

Paré:

Orientační schéma:



Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
S01	26.04.2022	Dokumentace DÚR	RBu

Stavebník / investor:	Správa železnic, státní organizace	
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1	
Zástupce investora:	Stavební správa západ	
Adresa:	Budova Diamond Point, Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8 - Karlín	

Zhotovitel díla:	SUDOP PRAHA a.s.	
Adresa:	Olšanská 1a, 130 00 Praha 3	
Kontakt:	T: +420 267 094 111 E: praha@sudop.cz	
Zhotovitel části / objektu:	Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.	
Adresa:	Národní 984/15, 110 00 Praha 1	
Kontakt:	T: +420 221 412 800 E: czech@mottmac.com	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Ivan Pomykáček	Specialista: Ing. Radko Bucek, PhD.

Název stavby / akce:	NOVOSTAVBA TRATI PRAHA-SMÍCHOV - BEROUN	Označení (S-kód): S632000043
		Zakázka: 21-202.250
Název části:	Průzkumy	Označení části: N.2.7.8
Název objektu:	Projekt podrobného geotechnického průzkumu Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum pro tunel	Číslo objektu / komplexu: 3
Název přílohy:	Technická zpráva	Číslo přílohy: 1 . 001
Název dílčí části přílohy:		
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:
Ing. Radko Bucek, PhD.	RNDR. Peter Nešvara	Formáty: 48 x A4
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:
Středočeský kraj, Hl. město Praha	viz textová část	viz textová část
		Stupeň dokumentace: DÚR
		Smluvní datum zpracování: 31.05.2023

S-kód:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobjekt:	Příloha:	Revize:
S 6 3 2 0 0 0 0 4 3	_ D U R X	_ N 2 7 0 8	_ X X X X X X X 3	_ X X	_ 1 _ 0 0 1	_ S 0 1

Mott MacDonald
Národní 984/15
110 00
Praha 1
Česká republika

T +420 221 412 800
mottmac.com

SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 2643/1a,
130 80 Praha 3

Novostavba trati Praha- Smíchov – Beroun

**Projekt podrobného geotechnického průzkumu –
Inženýrsko-geologický a hydrogeologický
průzkum pro tunel**

26.04.2022

Záznam o vydání a revizi

Revize	Datum	Autor	Registrace	Schvalovatel	Popis
S01	26.4.2022	PNe			Čistopis
P01	23.12.2021	PNe			Koncept

Odkaz v dokumentu: 426044 | N_2_7_8_3_01_001 | S01N_2_7_8_3_01_001_TZ

Třída informací: Standardní

Tento dokument je vydán pro stranu, která si jej objednala a pouze pro specifické účely spojené s výše uvedeným projektem. Nesmí být využíván jinou stranou ani k jinému účelu.

Nepřijímáme Žádnou odpovědnost za důsledky používání tohoto dokumentu jinou stranou nebo jeho používání k jinému účelu. Nepřijímáme Žádnou odpovědnost za jakékoli chyby nebo opomenutí způsobená chybami nebo opomenutími v datech, které nám dodaly jiné strany.

Tento dokument obsahuje důvěrné informace a proprietární duševní vlastnictví. Bez našeho svolení a svolení strany, která si jej objednala, nesmí být poskytnut jiným stranám.

Obsah

1	ÚVOD	1
1.1	Základní údaje	1
1.2	Přehledná situace projektované stavby	1
1.3	Dosavadní prozkoumanost	1
2	Specifikace pro podrobný geotechnický průzkum	2
2.1	Stručný popis projektu a účelu tohoto dokumentu	2
2.2	Administrativně-správní kroky	2
2.3	Požadavky na zhotovitele podrobných průzkumů	3
2.3.1	Přípravné práce	3
2.3.2	Požadavky na jádrové vrtání	4
2.3.3	Požadavky na bezjádrové vrtání	5
2.3.4	Požadavky na dokumentaci jádra	5
2.3.5	Požadavky na odběr a ukládání vzorků, požadavky na hmotnou dokumentaci	6
2.3.6	Požadavky na laboratorní práce mechaniky zemin a hornin	7
2.3.7	Požadavky na hydrogeologické práce;	8
2.3.8	Požadavky na geofyzikální práce	11
2.3.9	Požadované zkoušky ve vrtech	11
2.3.10	Požadavky na závěrečnou zprávu	18
3	Projekt podrobného geotechnického, inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu	20
3.1	Přehled geologických a hydrogeologických poměrů	20
3.2	Inženýrskogeologická a geotechnická část	23
3.3	Hydrogeologická část	32
3.4	Zpracování báňského posudku k poddolování	34
4	Závěr	35
5	Použité normy	36

1 ÚVOD

1.1 Základní údaje

Název akce: Novostavba trati Praha-Smíchov – Beroun. Projekt podrobného geotechnického průzkumu – Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum pro tunel

Místo stavby: Hlavní město Praha, Středočeský kraj

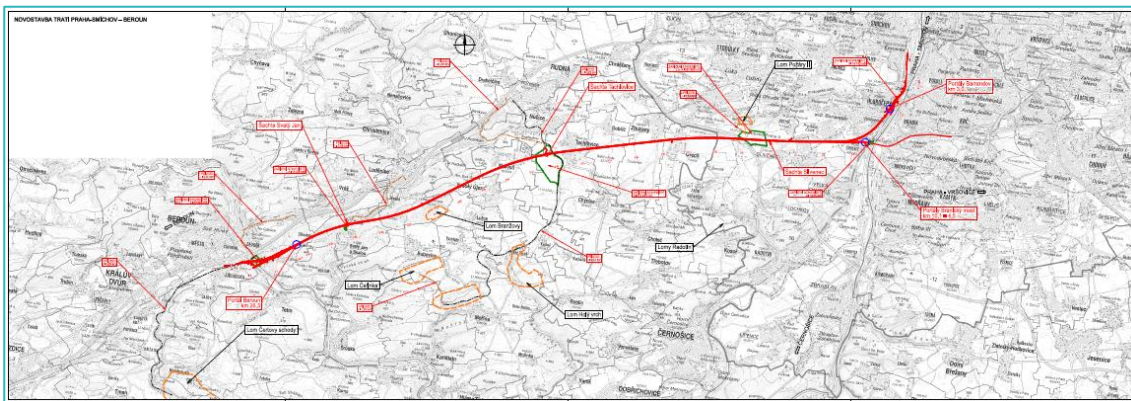
Objednatel: SUDOP PRAHA a.s., Olšanská 2643/1a, 130 80 Praha 3

Investor: Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, Praha 1, 110 00

Zhotovitel: Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.

Číslo zakázky: 426044

1.2 Přehledná situace projektované stavby



Obrázek 1 Přehledná situace projektované stavby

1.3 Dosavadní prozkoumanost

V rámci projektové přípravy stavby byly doposud provedeny následující průzkumy a projekty průzkumů:

- [1] Horáček M. a kol. (2007): Praha – Beroun. Předběžný geotechnický, geofyzikální a hydrogeologický průzkum. Část "A" - Tunely. GeoTec-GS, a.s. Praha.
- [2] Horáček M. a kol. (2006): Praha – Beroun Rozšířená geologická rešerše pro přípravnou dokumentaci stavby. GeoTec-GS, a.s. Praha.
- [3] <https://ags.cuzk.cz/av/> (mapové aplikace – analýzy výškopisu)
- [4] www.geology.cz (mapové aplikace – digitální archiv GEOFONDU ČR)
- [5] Bohátková, L. (2008): Praha – Beroun, nové železniční spojení Projekt podrobného geotechnického průzkumu. SG Geotechnika, a.s. Praha.
- [6] Šabata, R. (2009): Praha – Beroun, nové železniční spojení. Riziková analýza. Část výstavba. Technická zpráva. ILF Consulting Engineers.

2 Specifikace pro podrobný geotechnický průzkum

2.1 Stručný popis projektu a účelu tohoto dokumentu

Úsek Praha – Beroun, nové železniční spojení (NŽS) je součástí III. tranzitního koridoru České republiky Praha – Beroun – Plzeň – Cheb (– Schirnding – Norimberk).

Předmětná zpráva se týká části projektu „Nová železniční trať v tunelu Barrandov (portál Hlubočepy – portály Beroun). Projekt průzkumu je projekt nazvaný jako rastrový, tedy se jedná o projekt rastru průzkumných vrtů, který má dodat základní informace o horninovém masivu v hloubce tunelu a identifikovat kritická (především tektonicky postižená) místa. Projekt navazuje na projekt průzkumu pro šachty Slivenec/Holyně (č.1), Tachlovice (č.2), Loděnice (č.3) a Svatý Jan (č. 4).

Projekt vychází z aktuálně platného polohového a výškového vedení trasy tak, jak byly dány projektantem ve 12/2021. Před realizací vrtných prací bude nutno ověřit, zda nedošlo ke změně trasy. V případě, že došlo, bude nutno ve spolupráci s autory průzkumu upřesnit polohu a délky jednotlivých sond.

Účelem tohoto dokumentu je navrhnout geotechnické, inženýrskogeologické a hydrogeologické vrtné a laboratorní průzkumné práce v rozsahu a kvalitě, aby poskytly dostatečnou informaci pro zpracovatele projektu tunelu na úrovni DSP/DZS s tou výhradou, že kritická místa (tektonicky postižená) bude nutno detailněji prozkoumat v rámci doplňkového průzkumu. Informace z tohoto rastrového průzkumu budou doplněny o informace z průzkumu pro šachty, který by měl časově předcházet a z geofyzikálního průzkumu, který by měl probíhat souběžně. Všechny vrty budou vystrojeny pro možnost dlouhodobého monitoringu pórových napětí a kolísání hladin podzemní vody.

