
		K5d	Sestupná vertikální složka proudění (% plochy HÚ)	Porovnávací
		K5e	Maximální propustnost poruchových zón do 500 m od hranice HÚ (m.s ⁻¹)	Porovnávací
		K5f	Specifický průtok v prostoru HÚ (l.s ⁻¹ .km ⁻²)	Porovnávací
		K5g	Poměr ředění (%)	Porovnávací
K6	Identifikace a umístění drenážníchází	K6a	Počet drenážních toků	Porovnávací
		K6b	Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném toku	Porovnávací
		K6c	Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném povodí	Porovnávací
		K6d	Horizontální vzdálenost HÚ od drenáže (m)	Porovnávací
K7	Seismická a geodynamická stabilita	K7a	Hodnota maximálního horizontálního zrychlení (m.s ⁻²)	Porovnávací
		K7b	Výškový gradient	Porovnávací

ID	Název kritéria	ID	Název indikátoru	Charakter požadavku
		K7c	Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svahovými deformacemi	Porovnávací
		K7d	Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselék	Porovnávací
K8	Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka	K8a	Ložiskové poměry na lokalitě (dobývací prostory, CHLÚ, prognózy nerostných surovin)	Vylučující/Porovnávací

4 Geologické charakteristiky lokality

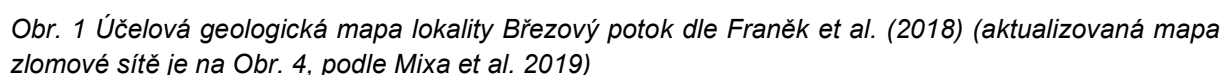
4.1 Kritérium K3 Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků

4.1.1 Regionálně geologická stavba území

Geologické jednotky lokality Březový potok a blízkého okolí náleží podle platného regionálně geologického členění Českého masivu (Chlupáč a Štorch 1992) k regionálním celkům středočeského plutonického komplexu a moldanubika (Obr. 1). Tělesa magmatických hornin patří k chanovické a klatovské apofýze středočeského plutonického komplexu. Metamorfované horniny moldanubika, nacházející se na perspektivním území pro geologické charakterizační práce ve velmi omezeném rozsahu, náleží k pestré skupině (pararuly, migmatizované pararuly, migmatity a vložkové horniny). Vztahy magmatických hornin středočeského plutonického komplexu vůči okolním metamorfním komplexům moldanubika jsou dominantně magmatické. Jednotlivá tělesa magmatických hornin mají vzájemně také intruzivní kontakty. Dále se zde vyskytují jednotky pokryvných útvarů, zastoupené svahovými a říčními sedimentárními horninami kvartérního stáří.

Popis geologické stavby

Horninové podloží lokality Březový potok je litologicky i tektonicky relativně jednoduché. Je tvořené granitoidy středočeského plutonického komplexu, konkrétně granodiority blatenského a červenského typu (např. Holub et al. 1997; Žák et al. 2005). Častá jsou také tělesa žilných hornin (aplitů, porfyrů, lamprofyrů), která mají převážně průběh V–Z (Obr. 1). V nejbližším severním a částečně i jižním okolí perspektivního území pro geologické charakterizační práce se nacházejí migmatizované metasedimentární horniny pestré skupiny moldanubika (např. Matte et al. 1990; Obr. 1). Severovýchodně od území se navíc nachází těleso muskovit-biotitické ortoruly. Do těchto vysoce metamorfovaných hornin jsou vmístěny granitoidy středočeského plutonického komplexu tvořící horninové prostředí samotné lokality.



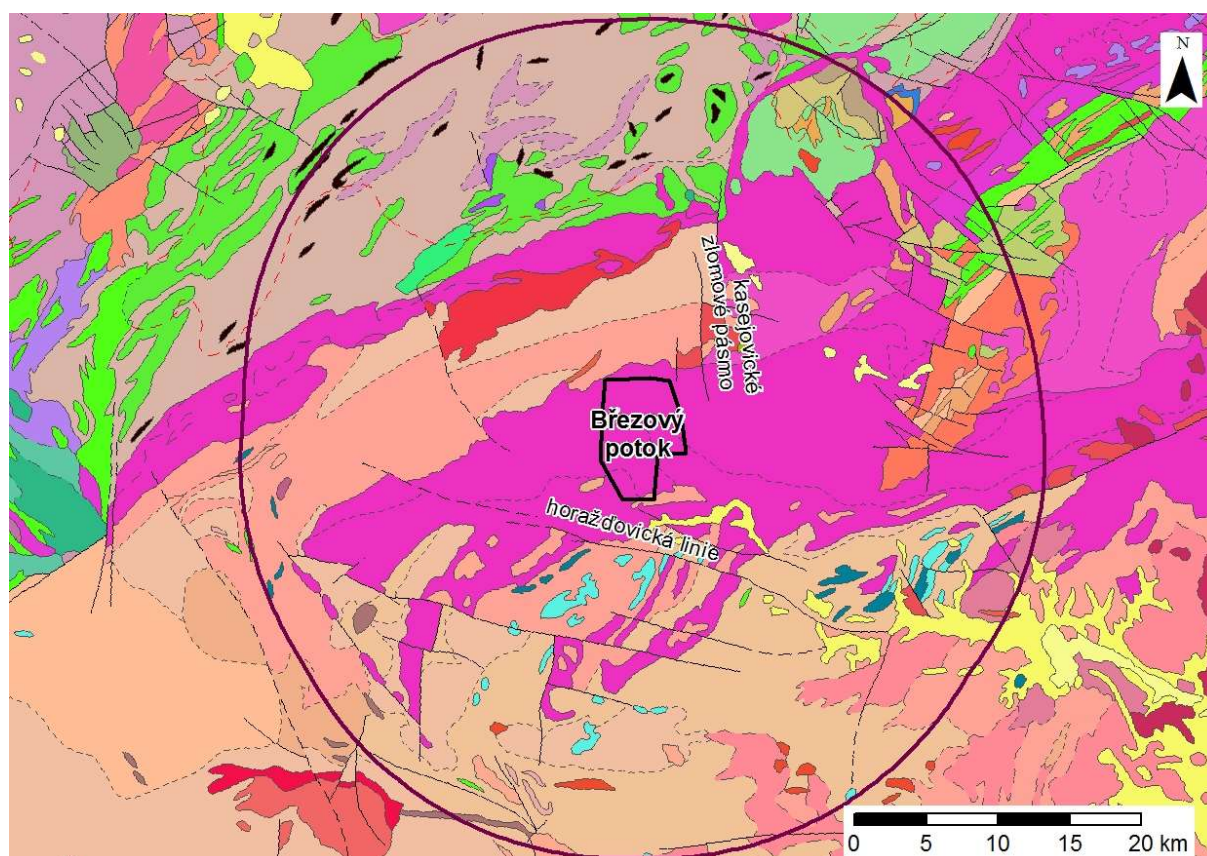
Dva základní horninové typy (granodiority blatenského a červenského typu) mají mezi sebou nejasné a přechodné hranice a jejich plošné výskyty a charakter jejich kontaktů jsou výrazně složitější a odlišné, než se dříve předpokládalo (Mixa et al. 2019).

4.1.2 Indikátor K3a Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury

Popis významných tektonických linií regionálního měřítka, v širším okolí lokality, a jejich přímé zhodnocení, není zahrnuto v závazné metodice hodnocení (Vondrovic et al. 2019). Nicméně

jejich konfigurace je klíčová pro posouzení zlomových struktur přímo na území lokality a jejich zasazení do širšího strukturního rámce regionu.

V širším okolí lokality Březový potok (v okruhu 25 km od středu perspektivního území pro geologické charakterizační práce) se v geologických mapách (např. Cháb et al. 2007) vyskytují křehké deformační zóny, které vznikaly v závěrečných fázích variských orogenních procesů a dále během mladšího vývoje (Büttner 2007). Jedná se o regionální projevy lokalizovaných střížných deformací v křehkém režimu. V tomto okruhu jsou v mapách zanesené dva hlavní směry zlomových zón: zlomy mající průběh ~ZSZ–VJV a ~S–J (Obr. 2). Mezi nejvýraznější struktury patří subparalelní zlomy horažďovické linie v jižní části vymezeného okruhu j. od Horažďovic (s předpokládaným strmým sklonem a průběhem ~ZSZ–VJV), které mají převážně charakter horizontálních posunů (v liniích Malonice – Čimice – Tažovice, Hliněný Újezdec – Boubín, Nezamyslice – Volenice). Tyto zlomy posunují starší zlomové zóny mající průběh ~S–J (linie Hrádek – Svatobor – Petrovice) a dohromady jsou v západní části vázané na rudní revír Hor Matky Boží. Dále se v sv. části vymezeného okruhu sv. a jv. od Blatné vyskytuje výrazný systém subparalelních zlomů průběhu ~V–Z a ~SZ–JV (v liniích Bělčice – Mišovice, Závašín – Myštice, Hněvkov – Kozlí u Čížové) a ~s.–j. průběhu (v linii Buzice – Vahlovice – Uzenice – Sedlice). V centrální části vymezeného okruhu je v bezprostřední blízkosti lokality nejvýznamnější zlomové pásmo kasejovického rudního revíru (průběh ~S–J).



Obr. 2 Mapa regionálních zlomových struktur v širším okolí lokality (okruh 25 km od středu perspektivního území pro geologické charakterizační práce černou linií), menší černý polygon – lokalita Březový potok (perspektivní území pro geologické charakterizační práce)

Morfotektonické zhodnocení území regionálního 3D geologického modelu

V rámci hodnocení indikátoru K3a Stupeň křehkého porušení masivu je morfotektonické zhodnocení zájmové lokality pomocnou metodou posouzení křehkého porušení horninového masivu – především zlomových struktur. Identifikované strukturní lineární indikace jsou členěny do jiných kategorií (Marek et al. 2005; Woller 2006), které neodpovídají členění zlomů, viz Andersson et al. (2000). Zhodnocení bylo provedeno na základě morfostrukturní analýzy digitálního modelu reliéfu 4. generace (DMR 4G), radarových družicových dat ALOS-PALSAR 2 a leteckých stereoskopických snímků. Morfostrukturní analýzou a interpretací uvedených dat byly získané výsledky validovány za použití existujících strukturně-geologických, tektonických a geofyzikálních dat. Provedená morfostrukturní analýza zájmového území věcně a metodicky navazuje na předcházející geologické úkoly realizované v rámci programu GeoBariéra (Marek et al. 2005). Pod pojmem morfolineament se rozumí lineární prvek zjištěný z DMR (nebo i ze studia leteckých snímků, terénního pozorování atd.) na základě studia geomorfologických indikací – morfostruktur. Strukturní lineární indikace je lineární prvek zjištěný různými metodami DPZ, studiím DMR – morfolineamentů, letecké geofyziky atd., který má genetickou vazbu na geologické struktury (zlomy, litologická rozhraní, foliace či puklinové zóny). Tektonická linie je chápána jako lineární strukturní prvek s vazbou na zlomy nebo puklinové zóny. Nelze v této fázi poznání určit, zda se jedná o zlom nebo o puklinovou zónu. Zlomové struktury jsou zlomy s různým smyslem a velikostí pohybu na zlomové ploše.

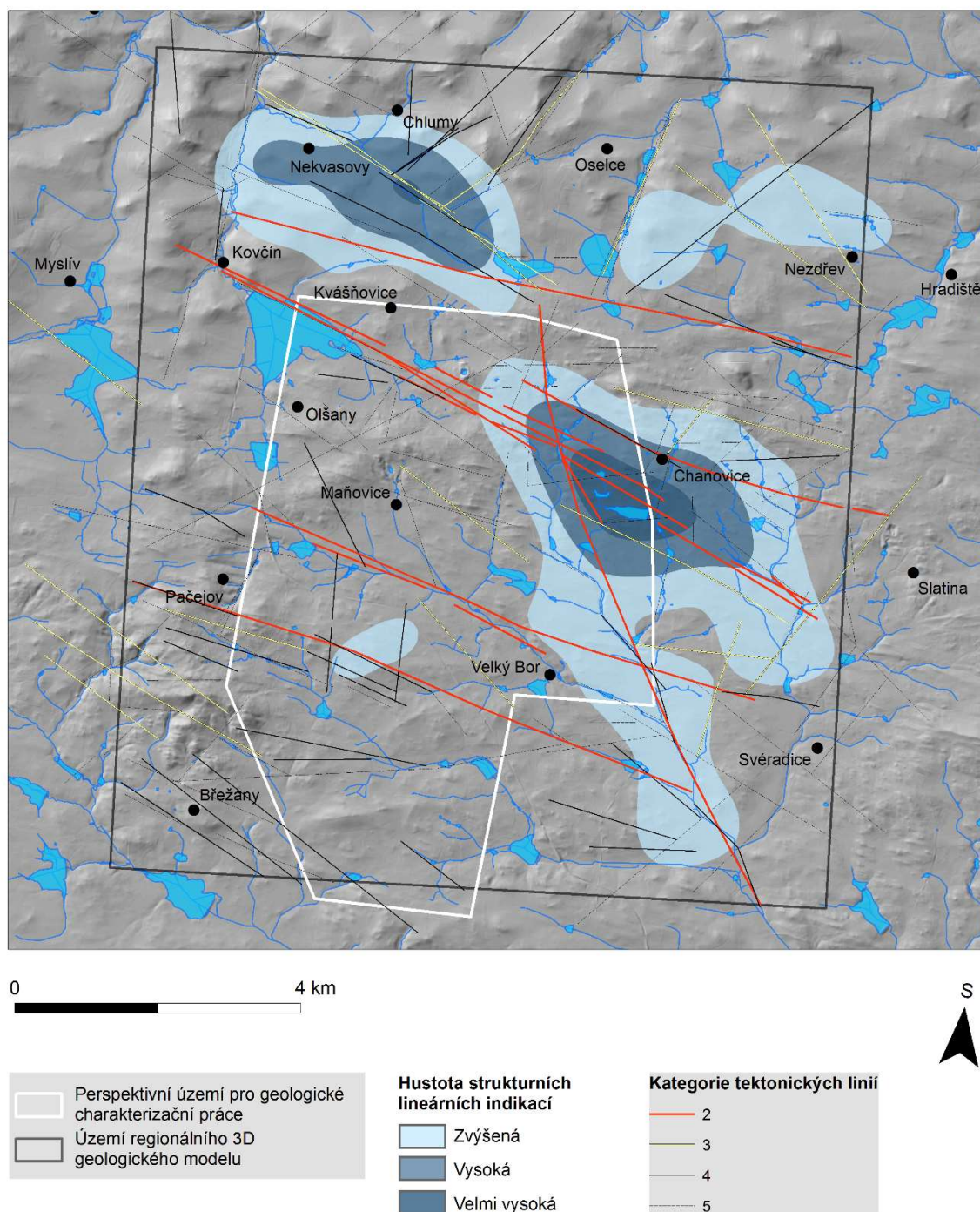
Výsledná síť strukturních lineárních indikací vznikla expertním zhodnocením výsledných sítí vytvořených výše zmíněnými metodami. Jednotlivé identifikované lineární indikace detekované různými metodami byly navzájem konfrontovány a validovány s daty letecké geofyziky a geologickými strukturními daty. Validované lineární indikace byly následně klasifikovány do definovaných kategorií míry křehkého porušení (Marek et al. 2005; Woller 2006).

Hustotní mapa a mapa strukturních lineárních indikací potvrzují vysokou míru tektonického porušení oblasti (Obr. 3). Rozložení strukturních lineárních indikací je v území 3D strukturně-geologického modelu přibližně rovnoměrné. Vyskytují se zde dvě maxima s velmi vysokou hustotou strukturních lineárních indikací. Hustotní maximum jihozápadně od Chanovic významně zasahuje do východní části detailního území.

Ve zkoumaném území nebyla detekována jediná strukturní lineární indikace 1. kategorie (Marek et al. 2005; Woller 2006). Strukturní lineární indikace 2. kategorie se vyskytují zejména ve střední části území a korespondují se zlomy detekovanými v rámci map uranového průzkumu. Přes detailní území procházejí celkem tři zóny indikací 2. kategorie průběhu SZ–JV, kde severně situovaná lineární indikace má vazbu na zlom ID 12 a nejjihnější na zlom ID 5. Lineární indikace průběhu SSZ–JJV, která také zasahuje do detailního území, má částečně vazbu na zlom ID 9. Pátá indikace této kategorie průběhu ZSZ–VJV se nachází severně od detailního území. Vazbu na zjištěný zlom ID 6 má lineární indikace 3. kategorie průběhu SZ–JV, která také zasahuje do zájmového území.

Ve střední části území strukturní lineární indikace nižší kategorie téměř přesně odpovídají průběhům puklinových systémů vyvinutých v tělesech granitů středočeského plutonu (Kopačková et al. 2017). V severovýchodní části nebyly detekovány lineární indikace odpovídající drobným křehkým strukturám na kontaktu metamorfních jednotek moldanubika s blatenským granitem, které jsou velmi podrobně doloženy archivními řezy a mapami.

Na lokalitě Březový potok jsou pomocí DPZ velmi dobře detekovány velké tektonické zóny. Drobné dokumentované zlomové struktury nemají na povrchu výrazný projev.



Obr. 3 Klasifikované lineární indikace na podkladě hustotního rastru, který představuje změny v plošné distribuci tektonických lineárních indikací detekovaných pomocí metod analýzy DMR, radarových družicových dat, leteckých stereoskopických snímků a zlomové sítě (převzato z Kopačková et al. 2017); bodové symboly reprezentují centroidy katastrů obcí.

Zlomové struktury 1. a 2. kategorie

V kapitole je specifikován počet, rozsah a charakter dosud indikovaných zlomových struktur. Zlomy jsou klasifikovány na základě Anderssona et al. (2000). Je nezbytné si uvědomit, že zlomová síť je zatížena určitou mírou nejistoty, která je dvou typů:

- nejistota povrchového průběhu, kterou bylo možno v dosavadních pracích rámcově ověřovat a zpřesňovat za pomoci geofyzikálních výzkumů a geologického a hydrogeologického mapování;
- nejistota určení sklonu zlomů, která je vzhledem k absenci technických prací (zejm. vrtů a kopaných rýh) v daných podmínkách krystalinika celkově vyšší.

Přesnost lokalizace zlomové sítě může být významně zvýšena až po realizaci rozsáhlých geologických prací.

Zlomové struktury byly původně převzaty z veškerých dostupných archivních zdrojů a následně ověřeny v rámci projektu 3D strukturní modely (Franěk et al. 2018). Následně byla v rámci projektu Geofyzika (Levá et al. 2019, Mixa et al. 2019) na lokalitě Březový potok v rozsahu území pokrytého geofyzikálními profily zlomová síť revalidována. Poruchy klasifikované do 1. a 2. kategorie dle Anderssona et al. (2000) byly nově zahrnuty do tektonického schématu lokality (Obr. 4). Geologické a hydrogeologické indicie a projevy jednotlivých poruch v daných geofyzikálních metodách jsou detailně popsány ve zprávě Mixa et al. (2019). Celková prostorová distribuce těchto struktur je v rámci studovaného území poměrně homogenní. Tyto tektonické linie z velké části reprezentují zlomy nebo zlomové zóny, můžou však být i lokalizovaným projevem intenzivněji vyvinutým puklinovým porušením. Většina těchto struktur byla identifikována nepřímo na základě různých indikací a jejich přesná orientace a kinematický charakter jsou nejisté. S ohledem na možnosti a dosah použitých metod, v přípovrchové zóně charakteristiky zlomových struktur jako orientace a mocnost bylo možné přibližně odhadnout pouze u několika tektonických linií. Pro většinu struktur je předpokládána subvertikální orientace. Bez technických prací (rýhy, vrtů) však nelze zjistit případnou kinematiku a vzdálenost přemístění na daných plochách, a tím definitivně přiřadit anomálii k projevu zlomu či pukliny.