2.2 Administrativně-správní kroky

Vybraný zhotovitel je povinen při realizaci prací postupovat dle platné České legislativy. Jedná se především o následující povinnosti:

Práce spojené s inženýrskou geologií musí řídit a za práce zodpovídá fyzická osoba s osvědčením o odborné způsobilosti v oboru inženýrská geologie vydaném Ministerstvem životního prostředí ČR.

Práce spojené s Hydrogeologií musí řídit a za práce zodpovídá fyzická osoba s osvědčením o odborné způsobilosti v oboru Hydrogeologie vydaném Ministerstvem životního prostředí ČR.

Realizace průzkumných děl (vrtných prací) s hloubkou vyšší než 30 m musí provádět firma s oprávněním k provádění prací hornickým způsobem dle zákona č. 61/1988 Sb. v platném znění.

Tyto odbornosti lze kumulovat, tedy například práce inženýrskogeologické i hydrogeologické mohou být řízeny jednou fyzickou osobou, která má obě oprávnění.

Nejpozději do 30 dnů před zahájením průzkumných prací ve smyslu §7 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů předá odpovědný řešitel úkolu podklady k evidenci průzkumných prací České geologické službě – Geofondu. Předají se podklady pro obě metodiky, tedy Inženýrskou Geologii i Hydrogeologii.

Před zahájením prací vypracují odpovědní řešitelé prováděcí projekty průzkumných prací. Oba projekty mohou být v jednom svazku, musí však být potvrzeny razítky všech oprávnění. Průzkum s vrty delšími než 30 metrů (tedy se dotýká celé trasy) podléhá oznámení báňského úřadu. Prováděcí projekt hlubokých vrtů musí být vypracován odborně způsobilým báňským projektantem.

Ve smyslu §6, odstavce 3 zákona č. 62/1988 Sb odpovědný řešitel úkolu zašle prováděcí projekty průzkumných prací krajským úřadům, v jehož správním obvodu mají být práce spojené se zásahem do pozemku prováděny

Projekty průzkumných prací zašle řešitel úkolu i na Správu Chráněné krajinné oblasti Český kras.

Ve smyslu §9a, odstavce 3 zákona č. 62/1988 Sb o oznamovací povinnosti vůči obcím, nejpozději 15 dnů před zahájením prací oznámí zhotovitel práce, které se budou dotýkat zásahu do pozemků obcím, na jejichž územích budou práce prováděny.

Odpovědný řešitel pro hydrogeologii zpracuje prováděcí projekty hydrodynamických (čerpacích zkoušek) pro jednotlivé lokality a požádá příslušný vodoprávní úřad o jejich povolení. Je třeba počítat s tím, že vodoprávní úřad si může vyžádat pro vydání „svého“ povolení ještě stanovisko Povodí Vltavy.

Před zahájením prací si zhotovitel vyžádá písemné vyjádření správců všech inženýrských sítí, které si nechá v případě hrozícího střetu vytyčit přímo v terénu.

Před zahájením průzkumných prací uzavře zhotovitel průzkumu písemné dohody s vlastníky a nájemci všech dotčených pozemků, kterými budou stanoveny podmínky vstupu na pozemky za účelem provedení průzkumných prací a případných kompenzací a náhrad škod. Rovněž projednají dlouhodobý zábor pro zhlaví monitorovacích vrtů.

Pokud to harmonogram dovolí, **doporučujeme koordinovat administrativně – správní kroky mezi jednotlivými dodavateli** tak, aby byly řešeny, pokud možno současně (týká se především zhotovitele rastrového průzkumu a geofyziky, pokud to časový posun zadání dovolí i průzkum pro šachty).

2.3 Požadavky na zhotovitele podrobných průzkumů

Zhotovitel musí mít prokazatelné zkušenosti s realizací průzkumných vrtů požadovaného průměru a hloubky. Zhotovitel musí prokázat, že má team s kvalifikací odpovídající české legislativě, tedy oprávněné osoby pro inženýrskou geologii, hydrogeologii a geofyziku, inženýra s autorizací pro geotechniku a báňského projektanta.

Pro dokumentaci vrtného jádra musí mít kvalifikovaného geologa s prokazatelnou zkušeností s dokumentací vrtných jader diamantového vrtání v územích s rizikem krasových fenoménů ve vápencích.

Tuto kvalifikaci může prokázat i subdodavatelsky smlouvami s oprávněnými osobami.

2.3.1 Přípravné práce

Po realizaci Administrativně – správních kroků zhotovitel zahájí přípravu na vlastní polní práce.

Za účasti zástupců zhotovitele, zástupce autorského dozoru a svých podzhotovitelů (zástupce provozu vrtání, případně geodeti, geofyzici, pracovníci polních zkoušek) provede místní šetření na jednotlivých vrtech, konzultuje přístupové cesty k vrtům, prokazuje vyřešení vstupů na pozemky a vyjádření správců podzemních sítí, případně upozorní na potenciální střety s podzemními i nadzemními sítěmi. Zhotovitel rovněž prokazuje vyřešení odpadového

hospodářství – výplachová voda, voda z čerpacích zkoušek, skládkování skartovaných vrtných jader a objasní likvidaci nevystrojených vrtů po ukončení hloubení.

Geodetická skupina zhotovitele provede vytyčení sond. Orientační vytyčení sond je obsahem tohoto projektu, a to jak ve formě jednoduchých mapových schémat, tak v souřadnicích. Skutečné vytyčení provede oprávněný geodet zhotovitele na základě následujících pravidel:

Po konzultaci se zpracovatelem výškového a polohového řešení projektu vytyčí průběh vnějšího ohraničení ražeb na terénu na staveništi podle aktuálně platného polohového a výškového řešení.

U jádrových vrtů zhotovitel vytyčí sondy tak, aby byly zhruba 30 metrů od vnějšího ohraničení ražeb. Toto závisí na hloubce tunelu pod povrchem a na záruce zhotovitele, jakou svislost vrtu dokáže udržet. U vrtů s nižším nadloží lze mít vzdálenost i menší, podmínkou je, že se vrt nesmí dostat blíže než 5 m k vnějšímu obrysu ražeb. Vytyčení geodet zajistí vhodným způsobem (u zemin kolíkem, na vozovce v intravilánu hřebem a barevným sprejem) s popisem předmětného vrtu.

U hydrovrtů bude jejich pozice zhotovitelem vytyčena tak, aby byly přibližně v místech dle znázorněného umístění dle situací v tomto projektu. Při návrhu jejich pozic byly totiž zohledněny i přibližné průběhy příčných zlomů a hydrogeologické poměry pro testování hydraulických vlastností buď zejména v kolektorských souvrstvích při rozhraní silur-devon, nebo i v izolátorských či poloizolátorských tělesech, s případnými výskyty lokálních kolektorů. Případné odchylky pozic hydrovrtů od zmíněných navržených pozic vyšší než cca 15 m musí být odsouhlaseny zpracovatelem projektu.

V případě hrozícího střetu s podzemními inženýrskými sítěmi zajistí zhotovitel vytyčení průběhu sítí a po odsouhlasení autorským dozorem může za dodržení výše uvedených pravidel sondu přemístit.

2.3.2 Požadavky na jádrové vrtání

Pro vrtné práce se použijí rotační hydraulické jádrové vrtné soupravy s kapacitou jádrového vrtání vrtů do hloubky 200 až 300 m. Pro vrtání svislých vrtů bude použita souprava specializovaná pro průzkumné jádrové vrtání s jádrovkou těžitelnou na laně (wire-line) s vodním výplachem. Výplach těžkou suspenzí (jílovou) je zakázán. Vrty v zeminách musí mít minimální průměr 156 mm ve všech typech zeminy včetně štěrku, písku, spraše, jílu. Ve skalních horninách bude použita dvojité nebo trojitá jádrovka o minimální velikosti HWL3 průměru 96/63,5 mm. Menší průměr je u vrtů se zkouškami nepřipustný, protože by ve vrtech nemohly být realizovány některé zkoušky (lisy ve vrtu, vodní tlakové zkoušky ani karotáž a nebylo by možné osadit piezometry).

Předpokládáme vrtání průměrem minimálně 96 mm (v případě technologické nutnosti větším) do úrovně 5 m nad kalotu tunelu.

Pokud to bude nutné z hlediska stability stěn vrtu, část vrtu vrtaná průměrem 96 mm se zapaží, aby byl volný průchod pro měřicí sondy a přístroje o vnějším průměru menším než 76 mm. Hluběji (dalších cca 30 metrů) se bude vrtat průměrem 76 mm.

Ve vrtech bude provedena optická a akustická karotáž a předepsané zkoušky. Karotáž bude provedena tak, aby nebyla ve střetu s provozním pažením, a to i za cenu, že bude na stejném vrtu prováděna vícekrát (před nutností zapažení proměřit nezapažený vrt a po dovržení zbylou hloubku). Karotáž se neprovádí v zeminách (úsek vrtu vrtaný TK jádrovkou). Vrtná osádka poskytne potřebnou součinnost měřicí skupině. Náklady na součinnost jsou ve specifikaci v položce „nutné provozní prostoje“.

Vzhledem k tomu, že prostředí může být vysoce rozpukané včetně krasových kaveren, je zde riziko ztráty výplachu. V rámci prováděcího projektu vrtných prací musí zhotovitel předem navrhnout způsob řešení takové situace, aby bylo dosaženo projektované hloubky vrtu s výnosem jádra v požadované kvalitě.

Pro zajištění maximálního výnosu jádra a RQD se použije dvojitá nebo trojitá jádrovka. Jednotlivé návrtky by neměly přesáhnout 1,5 m. Vrtné jádro bude ukládáno do typizovaných vzorkovnic pro odběr vzorků a dokumentaci. Vrtný výplach musí být odkalen v sedimentační nádrži. Během vrtných prací musí být sledována a zaznamenána ztráta výplachu, hloubky naražené vody jednotlivých zvodní a případný artézský přetlak, pokud bude zjištěn. Příčiny nízkého výnosu jádra musí být pečlivě prozkoumány a korelovány s rychlostí vrtání, nadměrně znečištěným výplachem, smykovými zónami, jílovými vrstvami apod.

Likvidace výplachu a likvidace nevystrojených sond včetně stavení vrtu a jejich uvedení do původního stavu musí být rovněž řešeno prováděcím projektem.

2.3.3 Požadavky na bezjádrové vrtání

Vrtání bude realizováno jako bezjádrové minimálním profilem 220 mm. Úvodní část vrtu přes kvartérní zeminy a slabě zpevněné poloskalní horniny bude pažena pracovní výpažnicí. Vrtání přes skalní a poloskalní horniny bude bez výnosu jádra. Technologie vrtání je možná např. křížovým dlátem se vzduchovým výplachem (airlift) anebo valivým dlátem s vodním výplachem, popř. jinou vhodnou technologií s případným pracovním propažováním tak, aby bylo dosaženo projektované hloubky vrtu. Technologii může zvolit zhotovitel dle svých technických možností s ohledem na přírodní a životní podmínky blízkého okolí (hluk, prašnost). Upozorňujeme, že s ohledem na předpokládanou „složitou“ geologii (rozpukané horniny s možným výskytem poruchových zón a krasových kaveren) může docházet ke ztrátám vzduchového či vodného výplachu, případně poklesu tlaku ve vrtu. V rámci prováděcího projektu vrtných prací musí zhotovitel předem navrhnout způsob řešení takové situace, aby bylo dosaženo projektované hloubky vrtu.

2.3.4 Požadavky na dokumentaci jádra

Geologická dokumentace vrtu musí poskytovat informace pro každou jednotlivou vrstvu, litologickou jednotku, která byla zastížena ve vrtu, včetně základního geotechnického popisu, tj. typu zeminy/horniny, stupně zvětrávání, barvy, zrnitosti, textury, směru a sklonu vrstev, četnosti puklin a dalších makroskopických charakteristikách. Zvláštní pozornost se bude věnovat zjišťování charakteristik diskontinuit horninového prostředí (geneze diskontinuity, orientace spádnice, sklon spádnice, vzdálenost diskontinuit, rozevření diskontinuit, průběžnost diskontinuit, drsnost povrchu diskontinuity (JRC), zvodnění, pevnost v tlaku na povrchu diskontinuity, úhel vnitřního tření na diskontinuitě, klasifikace zeminy výplně pukliny).

Terénní dokumentaci vzorků horninového jádra vytěženého z vrtů bude provádět kompetentní odborný inženýrský geolog zhotovitele vrtného průzkumu s prokazatelnou znalostí dokumentace ve zkrasovatělých vápencích a rovněž bude vést přesné záznamy o postupu vrtání ve stavebním deníku. Celkové procento výnosu jádra a procento RQD pro každý jednotlivý návrt, délka jednotlivého návrtu, hloubka naražené podzemní vody, výsledky testů propustnosti in-situ, údaje o frekvenci, otevřenosti a výplni puklin a vrstevních ploch, podrobnosti o průměru vrtu, ztrátách výplachu musí být uvedeny v protokolu pro každý jednotlivý vrt. Dokumentaci provádí v průběhu vrtných prací na předmětné sondě nebo ihned po ukončení vrtání.

Jádro bude podrobně fotografováno tak, že na jedné fotografii s vysokým rozlišením bude maximálně 10 m vrtu.

Jádro bude podruhé dokumentováno nezávislým geologem – konzultantem objednatele. V rámci této dokumentace bude proveden prostorový scan jádra. Skener by měl zvládnout naskenovat jádro ve 360° (tj. po celém obvodu) a vysokém rozlišení (min. 40 pix/mm) ve viditelném spektru. Výsledkem bude rozvinutý obraz jádra, který lze využít pro tvorbu vrtne kolonky včetně základní petrologie a identifikace zejména křehkých geologických struktur (puklin) či poruch (zlomů), dále výpočet geotechnických parametrů (RQD, FD, FS) apod.

2.3.5 Požadavky na odběr a ukládání vzorků, požadavky na hmotnou dokumentaci

Jako první úkon před odběrem vzorků bude proveden 3-D scan jádra.

Geolog zhotovitele je odpovědný za odebrání vzorků jádra v počtu kusů dle tohoto projektu, případně dle pokynů autorského dozoru. Každý odebraný vzorek bude jednoznačně označen názvem projektu, odpovídajícím kilometrem vrtu dle staničení tunelu, číslem vrtu, hloubkovým intervalem a datem odběru a jménem geologa, který vzorek odebral. Vzorky budou chráněny proti klimatickým vlivům – především vyschnutí a promrznutí. Maximální přípustná doba mezi odběrem vzorků a dodáním do certifikované laboratoře ke zkouškám 5 pracovních dnů.

Odebírat se bude buď dvojice jader anebo dlouhé jádro, které bude možno rozřezat v laboratoři na dva kusy (tedy buď $2 \times >150$ mm anebo $1 \times >300$ mm). Podmínkou je, že jádro nebo dvojice jader budou vizuálně stejná kompaktní hornina. Jádro se bude odebírat na základě geologické dokumentace jádra z významných vrstev tak, aby byly tyto vrstvy reprezentovány a tak, aby vzorky reprezentovaly geologický profil vrtu. Tedy nikoli že se budou odebírat vzorky pouze z nejpevnějších vrstev, aby nedošlo ke zkreslení výsledku. Vzorky se budou odebírat ze spodních 50ti metrů vrtu v počtu 10 ks/vrt. Dvojice vzorků v počtu minimálně 5 ks na vrt budou zkoušeny na prostý tlak (jeden vzorek) a na modul pružnosti při různých napětích (druhý vzorek). Z každého vrtu budou rovněž zkoušeny minimálně 2 vzorky na pevnost v tahu. Navíc z úrovně spodních 50 metrů budou odebrány vzorky hornin na zjištění abrazivity řezných kotoučů TBM.

Z podrcených a tektonicky porušených vrstev horninového charakteru, pokud budou zastiženy ve spodních 50 metrech vrtu, se odeberou vzorky hornin o minimálním průměru 25 mm pro provedení „Brazílské“ oříškové zkoušky pevnosti v příčném tahu.

Z tektonicky porušených vrstev hydrotermálního charakteru (horniny rozložené na zeminy) se odeberou vzorky pro zpracování v laboratoři mechaniky zemin. Budou se zkoumat indexové vlastnosti včetně přirozené vlhkosti. Pokud charakter takovéto zóny umožní odebrat neporušený vzorek, bude se zkoušet smyková pevnost v krabicovém smykovém přístroji a stlačitelnost v oedometru. U mocnějších zón se bude zjišťovat druh jílových minerálů pro možnost zalepení řezných kotoučů (obsah montmorillonitu) a abrazivita zemin (LCPC test)

Z vrstev, které se budou dle makroskopického popisu jevit jako materiál vhodný jako kamenivo do betonu, případně jako štěrk pro štěrkové lože, budou odebrány technologické vzorky hornin (minimálně 50 kg). Vhodnost těchto materiálů se bude zkoušet laboratorně (soulad s ČSN EN 12620 „kamenivo do betonu“ a předpis S 3 pro materiál kolejového lože)

U vápenců bude laboratorně zjištěno množství obsahu CaO pro případné použití výkopku z ražeb jako cementářské suroviny.

Po provedené dokumentaci a realizaci několika vrtů, případně ukončení vrtání na staveništi šachty se sejde skartační komise za přítomnosti geologa zhotovitele, geologa konzultanta, autorského dozoru, případně se zúčastní zástupce objednatele nebo jím jmenovaný zástupce. Skartační komise určí vzorkovnice s jádrem, které mohou být likvidovány. Zbýlé jádro, které bude představovat minimálně úroveň ražených tunelů s překryvem 10 m nad tunelem a 5 metrů pod tunelem bude uchováno až do ukončení výstavby. Kromě tohoto intervalu může komise určit k archivaci i dokumentační vzorky z jiných úseků vrtu.

2.3.6 Požadavky na laboratorní práce mechaniky zemin a hornin

Zkoušky mechaniky hornin:

Základní informací potřebnou pro dimenzaci tunelové obezdívky jsou

- Napětí v masivu
- Pružnost hornin
- Pevnost hornin

Dodatečné informace, které se budou laboratorními zkouškami zjišťovat v případě, že při makroskopickém popisu bude předpokládáno riziko nepříznivého vývoje masivu.

Základní informace:

U vzorků bude zjištěna objemová hmotnost, pórovitost a nasákavost.