Celkově bylo geofyzikálními profily ověřeno 60 zlomů (viz Franěk et al. 2018). Z tohoto počtu 16 již dříve předpokládaných zlomů zasahuje do geofyzikálních profilů (Franěk et al. 2018; ID 5, 6, 9, 10, 12, 15, 17, 18, 38, 46, 60, 68, 96, 98, 110, 119). Na základě interpretací geofyzikálních dat, geologického a hydrogeologického mapování bylo nově zavedeno 14 zlomů (ID 194, 195, 196, 198, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 211, 212). Vzhledem k nevýraznému reliéfu a velice slabé odkrytosti lokality bylo geologickým mapováním zachyceno 11 zlomů. Za geologické indikátory považujeme přítomnost úlomků zlomových výplní, zejména hydrotermálního křemene, a také geomorfologické terénní indikace. V rámci projektu Geofyzika (Mixa et al. 2019) bylo tedy celkově identifikováno 31 zlomů nebo zlomových zón 1. a 2. kategorie zasahujících do geofyzikálních profilů. V některých případech je k jedné zlomové zóně přiřazeno více zlomových linií zakreslených v geologických mapách profilů a v řezech (za předpokladu, že tyto linie jsou projevem jedné široké zóny na jednom profilu nebo jejím pokračováním na profilu jiném). U jednotlivých zlomů je uvedena její SKB kategorie (dle Andersson et al. 2000; převzato z Franěk et al. 2018). Mocnost poruch je odhadnutá v hloubkovém dosahu jednotlivých geofyzikálních metod. Významné poruchy mají generelně mocnosti do stovek metrů, méně významné do cca 20–30 m, velmi často nelze

hloubkový dosah poruch na základě získaných dat odhadovat. U řady archivních zlomů v okrajových částech vymezeného území se nebylo možné vyjádřit k jejich ověření, protože přes ně nebyly vedeny geofyzikální profily. Nutno ale konstatovat, že tyto struktury jsou natolik vzdálené hodnoceným územím, že jejich přítomnost/nepřítomnost nemá žádný vliv na homogenitu případného perspektivního území pro projektové práce HÚ.

Nejvýznamnější zlomové struktury (1. kategorie dle klasifikace SKB; Andersson et al. 2000) se vyskytují především ve v. a sz. části lokality a mají převážně průběh SZ–JV (Komušínský zlom ID 6 a Babínský zlom ID 9). Další významné zlomy 1. kategorie jsou tektonická linie průběhu ZSZ–VJV (ID 12) protínající centrální část území a linie průběhu SSZ–JJV (ID 17). Zlomy 2. kategorie jsou na území lokality relativně rovnoměrně rozmístěné. Tyto méně významné zlomy mají většinou průběh SZ–JV a V–Z, zatímco zlomy průběhu S–J jsou méně početné. Nejčastější jsou poruchové zóny průběhu SZ–JV (např. Polský zlom ID 18, zlom ID 5 a ID 204). Méně četný a pravděpodobně relativně mladší soubor křehkých struktur mapového měřítko je tvořen zlomy průběhu S–J (např. ID 38 a ID 68). V průběhu hydrogeologického ověřování geofyzikálních anomálií na studovaných zónách byla pouze v několika případech zjištěna výraznější hydrogeologická aktivita vymezených tektonických linií. U většiny těchto struktur nebyla v rámci území jejich drenážní funkce potvrzena. Všechny zde uvedené zlomy jsou v místech geofyzikálních profilů považované jako ověřené. Propojení jednotlivých anomálií na různých profilech je interpretační záležitost a v místech mimo profily jsou považované jako předpokládané.

Ověřené zlomy

ID 5: Zlomová zóna průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikou, geologickým a HG mapováním a předpokládaná mocnost této zóny je 40–100 m a orientace sklonu strmá.

ID 6: Zlomová zóna průběhu SZ–JV kat. 1. Zlom byl ověřen geofyzikou, geologickým a HG mapováním a předpokládaná mocnost této zóny je cca 200 m.

ID 9: Zlomová zóna průběhu SZ–JV kat. 1. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 120 m.

ID 10: Zlomová zóna průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 100 m.

ID 12: Zlomová zóna průběhu SZ–JV kat. 1. Tato zóna byla ověřena geofyzikou a HG mapováním a předpokládaná mocnost této zóny je cca 150 m.

ID 15: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 20 m.

ID 17: Zlom průběhu S–J kat. 1. Zlom byl geofyzikálně a geomorfologicky ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je více než 100 m.

ID 18: Zlom průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Tento zlom se projevuje v geofyzikálním projevu a mocnost tohoto zlomu je 50–100 m a subvertikální orientace.

ID 38: Zlom průběhu S–J kat. 2. Tento zlom se projevuje v geofyzikálním projevu a HG indikací. Mocnost tohoto zlomu je více než 60 m a zlom zapadá k S pod cca 70°.

ID 46: Zlom průběhu V–Z kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je 20 m a jeví subvertikální orientaci.

ID 60: Zlom průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně i geologicky ověřen.

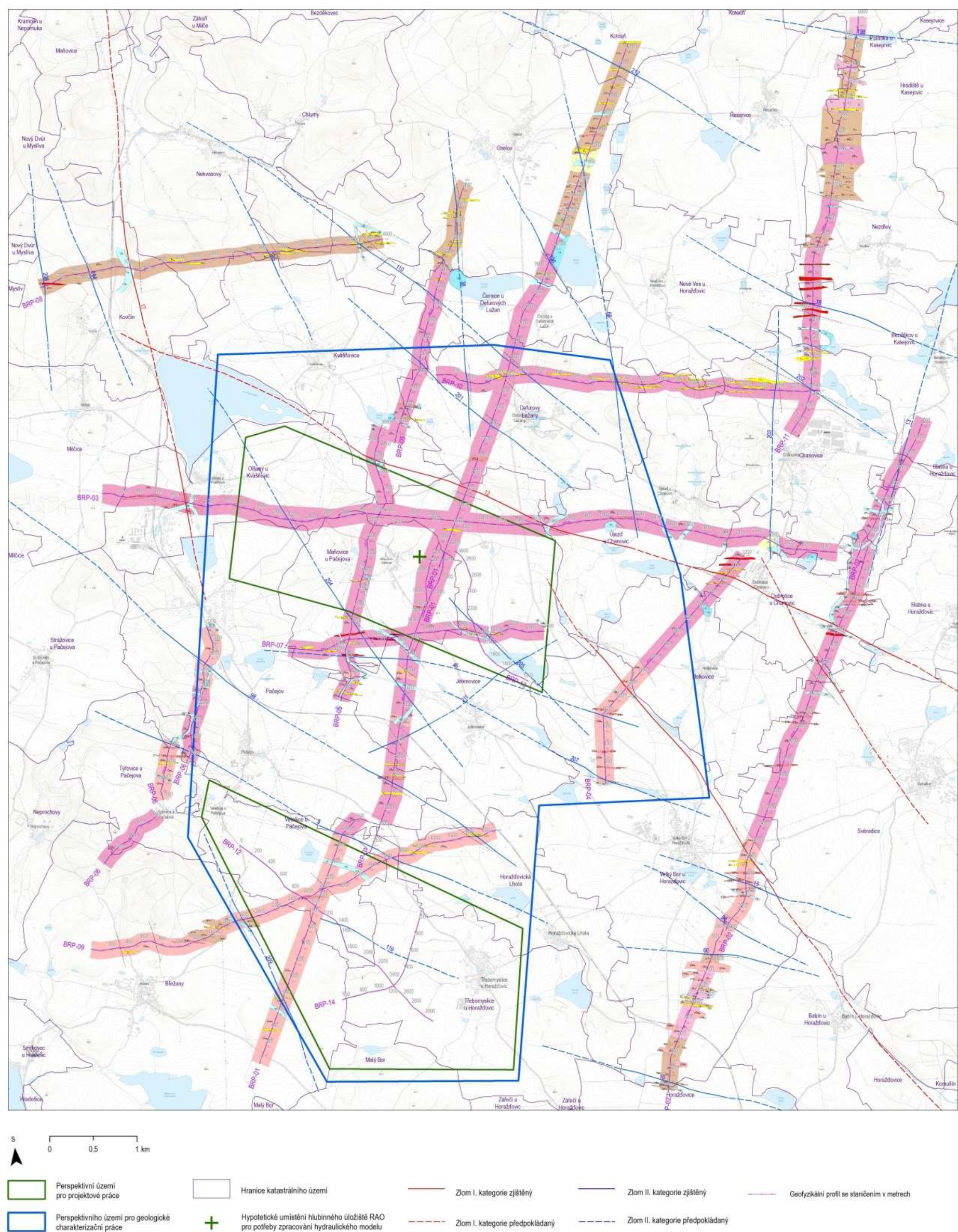
ID 68: Zlom průběhu S–J kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je více než cca 100 m, orientace subvertikální.

ID 96: Zlom průběhu SV–JZ kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen.

ID 98: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikou a HG mapováním a předpokládaná orientace tohoto zlomu je subvertikální.

ID 110: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikou, geologickým a HG mapováním a předpokládaná mocnost této zóny je cca 50 m a zlom zapadá v řezu profilem k S pod cca 80°.

ID 119: Zlom průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 30 m.



Obr. 4 Strukturní schéma zlomové sítě na lokalitě Březový potok (dle Mixa et al. 2019, Pertoldová et al. 2019)

ID 194: Zlom průběhu SSZ–JJV kat. 2. projevující se v geofyzikálních datech a HG indikací. Mocnost tohoto zlomu je 80 m a zlom zapadá v řezu profilem k V pod cca 80°.

ID 195: Zlom průběhu SSZ–JJV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je 60–80 m.

ID 196: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. projevující se v geofyzikálních datech a morfologii. Předpokládaná mocnost tohoto zlomu je do 50 m.

ID 198: Zlom průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikálně a HG mapováním.

ID 201: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikálně, geologickým a HG mapováním. Tento zlom je pravděpodobně součástí cca 200 m široké zlomové zóny.

ID 202: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikálně a morfologicky.

ID 203: Zlom průběhu S–J kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 100 m a zlom zapadá v řezu profilem k Z pod cca 70°.

ID 204: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně a morfologicky ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je 50–80 m.

ID 205: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikálně a HG mapováním. Mocnost tohoto zlomu je cca 50 m.

ID 207: Zlom průběhu ZSZ–VJV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 20 m.

ID 208: Zlom průběhu SZ–JV kat. 2. Zlom byl ověřen geofyzikálně a HG mapováním a předpokládaná mocnost této zóny je cca 100 m.

ID 209: Zlom průběhu SSZ–JJV kat. 2. projevující se geofyzikálně a HG indikací. Mocnost tohoto zlomu je cca 100 m a zlom zapadá v řezu profilem k Z pod cca 80°.

ID 211: Zlom průběhu SSV–JJZ kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 100 m.

ID 212: Zlom průběhu SSZ–JJV kat. 2. Zlom byl geofyzikálně ověřen a předpokládaná mocnost této zóny je cca 100 m.

4.1.3 Indikátor K3b Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy

Na základě terénních měření (Kabele et al. 2018 a Franěk et al. 2018) byly identifikovány hlavní směry puklinové sítě. Dle prostorové orientace byly identifikovány jednotlivé puklinové systémy. Nejčastěji se vyskytují relativně strmé (sklon 70–90°) pukliny probíhající směrem SV–JZ, SZ–JV a SSZ–JJV. Pukliny se středními sklony (sklon 40–60°) se vyskytují v menší míře jako systémy probíhající směrem S–J a SV–JZ upadající k V a SZ. Pukliny s nízkým sklonem až téměř subhorizontální orientací (sklon 0–30°) se vyskytují v menší míře a jejich průběh je S–J a směr upadání je generelně k V a Z. Subhorizontální pukliny vzniklé exfoliačními procesy byly vzhledem ke svému přípovrchovému charakteru z měření vyloučeny.

Dle geofyzikálních dat (Mixa et al. 2019) byly zjištěny slabé indikace křehkého porušení v sumárním rozsahu 4,16 km v rámci dokumentovaných geofyzikálních profilů. Jedná se o

interpretované geofyzikální indikace křehkého porušení bez prokazatelné/předpokládané přítomnosti zlomových struktur 1. a 2. kategorie. Tyto zóny mohou být projevem zvětralinového pláště detekovaného v možném hloubkovém dosahu geofyzikálního měření (cca desítky metrů). Zvětralinový plášť může být predisponován právě projevy křehkého porušení puklinovými systémy, včetně vlivu působení mrazového zvětrávání během terciéru.

Pro zhodnocení intenzity puklinové sítě je použit především tzv. parametr P_{21} , který udává hodnoty souhrnné délky puklin na jednotku plochy výchozu ($m\ m^{-2}$) a který přímo odpovídá terénním pozorováním na jednotlivých výchozech v horninovém prostředí perspektivním pro budování HÚ (granity středočeského plutonického komplexu). Celkový dataset puklin byl získán jednotnou metodikou napříč 7 lokalitami dokumentovanými v rámci DFN modelů (Kabele et al. 2018). Vypočtené hodnoty byly váženy relevancí výchozů s rozptylem hodnot 1 – drobný nevýznamný erodovaný výchoz až 10 – významný lom. Hodnota parametru P_{21} je u této lokality $1,15\ m\ m^{-2}$. Tato hodnota je velmi podobná hodnotám získaným z dat na lokalitách Horka, Magdaléna a Hrádek.

4.1.4 Indikátor K3c Stupeň duktilní deformace

V rámci chanovické apofýzy středočeského plutonického komplexu mají deformační stavby v obou typech granodioritů magmatický až submagmatický charakter, což indikuje jejich syntecktonické vmístění i následný deformační vývoj během exhumace jednotky moldanubika (Skořepa et al. 2005). Deformační vývoj hornin středočeského plutonického komplexu nebyl v rámci území lokality dříve podrobněji studován, nicméně lze předpokládat podobný strukturní záznam jako je ve v. části blatenské suity cca 30 km východně od lokality podrobně popsany Žákem et al. (2005, 2012). Magmatické až submagmatické stavby v granodioritech blatenského typu mají strmou orientaci a generelně průběh SV–JZ. Tyto stavby jsou doprovázeny lineacemi, které zapadají pod mírnými až středními úhly k SSV. V některých místech zapadají magmatické až subsolidové foliace pod středními úhly k SZ. V granodioritech červenského typu jsou oproti tomu starší magmatické až submagmatické foliace zachovány pouze reliktně. Tyto horniny jsou penetrativně přepracovány do subsolidové foliace zapadající pod středními úhly k SZ a nesoucí lineace protažení, které také zapadají pod středními úhly k SZ. Nicméně, přímo na území lokality nevykazují oba typy rozdílnou intenzitu deformace.

V rámci granitoidních hornin středočeského plutonického komplexu byly identifikovány částečně asimilované enklávy okolních metamorfovaných hornin moldanubika o rozměrech decimetrů až stovek metrů. V širším okolí lokality jsou v metamorfovaných horninách pestré skupiny moldanubika vyvinuté dvě generace deformačních staveb. Strukturní prvky patřící k relativně starší deformační fázi jsou zastoupeny především metamorfní foliací, která se však vyskytuje pouze reliktně, ve formě uzavřených až izoklinálních vrás v rámci mladších regionálních metamorfních staveb. Původní orientace starší stavby je díky intenzivnímu přepracování nejistá, v širším regionálním kontextu je předpokládána její strmá orientace a generelně průběh SSV–JJZ (Skořepa et al. 2005). Tyto starší duktilní struktury byly intenzivně přepracovány do ploch upadajících pod mírnými až středními úhly k ~SZ, méně k Z a S, které v mapě kopírují kontakt s tělesy magmatických hornin patřících k středočeskému plutonickému komplexu (Zachariáš 1989). Mladší metamorfní foliace má v rámci lokality penetrativní charakter a definuje celkovou geologickou stavbu, včetně výrazného protažení pestrých horninových vložek.

4.2 Kritérium K4 Variabilita geologických vlastností

Expertně posouzená variabilita vlastností udává množství, prostorovou distribuci a charakter horninových těles. Petrologická variabilita ukazuje na stupeň homogenity horninového prostředí v rozsahu horninových typů, které jsou definovány pro danou lokalitu. Míra nejistoty určení litologických rozhraní či určení existence drobnějších petrograficky odlišných těles v hloubce je na podobné úrovni jako v případě indikátoru K3a.

4.2.1 Indikátor K4a Prostorová variabilita horninového prostředí

Představa o prostorové variabilitě horninového prostředí na lokalitě (např. kontakty regionálních geologických jednotek a jednotlivých horninových typů stejně jako tvary a orientace jednotlivých horninových těles) je založená na syntéze dostupných archivních dat a nově provedeném geologickém mapování podél realizovaných geofyzikálních profilů, nicméně hloubkový dosah a reálný tvar horninových těles není známý. Nejistý je zejména hloubkový dosah jednotlivých granodioritových těles a prostorové rozšíření jejich variet. Menší tělesa metamorfitů se vyskytují také v jz. části území a reprezentují pravděpodobně částečně asimilované bloky „plovoucí“ v mělkých partiích magmatického systému.

Orientace kontaktů jednotlivých těles je možné odvozovat především ze strukturních povrchových dat. Z dostupných geologických map vyplývá, že hlavní těleso granodioritu červenského typu, nacházející se v j. části lokality, má vzhledem k dominantnímu blatenskému typu relativně strmé magmatické kontakty (Obr. 1) a tvoří lalokovité těleso zabíhající k severu. Nicméně nové terénní práce ukázaly, že kontakty těchto dvou typů jsou spíše přechodné a mají difúzní charakter. Tvar a hloubkový dosah několika menších těles granodioritu červenského typu je vzhledem k častým plynulým přechodům mezi oběma varietami nejistý. Žilná tělesa aplitů, porfyrů a lamprofyrů mají převážně v.–z. průběh a relativně strmou orientaci. Žilná tělesa aplitů jsou někdy velmi nepravidelná s mocností do 1 m a jejich délka nepřesahuje 1 km. Žíly monzodioritových porfyrů a lamprofyrů představují mafický žilný doprovod granitických hornin, obvykle mají mocnosti 1–20 m, dosahují délky až 5 km.

4.2.2 Indikátor K4b Petrologická variabilita hornin

Nejrozšířenějšími horninovými typy lokality jsou granitoidy středočeského plutonického komplexu, konkrétně granodiority blatenského a červenského typu. Amfibol-biotitický granodiorit červenského typu se vyskytuje především v jižní a částečně také střední části lokality. Granodiorit červenského typu je drobně až středně zrnitá, masivní, tmavě šedá hornina s hypidiomorfně zrnitou nebo vzácně porfyrickou texturou. Tato hornina je tvořená hlavně křemenem, draselným živcem, plagioklasem, amfibolem a biotitem a obsahuje velké množství mafických mikrogranulárních enkláv. Akcesorie tvoří dominantně apatit a rudní minerály. Biotitický granodiorit s amfibolem blatenského typu tvoří největší část území. Granodiorit blatenského typu je středně zrnitá, masivní, světle šedá, poměrně homogenní hornina se slabě porfyrickou texturou, ve které se objevují ojedinělé 1–2 cm veliké vyrostlice draselného živce. Její minerální složení je dáno asociací: plagioklas, draselný živec, křemen, červenohnědý biotit a bledě zelený obecný amfibol. Z akcesorií byl ve výbrusech zjištěn apatit, zirkon, alanit, epidot, pyrrhotin a pyrit. Intruzivní stáří bylo radiometricky určeno na ~346 Ma (Janoušek et al. 2010). V jz. části se těsně u hranice území (na metrůžce cca 1800 m na profilu BRP-09) vyskytují také dvě malá tělesa migmatizované pararuly, která

dosahují rozměrů max. 150 metrů. Na území lokality se také hojně vyskytují žilná tělesa aplitů, monzodioritových porfyrů, lamprofyrů a žilných granitů. Frekvence výskytu žilných těles a jejich orientace značně kolísá, nicméně generelně lze konstatovat, že maximální hustota žil je v severní a centrální části území.

4.3 Expertní zhodnocení lokality

V následujícím textu jsou shrnuty pouze hlavní argumenty expertního týmu využitě při stanovení příslušných známek. Pro primární podklady uvedených argumentací a další detailní informace je nutno použít zejm. zprávy Mixa et al. (2019), Franěk et al. (2018), Pertoldová et al. (2019), Levá et al. (2019) a Kabele et al. (2018).