Dvojice vzorků v počtu minimálně 5 vzorků na vrt budou zkoušeny v lisu na prostý tlak (jeden vzorek) a na modul pružnosti při různých napětích (druhý vzorek).

Vzorky budou zkoušeny na pevnost v tahu v počtu minimálně dva vzorky na vrt.

Z podrcených a tektonicky porušených vrstev se odeberou vzorky hornin o minimálním průměru 25 mm pro provedení „Brazílské“ oříškové zkoušky pevnosti v příčném tahu.

Pro zjištění abrazivity z úrovně spodních 50 metrů budou odebrány vzorky hornin na zjištění abrazivity řezných kotoučů TBM. (Cerchar abrasivity index, Cutter life index).

Budou provedeny mineralogické rozborů v počtu minimálně 10 rozborů na každý významný geotyp se zjištěním množství abrazivních minerálů (křemene).

Dodatečné informace:

U vzorků hornin, u kterých z makroskopického popisu vyplývá riziko nepříznivého vývoje geomechanických vlastností, bude zjišťována bobtnatelnost a smrštitelnost.

Specializované zkoušky pro návržení a ražby TBM:

- Indexové vlastnosti zemin v poruchových zónách a krasu
- Abrazivita zemin v poruchových zónách (LCPC test)
- Abrazivita hornin (CAI dle metodiky CERCHAR)
- Obsah křemene (ekvivalentní obsah křemene)
- Drilling rate index DRI=Brittleness value + Sivers J-value), Cutter Life Index (CLI)
- Složení jílových minerálů v tektonických zónách)
- Slake durability test
- Schopnost vytvoření horninové kaše dle ÖNORM B4401, část 3

Zkoušky mechaniky zemin:

Je možné, že při vrtání budou zjištěny relikt hydrotermálního zvětrávání jako výplň tektonických zlomů a puklin. Tyto zeminy musí být odebrány a zkoušeny dle individuálního plánu na základě dohody s autorským dozorem dle toho, zda bude možno odebrat pouze poloporušený vzorek, nebo bude možno odebrat neporušený vzorek.

Technologické vzorky:

Z vrstev, které se budou dle makroskopického popisu jevit jako materiál vhodný jako kamenivo do betonu, případně jako štěrky pro štěrkové lože, budou odebrány technologické vzorky hornin

(minimálně 50 kg). Vhodnost těchto materiálů se bude zkoušet laboratorně (soulad s ČSN EN 12620 „kamenivo do betonu“ a předpis S 3 pro materiál kolejového lože)

U vápenců bude laboratorně zjištěno množství obsahu CaO pro případné použití výkopku jako cementářské suroviny.

Vzorkování hornin a laboratorní analýzy z hlediska odpadového hospodářství –

z vybraných jádrových vrtů (nejblíže k ose tunelu ve vzdálenostech v rámci trasy tunelu po cca 1 km) budou odebrány směsné vzorky pro hodnocení zemin, resp. hornin dle zákona o odpadech č. 541/2020 Sb., resp. jeho prováděcí vyhlášky (273/2021 Sb.), a to z délky jádra 2 m, ze dvou hloubkových pozicí odpovídajících úrovni báze a stropu budoucího tunelu, s provedením následujících laboratorních analýz:

- laboratorní rozbory dle přílohy č. 5 vyhl. 273/2021 Sb., v rozsahu tabulek 5.1., 5.2 a 5.3. – pro stanovení kritérií pro využívání odpadů k zasypávání (pro případné budoucí ukládání vytěžených hornin na povrch terénu)
- laboratorní rozbory dle přílohy č. 10 vyhl. 273/2021 Sb., v rozsahu tabulek 10.1., 10.2 a 10.3. – pro stanovení kritérií pro obsah škodlivin v odpadech ukládaných na skládky a využívaných k rekultivaci skládek (pro případné budoucí ukládání vytěžených hornin na skládky)
- laboratorní stanovení přítomnosti azbestu

2.3.7 Požadavky na hydrogeologické práce;

Hydrovrty

V rámci trasy budoucího tunelu jsou navrženy hydrovrty (celkem 10 ks) mimo půdorys budoucí stavby tak, aby kromě „splnění“ úkolů hydrogeologického průzkumu pro realizační projekt stavby mohly v době stavby tunelu „fungovat“ i jako monitorovací hydrovrty.

Hydrogeologické vrty po jejich vyhloubení (min. profil 220 mm) a vystrojení (PVC – 160 mm) budou v perforovaných úsecích zárubnic proměřeny klasickou sadou karotážních měření, pro následné vyhodnocování hydraulických a hydrogeologických charakteristik horninového prostředí v okolí vrtného stvolu:

Karotážní měření – sada pro zjištění hydrogeologických charakteristik

Cílem karotážních prací bude získání následujících poznatků:

- členění horninového sledu z hlediska porušení a tepelných vlastností hornin
- identifikace propustných poloh (puklin a puklinových systémů)
- stanovení proudění vody ve vrtu, jeho rychlost
- ověření, zda převládá proudění napříč vrtem nebo vertikální přetékání vody
- určení prostorového průběhu vrtu
- zjištění průběhu teplotního pole ve vrtu
- vyhledání případných vykavernovaných úseků a otevřených puklin

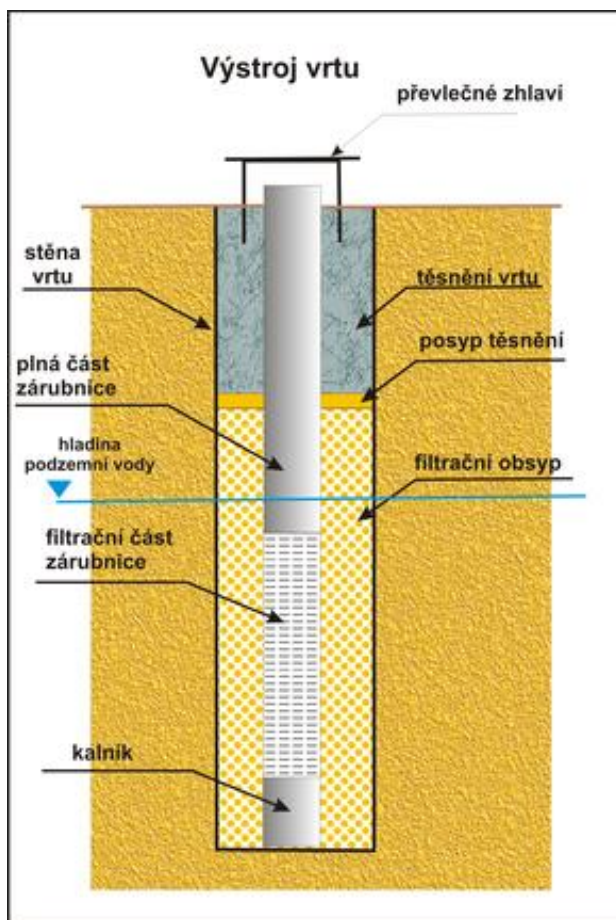
Pro získání výše uvedených poznatků bude použit následující komplex karotážních metod:

- gama karotáž GR – přirozená radioaktivita
- elektrokarotáž EK – odporová karotáž, resp. indukční karotáž
- magnetická karotáž – detekce hornin s obsahy oxidů železa
- termometrie TM – hloubkově spojitě teplotní měření
- rezistivimetrie RM – stanovení elektrického měrného odporu vrtné kapaliny – vody

- soubor rezistivimetrických metod pro hydrogeologii – měření metodou označené kapaliny, resp. metoda konstantního čerpání
- inklinometrie – prostorový průběh vrtu
- kavernetrie – skutečný průměr vrtu, detekce vykavernovaných úseků a otevřených puklin

Výstroj vrtů:

Hydrogeologické vrtu budou vystrojeny zárubnicí PVC, profilu 160 mm (min. síla PVC výstroje – 6 mm), s perforací zárubnice strojovou příčnou (šířka perforace 1 mm), úrovně perforace jsou definovány pro každý vrt samostatně. Obsyp zárubnice (výplň zápažnicového prostoru) bude proveden kačirkem frakce 4/8 mm od báze vrtů až do úrovně + 2 m nad dolní ukončení plné zárubnice, výše pak těsnění jílocementem až k povrchu terénu, zhlaví vrtů bude ocelové (osazení do betonového límce), uzamykatelné, chráněné betonovou skruží.



Obrázek 2 Schéma vystrojení hydrovrtu

Hydrodynamické zkoušky (HDZ) - na každém HG vrtu realizace HDZ s časovým odstupem mezi HDZ min. 5 dní, s osazením ponorného čerpadla 3 m nad bází vrtů (čerpadlo o výkonu cca 2 l/s pro výtlačnou výšku odpovídající hloubce vrtu s dostatečnou rezervou). Bude provedena čerpací zkouška v délce trvání 21 dnů u každého vrtu, s čerpáním primárně na „setvalé“ snížení na úroveň hladiny podzemní vody 6 m nad bází HG vrtu, s „dvojí“ kontrolou úrovně hladiny během celé HDZ (ruční dle standardního protokolu HDZ + automatický záznam „dataloggerem“ s intervalem záznamů hladiny max. 5 minut), s měřením čerpaného množství na výstupním potrubí čerpadla (v intervalech dle standardního protokolu HDZ). Po ukončení čerpací zkoušky bude navazovat stoupací zkouška (v délce trvání 5 dní), s intervalem měření dtto jako při čerpací zkoušce (ruční dle protokolu HDZ + datalogger s intervalem záznamů max. 5 minut), v případě vyšších přítoků do vrtu než 2l/s pak změna HDZ na čerpání ustálenou vydatností 2l/s, s měřením kolísání hladin ve vrtu (dle protokolu HDZ).