Tab. 3 Vyhodnocení geologických kritérií pro potenciální lokality pro umístění HÚ na základě expertního vyhodnocení

indikátor	Březový potok	Čertovka	Čihadlo	Horka	Hrádek	Janoch (ETE-jih)	Kraví hora	Magdaléna	Na Skalním (EDU-západ)
K3a	3,5	3,3	3,8	2,8	2,3	2	5	3,5	3,9
K3b	3,3	2,4	4	3	3,3	3,2	3,1	3	3
K3c	1,2	1,5	1	2	1	4	5	1,5	2
K4a	2,1	3	2	1,2	1	2,2	5	3,7	2
K4b	2,1	2,2	2	1	1,4	2,3	5	2	2,5

Geologická stavba lokality Březový potok je charakterizována intruzí amfibol-biotitických granodioritů blatenského a červenského typu, patřící ke středočeskému plutonickému komplexu, vmístěné do komplexu pestré skupiny moldanubika zastoupené zde migmatizovanými biotitickými a sillimanit-biotitickými pararulami s vložkami zejména erlanů, a amfibolitů a žilami aplitů, lamprofyrů, monzodioritových porfyrů a žilných granitů.

Indikátor K3a: Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury

Známka 3,5 řadí lokalitu Březový potok na střední hodnotu mezi posuzovanými lokalitami. Na hodnocené ploše regionálního 3D geologicko-strukturního modelu se vyskytují čtyři zlomy 1. kategorie a 26 zlomů 2. kategorie.

Ze čtyř zlomů 1. kategorie (ID 6, 9, 12 a 17) se dva zlomy SSZ–JJV průběhu ID 6 a 17 vyskytují mimo perspektivní území pro geologické charakterizační práce a zlom ID 9 v tomto území vyklíňuje. Všechny zlomy 1. kategorie splňují podmínku průběhu mimo obě perspektivní území pro projektové práce Březový potok – S o rozloze 6,46 km² a Březový potok – J o rozloze 6,91 km². Všechny čtyři zlomy jsou ověřeny intenzivními geofyzikálními anomáliemi elektrických, seismických a gravimetrických metod, zároveň byla na zlomech ID 6, 12 a 17

ověřena jejich hydraulická funkce a rovněž v geologickém mapování byly lokálně dokumentovány úlomky žilných křemenů. Zlomy jsou proto až na své okrajové partie zkrešeny v geologické mapě jako zlomy zjištěné (ověřené).

Zlomy 2. kategorie tvoří několik směrných systémů. Nejvýraznějším z nich je systém SZ–JV stáčeující se do směrů SSZ–JJV, méně významné zlomy mají většinou průběh V–Z a S–J. S ohledem na nevýrazný reliéf a velice slabou odkrytost lokality bylo geologickým mapováním přímo dokumentováno jen minimum zlomů. Většina tektonických linií byla potvrzena komplexem geofyzikálních metod, zejm. elektrických a seismických (DOP, MRS, méně ERT), zčásti pak i gravimetrických. Hydraulická funkce těchto menších zlomů 2. kategorie – na rozdíl od zlomů 1. kategorie – byla doložena jen výjimečně s ohledem na intenzivní meliorace hospodářsky silně využívané krajiny.

Stran zlomů 2. kategorie je řada z nich – obdobně jako na lokalitě např. Čertovka (známka 3,3) - lokalizována buď pouze v pararulách moldanubika, nebo přechází z pararul do granodioritů, kde rychle vyклиňuje a neovlivňuje tak homogenitu cílové litologie – granodioritů (např. zlomy ID 10, 38, 194, 195, 196, 198, 208, 212). Do polygonu perspektivního území pro geologické charakterizační práce zabíhá, nebo se v něm přímo vyskytuje, pouze 10 zlomů 2. kategorie z celkového počtu 26. I když hodnocení zlomové sítě probíhá v ploše regionálního 3D modelu, byl expertním týmem zohledňován i tento fakt – nakolik je systémem zlomů postiženo perspektivní území pro geologické charakterizační práce a nakolik do něj zlomy nezasahují. Z tohoto důvodu se expertní tým rozhodl hodnotit lokalitu Březový potok známkou průměrnou, obdobnou lokalitě Čertovka, která vykazuje podobné fenomény jako Březový potok (tj. zlomy 1. kategorie a část zlomů 2. kategorie mimo perspektivní území pro geologické charakterizační práce). Lokality Čihadlo (3,8), a Na Skalním (EDU-západ) (3,9) získaly známky horší zejména s ohledem na fakt, že středem těchto lokalit přes perspektivní území pro geologické charakterizační práce probíhají mocná zlomová pásma 1. kategorie. Středem lokality Hrádek (2,3) sice též probíhá zlom 1. kategorie (dolnohuťský), nejedná se ale o mocné tektonické pásmo, ale o jednu diskretní strukturu, od níž na východ i na západ se vyskytují výjimečně homogenní zlomově nepostižené plochy. Na lokalitě Horka (2,8) existuje vysoká pravděpodobnost interpretace tektonických zón jako puklinových tahů a nikoliv zlomů, na lokalitě Čertovka (3,3) jsou pak všechny zlomy 1. kategorie lokalizovány mimo cílový tiský granit, blíže viz popis jednotlivých lokalit.

Indikátor K3b: Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy

Při stanovení známek indikátoru K3b bylo přihlédnuto jednak k velikosti parametru P_{21} (souhrnná délky stop puklin [m] na jednotku plochy, tj. rovinu proloženou horninovým výchozem [m²]) – viz Tab. 4, a jednak k ověření charakteru puklin geofyzikálními měřeními.

Tab. 4 Vyhodnocení parametru P_{21} .

	Březový potok	Čertovka	Čihadlo	Horka	Hrádek	Kraví hora	Magdaléna
Parametr P_{21}	1,15	0,67	1,51	0,90	1,12	0,58	0,92

Posouzením expertním týmem byla lokalitě Březový potok stanovena průměrná známka 3,3.

Parametr P_{21} řadí lokalitu Březový potok do spodní poloviny měřeného setu, nicméně jen s malým rozdílem proti sousedním lokalitám (Hrádek, Horka). Vzhledem k malému množství výchozů v plochem a intenzivně obdělávaném terénu je obtížné během geologického mapování stanovit detailní představu o přesné lokalizaci a orientaci prvků puklinové sítě v oblasti mapovaných profilů. S ohledem na tento fakt a s ohledem na fakt, že i parametr P_{21} vychází z menšího setu měření než u jiných lokalit, zohledňuje hodnocení ve zvýšené míře výsledky geofyzikálních prací.

Na studovaných profilech jsou puklinové zóny interpretovány pouze na základě geofyzikálních dat a jejich vztah k jednotlivým puklinovým setům z DFN modelu. Potencionální pásma s relativně četnějším výskytem puklin se projevují typickým poklesem rychlostí v MRS a hustot v gravimetrii. Další metody použitelné pro identifikaci puklinových zón jsou DOP a ERT. Širší oblasti se sníženými měrnými odpory jsou interpretovány jako relativně více porušené s ohledem na puklinové zóny, méně často jsou tyto anomálie vázané na předpokládané zlomové struktury (zde obvykle jen v desítkách metrů) nebo kontakty granodioritů a metamorfovaných hornin (též převažují ostré hranice). Široká pásma (často i mnoho set metrů) jsou interpretována jako puklinové tahy vykazující prvky hlubšího dosahu (více než 20 m, obvykle do 40 m) zvětření horninového masívu a na základě charakteristických tvarů křivek měrných odporů často indikující porušení hornin četnými diskretními subvertikálními diskontinuitami interpretovanými jako pukliny. Mezi těmito puklinovými tahy existují zároveň souvislé i několika set metrů mocné oblasti vysokých měrných odporů interpretované jako horninové bloky s nízkým stupněm porušení.

Je zjevné, že obdobně jako na lokalitě Hrádek, i na lokalitě Březový potok většinu tektonicky porušených zón tvoří extenzní pukliny mělkého dosahu (nižší desítky metrů), bez vazby na zlomovou tektoniku. Proto byla lokalitě Březový potok přidělena známka stejná jako Hrádku (3,3), jen nevýznamně horší než durbachitové lokality Na Skalním (EDU-západ) a Horka (lepší parametr P_{21} i slabší geofyzikou dokumentované indicie rozpukání) a naopak výrazně lepší než lokality Čihadlo a Magdaléna (u Čihadla nejhorší P_{21} potvrzený geologickým i geofyzikálním výzkumem převážně bez vazby na zlomovou síť, u Magdalény komplikovaná puklinová stavba ve vazbě na reaktivované okraje velice četných žilných a žilníkových aplitových tahů).

Indikátor K3c: Stupeň duktilní deformace

Stupeň duktilní deformace blatenských a červenských granodioritů, tvořících hodnocený polygon perspektivního území pro projektové práce a blízké okolí je slabý. Duktilní stavby definované slabou přednostní prostorovou orientací krystalů křemene, amfibolů, živců a slíd

mají magmatický až submagmatický charakter, indikující jejich syntecktonické vmístění. Převažuje strmá orientace magmatických foliací generelně průběhu SV–JZ, doprovázených lineacemi upadajícími pod mírnými až středními úhly k SSV, lokálně přepracovaných do subsolidové foliace zapadající pod středními úhly k SZ. Nevýrazný charakter magmatické stavby je ještě zvýrazněn masivní, drobně až středně zrnitou texturou granodioritů, a jen slabě porfyrickým charakterem hornin (vyrostlice žlvců max 1–2 cm lokálně v červenském granodioritu). Z výše uvedených důvodů byla stanovena lokalitě Březový potok známka 1,2 vyjadřující homogenní stavbu granodioritu, nicméně reflektující slabý, ale přece jen penetrativní charakter magmatických foliací, který představuje poněkud intenzivnější deformaci než pouze doménově vyvinuté magmatické foliace na lokalitách Čihadlo, Hrádek (1,0).

Indikátor K4a: Prostorová variabilita horninového prostředí

Hodnocené území - tj. perspektivní území pro projektové práce a blízké okolí (dále jen polygon) - se jeví jako relativně velmi homogenní, a proto byla lokalitě pro kritérium K4a stanovena známka 2,1. Argumentem pro expertní hodnocení byl fakt, že oba polygony perspektivních území pro projektové práce Březový potok – S a Březový potok – J jsou tvořeny fádniemi homogenními granodiority jen s malým množstvím žil aplitů a žilných křemenů, bez xenolitů moldanubických hornin (tyto se vyskytují zejm. na severu a jihovýchodě území regionálního 3D modelu, zčásti na JZ, nicméně mimo hodnocený polygon). V hodnotě známky 2,1 (nevýznamně horší než např. Čertovka a Na Skalním (EDU-západ) - vše 2,0) je zohledněna přítomnost výrazného žilného roje aplitů, lamprofyrů a žilných křemenů, probíhající v.– z. směrem mezi oběma polygony a v jejich blízkosti v oblasti katastrů Pačejov – Maňovice – Velký Bor. Lokalita Janoch (ETE-jih) se známku nevýznamně horší 2,2 byla hodnocena obdobně jako Březový potok s ohledem na poměrně mocný pruh pestrých vloček (erlanů, krystalických vápenců a kvarcitů) probíhajícího těsně jižně od perspektivního území pro projektové práce.

Indikátor K4b: Petrologická variabilita hornin

Argumentace je obdobná se zdůvodněním indikátoru K4a. Hodnocené území, tj. perspektivní území pro projektové práce a blízké okolí, obsahuje petrologicky fádni granodiority přímo v polygonech perspektivních území pro projektové práce Březový potok – S a Březový potok – J, nicméně do známky byla promítnuta přítomnost petrologicky odlišných žilných hornin v blízkém okolí, zejm. lamprofyrů a dále leukogranitů až aplitů a žilného křemene.

4.3.1 Nejistoty spojené s hodnocenou oblastí

Hodnocení lokalit HÚ představuje komplexní úlohu, která vyžaduje celou řadu vstupních dat zatížených různou mírou nejistoty. V prostorovém kontextu lze nejistotu interpretovat s ohledem na posuzovanou oblast jako množství chybějící informace (Wellmann a Regenauer-Lieb 2012). Při hodnocení lokalit je důležité identifikovat a kvantifikovat různé zdroje nejistot. Za současného stavu omezeného poznání horninového prostředí zájmových lokalit nelze nejistotu ve vztahu k jednotlivým geologickým indikátorům zodpovědně kvantifikovat. Dosud nikde ve srovnatelném prostředí nebyla míra nejistoty, ve vztahu k hodnocení lokalit HÚ, kvantitativně definována. Proto je nejistota v této kapitole popsána expertním odhadem. Semikvantitativní stanovení nejistoty bude možno stanovit až po realizaci rozsáhlejších průzkumných prací včetně realizace hlubokých vrtů.

Představa o geologické i tektonické stavbě lokality Březový potok je po nově provedených výzkumech významně jasnější. Nejistota ve vztahu k homogenitě horninového prostředí na lokalitě je dána především nedostatečnou prozkoumaností těch částí území, do kterých nezasahovaly geofyzikální profily.

Stanovit přesnou míru rozpukání horninového masivu v hloubce plánovaného HÚ je obtížné. Strukturní data pořízená na povrchu a jejich matematická extrapolace nicméně přináší odhadnutý obraz o podobě a hustotě puklinových systémů v přípovrchové zóně zkoumaného masivu. Výskyt puklin podobných orientací i ve větší hloubce lze však jen předpokládat. Predikce změn jejich četnosti a orientace do hloubky je bez provedení vrtných prací, doplněných např. o televizní karotáž nebo ideálně průzkum v důlních a štolových dílech, nejistá (Lexa a Schulmann 2016).

Geofyzikálním výzkumem a mapovacími pracemi byly stanoveny základní tektonické linie na území lokality. Nejistota spojená s hodnocením oblasti spočívá v neznalosti úhlů a směrů upadání zlomů. Sklon tektonických linií byl na základě interpretace geofyzikálních dat odhadnut pouze v několika případech. V ostatních částech byly tyto orientace konvenčně stanoveny jako svislé. Skutečný směr sklonu zlomů však může být s hloubkou odlišný.

Na základě expertního odhadu založeného na strukturních měřeních lze předpokládat minimální hloubkový dosah granitoidů okolo 2,5 km. Tento odhad je nutno ověřit hloubkovými geofyzikálními a vrtnými pracemi a minimalizovat tak nejistotu spojenou s hodnocením oblasti.

Nejistotou je také celkový geomorfologický vývoj oblasti (např. zahlubování říčního systému). Otázkou je stáří zarovnaného povrchu a štěrkových akumulací v širším okolí lokality. Pro vyjasnění tohoto problému by bylo možné aplikovat metodu datování povrchů fluvialních akumulací.

Nejistoty jsou spojené i s průběhem zvodnělých poruchových zón v hloubce úložiště. Na základě geofyzikálních dat, hydrogeologických a geologických povrchových prací tyto zvodnělé zóny pravděpodobně porušují perspektivní území pro projektové práce pouze minimálně.

4.3.2 Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)

Vyhodnocení vylučujících geologických kritérií (Tab. 1) ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ je uvedeno v Tab. 5. Pokud vyhodnotíme všechna výše zmíněná fakta charakterizující lokalitu z hlediska geologických charakteristik, nebyl zjištěn důvod pro vyloučení lokality z dalšího výběru pro umístění úložiště. Geologická situace lokality je relativně dostatečně prozkoumaná tak, aby bylo možné přepokládat průběh důležitých zlomových linií a vytvořit 3D geologický model.

Tab. 5 Vyhodnocení vylučujících kritérií pro oblast Geologické charakteristiky pro lokalitu Březový potok. ID je zachováno dle zdroje (Vondrovic et al. 2019)

ID	Kritérium	Hodnocení
2.1.1	Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
2.1.2	Variabilita fyzikálních a geochemických vlastností horninového prostředí	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

4.3.3 Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

Kapitola „Geologické charakteristiky“ obsahuje výčet a popis geologických faktorů, které lze považovat za základní indikátory vhodnosti lokality Březový potok pro umístění HÚ. Jedná se o následující charakteristiky:

Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků:

- stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury (podrobně viz kapitola 4.1.2);
- stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy (podrobně viz 4.1.3);
- stupeň duktilní deformace (podrobně viz kapitola 4.1.4).

Variabilita vlastností horninového prostředí:

- prostorová variabilita horninového prostředí (podrobně viz kapitola 4.2.1);
- petrologická variabilita hornin (podrobně viz kapitola 4.2.2).

Klasifikace jednotlivých indikátorů byla založena na výše shrnutých dostupných geovědních informacích (viz kapitola 4, stručné shrnutí v kapitole 4.3) na stupnici 1 – nejnižší až 5 – nejvyšší (viz zpráva Vondrovic et al. 2019). Následně bylo provedeno vzájemné porovnání daného hodnocení napříč lokalitami a vyhodnocení geologických indikátorů na základě dohody expertního týmu. Proto bylo zvoleno porovnání formou expertního odhadu na základě diskuse specialistů a jejich shody.

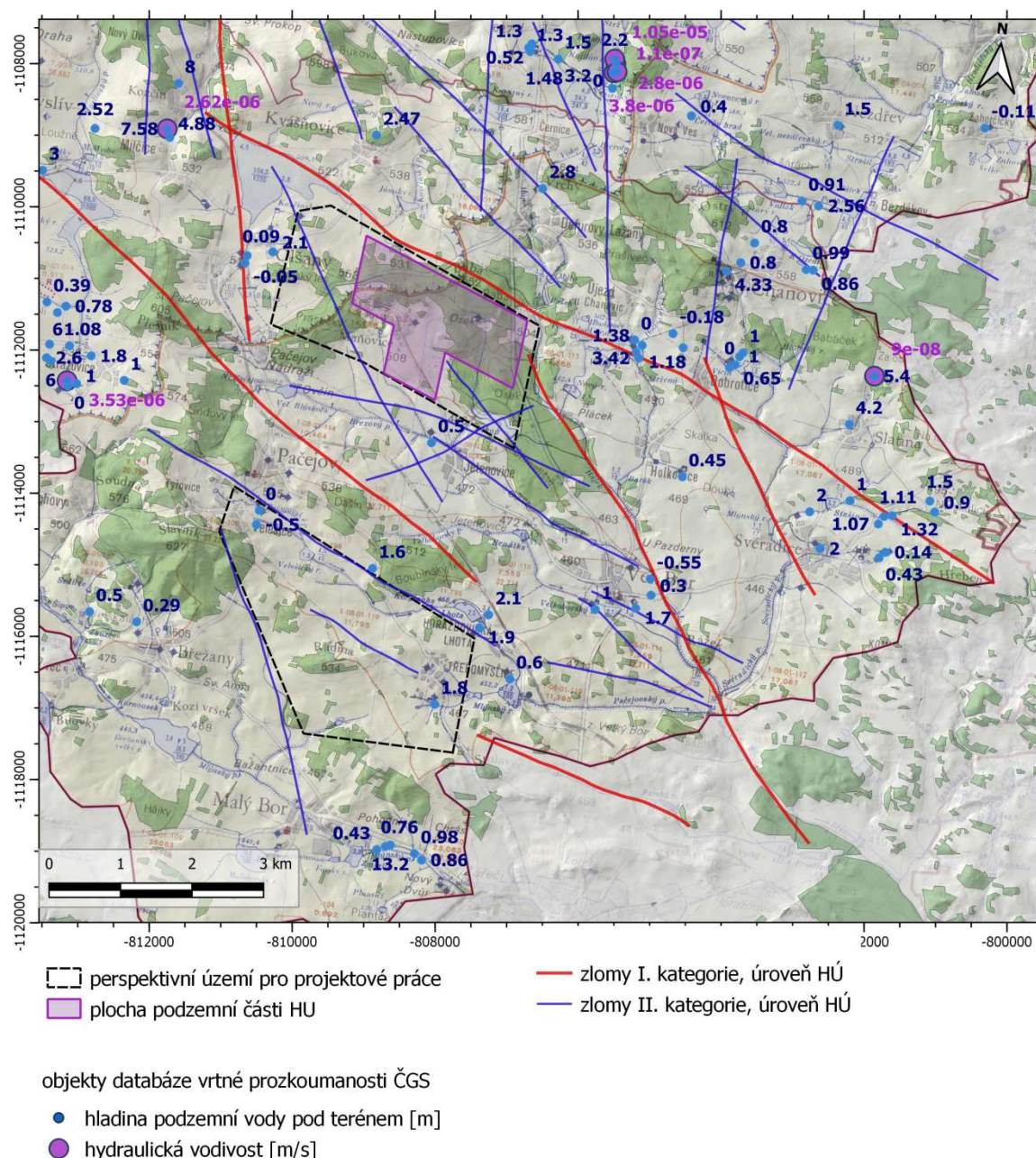
Popis výběru jednotlivých indikátorů a metodiky jejich vyhodnocení je uveden ve zprávě Vondrovic et al. (2019).

Tab. 6 Vybrané indikátory kritérií Geologických charakteristik pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ a jejich hodnocení pro lokalitu Březový potok. ID viz (Vondrovic et al. 2019)

ID	Indikátory kritérií	Známka
K3a	Stupeň křehkého porušení masivu – zlomové struktury (1 – nejnižší až 5 – nejvyšší)	3,5
K3b	Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy (1 – nejnižší až 5 – nejvyšší)	3,3
K3c	Stupeň duktilní deformace (1 – nejnižší až 5 – nejvyšší)	1,2
K4a	Prostorová variabilita horninového prostředí (1 – nejnižší až 5 – nejvyšší)	2,1
K4b	Petrologická variabilita hornin (1 – nejnižší až 5 – nejvyšší)	2,1

5 Hydrogeologické charakteristiky

Západní část území lokality Březový potok náleží do hydrogeologického rajonu 6510 Krystalinikum v povodí Horní Vltavy a Úhlavy, východní část lokality spadá do hydrogeologického rajonu 6320 Krystalinikum v povodí Střední Vltavy.



Obr. 5 Hydrogeologické údaje v databázi vrtné prozkoumanosti ČGS

Pro širší zájmovou oblast granodioritového masivu jsou k dispozici pouze omezené bodové hydrogeologické informace do hloubky max. prvních desítek metrů. Vrtý s údaji o hydrogeologii jsou většinou situovány poblíž vodních toků, v údolích nebo v lokálních sníženinách. Nejhlubší vrtý s archivními hydrogeologickými informacemi (o hladině podzemní vody a transmisivitě) jsou situovány na východním okraji granodioritového masivu blatského typu mezi Újezdem u Chanovic a Holkovcem, vrtý mají hloubku 60 m. Hladina podzemní vody

ve většině vrtů je blízko pod terénem, hydraulické vodivosti se pohybují v rozmezí řádu 10^{-5} m.s^{-1} do řádu 10^{-7} m.s^{-1} (Obr. 5). Vrtý jsou situovány v přípovrchové zóně rozvolnění puklin s aktivním oběhem podzemních vod a s výrazně vyšší hydraulickou vodivostí (ve srovnání s horninovým prostředím v hloubce HÚ).

Přípovrchovou zónu svahových sedimentů a zvětralinového pláště granodioritů lze obecně označit jako prostředí se slabou průlinově–puklinovou propustností. Na tuto nejsvrchnější zónu, mocnou řádově jednotky až první desítky metrů, navazuje přípovrchová část intenzivního rozpukání a rozpojení puklin hydrogeologického masivu, charakteristická relativně nízkou puklinovou propustností. Tyto dvě části horninového profilu tvoří hlavní kolektor krystalinika. V tomto kolektoru se vytváří několik dílčích zvodní.

Svrchní zvodeň rychlého mělkého lokálního proudění vzniká v prostředí kvartérních sedimentů a zvětralinového pláště. Hloubkový dosah zvodně je řádově do 10 až 20 metrů.

Akumulační možnosti svrchního kolektoru jsou vzhledem ke své geologické stavbě a mocnosti značně omezené a nedochází zde k tvorbě významnějších zdrojů podzemní vody.

Spodní, hlubší zvodeň, je vázaná na puklinové prostředí pevných hornin. Její dosah je u migmatitů a rul do 40–50 m, u masivů granodioritových hornin může dosahovat do hloubek 100 až 120 m.

V hlubších částech krystalinika dochází k postupnému svírání puklin tíhou nadložních hornin a hydraulická vodivost se snižuje. Pomalý oběh podzemních vod probíhá výhradně po puklinách, zlomových pásmech a poruchových zónách.

Zdrojem podzemní vody na lokalitě je srážková infiltrace, ke které dochází v celé ploše území. Rozložení efektivní infiltrace je prostorově variabilní, průměrná velikost je $3,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Krásný et al. 1982). Do hlubších oblastí masivu, vzhledem k malé propustnosti, přetékají z přípovrchové vrstvy pouze první jednotky procent celkového množství vody infiltrovaného ze srážek. Infiltrační oblasti pro plochu podzemní části HÚ, stanovené modelem, se nachází západně od hranice podzemní části HÚ v prostoru vrcholu Baba a na východě v oblasti hřebene nad obcí Maňovice.

5.1 Vylučující kritéria

5.1.1 Přítomnost zvodní v izolační části úložiště

Pro zhodnocení hydraulických vlastností hlubších částí krystalinických hornin, v hloubkách projektovaného HÚ, nejsou aktuálně k dispozici žádná data, je ale velmi pravděpodobné, že v hloubce 500 m pod zemským povrchem bude hydraulická vodivost hornin mimo poruchová pásma (izolační část masivu) o tři až pět řádů nižší než v přípovrchové zóně rozvolnění puklin (expertní odhad ČGS) a nebude zde přítomna souvislá zvodeň. V hlubších částech krystalinika dochází k postupnému svírání puklin a hydraulická vodivost horninového prostředí se postupně snižuje. Proudění podzemní vody probíhá výhradně po výrazných puklinách, zlomových pásmech a poruchových zónách. V evidenci ISVS – VODA (www.voda.gov.cz) jsou pro širší oblast perspektivního území pro projektové práce evidovány odběry využívající přípovrchové zdroje podzemní vody a nesignalizují možnost využití podzemní vody hlubokého oběhu pro vodohospodářské využití a existenci významných zdrojů podzemní vody v hlubší části masivu.

5.1.2 Obtížnost vytvoření hydrogeologických modelů a predikce vývoje hydrogeologických poměrů v lokalitě

Pro hodnocení hydrogeologických poměrů na lokalitě Březový potok byl vytvořen aktualizovaný detailní hydrogeologický model (Baier et al. 2020), který reprezentuje aktuální znalost poměrů proudění podzemní vody v lokalitě ve vztahu k hlubinnému oběhu. Využita jsou v něm primárně všechna dostupná archivní data a neinvazivní metody průzkumu z terénu, která jsou dostačující pro realizaci komplexního hydraulického modelu. Vývoj hydrogeologických poměrů v lokalitě úzce souvisí s vývojem klimatu a průběhem budoucího antropogenního ovlivnění horninového masivu v posuzované lokalitě, oba faktory lze v realizovaném hydraulickém modelu lokality Březový potok zohlednit. Vyhodnocení kritéria je uvedeno v kapitole 5.3.2.

5.2 Kritéria pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

5.2.1 Kritérium K5 Charakteristika proudění vody v okolí HÚ a transportní charakteristiky

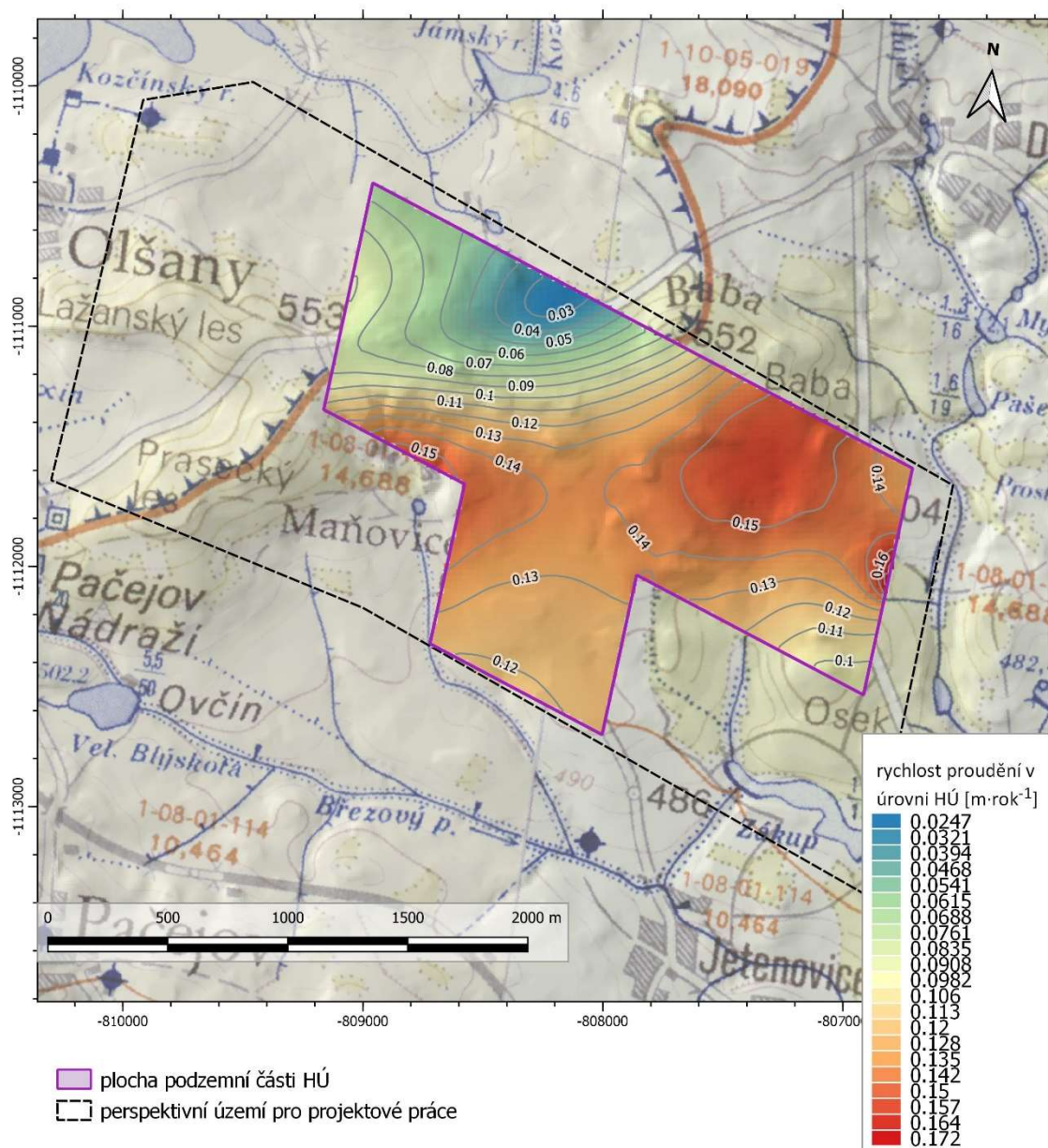
5.2.1.1 Indikátor K5a Doba dotoku z HÚ do oblasti drenáže

Doby dotoku (zdržení) podzemní vody mezi prostorem HÚ a drenáží jsou v modelových simulacích proudění podzemní vody stanoveny metodou *particle tracking* (Muffels et al. 2014).

Skutečná rychlost proudění v úseku mezi prostorem potenciálního úložiště (-35 m n. m.) a drenáží v přípovrchové zóně se liší v závislosti na hydraulickém odporu prostředí a hydraulickém gradientu. Proudění v přípovrchové zóně dosahuje rychlosti řádově stovek metrů za rok, zatímco ve větších hloubkách horninového masivu dosahují rychlosti proudění maximálně desítek centimetrů za rok. Hydraulickou souvislost prostoru projektovaného HÚ s drenážními bázemi charakterizuje parametr doby dotoku (doby zdržení). První kvartil doby dotoku podzemní vody z HÚ k drenážním bázím byl modelem v lokalitě Březový potok vypočten na hodnotu 8 214 roků (indikátor K5a, Tab. 8). Rozsah dob dotoku se z prostor HÚ v lokalitě Březový potok pohybuje v rozmezí 6 000 až 50 000 let (mezidecilové rozpětí intervalu výsledků $Q_{0,9}$ – $Q_{0,1}$).

5.2.1.2 Indikátor K5b Rychlost proudění v úrovni úložiště

Rychlost proudění podzemní vody v úrovni úložiště ovlivňuje dynamiku potenciálního odtoku kontaminace z prostor HÚ. Rychlost proudění v úrovni HÚ souvisí s hydraulickým gradientem, který je ovlivněn morfologií terénu a její propagací do tlakových poměrů podzemní vody. Rozložení rychlostí proudění v úrovni a prostoru HÚ vypočtených modelem proudění je uvedeno na Obr. 6. Rozsah vypočtených rychlostí proudění v prostoru potenciálního HÚ vychází 0,025–0,17 m.rok⁻¹ (Indikátor K5b, Tab. 8).



Obr. 6 Rozložení modelových rychlostí proudění podzemní vody ($\text{m} \cdot \text{rok}^{-1}$) v prostoru HÚ

5.2.1.3 Indikátor K5c Propustnost v prostoru HÚ

Propustnost horninového masivu v prostoru HÚ (indikátor K5c, Tab. 8) i maximální propustnost poruchových zón do 500 m od hranice HÚ (indikátor K5e, Tab. 8) souvisí s koncepcí stanovení hydraulických vodivostí zlomových pásem a jednotlivých identifikovaných litotypů, která je podrobně popsána ve zprávě Uhlíka et al. (2018).

Při hodnocení hydrogeologických vlastností lokality Březový potok byly v horninovém prostředí na základě přijaté koncepce vymezeny dvě dílčí části s rozdílným charakterem propustnosti.

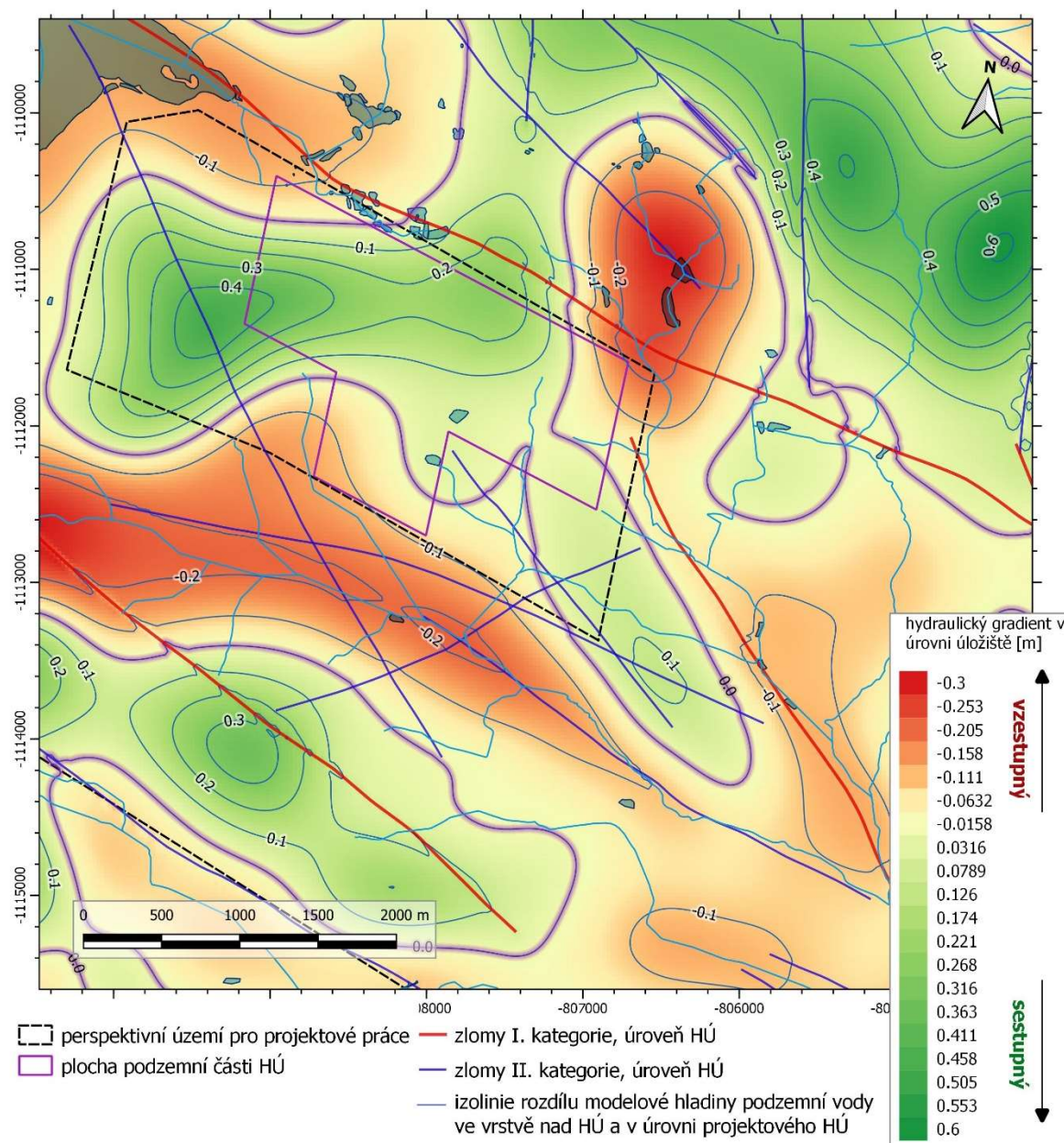
Svrchní část horninového profilu tvoří málo mocné sedimentární horniny kvartéru, aluvium a svrchní vrstva hydrogeologického masivu postižená intenzivním rozpukáním a vyšší mírou rozpojení puklin. Hydraulická vodivost v přípovrchové vrstvě se v prostoru perspektivního

území pro projektové práce pohybuje generelně v rozsahu $1 \cdot 10^{-7}$ až $1 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$, přičemž i v přípovrchové vrstvě lze předpokládat pokles hydraulické vodivosti s hloubkou.

Spodní část profilu tvoří krystalinické horniny, které lze z hydrogeologického hlediska popsat jako heterogenní anizotropní puklinový kolektor. Ve zpracovaném hydraulickém modelu, využitém pro hodnocení, je zadán pokles hydraulické vodivosti v masivu s hloubkou jak v oblastech bez identifikovaných poruchových zón, tak v těchto zónách. Pokles vodivosti je odvozen podle empirické rovnice (Gustafson a Liedholm 1989) tak, že k poklesu koeficientu hydraulické vodivosti o jeden řád dochází s nárůstem hloubky pod terénem o 675 m. Hydraulické vodivosti horniny (mimo poruchové zóny) v úrovni potenciálního HÚ jsou podle tohoto konceptu v modelu zadány v rozsahu $1,05 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$ až $1,4 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$ (indikátor K5c, Tab. 8).

5.2.1.4 Indikátor K5d Sestupná vertikální složka proudění

V hydraulickém modelu proudění podzemní vody je simulováno nasycené proudění s volnou hladinou podzemní vody v přípovrchové vrstvě. V zájmové oblasti lze obecně předpokládat standardní vertikální vývoj tlakového pole, kdy v infiltračních oblastech převládá sestupné proudění (po vertikále dochází s hloubkou k poklesu hydraulické výšky) a v oblastech drenáže převládá vzestupné proudění (po vertikále dochází s hloubkou k nárůstu hydraulické výšky). Kromě morfologie terénu ovlivňují tlakové poměry odporové parametry horninového prostředí, jejichž heterogenita je v zájmovém území více než litologií dána tektonikou. V tektonických zónách, které efektivně propojují oblasti s různou hydraulickou výškou, dochází k deformaci pole daného primárně úrovní terénu.



Obr. 7 Hydraulický gradient v úrovni HÚ (-35 m n. m.)