Likvidace vod z HDZ – likvidace vod z HDZ (vypouštění) řešit v cca pořadí variant uvedených níže, dle dostupnosti a získání (nezískání) povolení od příslušných správců (úřadů)

- vypouštění do technických zařízení - dešťová kanalizace, popř. splašková kanalizace
- vypouštění do vodního toku či drobných či občasných vodotečí
- vsakování do horninového prostředí umístěném v zájmovém území, ale ve vzdálenosti min. 50 m po spádu terénu od testovaných HG vrtů, např. dočasný vsakovací výkop hloubky 1 m, půdorysných rozměrů cca 5 x 10 m, v nejnižším místě s osazenou betonovou skruží, s umístěním čerpadla v ní, s odčerpáváním vod do potrubí s rozstřikovači, s rozstřikem na travnatý povrch terénu (min. 50 m od testovaných vrtů)

Monitoring hladiny HG vrtů, popř. jádrových vrtů při HDZ - na blízkém nečerpaném HG vrtu (pokud jsou cca ve dvojici) a dále i dvou nejbližších nezavaleňovaných jádrových vrtech (do max. vzdálenosti 200 m od čerpaného – testovaného HG vrtu) s „dvojí“ kontrolou úrovně hladiny během celé HDZ (ruční dle standardního protokolu HDZ + automatický záznam „dataloggerem“ s intervalem záznamů hladiny max. 5 minut), zahájení měření - první záznam (min. 1 hod. před zahájením HDZ), poslední záznam (cca 1 den po ukončení HDZ, tj. po ukončení stoupací zkoušky).

Monitoring hladiny HG objektů v okolí - záměry hladin HG objektů, tj. studní vrtaných či kopaných, jak pro individuální, tak i pro jiné zásobování vodou, včetně i studní nevyužívaných, tj. všech hydrogeologických objektů s měřitelnou hladinou a hloubkou, včetně i případných „suchých“ studní, s přesností záměru na 1 cm, první záznam (min. 1 hod. před zahájením HDZ), poslední záznam (cca 3 dny po ukončení HDZ, tj. 3 dny od ukončení stoupací zkoušky) ve vzdálenostech od testovaného HG vrtu následovně:

- do vzdálenosti 500 m – všechny HG objekty - automatické záznamy hladin dataloggerem (s intervalem nastavení záznamů – 5 minut), s ručními kontrolními záměry hladin v intervalu 2 x denně, při vyšším počtu HG objektů k monitoringu než 15 tak postačí k monitoringu reprezentativním výběrem vybrat 15 HG objektů s ohledem na rovnoměrné zastoupení v ploše okolí a dle různých hloubek (s preferencí však hlubších HG objektů)
- ve vzdálenosti od 0,5 km do 1 km – vybraných 10 studní v cca kruhové oblasti dle jejich výskytu v přilehlých částech obcí, samot apod. v cca rovnoměrném poměrovém zastoupení kopané/vrtané, resp. mělké /hluboké, s prioritou výběru s prioritou výběru hlubší HG objekty, resp. nevyužívané, resp. málo využívané studny – automatické záznamy hladin dataloggerem (s intervalem nastavení záznamů – 5 minut), s ručními kontrolními záměry hladin v intervalu 2 x denně
- ve vzdálenosti od 1 km do 1,5 km - vybraných 10 studní v cca kruhové oblasti dle jejich výskytu v přilehlých částech obcí, samot apod. v cca rovnoměrném poměrovém zastoupení kopané/vrtané, resp. mělké /hluboké, s prioritou výběru nevyužívané, resp. málo využívané studny – automatické záznamy hladin dataloggerem (s intervalem nastavení záznamů – 5 minut), s ručními kontrolními záměry hladin v intervalu 1 x denně

Hydrogeologický monitoring hladin v hydrovrtech po HDZ – hydrogeologické vrty (HT 1 až HT 10) budou po ukončení HDZ osazeny dataloggery pro sledování hladiny po dobu 1 roku, (s nastavením intervalu záznamů 30 min.), s ručním kontrolním záměrem v intervalu 2 x měsíčně

Datalogger - zařízení pro automatické měření a záznam hladin podzemní vody (popř. i její teploty, konduktivity), s měřením hladiny na základě změn výšky vodního sloupce nad pozicí dataloggeru (tlakové, popř. teplotní či jiné čidlo, baterie a datalogger integrovány ve vodotěsném ponorném pouzdře), s přesností měření hladin min. 0,1% z rozsahu, umožňující intervalové ukládání dat v řádech od jednotek sekund, s možností i dálkového odečtu

(odesílání) dat, dataloggery vhodné pro podrobné automatické záznamy změn hladin v hydrogeologických objektech při HDZ zkouškách HG vrtů a v monitorovaných pozorovacích objektech (např. studny) v blízkém či širším okolí.



Obrázek 3 – Datalogger

Vzorkování podzemních vod a laboratorní analýzy - u průzkumných hydrogeologických vrtů (HT 1 až HT 10) odběr vzorků podzemních vod v dynamickém stavu, v cca 5. den od zahájení čerpací zkoušky (na výstupu z hadice od čerpadla), u jiných vybraných HG objektů (studní) čerpadlem po odčerpání cca 3násobku objemu vody z HG objektu (studny) jednorázově (v cca období realizace HDZ na HG vrtech), a to v souladu s následujícím rozpisem s laboratorními analýzami:

- průzkumné HG vrtů (HT 1 až HT 10) – laboratorní rozbory v rozsahu přílohy č. 1 vyhl. 252/2004 Sb. + ropné uhlovodíky v ukazateli „C10-C40“ + aromatické uhlovodíky (BTEX) + chlorované uhlovodíky (DCE, TCE, PCE) + laboratorní stanovení ukazatelů agresivity na beton a ocel
- 5 vybraných HG objektů (studní) z okruhu do 500 m od testovaných průzkumných HG vrtů – rozsah analýz dtto viz bod výše (s výjimkou ukazatelů agresivit)
- 3 vybrané HG objekty (studny) z okruhu od 500 m do 1 km od testovaných průzkumných HG vrtů – rozsah analýz dtto první bod (s výjimkou ukazatelů agresivit)
- 1 vybraný HG objekt (studna) z okruhu od 1 km do 1,5 km m od testovaných průzkumných HG vrtů – rozsah analýz dtto první bod (s výjimkou ukazatelů agresivit)

2.3.8 Požadavky na geofyzikální práce

Na lokalitě bude proveden podrobný geofyzikální průzkum. Projekt tohoto průzkumu není předmětem tohoto projektu. Zhotovitel rastrového průzkumu bude spolupracovat se zhotovitelem geofyzikálního průzkumu a v případě potřeby mu poskytne součinnost.

2.3.9 Požadované zkoušky ve vrtech

Zkoušky ve vrtech se budou u všech jádrových diamantových sond rastrového průzkumu.

Měření pružnosti a přetvárnosti ve vrtech.

V době vrtání budou realizovány zatěžovací zkoušky stěn vrtu presiometrem (v měkkých horninách) případně dilatometrem (v tvrdých skalních horninách). Pro tyto zkoušky bude připraven úsek vrtu vyvrtán průměrem vhodným pro konkrétní typ sondy.

Presiometrické zkoušky

Zkoušky se provádějí na nepažených stěnách jádrových vrtů průměru 76 mm presiometrickou aparaturou za použití sondy o průměru 74 mm. Z důvodu nezbytného zachování neporušených stěn vrtu je třeba presiometrické zkoušky střídát s vrtáním jednotlivých etází. Je nezbytné, aby metodický postup a vyhodnocení zkoušek bylo v souladu s pravidly pro standardní presiometrickou zkoušku tak, jak je uvedeno ve francouzských originálech a návrhu ČSN 72 1004. Objemové deformace se odečítají po 15, 30 a 60 sekundách. Korekce tlakových a objemových ztrát přístroje se při vyhodnocení provádějí podle kalibračních křivek.

- Z přetvárných diagramů závislosti objemové deformace na vyvozeném radiálním tlakovém napětí (resp. Zejména ze závislosti tečení na tlakovém napětí) se určují jako výsledky zkoušky následující hraniční body mezi třemi fázemi—elastickou, pseudoelastickou a plastickou:
- **tlak v klidu p_0** – začátek pseudoelastické fáze, tj. radiální napětí, při němž dochází k opětovnému uzavírání pórů či dělicích ploch rozevřených po uvolnění v důsledku odvrtání
- mez tečení p_r —hranice mezi pseudoelastickou a plastickou fází přetvoření (resp. konec lineárního stadia přetvárného diagramu),
- **mezní tlak p_{lim}** —radiální tlak, při němž se porušuje stěna vrtu. Je konstruovaný jako asymptota k přetvárnému diagramu.

Možnost určení všech uvedených mezí závisí na pevnosti zkoušeného materiálu a dosahuje se zpravidla u zemin. U skalních či poloskalních hornin rozsah radiálního tlaku přístroje často nedostačuje ke zjištění p_{lim} nebo ani p_r .

Nejdůležitějším výsledkem zkoušky je presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$, který je stanoven vždy z lineární pseudoelastické fáze přetvárného diagramu, tedy jako maximální hodnota všech modulů přetvárnosti v celém oboru vyvozeného napětí.