Rozdíl hladiny podzemní vody v úrovni HÚ a ve vrstvě nad HÚ je dokumentován Obr. 7. Zóny sestupného proudění v úrovni úložiště jsou lokalizovány do míst průběhu regionální hydrologické rozvodnice táhnoucí se JZ směrem k vrcholu Baba. K sestupnému proudění dochází na 74 % plochy projektového HÚ (indikátor K5d, Tab. 8). Oblast vzestupného proudění v oblasti HÚ v hloubce -35 m n. m. se nachází ve východní části HÚ v oblasti potoka Hájek (na povrchu) a v jižní části HÚ, v oblasti, kde na povrchu protéká bezejmenný potok s rybníkem Zákup.

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

Koncepce proudění podzemní vody v prostředí hydrogeologického masivu předpokládá existenci pásem zvýšených hydraulických vodivostí vázaných na tektonické poruchové zóny.

V hlubších horizontech horninového prostředí má proudění podzemní vody dominantně puklinový charakter. Lze přitom předpokládat, že existence lépe propojené, konduktivní puklinové sítě, zprostředkovávající hydraulické propojení hlubších horizontů s drenážními bázemi na povrchu, je více pravděpodobná v poruchových zónách kolem významných zlomů s hlubinným dosahem. Proudění podzemní vody mezi prostorem HÚ a drenážními bázemi probíhá (a může být tedy ovlivněno) i prostřednictvím puklinových zón.

V blízkosti zvoleného umístění HÚ na lokalitě Březový potok se vyskytují tři poruchová pásma prvního řádu s hydraulickou vodivostí v řádu 10^{-8} m.s^{-1} :

- zlomové pásmo lemující severní hranici perspektivního území pro projektové práce směřující z JV na SZ, v jehož linii se nachází Kozčínský potok, do kterého dochází k drenáži podzemní vody proudící z oblasti projektovaného HÚ;
- SZ směrem od perspektivního území dochází ke křížení výše popsaného zlomového pásma s pásmem směřujícím z J na S podél Z hranice perspektivního území;
- významné zlomové pásmo probíhá podél V hranice perspektivního území v údolí toku Hájek (drenážní tok pro podzemní vodu z prostoru HÚ) ze SZ na JV.

Západní částí perspektivního území probíhá ze SZ na JV zlomové pásmo druhé kategorie směřující do oblastí křížení zlomových pásem druhé kategorie v oblasti Jelenovic, kde dochází k významné drenáži podzemní vody z prostoru podzemní části HÚ. Hydraulická vodivost zlomových pásem druhého řádu dosahuje v úrovni HÚ (a vzdálenosti do 500 m od jeho hranic) maximální hodnoty $1,08 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$.

Hydraulické vlastnosti těchto pásem mají pro lokalitu Březový potok značný význam a při stávajících znalostech nelze zcela vyloučit hydraulickou souvislost zlomových pásem s prostředím masivu v prostoru podzemní části HÚ (průběh a charakter zón v hloubce HÚ není možné v současnosti ověřit). Maximální hydraulická vodivost na zlomových zónách v úrovni HÚ vzdálených do 500 m od hranice podzemní části HÚ vychází $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ (indikátor K5e, Tab. 8).

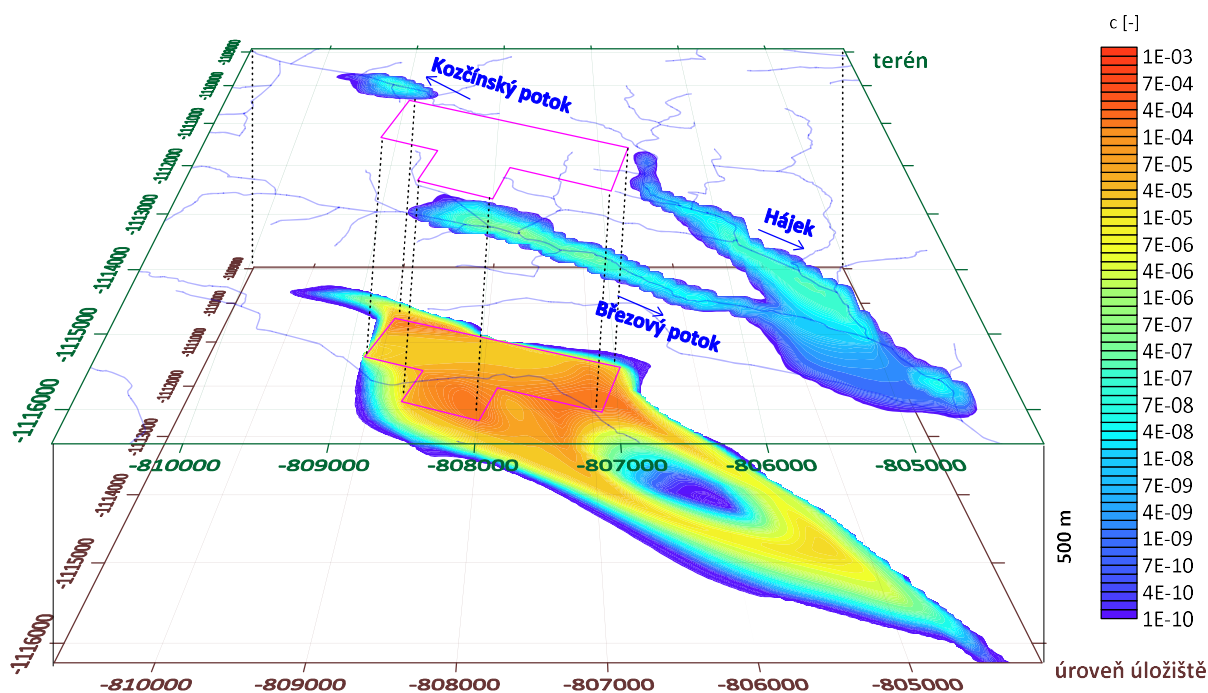
5.2.1.6 Indikátor K5f Specifický průtok v prostoru HÚ

Bilanční údaje proudění podzemní vody pro lokalitu Březový potok jsou stanoveny z hydrogeologického modelu. Zadané doplňování zásob podzemní vody (efektivní srážková infiltrace) je v ploše modelu proměnlivé a mění se v závislosti na rozložení srážkového normálu. Údaje o plošném rozložení srážkového normálu pro lokalitu Březový potok byly v kilometrové síti poskytnuty ČHMÚ. Průměrná hodnota efektivní modelové infiltrace v lokalitě Březový potok je $3,0 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Krásný et al. 1982). Z celkově infiltrovaného množství 555 l.s^{-1} proudí 97,5 % podzemní vody pouze v přípovrchové vrstvě zvětralin, rozpojení puklin a kvartéru. Do hlubších oblastí masivu infiltruje (vzhledem k nízkým koeficientům hydraulické vodivosti) pouze $13,5 \text{ l.s}^{-1}$. Suma průtoků přes vymezený prostor HÚ je modelem stanovena na $1,73 \cdot 10^{-2} \text{ l.s}^{-1}$, specifický průtok přes půdorysnou plochu HÚ je $6 \cdot 10^{-3} \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (indikátor K5f, Tab. 8).

5.2.1.7 Indikátor K5g Poměr ředění

Pro posouzení vhodnosti lokality Březový potok z hlediska transportu kontaminace z prostoru podzemní části HÚ do prostoru drenáže podzemní vody byla realizována schematická

transportní simulace (pro konzervativní – nereagující a nesorbující stopovač bez možnosti rozpadu). Cílem simulace bylo získat podklady pro hodnocení míry zředění roztoku transportovaného z HÚ advektivním prouděním podzemní vody k drenážní oblasti. Ředění bylo stanoveno v procentech z poměru koncentrace vypočtené před vstupem do drenážní báze a koncentrace zadané v prostoru úložiště. Pro HÚ v lokalitě Březový potok byla nejnižší míra ředění stanovena na 0,1 % (indikátor K5g, Tab. 8). Rozsahy kontaminačního mraku a vypočtené relativní koncentrace v úrovni úložiště a v přípovrchové zóně jsou uvedeny na Obr. 8.



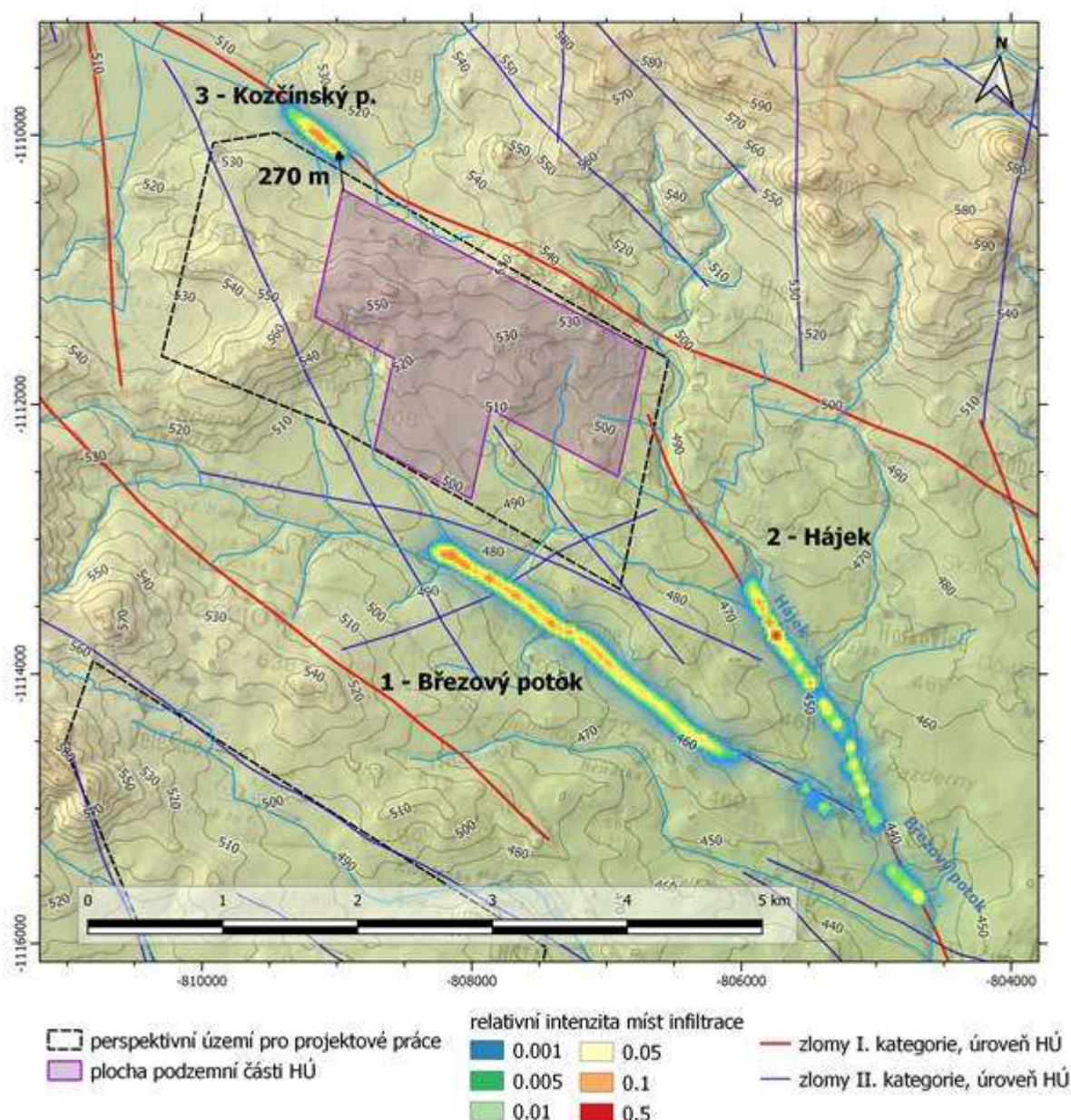
Obr. 8 Rozložení relativních modelových koncentrací v úrovni HÚ (-35 m n. m.) a v přípovrchové vrstvě

5.2.2 Kritérium K6 Identifikace a umístění drenážních bází

Plocha podzemní části HÚ je součástí hydrologického povodí 1-10-05 Úslava po ústí do Berounky a 1-08-01 Vydra a Otava po Volyňku.

Drenáž podzemní vody z horninového masivu je zprostředkována přípovrchovou vrstvou zvětralin a rozpojení puklin do povrchových toků. Místa drenáže hlubokého proudění podzemní vody závisí na výrazně heterogenních a anizotropních odporových parametrech horninového prostředí. Drenážní oblasti hlubší zóny lze očekávat v korytech tektonicky predisponovaných vodních toků (Hájek, Kozčinský potok), na křížení těchto toků a významných zlomových zón (Březový potok za soutok s potokem Hájek) a v oblastech s vysokou hydraulickou vodivostí svrchní zóny a nízkým hydraulickým potenciálem.

Předpokládané drenážní oblasti pro HÚ projektované v úrovni -35 m n. m. byly stanoveny modelem proudění s využitím metody *particle tracking*. Místa a intenzita drenáže z úrovně HÚ v drenážních bázích jsou znázorněna na Obr. 9.



Obr. 9 Vypočtená místa drenáže pro podzemní vodu z projektovaného HÚ na lokalitě Březový potok

K drenáži podzemní vody protékající prostorem projektového HÚ dochází do třech toků (Obr. 9, **indikátor K6a Počet drenážních toků**, Tab.8).

Nejmenší plocha HÚ (11 %) je drénována v linii Kozčinského potoka a částečně Kozčinského rybníka. Do potoka Hájek je drénováno 25 % plochy HÚ. Hlavní drenáž je modelem vypočtena do Březového potoka, kam se drénuje 63 % vody protékající plochou HÚ (**indikátor K6b Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném toku**, Tab. 8). Část drenáže je realizována až za soutokem Březového potoka a potoka Hájek, doba dotoku i trajektorie proudu podzemní vody z prostor HÚ do této oblasti jsou nejdelší. K drenáži do Hájku i Březového potoka dochází v delších liniích, nejintenzivnější drenáž je soustředěna do oblastí bližších projektovanému HÚ (Obr. 9). Drenáž do konkrétního úseku toku je do značné míry ovlivněna lokálním charakterem přívrchové vrstvy zvětralin a kvartérních sedimentů podél toků.

Celkem 88 % plochy podzemní části HÚ je odvodňováno v povodí Březového potoka (**K6c Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném povodí**, Tab. 8).

Drenáž je vypočtena v nadmořské úrovni 430 m n. m. (Březový potok za soutokem) až 510 m n. m. (Kozčínský potok). Nejkratší horizontální vzdálenost HÚ od drenáže (**indikátor K6d Horizontální vzdálenost HÚ od drenáže**, Tab. 8) vychází v modelu proudění 270 m (Kozčínský potok, Obr. 9). Místa nejvzdálenější drenáže vychází až 4 km od hranice podzemní části HÚ (Březový potok za soutokem). K drenáži přímo ve vymezené ploše HÚ na povrchu nedochází.

5.3 Expertní zhodnocení lokality

5.3.1 Nejistoty spojené s hodnocením hydrogeologických kritérií

Veškerá hydrogeologická data pocházejí z povrchu nebo přípovrchové zóny. Žádný z dosavadních hydrogeologických průzkumů či výzkumů nedosáhl hloubek plánovaného HÚ, kde lze očekávat rozdílné hydraulické vlastnosti hornin. Pro komplexní hydrogeologické zhodnocení chybí data o hlubokých hydrogeologických strukturách, zejména o výskytu, orientaci a hydraulických vlastnostech vodivých zlomů a poruchových zón v hloubkách HÚ. Hodnocení hydrogeologických poměrů v hloubce úložiště může proto vycházet pouze z interpretace povrchových dat, analogie nebo odborného odhadu.

5.3.2 Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)

Vzhledem k výše zmíněným faktům (kapitola 5.1) je možno konstatovat, že nebyly identifikovány žádné vlastnosti lokality, které by vylučovaly umístění HÚ.

Tab. 7 Vyhodnocení vylučujících kritérií pro oblast Hydrogeologické charakteristiky pro lokalitu Březový potok. ID je zachováno dle zdroje (Vondrovic et al. 2019)

ID	Kritérium	Hodnocení
2.2.1.	Přítomnost zvodní v izolační části úložiště	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
2.2.2	Obtížnost vytvoření HG modelů a predikce vývoje HG poměrů v lokalitě	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

5.3.3 Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

Pro hodnocení hydrogeologických poměrů a posouzení vhodnosti situovat hlubinné úložiště do lokality Březový potok byl v softwaru MODFLOW-USG vytvořen aktualizovaný 3D detailní hydrogeologický a transportní model lokality. Oba modely jsou základním nástrojem pro interpretaci hydrogeologických poměrů lokality ve vazbě na dlouhodobou bezpečnost projektovaného hlubinného úložiště. Modelové výpočty popisují geosféru (vzdálené pole interakcí) a nezahrnují vliv inženýrských bariér.

Známky indikátorů (Tab. 8) reprezentují vzájemné porovnání hodnot indikátorů devíti posuzovaných lokalit. **Výběr jednotlivých indikátorů a metodiky jejich vyhodnocení (sloupec známka) je uveden ve zprávě Vondrovce et al. (2019).**

Tab. 8 Vybrané indikátory kritérií Hydrogeologické charakteristiky pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ a jejich hodnocení pro lokalitu Březový potok

ID	Název kritéria/ Indikátoru	Hodnoty	Známka
	Střední úroveň HÚ (m n.m.)	-35	
	Plocha ukládacích prostor HÚ (km²)	2,897	
K5	Kritérium: Charakteristika proudění vody v okolí HÚ a transportní charakteristiky		
K5a	Doba dotoku z HÚ do oblasti drenáže (roky)	8 214	4,3
K5b	Rychlost proudění v úrovni úložiště (m·rok ⁻¹)	0,17	1,1
K5c	Propustnost v prostoru HÚ (m·s ⁻¹)	1,4·10 ⁻⁹	2,0
K5d	Sestupná vertikální složka proudění (% plochy HÚ)	74	2,4
K5e	Maximální propustnost poruchových zón do 500 m od hranice HÚ (m·s ⁻¹)	1,8·10 ⁻⁸	2,4
K5f	Specifický průtok v prostoru HÚ (l·s ⁻¹ ·km ⁻²)	6·10 ⁻³	1,0
K5g	Poměr ředění (%)	0,1	1,0
K6	Kritérium: Identifikace a umístění drenážních bází		
K6a	Počet drenážních toků	3	3,7
K6b	Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném toku (% plochy HÚ)	63	2,8
K6c	Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném povodí (% plochy HÚ)	88	4,0
K6d	Horizontální vzdálenost HÚ od drenáže (m)	270	3,7

Rozdíly hodnot indikátorů mezi lokalitami jsou ovlivněny celou řadou faktorů. Primárně rozložením propustnosti horninového masivu, hydraulickými gradienty a v neposlední řadě i polohou hlubinného úložiště. Propustnost horninového masivu v modelech klesá s hloubkou a je zadána s ohledem na průběh zlomů, litotypy hornin a úroveň terénu (Uhlík et al., 2018). Hydraulický gradient je určován rozdíly v úrovni infiltračních oblastí v okolí úložiště a oblastí drenáže. Komplexně se tak při proudění podzemní vody uplatňuje morfologie terénu utvářená

erozními procesy. Poloha podzemní části hlubinných úložišť je vymezena v perspektivním území pro projektové práce s ohledem na průběh ověřených a předpokládaných zlomů.

Zejména u hodnot indikátoru v blízkosti mediánu platí interpretace, že kombinace výše uvedených faktorů, ovlivňujících proudění a transport, způsobuje obdobné poměry jako u dalších lokalit. Zhodnocení indikátorů je v následujících odstavcích zaměřeno především na interpretaci hodnot a odpovídajících známek v krajních oblastech škály („silné“ a „slabé“ vlastnosti lokality).

V rámci kritéria K5 jsou poměry na lokalitě Březový potok z hlediska vhodnosti lokalizovat HÚ pozitivně hodnoceny v rámci indikátorů K5f a K5g (Tab. 8). K vhodnému poměru nařazení kontaminace z prostoru úložiště (K5g) přispívá rozložení drenáže podzemní vody do tří toků, ve kterých navíc nedochází k soustředěné drenáži do krátkého úseku toku. Oba faktory souvisí zejména s morfologií terénu, oblastí HÚ prochází regionální orografická rozvodnice a v drenážních oblastech se nevyskytují krátká zařízlá údolí, ve kterých by byla drenáž soustředěna do krátkých úseků toků. Malý specifický průtok prostorem podzemní části HÚ (K5f) souvisí s nízkou propustností horninového masivu (blatenský granodiorit), která je v celém jeho vertikálním profilu stanovena jako jedna z nejnižších (K5c).

Propustnost prostoru hlubinného úložiště vychází z jediného, málo propustného litotypu a toky s regionálním drenážním účinkem nejsou v těsné blízkosti úložiště, proto vypočtené rychlosti proudění v úrovni a prostoru HÚ nevykazují anomálie a jejich maximum (indikátor K5b) náleží do skupiny lokalit s příznivou známkou.

Z hlediska posuzování propustnosti zlomových zón (K5e) a sestupné vertikální složky proudění (K5d) je lokalita hodnocena průměrně. Hodnoty indikátorů i kombinace faktorů, která je ovlivňuje, je obdobná jako na dalších lokalitách.

Jako méně vhodné pro situování HÚ vychází hydrogeologické poměry lokality Březový potok podle známky indikátoru K5a. Přesto je vypočtená doba dotoku z úložiště do oblasti drenáže (indikátor K5a) druhá nejdelší, nepříznivá známka (4,3) je způsobena „anomálně“ příznivou hodnotou vypočtené doby dotoku na lokalitě Janoch (ETE-jih), kde doba dotoku vychází řádově větší.

Výsledné hodnoty indikátorů kritéria K6 jsou výrazně ovlivněny morfologií terénu. Územím HÚ na terénu probíhá regionální orografická rozvodnice, která ovlivňuje poměry proudění podzemní vody v přípovrchové vrstvě i v úrovni HÚ. Plocha HÚ je rozvodnicí rozdělena do dvou povodí, cca 88 % plochy spadá do povodí Březového potoka, 12 % leží v povodí Kozčínského potoka. Téměř celý prostor úložiště je tak odvodněn v jediném povodí Březového potoka (indikátor K6c) a nedochází k výhodnějšímu rozdělení drenáže do více povodí. Poměry lokality jsou zhoršené i vzhledem k menšímu počtu drenážních toků (indikátor K6a). Rozdělení drenáže do těchto toků je ale rovnoměrné a nedochází k výrazné drenáži do jednoho toku (indikátor K6b). Vzdálenost okraje úložiště od nejbližšího místa drenáže 270 m (indikátor K6d) řadí lokalitu Březový potok z hlediska situování HÚ mezi lokality méně vhodné.

6 Kritérium K7 Seismická a geodynamická stabilita

Geologická stavba území k umístění hlubinného úložiště musí zaručit stabilitu hlubinného úložiště po dobu nejméně statisíců let. Podle § 18, odst. 2, písm. g), i), či j) vyhlášky č. 378/2016 Sb., musí být posouzen výskyt endogenních a exogenních jevů (g), předpokládaný vývoj klimatu (i), či zranitelnost horninového prostředí z hlediska dlouhodobých klimatických změn (j). Podle IAEA hostitelské prostředí (IAEA 2011a) pro hlubinné úložiště by nemělo být náchylné k poškození budoucími geodynamickými procesy a následnými jevy a jinými faktory (např. změnou klimatu, neotektonickými pohyby, vysokou seismicitou) do té míry, že by tyto vlivy mohly nepříjemně poškodit bezpečnostní funkce celého úložného systému. Na základě předchozích poznatků (Pačes et al. 2010) plyne, že v ČR mohou být důležité především následující vlivy:

1. zemětřesení vyšší intenzity a přítomnost potenciálně aktivních zlomů (seismická stabilita);
2. pokles nebo výzdvih povrchu území (geodynamická stabilita);
3. postvulkanické jevy.

Podle odst. 3 §9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. je charakteristikou dalších geodynamických jevů a geotechnických parametrů základových půd, při jejímž dosažení je umístění jaderného zařízení zakázáno, výskyt vulkanických hornin pliocenního až holocenního stáří nebo projevů postvulkanické činnosti, zejména výronu plynů anebo minerálních vod, spojených s minulou vulkanickou aktivitou, do vzdálenosti 5 km.

Zhodnocení lokality z hlediska geodynamické stability dle vyhlášky č. 378/2016 Sb. zahrnuje vliv geodynamických jevů na pozemek jaderného zařízení, jako je vliv eroze a akumulace sedimentů, možnost zaplavení pozemku a posouzení svahových pohybů snižující jadernou bezpečnost. Vylučujícím kritériem je umístění lokality, kde pohyby zemské kůry jsou větší než 1 mm ročně, což znamená, že by v důsledku zahloubení drenážního systému a následných denudačních procesů v daném území došlo k exhumaci potenciálního úložiště za 500 tisíc let. Dalším vylučujícím kritériem jsou lokality s výskytem postvulkanických jevů (výrony plynů, horké vody atd.).

Zhodnocení geodynamické stability vychází ze studie erozní stability perspektivních lokalit HÚ VJP v ČR (Hroch a Pačes 2015). K vyhodnocení geodynamické charakteristiky zájmového území byla použita dostupná archivní data, geomorfologická analýza území zahrnující přítomnost zarovnaných povrchů a jejich pozice k úrovni dnešní erozní báze, a posouzení projevů „mladých“ cyklů zpětné eroze.

6.1 Vylučující kritéria

6.1.1 Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)

Pro vyhodnocení potenciálně aktivních zlomů na konkrétní lokalitě nejsou k dispozici relevantní data o stáří a aktivitě studovaných tektonických poruch (tektonická síť, Mixa et al. 2019). Pro hodnocené území této lokality není indikována aktivita zlomu v období posledních 2,6 milionu let. Pokud není indikována ani prokázána aktivita zlomu v období posledních 2,6 milionu let, předpokládá se, že neexistuje.

6.1.2 Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)

Údaje o rychlosti zahlubování říčního systému nejsou z konkrétního okolí území k dispozici. Archivní údaje o rychlosti zahlubování drenážního systému jsou dostupné pouze v regionálním měřítku.

Balatka a Kalvoda (2008), na základě studia výškového rozdílu penneplenizovaných povrchů a zachovalých fluviálních sedimentů, uvádějí rychlosti zahlubování v průběhu pleistocénu $0,02\text{--}0,86 \text{ mm.rok}^{-1}$. Tyráček et al. (2004), korelací labských a vltavských teras, odhadují průměrnou rychlost výzdvihu centrální části Českého masivu ve spodním pleistocénu na $0,04 \text{ mm.rok}^{-1}$ a během středního a svrchního pleistocénu až $0,15 \text{ mm.rok}^{-1}$.

Dosavadní studie, vycházející z metod založených na datování pomocí izotopů ^{10}Be a ^{26}Al , jsou dostupné jen z širší oblasti Českého masivu. Z jihozápadního okraje Českého masivu jsou odhady rychlosti eroze $0,023\text{--}0,027 \text{ mm.rok}^{-1}$ (Schaller et al. 2001), z oblasti Šluknovského výběžku jsou v průběhu středního a svrchního pleistocénu odhady eroze stanoveny na $0,025\text{--}0,027 \text{ mm.rok}^{-1}$ (Nývlt 2008). Uvedené oblasti, kde byly tyto metody využity, sice nevykazují identické geologické charakteristiky se studovanou lokalitou, ale jsou umístěny v podobné geomorfologické pozici. Z tohoto důvodu lze na lokalitě očekávat podobné rychlosti eroze a denudace, a proto jsou tyto údaje v hodnocení lokalit zohledněny. Z výše uvedených údajů vyplývá, že hodnoty vertikálních pohybů zemského povrchu, resp. rychlosti zahlubování drenážního systému, **nepřekračují hodnoty 1 mm.rok^{-1} pro dané modelové území.**

6.1.3 Postvulkanické jevy

Lokalita se nachází mimo oblasti kenozoického vulkanismu spojeného s vývojem oherského riftu a rozptýleného alkalického magmatismu Českého masivu nebo karpatského oblouku. V okruhu 5 km od PÚPP nejsou známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity pliocenního až holocenního stáří (např. Cháb et al. 2007). **Z hlediska post-vulkanických jevů nejsou na lokalitě zjištěna vylučující kritéria.**

6.2 Kritéria pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

6.2.1 Indikátor K7a Hodnota maximálního horizontálního zrychlení

Studie seismické stability zahrnuje výsledky pravděpodobnostního hodnocení seismického ohrožení vypracované Málkem et al. (2018). Seismické ohrožení lokality je dáno zvláště vzdáleností od prvních dvou významných zón a četností slabých blízkých zemětřesení. V rámci studie byl zkompileován katalog historických zemětřesení pro region do vzdálenosti 300 km od PÚPP s dolním magnitudovým limitem 3,9. Hodnota byla stanovena pro 50% pravděpodobnost a dobou opakování 10^5 let a byly určeny křivky seismického ohrožení pro kvantily 16 %, 50 %, 84 % a průměr. Spodní hranice roční četnosti byla uvažována 10^{-6} . Seismické ohrožení lokality je dáno zvláště vzdáleností od prvních dvou významných zón a četností slabých blízkých zemětřesení.

Hodnota maximálního horizontálního zrychlení získaná z pravděpodobnostní metody pro 50% pravděpodobnost a dobou opakování 10^5 let činí **$1,21 \text{ m.s}^{-2}$** . (Málek et al. 2018).

6.2.2 Indikátor K7b Výškový gradient

Území Březový potok leží při rozvodí Březového potoka, odvodňující území k jihu do Otavy, a Myslívského potoka, odvodňující území k severu do Úslavy.

Většina území leží na relikttech zarovnaného povrchu. Oblasti a severozápadní část území leží na zarovnaném povrchu, jehož nadmořská výška je okolo 600 m n. m., a navazuje na úroveň úpatního zarovnaného povrchu na jihu Šumavy a na severu Brd. Jihovýchodní část studovaného území (povodí řeky Otavy) náleží zarovnanému povrchu v nadmořské výšce okolo 450–500 m n. m. Pro oblast odvodňovanou k severu (povodí toků Myslív a Víška) představuje erozní báze úroveň nivy řeky Úslavy v nadmořské výšce cca 500 m n. m. a výškový rozdíl mezi nejvyšší úrovní zarovnaného povrchu a erozní bází tak pro povodí Úslavy je 125 m. Pro jižní část území, která leží na nižší úrovni zarovnaného povrchu, odpovídá erozní bázi povrch nivy Březového potoka v dolní části jeho povodí v nadmořské výšce cca 420 m n. m. Maximální **výškový rozdíl** mezi průměrnou nadmořskou výškou **zarovnaného** povrchu a příslušné **erozní báze** byl stanoven na základě geomorfologické analýzy vypracované v rámci studie erozní stability (Hroch a Pačes 2015) a morfotektonické analýzy (Kopačková et al. 2017) a činí **125 m**.

6.2.3 Indikátor K7c Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svahovými deformacemi

Zpětná eroze se na území prakticky neprojevuje, toky vytváří většinou mělká otevřená údolí (Hroch a Pačes 2015, Kopačková et al. 2017). Plocha území postiženého mladými cykly zpětné eroze **nepřesahuje 5 %**.

6.2.4 Indikátor K7d Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek

Na základě dostupných dat (např. Chlupáč a Štorch 1992, Cháb et al 2007, Franěk et al. 2018, Mixa et al. 2019) nejsou v okruhu 5 km od PÚPP známy projevy vulkanické ani post-vulkanické aktivity paleogenního až holocenního stáří (např. Cháb et al. 2007). V okruhu 25 km od PÚPP nebyly zjištěny žádné výskyty kyselek (Kolářová 1978, Kolářová a Myslíl 1979).

6.3 Expertní zhodnocení

Pokud vyhodnotíme všechny výše uvedené podklady, lze konstatovat, že na základě všech dat dostupných pro komplexní hodnocení nebyla zjištěna vylučující kritéria pro umístění HÚ.

6.3.1 Nejistoty spojené s hodnocenou oblastí

- Pro vyhodnocení potenciálně aktivních zlomů nejsou k dispozici relevantní data o stáří a aktivitě tektonických struktur. Pro další fáze hodnocení je vhodné realizovat studium zahrnující tektonické mapování, detailní geomorfologickou a morfotektonickou analýzu, včetně monitoringu pomocí aplikace optických metod a DPZ, případně místní seismickou sítí.

- Kritéria a indikátory geodynamické stability vychází především z vizuální geomorfologické interpretace daného území. Zdroje dat o rychlosti denudačních procesů, vertikálních pohybech povrchu a rychlosti zahlubování drenážního systému jsou velmi heterogenní, a do jisté míry nespolehlivé, vyplývající z krátkého intervalu měření či účelu pořízení dat. Některé datové zdroje jsou ve vzájemném rozporu v závislosti na použité metodice.
- Archivní údaje o rychlosti zahlubování drenážního systému pochází ze studií v regionálním měřítku a nejsou specifikovaná na jednotlivá dílčí povodí. Nejmodernější studie, vycházející z metod založených na datování pomocí izotopů ^{10}Be a ^{26}Al , jsou dostupné jen z širší oblasti Českého masivu. Chybí tak detailnější analýzy vývoje drenážních systémů v dotčených povodích včetně moderního datování povrchů.

6.3.2 Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)

Vyhodnocení kritéria Stabilita lokality Březový potok ve vztahu k legislativním požadavkům je uvedeno v Tab. 9.

Tab. 9 Vyhodnocení vylučujících kritérií pro oblast Seismická a geodynamická stabilita pro lokalitu Březový potok. ID je zachováno dle zdroje (Vondrovic et al. 2019)

ID	Kritérium	Hodnocení
2.3.1.	Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
2.3.2.	Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
2.3.3.	Postvulkanické jevy	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

6.3.3 Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

Popis výběru jednotlivých indikátorů a metodiky jejich vyhodnocení je uveden ve zprávě Vondrovic et al. (2019). Vyhodnocení vybraných parametrů indikátorů pro kritérium K7 Seismická a geodynamická stabilita lokality Březový Potok je uvedeno v Tab. 10.

Tab. 10 Vybrané indikátory kritérií pro oblast Seismická a geodynamická stabilita pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ a jejich hodnocení pro lokalitu Březový potok

ID	Indikátor kritéria	Hodnota indikátoru	Známka
K7a	Hodnota maximálního horizontálního zrychlení získaná z pravděpodobnostní metody pro 50% pravděpodobnost a dobou opakování 10^5 let	$1,21 \text{ m.s}^{-2}$	2,0
K7b	Výškový gradient, rozdíl mezi úrovní jednotlivých zarovnaných povrchů a úrovní lokální erozní báze (čím menší výškový rozdíl, tím příznivější hodnota tohoto porovnávacího kritéria)	125 m	1,0
K7c	Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svahovými deformacemi (menší podíl rozlohy těchto povrchů k celkové ploše lokality představuje příznivější hodnotu porovnávacího kritéria)	< 5 %	1,0
K7d	Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek	jev se nevyskytuje	1

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

Kapitola hodnotí **perspektivní území pro geologické charakterizační práce** (PÚGChP) pro lokalitu Březový potok podle metodického pokynu SÚRAO MP.22 (Vokál et al. 2017) a podle metodiky hodnocení (Vondrovic et al. 2019, Tab. 2) ve třech oblastech kritérií:

1. Přítomnost poddolovaných území a starých a opuštěných důlních děl na pozemku pro povrchová zařízení.
2. Ložiskové poměry na lokalitě (dobývací prostory, CHLÚ a prognózy nerostných surovin).
3. Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie.

Podle vyhlášky č. 378/2016 Sb., § 18, odst. 2) to představuje:

o) výskyt současné a budoucí lidské aktivity, která je způsobilá narušit izolační vlastnosti úložného systému, zejména využití hostitelské horniny těžbou nerostných surovin nebo využíváním geotermální energie nebo využíváním systému pro podzemní zásobníky plynu,

p) výskyt změn v hostitelském a okolním geologickém prostředí vzniklých vrtnou a báňskou činností v průzkumné fázi umísťování hlubinného úložiště, při kterých by vznikly nové preferenční cesty pro migraci radioaktivních látek.

Podle odst. 3 § 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb. je charakteristikou dalších geodynamických jevů a geotechnických parametrů základových půd, při jejímž dosažení je umístění jaderného zařízení zakázáno, výskyt jevů podle odstavce 2 písm. c) jako krasové jevy, hlubinné doly, podzemní zásobníky plynu či jiné stavby, vybudované v podzemních prostorech, pozůstatky historické těžby na pozemku jaderného zařízení, nebo mimo pozemek jaderného zařízení, hrozí-li propad nebo deformace povrchu území k umístění s vlivem na jadernou bezpečnost.

Tato kapitola shrnuje rešeršní údaje o lokalitě Březový potok z hlediska výskytu současné a budoucí lidské aktivity, která je způsobilá narušit izolační vlastnosti úložného systému, zejména účelové využití hostitelské horniny spojené s ložiskovou či důlní aktivitou. K tomu slouží bodové a plošné archivní údaje o předchozích průzkumech a zásazích do horninového prostředí. Dříve sledované informace o zásahu do horninového prostředí formou vrtů nejsou nadále považovány za významný parametr pro nebezpečí průniku člověka do HÚ.

Kapitola je postavena na rešerši dat a metodice vyhledávání archivních dat různého formátu a stáří.

Zdrojové datové sady jsou připraveny pro využití během následných etap hodnocení lokalit a jejich výběru.

7.1 Vylučující kritéria

7.1.1 Poddolovaná území a stará a opuštěná důlní díla

Na sledovaném území probíhaly různé etapy mapování a ojedinělé průzkumy na výskyty wolframu a zlata. Z rešerše starých báňských map a průzkumů z archivu ČGS – Geofondu vytvořených před r. 1900 vyplývá absence indikací významnějšího zrudnění nebo registrace pozitivních ložiskových průzkumů v tomto území.

Nehrozí zde žádný střet s poddolovanými oblastmi, nestabilitou území z hlediska hornických zátěží či hrozbou podzemních antropogenních oslabených zón.

Tab. 11 Přehled mapovacích a průzkumných prací pro lokalitu Březový potok. Zdroj: Švagera et al. 2015

Lokalita	Mapy	Grafické přílohy k mapám	Zprávy	Vrty
Březový potok	98	57	53	30

7.1.2 Přítomnost zásob nerostných surovin

Geologickým a ložiskovým průzkumem docházelo v průběhu doby ke stanovení ložisek a prognózních zdrojů nerostných surovin. Některé byly později přehodnoceny (zrušeny) nebo odepsány. Ne všechny ložiskové průzkumy vedly k vyčíslení zásob a byly hodnoceny jako negativní. Pro účely zakázky uvádíme veškerá registrovaná ložisková data, protože představují jak informaci o dříve těžených surovinách, tak i významný zdroj dalších geologických informací.

7.1.2.1 Ložisková území

Zásoby a prognózní zdroje nerostných surovin jsou v PÚGChP Březový potok přítomny ve třech ložiscích a ve třech prognózních zdrojích. Jde o suroviny wolfram a kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu. K sestavení ložiskové části kapitoly byly využity údaje SurlS a elaboráty geologického průzkumu.