Dilatometr (Uniaxiální lis)

Jedná se o jednoosý lis ve vrtu. Vzhledem k předpokládaným podmínkám na stavbě (tedy skalní horniny) bude tato metoda dominantní. Orientace lisu, pokud to hloubka sondy a technologie dovolí, bude určena do 4 světových stran na 4 úrovních ve výškové úrovni budoucího tunelu.

Metodika se bude řídit EN ISO 22476-7 Feotechnical investigation and testing – Field testing – Part 7: Borehole jack test.

V rámci jedné zkoušky se požaduje provedení 5 zatěžovacích a odlehčovacích cyklů. Výstupem zkoušky budou moduly přetvárnosti EB a moduly pružnosti EU pro obor působícího napětí a přetvárný diagram včetně časových průběhů pro jednotlivé zatěžovací stupně.

Vrtný stvol bude ihned po ukončení vrtání prohlédnut kamerou se záznamem, a to orientovaným způsobem s vyhodnocením směru a sklonu vrstev. Budou použity dvě metody:

Akustický skener – ABI

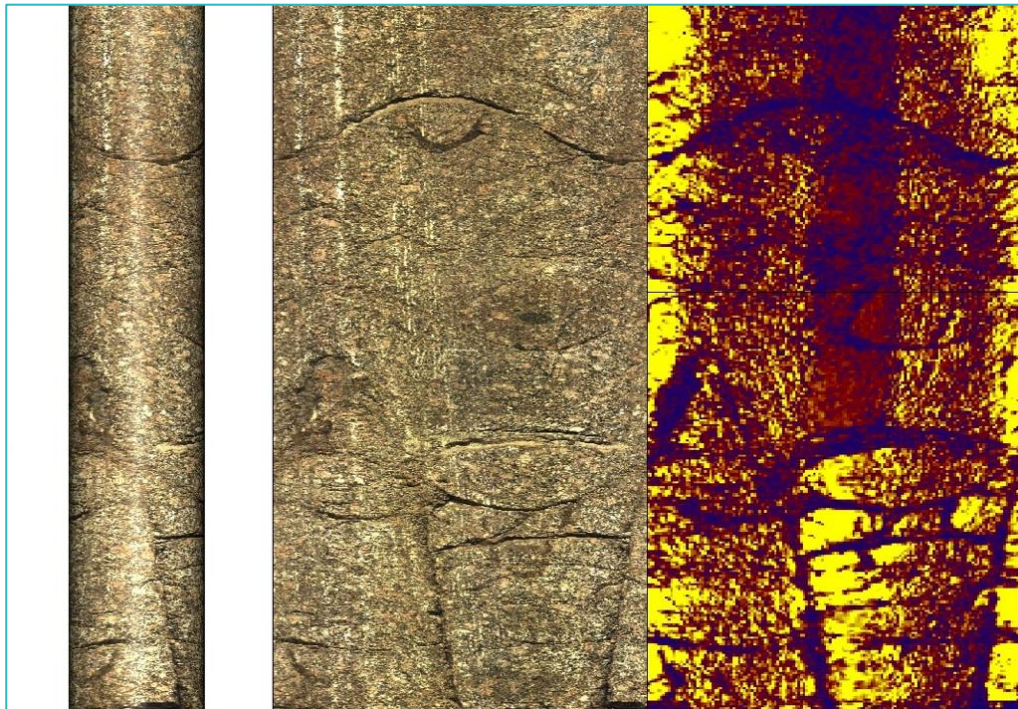
Podmínkou je přítomnost kapaliny ve vrtu, i zakalené, kvůli přenosu seismického vzruchu, nelze tudíž aplikovat v úseku nad hladinou. Umožňuje ale měřit i ve vrtech vystrojených tenkou umělohmotnou pažnicí (někdy je nutné vrty vystrojit, když hrozí vypadávání úlomků nestabilní horniny ze stěny nebo zavalení vrtu). Odraz od vnitřního i vnějšího povrchu pažnice je eliminován, detekován je až odraz od horniny. V zapaženém vrtu je pochopitelně signál slabší (útlum energie odrazem od pažnice), nemohou být proto zpravidla detekovány všechny vlasové pukliny.

Výsledkem je sestavení virtuálního orientovaného vrtného jádra ve falešných barvách.

Optický skener – OBI

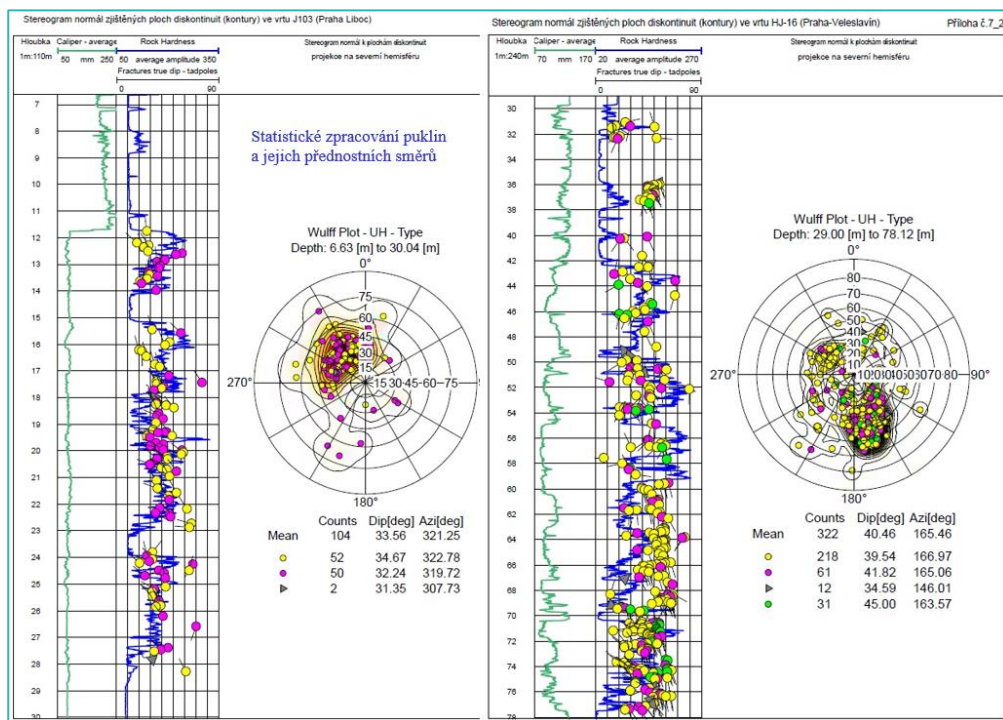
Umožňuje měření i nad hladinou. V úseku pod hladinou je podmínkou čistá voda. Neumožňuje měřit i ve vrtech vystrojených tenkou umělohmotnou pažnicí.

Výstupem bude kombinovaný záznam obou metod (příklad na Obrázek 4)



Obrázek 4 Příklad požadovaného kombinovaného záznamu ABI + OBI

V intervalech minimálně po 10 metrech (jinak po dohodě s dozorem) bude zpracován stereogram zastižených puklin a vrstevních spár, jak je prezentováno níže:



Obrázek 5 Požadovaný výstup karotáže–Stereogram

Karotážní měření – sada pro zjištění inženýrskogeologických a geotechnických charakteristik

Cílem karotážních prací bude získání následujících poznatků:

- členění horninového sledu z hlediska porušení a tepelných vlastností hornin
- identifikace propustných poloh (puklin a puklinových systémů)
- stanovení proudění vody ve vrtu, jeho rychlost
- ověření, zda převládá proudění napříč vrtem nebo vertikální přetékání vody
- určení prostorového průběhu vrtu
- zjištění průběhu teplotního pole ve vrtu
- vyhledání případných vykavernovaných úseků a otevřených puklin

Pro získání výše uvedených poznatků bude použit následující komplex karotážních metod:

- gama karotáž GR – přirozená radioaktivita
- elektrokarotáž EK – odporová karotáž, resp. indukční karotáž
- magnetická karotáž – detekce hornin s obsahy oxidů železa
- termometrie TM – hloubkově spojitě teplotní měření
- rezistivimetrie RM – stanovení elektrického měrného odporu vrtné kapaliny – vody
- soubor rezistivimetrických metod pro hydrogeologii – měření metodou označené kapaliny, resp. metoda konstantního čerpání
- inklinometrie – prostorový průběh vrtu
- kavernometrie – skutečný průměr vrtu, detekce vykavernovaných úseků a otevřených puklin

Vodní tlaková zkouška

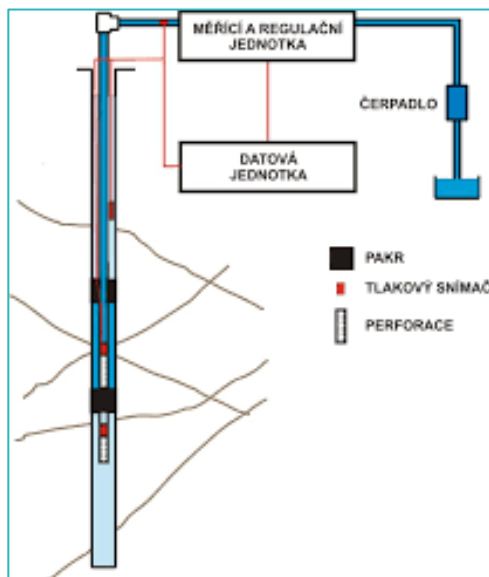
Ve vrtech budou provedeny vodní tlakové zkoušky (VTZ), a to v místech, kde budou zaregistrovány přítoky podzemní vody, popř. v místech s výraznějším porušením horniny, tj. v poruchových zónách. Celkově se předpokládá 1 VTZ na jeden vrt. Počty lze přesouvat kdy v jednom vrtu bude více VTZ a v jiném, dle makroskopického popisu nepropustném, nebude provedena. VTZ budou prováděny formou vzestupných zkoušek (se dvěma pakry) a jako víceetapňové (tři vzestupné a tři sestupné tlakové cykly, vzestupné každý po dobu cca 20–30 minut, sestupné každý po dobu cca 5 – 10 minut). V okolních nejbližších vrtech budou během VTZ sledovány změny hladin podzemní vody s pomocí dataloggerů (s nastavením automatického snímání v intervalu 5 s), s ručním kontrolním měřením hladin v intervalu 5 minut. VTZ na dané lokalitě budou ze sestavy všech navržených zkoušek na inženýrskogeologických a hydrogeologických vrtech provedeny vždy jako poslední.