Podle § 15 odst. 1 písm. g) vyhlášky č. 378/2016 Sb. existuje v PÚGChP kolize s chráněným ložiskovým územím a dobývacím prostorem. Při s. okraji území, asi 900 m z. od obce Defurovy Lažany, se nachází chráněné ložiskové území (CHLÚ) na kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu č. 7041400 Defurovy Lažany a asi 500 m z. od téže obce leží dobývací prostor (DP) č. 70930 Defurovy Lažany I. Obě tato ložiskově chráněná území se rozkládají na k. ú. 625353 Defurovy Lažany. CHLÚ je stanoveno pro zrušené ložisko U 3041400 Defurovy Lažany, které pokrývá prostor zalesněné elevace s opuštěným lomem v centrální části. Má tvar nepravidelného mnohoúhelníku o celkových rozměrech cca 400 × 220 m, protaženého ve směru SZS–VJV. Východněji ležící DP byl stanoven pro výhradní ložisko kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu B 3041300 Defurovy Lažany 2. Má tvar nepravidelného mnohoúhelníku o celkových rozměrech cca 400 × 250 m, protaženého ve směru S–J. Zrušené ložisko kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu U 3041400 Defurovy Lažany leží asi 0,6 km z. od obce Defurovy Lažany, v mírné morfologické elevaci. Území náleží k chanovické apofýze středočeského plutonu, tvořené granitoidy několika typů. Hlavním

převládajícím typem je všesměrný středně zrnitý biotitický až amfibolicko-biotitický granodiorit blatenského typu. Poměrně běžný je hojný žilný doprovod tvořený granodioritovými porfyry, lamprofyry převážně průběhu V–Z, aplity a pegmatity různých směrů a křemennými žilami. Ložisko otevřené jámovým lomem do hloubky cca 30 m má rozměry 150 × 120 m a mocnost od 18 do 25 m, průzkumný vrt dosáhl úrovně cca 510 m n. m. V nadloží se vyskytují zvětraliny a navětralý granodiorit nevhodný k těžbě. Po vynětí zásob ložiska z evidence a zrušení DP zůstalo na lokalitě vymezené CHLÚ Defurovy Lažany.

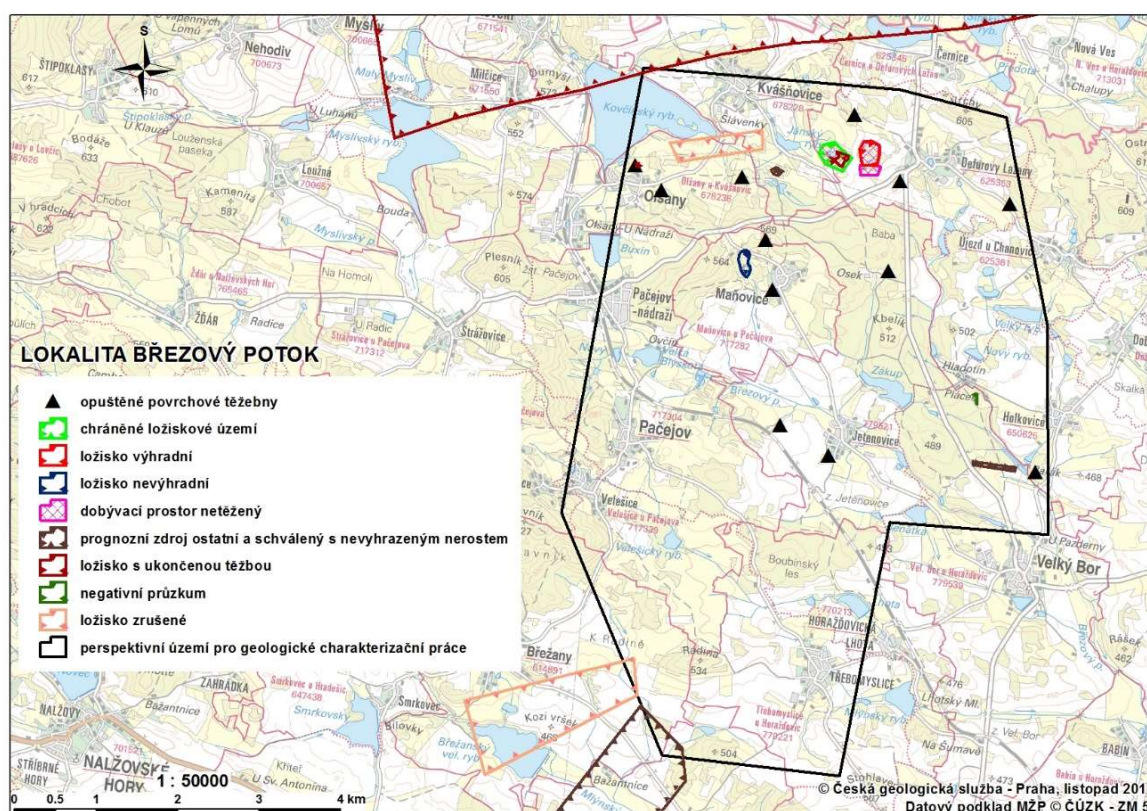
Výhradní ložisko kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu B 3041300 Defurovy Lažany 2 leží v DP 70930 Defurovy Lažany I., asi 0,6 km z. od obce. Leží na mírné morfologické elevaci, tvořené biotitickým granodioritem blatenského typu. Ložisko zaujímá plochu cca 300 × 220 m. V bilančních blocích se pohybuje mocnost suroviny okolo 15–25 m. Užitkovou horninou je středně zrnitý všesměrný biotitický granodiorit šedé až světle šedé barvy. Nejvýznamnějším strukturním prvkem jsou puklinové systémy, a to typu L (úklon 0–30° k JZ), dále strmé pukliny Q (směr SZ–JV až ZSZ–VJV) a subvertikální pukliny S (SV–JZ). Ložisko je otevřeno stěnovým lomem se zahlobením, které je dnes zatopené, a je dlouhodobě netěžené.

Nevýhradní ložisko kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu D 3041200 Maňovice u Pačejova leží v oblasti opuštěných zatopených lomů asi 350 m z. od Maňovic. Má oválný tvar, protažený delší osou ve směru SSZ–JJV, o rozměrech cca 300 × 140 m. Ložiskové území je vymezeno v členitém terénu 4 jámovými lomy o hloubce 10–30 m, které jsou z větší části zatopené a s nejasnými úložnými poměry pod hladinou a v okolí. Ložisko se nachází v masivu namodralé šedého amfibolicko-biotitického blatenského granodioritu středočeského plutonu, místy s bazickými peckami a aplitovými žilkami. Rozpukání strmými puklinami směru S–J a V–Z, případně se strmým úklonem k JV je viditelné v lomových stěnách. Další zašlé lomy jsou v širším okolí ložiska.

7.1.2.2 Prognózní zdroje

Prognózní zdroj kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu R 9075400 Velký Bor leží asi 1,5 km sz. od kostela ve Velkém Boru. Obrys zdroje má tvar obdélníka, s delší stranou orientovanou ve směru V–Z, a o rozměrech asi 520 × 50 m. Průzkum zde vyhodnotil žílu minety s přechody ke granitovému nebo syenitovému porfyru, mocnou 20–25 m, uloženou v granitu červenského typu, náležející k horninám středočeského plutonu. V minulosti tu probíhala na mnoha místech v lůmcích lokální těžba. Na základě údajů Špačka et al. (1981) byla báze těžby uvažována do hloubky 20 m, tj. přibližně na úroveň 450 m n. m.

Prognózní zdroj kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu Kvášňovice – Olšany leží asi 1 km jv. od kostela v Kvášňovicích. Ložisko se nachází ve středočeském plutonu, v masivu blatenského granodioritu. Surovinu představuje biotitický granit s lokálními přechody do granodioritu. Puklinové systémy jsou tří nejvýraznějších směrů, dvojí strmé a subhorizontální ložní. Odhad zásob byl stanoven Špačkem et al. (1987) na bázi 500 m n. m., tj. přibližně 20 m pod těžbou nedotčeným povrchem. Přibližně 80 m jižně se nachází opuštěný zatopený jámový lom o průměru cca 50 m, hluboký max. 10 m.



Obr. 10 Situace ložiskových objektů v PÚGChP lokality Březový potok

Zrušený prognózní zdroj scheelitu Z 9346700 Kvášňovice leží mezi obcemi Olšany a Kvášňovice. Jeho obdélníkový obrys má rozměry 1100 × 250 m, delší strana je protažená ve směru ZSZ–VJV, jen asi čtvrtinou zasahuje do PÚGChP. Zrudnění scheelitem o nízkém obsahu (prům. 1 % W), stanovené na základě šlichové prospekce, geochemie a metalometrie, je vázáno na xenolity metasomatických skarnů v granodioritu o úklonné hloubce do 20 m. Podobně vyhodnocených území je v okolí PÚGChP více (Hujsl et al. 1990), rozměry nepravidelně zrudnělých skarnových těles v oblasti jsou variabilní (desítky až stovky metrů), průměrná mocnost 1–5 m, hloubkový dosah těles je 20–80 m.

K sestavení ložiskové části kapitoly byly využity údaje SurlS a laboráty geologického průzkumu.

Průzkum radioaktivních surovin byl realizován u osady Plácek asi 2,5 km ssz. od Velkého Boru. Radiometrická anomálie ověřovaná rýhami a šachticí je vázána na 8 m mocnou a několik set metrů dlouhou alterovanou zónu drčeného granodioritu červenského typu, která je limonitizovaná až hematizovaná, chloritizovaná, kaolinizovaná a s příměsí tektonického jílu. Délka úseku s vyčíslenými izoliniemi expozičního příkonu situovaná na křížení struktur nepřesahuje 90 m a šíří 20 m. Průzkum byl vyhodnocen jako negativní.

V souvislosti s ust. § 18 odst. 2 písm. o) vyhlášky č. 378/2016 Sb. byla zjišťována i další místa zdrojů nebo dřívější těžby nerostných surovin. V ploše PÚGChP se dle Špačka (1970) nalézají 15 těžeben, z nichž čtyři jsou součástí výše popsaných ložisek. Zbylé lokality představují lokální, dávno opuštěné, lomy založené v granitoidech (Soudní les, Defurovy Lažany, Jetenovice), v minetě (Holkovice) nebo v eluviích granitů (pískovny u Maňovic, Olšan, Defurových Lažan, Jetenovic), a z dnešního pohledu jsou nevhodné k využití. Nelze vyloučit

budoucí snahy o ověření a využití známých míst s bývalou těžbou kamene, popř. nových lokalit k tomuto záměru geologicky a morfologicky vhodných.

Vyjádření k PÚGCHP z hlediska požadavku § 18 odst. 2 písm. o) a odst. 3 vyhlášky č. 378/2016 Sb.: posouzením současných údajů ložiskové prozkoumanosti lze dovodit, že současná a budoucí lidská aktivita při ekonomické těžbě stavebního kamene a kamene pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu nedosáhne takové hloubky pod zemským povrchem, v níž se předpokládá střet s umístěním HÚ.

7.1.3 Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie

Přítomnost zdrojů podzemní vody je hodnocena v navazující práci Krajíčka et al. (2020).

Pro stanovení porovnání charakteristik geotermálního potenciálu území Březový potok, z hlediska nebezpečí průniku člověka do horninového prostředí, jsou jako vstupní hodnoty pro porovnání specifik každé lokality uvedeny dva základní parametry, tepelný tok na povrchu a teplota v hloubce 500 m pod povrchem.

Podle Čermáka (1979) je hodnota průměrného tepelného toku v Českém masivu $68 \pm 24 \text{ mW.m}^{-2}$. Nejvyšší hodnoty tepelného toku $80\text{--}100 \text{ mW.m}^{-2}$ jsou vázané na vyšší radioaktivitu variských granitů v severní a západní části Českého masivu. Lokalita Březový potok leží v území s lehce nadprůměrným tepelným tokem okolo 80 mW.m^{-2} .

K přirozenému tepelnému toku přispívá teplo uvolněné z masivu vlivem jeho přirozené radioaktivity. Uvážíme-li tepelnou produkci granodioritů, tak by byl tepelný tok v hloubce 500 m po odečtení vlivu horninového masivu v nadloží nižší přibližně o $1,5 \text{ mW.m}^{-2}$ v případě průměrného granodioritu blatenského typu a o 3 mW.m^{-2} v případě anomálního typu červenského, což jsou hodnoty z hlediska využívání termální energie zanedbatelné.

Na lokalitě Březový potok byla spočítána tepelná produkce pro oba přítomné typy granodioritu – červenského i blatenského. Oba vykazují zvýšené koncentrace radioaktivních izotopů, přičemž zejména to platí o granodioritu červenského typu, kde koncentrace eU(Ra) dosahují až 18 ppm, a koncentrace eTh téměř 35 ppm.

Průměrná tepelná produkce granitů se pohybuje okolo $3 \text{ } \mu\text{W.m}^{-3}$ (Čermák 1979). Vypočtená průměrná tepelná produkce granodioritů blatenského typu je $3,4 \text{ } \mu\text{W.m}^{-3}$ a jedná se tedy o hodnotu průměrnou. V případě granodioritů červenského typu byla vypočtena naměřena průměrná hodnota tepelné produkce $6,3 \text{ } \mu\text{W.m}^{-3}$, což znamená, že se jedná o hodnotu anomálně zvýšenou.

V zájmové lokalitě by se teplota v hloubce 500 m mohla pohybovat v rozmezí $20\text{--}22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Dědeček et al. 2020). Zde je však třeba si uvědomit, že zmíněná mapa vychází jednak z výše zmíněné mapy tepelného toku a pak z obvyklých hodnot tepelné vodivosti pro daný typ horniny.

Dle certifikované metodiky Mixy et al. (2015) „Metodika stanovení podmínek ochrany při využívání tepelné energie zemské kůry“ je zdrojem geotermální energie akumulace tepelné energie v horninovém prostředí, v podzemní nebo důlní vodě, kterou je možné využívat aktuálně dostupnými technickými prostředky a technologiemi. Při relativním posouzení významu možných zdrojů geotermální energie v lokalitě Březový potok je nutno vyjít z platných definic pojmů a legislativy. V českém legislativním rámci však pojem „zdroj geotermální

energie“ není zakotven a při absenci stanovených kritérií pro tento zdroj tato charakteristika tedy představuje určitou, byť zanedbatelnou nejistotu.

S ohledem k současnému stavu poznání nebyla přítomnost průmyslově využitelného zdroje geotermální energie na lokalitě Březový potok prokázána a nebezpečí proniknutí člověka do úložiště nebo změny horninového masivu z důvodů využívání geotermálního potenciálu je málo pravděpodobné.

7.2 Kritéria pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

7.2.1 Indikátor K8a Ložiskové poměry na lokalitě

Hodnocení ložiskových poměrů a poddolování je posuzováno jako součást vyhodnocení vylučujících kritérií v kapitole 7.1.1 a 7.1.2.

7.3 Expertní zhodnocení lokality Březový potok

Popis výběru jednotlivých indikátorů a metodiky jejich vyhodnocení je uveden ve zprávě Vondrovic et al. (2019).

Pokud vyhodnotíme všechny výše uvedené podklady, lze konstatovat, že na základě všech dostupných dat zpracovaných v kapitole 7 nebyla na základě dostupných dat zjištěna vylučující kritéria pro umístění HÚ.

Shrnutí výsledků hodnocení kategorie „Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka“ je uvedeno ve finální tabulce (Tab. 13) se zavedením vyhodnocení dle bodové škály (1–5).

7.3.1 Nejistoty spojené s hodnocenou oblastí

Hodnocená oblast a její ložiskové parametry v současném pojetí ochrany nerostných surovin vzhledem k typu suroviny a způsobu těžby nepředstavují střety s kritériem vhodnosti pro parametr „Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka“. Větší pravděpodobnost střetu může nastat při případné změně či novému vymezení chráněných ložiskových území a případné těžbě surovin.

7.3.2 Vyhodnocení kritérií ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ (vylučující kritéria)

Vyhodnocení kritéria „Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka“, ve vztahu k legislativním požadavkům na prokázání vhodnosti lokality pro umístění HÚ, je uvedeno v Tab. 12. Přítomnost zdrojů podzemní vody je hodnocena v práci Krajíčka et al. (2020).

Tab. 12 Vyhodnocení vylučujících kritérií pro oblast „Charakteristiky, které by mohly vést k narušení budoucími aktivitami člověka“ pro lokalitu Březový potok. ID je zachováno dle zdroje (Vondrovic et al. 2019)

ID	Kritérium	Hodnocení
2.4.1	Přítomnost starých důlních děl	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
2.4.2	Přítomnost zásob nerostných surovin	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
2.4.3	Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

7.3.3 Hodnocení vybraných kritérií pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ

Vyhodnocení vybraných parametrů indikátorů pro oblast „Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka“ na lokalitě Březový potok je uvedeno v Tab. 13. Ve sledovaných parametrech ložiskové situace a poddolování jsou indicie jednoznačně nevýznamné a negativní.

Tab. 13 Vybrané indikátory kritérií Charakteristiky, které by mohly vést k narušení budoucími aktivitami člověka pro posouzení vhodnosti lokalit pro umístění HÚ a jejich hodnocení pro lokalitu Březový potok

ID	Indikátor kritéria	Hodnocení	Známka
K8a	Ložiskové poměry na lokalitě	nevýznamný	2

8 Celkové zhodnocení lokality Březový potok ve vztahu k vylučujícím kritériím a kritériím porovnávacím

Charakterizace a vyhodnocení lokality Březový potok ve vztahu k hodnoceným kritériím, významným z hlediska dlouhodobé bezpečnosti HÚ, vychází z metodiky hodnocení lokalit Vondrovic et al. (2019).

V Tab. 14 je shrnuto vyhodnocení vylučujících kritérií, významných pro dlouhodobou bezpečnost pro tuto lokalitu. Vyhodnocení vylučujících kritérií je prvním krokem pro další hodnocení a porovnání lokalit na základě definovaných kritérií a jejich indikátorů. Hodnocení jednotlivých indikátorů kritérií pro vzájemné porovnání lokalit je shrnuto v každé relevantní kapitole této zprávy.

Tab. 14 Výsledné vyhodnocení vylučujících kritérií z hlediska dlouhodobé bezpečnosti pro lokalitu Březový potok

Kategorie kritérií	Kritérium	Charakter požadavku	Kvantifikace / trend kritéria
Geologické charakteristiky lokalit	Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
	Variabilita vlastností	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
Hydrogeologické vlastnosti lokality	Přítomnost zvodní v izolační části úložiště	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
	Obtížnost vytvoření hydrogeologických modelů a predikce vývoje hydrogeologických poměrů v lokalitě	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
Stabilita lokality	Zemětřesení a přítomnost potenciálně aktivních zlomů pro období statisíců let (seismická stabilita)	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

Kategorie kritérií	Kritérium	Charakter požadavku	Kvantifikace / trend kritéria
	Pokles nebo výzdvih povrchu území (vertikální pohyby zemské kůry)	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
	Postvulkanické jevy	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
Charakteristiky, které by mohly vést k narušení úložiště budoucími aktivitami člověka	Přítomnost starých důlních děl	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
	Přítomnost zásob nerostných surovin	Vylučující	Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.
	Přítomnost zdrojů podzemní vody či geotermální energie	Vylučující	Přítomnost zdrojů podzemní vody je hodnocena v práci Krajíčka et al. (2020) Zjištěné informace o posuzované vlastnosti lokality spíše vedou k závěru, že požadavek bude splněn (příležitost převažuje nad rizikem), tj. nebyla zjištěna vlastnost lokality, při jejímž překročení je umístění úložiště zakázáno.

Z výsledků tohoto hodnocení je jednoznačně patrné, že na lokalitě Březový potok nebyla identifikována žádná vlastnost, které by ji vylučovala pro umístění HÚ.