Vodní tlaková zkouška (VTZ) je hydrodynamická zkouška, při které je do vrtu, či vybrané etáže vrtu, vtláčena voda při určitém tlaku (zkušební tlak) nebo průtoku, měřenou veličinou je spotřeba vtláčené vody a hodnota zkušební tlaku, tj. základním výsledkem VTZ je graf průběhu spotřeby na zkušební tlaku. Podle počtu použitých pakrů se VTZ člení:

- s jedním pakrem (sestupné) – se provádí od svrchní části vrtů až po spodní při hloubení vrtu, nevýhodou je nutnost přerušování procesu hloubení vrtu a ovlivnění horninového prostředí pro následné jiné zkoušky „přirozeného stavu horninového masivu“ ve vrtech
- se dvěma pakry (vzestupné) – tj. sestava s neměnnou vzdáleností pakrů, se zahájením obvykle u dna vrtu směrem nahoru, nevýhodou VTZ se dvěma pakry je obtížné zjišťování obtékání spodního pakru (řeší se umístěním tlakového čidla pod spodní pakr pro zaznamenané zvýšení tlaku v případě poruchy pakru)

Podle počtu tlakových stupňů se VTZ člení:

- jednostupňové (jeden tlakový stupeň)—na jedné etáži aplikován pouze jeden zkušební tlak, umožňující delší dobu záznamu vývoje spotřeb s časem, s lepším přiblížením se k ustálenému proudění
- vícestupňové (více tlakových stupňů)—na jedné etáži je vyzkoušeno několik různých tlakových stupňů, nejdříve zpravidla s postupně zvyšujícím se tlakem a pak se opět se snižujícím snižují na původní hodnotu.



Obrázek 6 Schéma VTZ

Zdůvodnění: Použití vzestupné sestavy (se dvěma pakry) je navrženo s ohledem na testování vrtů různými zkouškami, s nutností VTZ „mít“ jako poslední. Dále použití vícestupňové VTZ je vhodnější než jednostupňové, s ohledem i na předpokládané vyšší proměnné propustnosti a možné výplně poruch či krasových dutin klastickým materiálem, s propustností proměnnou, resp. reagující na různé tlaky různě. VTZ se soustředí především na spodní část vrtu z důvodu testování v cca výškové pozici v oblasti mírně nad niveletou tunelu, tj. i blízko k úrovni místní erozivní báze. Testované úseky mezi pakry budou mít rozteč cca 5–10 m (tj. spíše tedy větší rozteč s ohledem na předpoklad zastižení mocnějších zón porušení horninového masívu, v souvislosti s jeho postižením vrásovou a zlomovou tektonikou). Takto i pozice úseků bude primárně volena do zón s intenzivnějším rozpukáním či porušením horninového masívu (zjištěných dřívějšími např. karotážními měřeními ve vrtech), které z hlediska velikosti případných přítoků podzemních vod do tunelu (či šachty) v průběhu jejich hloubení by mohly být rozhodující. Rovněž však budou VTZ provedeny i ve vyšších patrech, aby bylo možno odhadnout přítoky do šachty v době hloubení i ve střední a vyšší části jejich profilu. Navíc je předpoklad, že vrstvy hornin budou ukloněny, a tedy vrstvy zkoušené na propustnost ve vyšších patrech budou zastiženy tunelem v určité vzdálenosti od šachty a data propustnosti hornin budou tedy s určitou rezervou validní i pro návrh tunelu v některých úsecích.

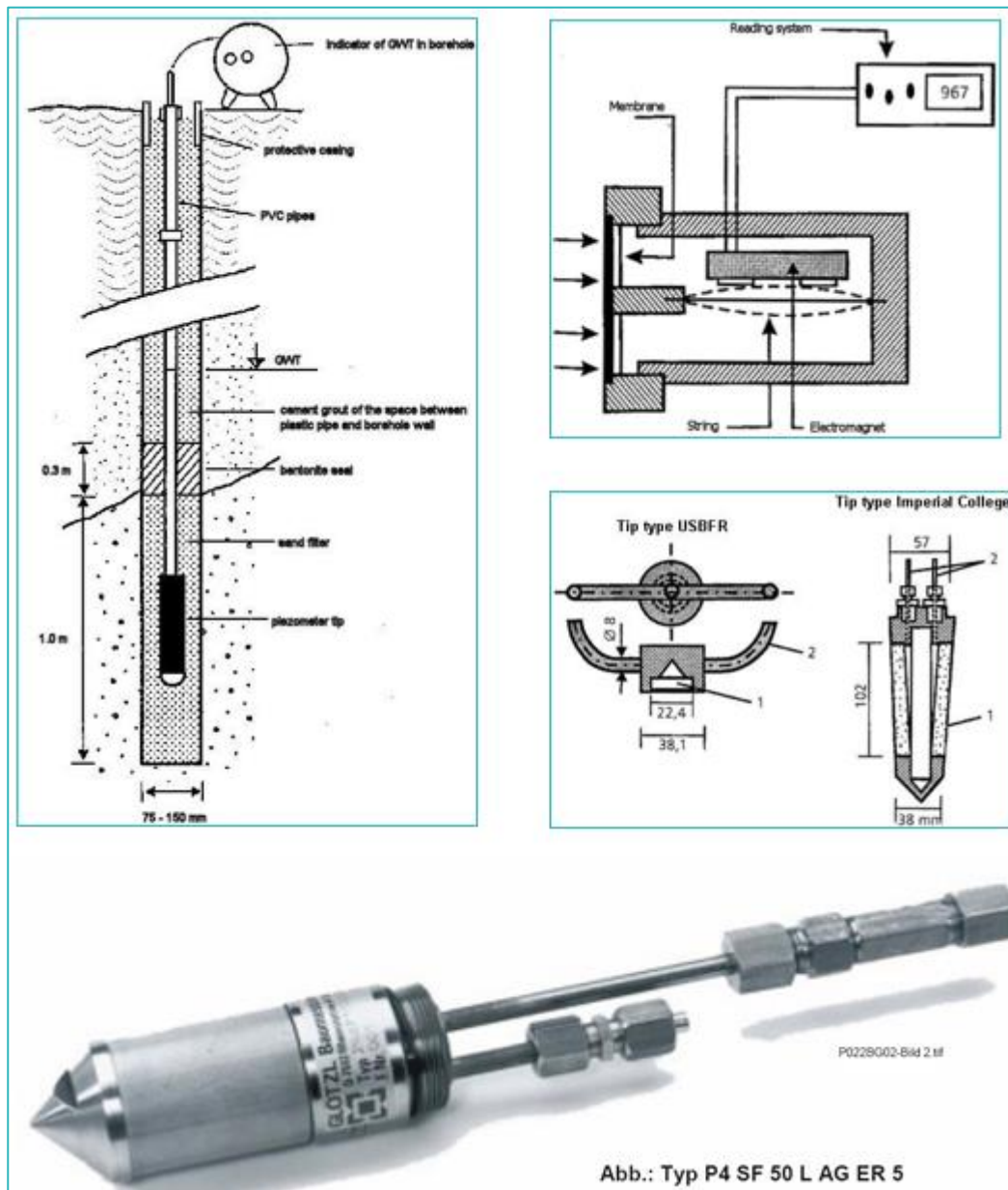
Vystrojení vrtů pro měření pórových napětí

Všechny vrty budou následně vystrojeny (cena vystrojení je ve srovnání s vlastním vrtáním malá). Vrty budou vystrojeny měřidlem pórového napětí.

Vrty budou vystrojeny následujícím způsobem: Spodní část vrtu od počvy vrtu do úrovně 5 metrů pod počvou kalotou bude zainjektována výplňovou injektáží. Vrt bude vyplněn hrubozrnným pískem, a to až po úroveň 5 m nad kalotu budoucího tunelu. Do písku na úrovni tunelu se osadí snímač pórového tlaku. Vrt nad pískovým filtrem bude utěsněn vysokoplastickým jílem – bentonitové pelety a injektáž.

Snímačů pórových napětí je několik druhů postavených na různých principech (vibrační struna, kompenzační ventil). Konkrétní výrobek musí splňovat podmínku záruky dlouhodobé funkčnosti a spolehlivosti.