Citace a seznam literatury

- ANDERSSON J., STRÖM A., SVEMAR C., ALMÉN K.-E., ERICSSON L. E. (2000): What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and site evaluation. – SKB Technical Report TR-00-12, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm, Sweden, 148 s.
- BAIER J., MILICKÝ M., POLÁK M., UHLÍK J., GVOŽDÍK L., ČERNÝ M., ZEMAN O., JANKOVEC J. (2018): Detailní hydrogeologický model lokality Březový potok. – MS SÚRAO, TZ 340/2018, Praha.
- BAIER J., MILICKÝ M., POLÁK M., UHLÍK J. (2020): Pasport aktualizovaného detailního hydraulického modelu. Lokalita Březový potok – Technická zpráva v přípravě, Praha.
- BALATKA B., KALVODA J. (2008): Evolution of Quaternary river terraces related to the uplift of the central part of the Bohemian Massif. – Geografie – Sbor. Čes. geogr. spol., 113, 3, Praha, 205–222.
- BÜTTNER S. (2007): Late Variscan stress-field rotation initiating escape tectonics in the southwestern Bohemian Massif: a far field response to late-orogenic extension – J. Geosci., 52, 29–43.
- ČERMÁK V. (1979): Geothermal studies and heat flow map of Czechoslovakia. – Čermák V. (ed): Geodynamic investigations in Czechoslovakia. – Final Report, Věda, Bratislava, 129–132.
- DĚDEČEK P., UXA T., HOLEČEK J. (2020): Geotermické zhodnocení potenciálních lokalit HÚ na základě dostupných údajů. – MS SÚRAO, TZ 486/2020.
- FRANĚK J., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ SCHULMANNOVÁ B., GRUNDLOCH J., HOLEČEK J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KLOMÍNSKÝ J., KRYŠTOFOVÁ E., KUČERA R., KUNCEOVÁ E., KŮRKOVÁ I., NAHODILOVÁ R., PACHEROVÁ P., PERTOLDOVÁ J., PEŘESTÝ V., RUKAVIČKOVÁ L., SOEJONO I., ŠVAGERA O., VERNER K., ŽÁČEK V. (2018): Závěrečná zpráva 3D strukturně – geologické modely potenciálních lokalit HÚ. – MS SÚRAO, TZ 229/2018, Praha, 594 str.
- GUSTAFSON G., LIEDHOLM M. (1989): Groudwater Flow Calculation on a Regional Scale at The Swedish Hard Rock Laboratory. SKB Progress Report 25-88-17, Stockholm.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., POLÁK M., ŘÍHA J., ČERVINKA R., ČERNÝ M., DUDÍKOVÁ SCHULMANNOVÁ B., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOKR M., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÉNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KLOMÍNSKÝ J., KOLOMÁ K., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KUNCEOVÁ E., LEDNICKÁ M., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VERNER K., VOPÁLKA D., ZEMAN J., ZEMAN O. (2018a): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čihadlo. – MS SÚRAO, TZ 278/2018, 124 s.
- HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., BAIER J., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ŘÍHA J., ČERVINKA R., ČERNÝ M., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOKR M., HOLEČEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KUNCEOVÁ E., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., POLÁK M., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VOPÁLKA D., ZEMAN J. (2018b): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska

dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Hrádek. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 281/2018, 124 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., BAIER J., ŘÍHA J., ČERVINKA R., ČERNÝ M., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOKR M., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KUNCEOVÁ E., POLÁK M., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., SOEJONO I., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., UHLÍK J., VAVRO M., VAŠÍČEK R., VOPÁLKA D., ZEMAN J., ZEMAN O. (2018c): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Březový potok. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 275/2018, 116 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ČERNÝ M., ŘÍHA J., ČERVINKA R., BAIER J., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOLEČEK J., HOKR M., JANKOVEC J., JELÍNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KUNCEOVÁ E., KURKOVÁ I., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., PACHEROVÁ P., POLÁK M., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VOPÁLKA D., UHLÍK J., ZEMAN O., ŽÁČEK V. (2018d): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Čertovka. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 277/2018, 123 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., UHLÍK J., ŘÍHA J., ČERVINKA R., BAIER J., BURIÁNEK D., ČERNÝ M., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., HOKR M., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÍNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KUNCEOVÁ E., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., PACHEROVÁ P., POLÁK M., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VOPÁLKA D., ZEMAN J., ZEMAN O. (2018e): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Horka. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 280/2018, 117 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., ČERNÝ M., ŘÍHA J., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOKR M., HOLEČEK J., JANKOVEC J., JELÍNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KUNCEOVÁ E., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., PACHEROVÁ P., POLÁK M., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VOPÁLKA D., UHLÍK J., ZEMAN J., ZEMAN O. (2018f): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Magdaléna. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 283/2018, 122 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., VERNER K., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., UHLÍK J., ŘÍHA J., ČERVINKA R., BAIER J., BURIÁNEK D., ČERNÝ M., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOKR M., HOLEČEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KOUŘIL M., KRÁLOVCOVÁ J., KRYŠTOFOVÁ E., KUNCEOVÁ E., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., POLÁK M., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., VAVRO M., VOPÁLKA D., VAŠÍČEK R., ZEMAN J., ZEMAN O. (2018g): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti

lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita Kraví hora. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 282/2018, 130 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., JANKOVEC J., ŘÍHA J., ČERVINKA R., BAIER J., ČERNÝ M., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HANŽL P., HOKR M., HOLEČEK J., HRDLÍČKOVÁ K., JELÍNEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KLAJMON M., KOLOMÁ K., KRÁLOVCOVÁ J., KOUŘIL M., KRYŠTOFOVÁ E., KUNCEOVÁ E., MARYŠKA J., MILICKÝ M., NÝVLT D., ONDRA P., PACHEROVÁ P., POLÁK M., RAPPRICH V., RUKAVIČKOVÁ L., SEDLÁČKOVÁ I., SOEJONO I., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., ŠVAGERA O., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VOPÁLKA D., UHLÍK J., ZEMAN J., ZEMAN O. (2018h): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita EDU-západ. – MS SÚRAO, TZ 279/20118, 122 s.

HAVLOVÁ V., PERTOLDOVÁ J., HROCH T., ŠTĚDRÁ V., JANKOVEC J., ŘÍHA J., ČERVINKA R., NAHODILOVÁ R., BAIER J., BUKOVSKÁ Z., ČERNÝ M., DUDKOVÁ I., DUŠEK K., FRANĚK J., GONDOLLI J., GVOŽDÍK L., HOKR M., HOLEČEK J., JELÍNEK J., KACHLÍKOVÁ R., KALÁB Z., KOLOMÁ K., KLAJMON M., KRÁLOVCOVÁ J., KRYŠTOFOVÁ E., MARYŠKA J., MILICKÝ M., ONDRA P., PACHEROVÁ P., PEŘESTÝ V., POLÁK M., ŘIHOŠEK J., RUKAVIČKOVÁ L., STEINOVÁ J., SVOBODA J., ŠÍR P., UHLÍK J., VAŠÍČEK R., VAVRO M., VOPÁLKA D., ZEMAN O. (2018i): Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti. Lokalita ETE-jih. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 284/2018, 118 s.

HOLUB F. V., MACHART J., MANOVÁ M. (1997): The Central Bohemian Plutonic Complex: Geology, chemical composition and genetic interpretation. – J. Geol. Sci., Econ. Geol. Mineral. 31, 27–50.

HROCH T., PAČES T. (2015): Erozní stabilita lokalit. – MS SÚRAO, TZ 25/2015, Praha.

HUJSL J., FUKSA J., FULKOVÁ J., HORÁKOVÁ M., NAVRÁTIL Z., ZACHARIÁŠ J. (1990): Závěrečná zpráva úkolu Zajištění prognóz Au – W rud 01 85 1124. Lokalita: Horaždovicko. – Geoindustria Praha. – MS Čes. geol. služ. – Geofond. Praha.

CHÁB J., STRÁNÍK Z., ELIÁŠ M., ADAMOVIČ J., BA ŮREK J., BREITER K., CAJ Z V., DOMEČKA K., FIŠERA M., HANŽL P., HOLUB V., HRAD ECKÝ P., CHLUPÁČ I., KLOMÍNSKÝ J., MAŠEK J., MLČOCH B., OPLETAL M., OTAVA J., PÁLENSKÝ P., PROUZA V., RŮŽIČKA M., SCHOVÁNEK P., SLABÝ J., VALEČKA J., ŽÁČEK V. (2007): Geological map of Czech Republic 1:500 000 (uncovered). – Czech Geological Survey, Prague, ISBN 978-80-7075-699-7.

CHLUPÁČ I., ŠTORCH P. (1992): Regional division of the Bohemian Massif in Czech Republic. – Report of Committee for Regional Geologic Classification. – Čas. Mineral. Geol. 37: 257–275.

JANOUSEK V., WIEGAND B., ŽÁK J. (2010): Dating the onset of Variscan crustal exhumation in the core of the Bohemian Massif: new U-Pb single zircon ages from the high-K calc-alkaline granodiorites of the Blatná suite, Central Bohemian Plutonic Complex – Journal of the Geological Society, London, 167, 347–360.

KABELE P., ŠVAGERA O., SOMR M., NEŽERKA V., ZEMAN J., JELÍNEK J., BUKOVSKÁ Z., SOEJONO I., FRANĚK J. (2018): Mathematical modelling of brittle fractures in rock mass by means of the DFN method. – MS SÚRAO, TZ 286/2018, Praha, 100 str.

KOLÁŘOVÁ M. (1978): Minerální vody Středočeského a Jihočeského kraje. – MS Čes. geol. služ. Praha.

- KOLÁŘOVÁ M., MYSLIL V. (1979): Minerální vody Západočeského kraje. – MS Čes. geol. služ. Praha.
- KOPAČKOVÁ V., JELÍNEK J., ŠVAGERA O., HROCH T., KOUCKÁ L., JELÉNEK J., SKÁCELOVÁ Z., FÁROVÁ K. (2017): Morfostrukturní analýza širšího okolí průzkumných území HÚ pomocí DPZ. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 115/2017, Praha.
- KRAJÍČEK L., SKOŘEPA Z., HUBÁČEK O., MAREK P. (2020): Hodnocení potenciálních lokalit HÚ dle klíčových environmentálních kritérií. – MS SÚRAO, TZ 456/2020, Praha.
- KRÁSNÝ J., KNĚŽEK M., ŠUBOVÁ A., DAŇKOVÁ H., MATUŠKA M., HANZEL V. (1982): Odtok podzemní vody na území Československa. Český hydrometeorologický ústav. Praha.
- LEVÁ B., CHABR T., ŠTAINBRUCH J., VALENTOVÁ H. (2019): Ověření geologických struktur lokality Březový potok geofyzikálními metodami. Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 431/2019, 94 s.
- LEXA O., SCHULMANN K. (2016): Vyhodnocení povrchových křehkých struktur a puklinové sítě na testovací lokalitě Melechovský masiv. Závěrečná zpráva – MS SÚRAO, Praha.
- MÁLEK J., PRACHAŘ I., VACKÁŘ J., MAZANEC M. (2018): Pravděpodobnostní hodnocení seismického ohrožení lokalit vybraných pro umístění hlubinného úložiště. Expertní posouzení. – MS SÚRAO, TZ 232/2018, Praha.
- MAREK J., SKOŘEPA J., NAVRÁTILOVÁ V., SKOPOVÝ J., SLOVÁK J., TESAŘ M., ČERNÝ J. (2005): Kritéria pro zúžení vybraných lokalit a kategorizace tektonických zón zjištěných v rámci projektu. Technická zpráva – MS SÚRAO, Praha.
- MATTE P., MALUSKI H., RAJLICH P., FRANKE W. (1990): Terrane boundaries in the Bohemian Massif: result of large-scale Variscan shearing – Tectonophysics, 177, 151–170.
- MIXA P., HOLEČEK J., BURDA J., BÍLÝ P., NOVÁK P., SEMÍKOVÁ H. (2015): Metodika stanovení podmínek ochrany při využívání tepelné energie zemské kůry (GEOTERMAL).
- MIXA P., SKÁCELOVÁ Z., PERTOLDOVÁ J., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ B., FRANĚK J., HRDLÍČKOVÁ K., JELÍNEK J., NAHODILOVÁ R., SOEJONO I., VERNER K., ŽÁČEK V. (2019): Shrnutí výsledků geologických a geofyzikálních výzkumných prací provedených v období 9/2017–6/2019 pro aktualizaci hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště RAO. – MS SÚRAO, TZ 412/2019, Praha, 427 s.
- MUFFELS C., WANG X., TONKIN M., NEVILLE C. (2014): User's Guide for mod-PATH3DU. S.S. Papadopoulos & Associates Inc., Bethesda, Ontario, USA.
- NÝVLT D. (2008): Paleogeografická rekonstrukce kontinentálního zalednění Šluknovské pahorkatiny. – Ph.D. thesis, Faculty of Science, Charles University, Praha, 103 s.
- PAČES T., BÁRTA J., BREITER K., DOBEŠ P., HANÁK J., HAVLOVÁ V., HOLEČEK J., KLOMÍNSKÝ J., LAUFEK F., KOPAČKOVÁ V., KRÁLOVCOVÁ J., LUKEŠ J., MÁLEK J., MARYŠKA J., MRÁZOVÁ Š., PROCHÁZKA J., RUKAVIČKOVÁ L., SEDLÁČEK J., SCHENK V., SIDORINOVÁ T., SKARKOVÁ H., ŠAFANDA J., ULRICH S., VESELOVSKÝ F., VOKÁL A., ZÁRUBA J., ZEMAN A. (2010): Výzkum procesů pole vzdálených interakcí HÚ vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů. – (arch. č. SÚRAO 32/10), SÚRAO, Praha.
- PERTOLDOVÁ J., MIXA P., BUKOVSKÁ Z., BURIÁNEK D., DUDÍKOVÁ B., FRANĚK J., HRDLÍČKOVÁ K., NAHODILOVÁ R., SOEJONO I., VERNER K., ŽÁČEK V., PETYNIÁK O., KUČERA R., ŽÁČKOVÁ E., FIFERNOVÁ M., ZEMKOVÁ M. (2019): Lokalizace perspektivních území pro geologické

charakterizační práce a perspektivních území pro projektové práce HÚ. Důvodová zpráva. – MS SÚRAO, TZ 446/2020, Praha.

SCHALLER M., VON BLANCKENBURG F., HOVIUS N., KUBIK P. W. (2001): Large-scale erosion rates from in situ-produced cosmogenic nuclides in European river sediments. – *Earth Planet. Sci. Lett.* 188, 441-458.

SKOŘEPA J., NAVRÁTILOVÁ V., ČERNÝ J., SLOVÁK J., DUFEK J., MAAROVÁ I., MAREK J., TESAŘ M., BÁRTA J., KRAJÍČEK L. (2005): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Zpráva o řešení a výsledcích projektu, svazek F – Lokalita č. 40 – Pačejov Nádraží, závěrečná zpráva – Sdružení Geobariéra, Praha.

ŠPAČEK K. (1970): Inventarisace ložisek stavebních nerostných surovin. Dílčí závěrečná zpráva pro území listu mapy 1 : 50 000 M-33-88-C (Nepomuk). Geoindustria Praha. – MS Čes. geol. služ. – Geofond. Praha.

ŠPAČEK K., BAŠTA J., SUKOVÁ H., MORVICOVÁ L. (1981): Závěrečná zpráva Jižní Čechy 01 79 2501. Surovina: kámen dekorační. Geoindustria Praha. – MS Čes. geol. služ. – Geofond. Praha.

ŠPAČEK K., KAŠPAR M., MACOUREK K. (1987): Závěrečná zpráva úkolu Surovinová základna DCK Holoubkov. Lokalita: Kvášňovice – Olšany. Geoindustria Praha. – MS Čes. geol. služ. – Geofond. Praha.

ŠVAGERA O., FRANĚK J., BUKOVSKÁ Z., ČEJCHANOVÁ A., MLČOCH B., PERTOLDOVÁ J., SKÁCELOVÁ Z., SOEJONO I., TOMEK F. (2015): Rešerše dostupných archivních dat pro 7 zájmových území SÚRAO relevantních pro 3D strukturně geologické modely. – MS SÚRAO, TZ 12/2015, Praha.

ŠVAGERA O., BUKOVSKÁ Z., ČEJCHANOVÁ A., FRANĚK J., JELÍNEK J., MLČOCH B., PERTOLDOVÁ J., SKÁCELOVÁ Z., SOEJONO I., VERNER K., MILICKÝ M., BARTÁŠKOVÁ L. (2016): Regionální 3D strukturně geologický model lokality Březový potok. Technická zpráva – MS SÚRAO, Praha.

TYRÁČEK J., RŮŽIČKA M. (1992): Kvartér. – V: Chlupáč I., Štorch P. ed.: Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky. – *Čas. Čes. geol. spol.*, 37, 4: 257–275.

TYRÁČEK J., WESTAWAY R., BRIDGLAND D. (2004): River terraces of the Vltava and Labe (Elbe) system, Czech Republic, and their implications for the uplift history of the Bohemian Massif. – *Proceedings of the Geologists Association*, 115, 101–124.

UHLÍK J., ČERNÝ M., BAIER J., MILICKÝ M., POLÁK M., GVOŽDÍK L., KRÁLOVCOVÁ J., GRECKÁ M., RUKAVIČKOVÁ L. (2018): Detailní hydrogeologické modely lokalit. – MS SÚRAO, TZ 323/2018, Praha.

VOKÁL A., POSPÍŠKOVÁ I., VONDROVIC L., KOVÁČIK M., STEINEROVÁ L., DUSÍLEK P., WOLLER F. (2017): Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště. MP.22, revize 3. – MS SÚRAO, Praha.

VONDROVIC L., AUGUSTA J., VOKÁL A., HAVLOVÁ V., KONOPÁČOVÁ K., LAHODOVÁ Z., POPELOVÁ E., URÍK J., BUKOVSKÁ Z., BUTOVIČ A., FRANĚK J., HROCH T., JELÍNEK J., KOBYLKA D., KRAJÍČEK J., MILICKÝ M., MIXA P., PERTOLDOVÁ J., SKOŘEPA Z., ŠTĚDRÁ V., ŠVAGERA J., UHLÍK J., ZAHRADNÍK O. (2019): Metodika zúžení počtu lokalit pro hlubinné úložiště v ČR v letech 2019–2020. – MS SÚRAO, TZ 423/2019, Praha.

- WELLMANN F., REGENAUER-LIEB K. (2012): Uncertainties have a meaning: Information entropy as a quality measure for 3-D geological models. *Tectonophysics*. 526-529. 207-216. 10.1016/j.tecto.2011.05.001.
- WOLLER F. (2006): Provedení geologických a dalších prací pro hodnocení a zúžení lokalit pro umístění hlubinného úložiště. Zkrácená závěrečná zpráva sdružení GEOBARIÉRA. Technická zpráva – MS SÚRAO Praha.
- ZACHARIÁŠ J. (1989): Geologicko-ložiskové poměry moldanubika mezi obcemi Nekvasovy-Oselce (10 km jižně od Nepomuku) – DP PřF UK, MS Geofond Praha, GF P074749.
- ZAHRADNÍK O. (2020): Doplněk ke studiím umístitelnosti HÚ v kandidátních lokalitách, Závěrečná zpráva. – MS SÚRAO, TZ 442/2019, Praha.
- ŽÁK J., HOLUB F. V., VERNER K. (2005): Tectonic evolution of a continental magmatic arc from transpression in the upper crust to exhumation of mid-crustal orogenic root recorded by episodically emplaced plutons: The Central Bohemian Plutonic Complex (Bohemian Massif) – *International Journal of Earth Sciences*, 94, 385–400.
- ŽÁK J., VERNER K., HOLUB F. V., KABELE P., CHLUPÁČOVÁ M., HALODOVÁ P. (2012): Magmatic to solid state fabrics in syntectonic granitoids recording early Carboniferous orogenic collapse in the Bohemian Massif – *J. Struct. Geol.*, 36, 27–42.

Zákony a vyhlášky

- IAEA (2011a): Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Requirements, No. SSR-5, Pub. 1449. – International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA (2011b): Geological disposal facilities, Specific Safety Guide, SSG-14, Pub. 1483, Appendix I" Siting of geological disposal facilities. – International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA (2016): Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Requirements No. NS-R-3 (Rev. 1), IAEA Safety Standards. – International Atomic Energy Agency, Vienna.
- VYHLÁŠKA č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení. In: *Sbírka zákonů*, 2016. – Částka 151, 5989–5997.

www stránky:

ISVS – VODA (www.voda.gov.cz, údaje za rok 2018)

SURIS - <https://mapy.geology.cz/suris/>



SÚRAO

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH
ODPADŮ

NAŠE
BEZPEČNÁ
BUDOUCNOST

info@surao.cz | www.surao.cz