Protože instrumentované vrty budou měřeny po dobu minimálně několika let, musí být chráněny proti náhodnému zničení zemědělskou technikou a odolné proti běžnému vandalizmu. Zhlaví všech vystrojených vrtů umístěných mimo vozovku bude osazeno ocelovou ochrannou výpažnicí s uzamykatelným uzávěrem a chráněno proti zničení betonovou skruží. U vrtů v intravilánu zabudovaných do vozovky budou vrty skryté pod pojezdným poklopem.



Obrázek 7 Schéma vystrojení piezometru a různé piezometrické snímače



Obrázek 8 Požadovaná ochrana zhlaví vystrojeného vrtu



Obrázek 9 Vrt chráněný poklopem

Zdůvodnění: úroveň pórového tlaku na úrovni tunelu je podstatnou informací pro návržení obezdívky. Pevné horniny jako například vápence s ojedinělými puklinami mohou být i na několik metrů zcela nepropustné, proto je návrh tak dlouhého filtru (od -5 m pod počvou do +5 m nad kalotou se jedná o cca 20 metrů vrtu, který může hydraulicky komunikovat s okolní horninou a je pravděpodobné, že zastihne zvodnělé pukliny. Vrtu, a tedy i snímače budou umístěny spolehlivě mimo obrys tunelových trub, aby nebyly při ražbě poškozeny a mohly být

kontinuálně měřeny, tedy abychom získali informaci o pórových napětích v úrovni tunelu a jejich ovlivnění ražbou tunelu – před ražbou, během ražby i po jejím ukončení.

2.3.10 Požadavky na závěrečnou zprávu

Zpráva bude odevzdána v jazyce českém včetně příloh.

Zpráva o výsledcích faktického průzkumu musí obsahovat minimálně následující informace:

Technická zpráva o vrtných pracích:

Obecně pro všechny vrty – Popis vrtných souprav, jejich typy, vrtné nářadí, korunky (typ, průměr vnější, průměr jádra), výplach.

Informace o vrtech:

Každý vrt bude samostatná podkapitola, která bude obsahovat všechny získané informace vztahující se ke konkrétnímu vrtu. U každého vrtu bude:

Průběh vrtání: Datum zahájení, datum ukončení, případně přerušení vrtání, typ soupravy, průměry vrtání – hloubky vrtání v konkrétních průměrech, hloubky odběrů vzorků (od-do), hloubky naražené a ustálené hladiny podzemní vody (pokud bude možno zjistit), změny barvy výplachu a materiálu vynášeného výplachovou vodou.

Případná nutnost **provozního pažení** a hloubky osazení výpažnic.

Vystrojení vrtu (jílový, pískový obsyp, osazení piezometru – hloubka, osazení permanentních pažnic, osazení zhlaví).

Geologická **dokumentace jádrového vrtu** – popis jádra kvalifikovaným geologem. Jméno a podpis geologa. **Použije se standard GINT**. (digitálně + hard copy).

Fotodokumentace jádra (digitálně + hard copy).

3-D Scan jádra (digitálně).

ABI + OBI včetně stereogramu (jádrové vrty) anebo **karotáž** (bezjádrové vrty) (digitálně).

Tabulka s výsledky zkoušek ve vrtu – dilatometry, pressiometry, vodní tlakové zkoušky.

Geodetické zaměření v souřadnicích JTSK, (výška bude terén i horní hrana ochranné pažnice)

Tabulka s **výsledky všech laboratorních zkoušek zemin, hornin a vody** odebraných z tohoto vrtu.

U hydrovrtů **výsledky čerpacích a jiných zkoušek** ve vrtu.

Přílohy:

1. Přehledná situace s vyznačením trasy 1 : 100 000
2. Situace sond v měřítku 1 : 5000 anebo podrobnější. Může být i na více listech.
3. Podélný geologický řez s vyznačenými geotypy (kvazihomogenními bloky obdobných geotechnických vlastností = vrstev nebo souvrství).
4. Příčné geologické řezy po kilometru (kde jsou dvojice vrtů).
5. Souhrnná tabulka výsledků všech laboratorních zkoušek zemin a hornin rozdělená dle geotypů.
6. Souhrnná tabulka výsledků všech laboratorních zkoušek vody.

7. Souhrnná tabulka výsledků všech zkoušek zemin a hornin ve vrtech pro každý vrt.
8. Souhrnná tabulka geodetického zaměření všech objektů průzkumu (JTŠK polohy, výšky terénu a zhlaví. Jedná se o průzkumné vrty, hydrovrty, i ostatní objekty, jako jsou studny měřené v rámci hydromonitoringu, prameny, jeskyně, výchozy, místa odběru případných povrchových vzorků).
9. Výsledky monitoringu k datu odevzdání zprávy (měření hladin vody ve vrtech i studních, měření pórových napětí)
10. Protokoly o výsledcích laboratorních zkoušek – kopie všech protokolů
11. Protokoly o výsledcích zkoušek ve vrtech (dilatometry, presiometry, VZT) – kopie všech protokolů
12. Protokoly o výsledcích čerpacích zkoušek – kopie všech protokolů.
13. Protokoly z měření akustickou a optickou sondou (ABO + OBI)
14. Protokoly měření karotáže.

3 Projekt podrobného geotechnického, inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu

3.1 Přehled geologických a hydrogeologických poměrů

Geologické poměry byly popsány v předešlých fázích průzkumu, ze kterých přejímám stručný přehled poměrů podél trasy tunelu.

Zájmové území je budováno paleozoickými horninami, které stratigraficky náleží k ordoviku, siluru a devonu. Tyto horniny jsou **v úseku km cca 4,4 – 11,3** při povrchu překryty křídovými sedimenty perucko-korycanského souvrství o předpokládané mocnosti cca 10–25 m. Podrobná geologická charakteristika jednotlivých horninových komplexů je opět uvedena ve podkladech, především v předběžném průzkumu z roku 2007 a v rešerši z roku 2006, autorem obou dokumentů je firma GeoTec-GS, a.s.

V úseku km cca 3,05 – 4,0 je trasa vedena ve vápencových vrstevnatých horninách devonu – v pražském a zlíčovském souvrství.

V úseku km cca 4,0 – 5,1 prochází trasa dílčí antiklinálou, budovanou devonským a silurským komplexem hornin, zastoupeným vápenci a vápnitými břidlicemi – lochkovské souvrství (devon) a přídolské a kopaninské souvrství (silur). Místy lze očekávat i výskyt vulkanických hornin (bazalty).

V úseku km cca 5,1 – 6,9 je tunelová trasa vedena opět v devonských vápencových horninách, do km cca 6,2 převažují horniny pražského a zlíčovského souvrství, dále převažují horniny třebotovského a chotečského souvrství. V okolí km cca 6,3 se očekává výskyt břidličnatých hornin dalejského souvrství v délce cca 150–200 m.

Výše uvedený horninový celek je dále charakteristický křídovým pokryvem často s neznámou mocností, výskytem krasových depresí vyplněných křídovými sedimenty a s možností výskytu alterace paleozoických hornin o velké mocnosti (viz. Zpráva rozšířené geologické rešerše z 5/2006).

V úseku km cca 6,9 – 9,4 prochází trasa dílčí synklinálou, vyplněnou devonskými vápnitými břidlicemi a prachovci s vložkami pískovců.

V úseku km cca 9,4 – 9,9 trasa opět prochází devonskými vápencovými horninami většinou pražského a zlíčovského souvrství a místy i lochkovského souvrství, které obsahuje i vápnité břidlice a rohovce.

V úseku km cca 9,9 – 10,9 se předpokládá výskyt silurského vulkanicko sedimentárního komplexu, budovaného souvrstvím z efuzivních bazaltů, horninami tufitické facie liteňského souvrství (diabasové tufy, tufity a tufitické břidlice) a částečně i sedimentárními horninami liteňské skupiny (jílové a vápnité břidlice s ložními žilami bazaltu).

V úseku km cca 10,9 – 15,1 budou převažovat ordovické jílovité břidlice a jílovce královodvorského a bohdaleckého souvrství. Báze královodvorského souvrství je tvořena sledem šedých a šedozelených jílovců s příměsí křemenného siltu a polohou sideritických jílovců. Vrchní partie souvrství sestává ze zelenavých prachovitých břidlic. Královodvorské souvrství neobsahuje vulkanické projevy. Báze bohdaleckého souvrství je tvořena neprůběžným obzorem sideritických jílovců s ooidy (karlický rudní obzor). Bohdalecké souvrství je převážně tvořeno

černošedými jílovci a jílovitými břidlicemi, lupenitě odlučnými s pravidelně rozptýleným pyritem. V souvrství se často vyskytují pelokarbonátové konkréce. V okolí km cca 13,0 lze očekávat zastižení silurských jílovitých a vápnitých břidlic liteňské skupiny. Průniky bazaltových hornin se očekávají pouze ojediněle v blízkosti tektonických linií a vulkanická činnost je zastoupena bazaltovými mandlovci a aglomeráty s karbonátovým tmelem.

V úseku km cca 15,1 – 16,4 budou zastiženy převážně silurského horniny liteňské skupiny, budované jílovitými a vápnitými břidlicemi s průniky bazaltů. Na začátku úseku budou pravděpodobně zastiženy i ordovické horniny kosovského souvrství.

V úseku km cca 16,4 – 18,1 budou převažovat ordovické horniny kosovského souvrství. Báze kosovského souvrství je litologicky tvořena drobami přecházejícími až do slepencového pískovce s jílovitou výplní a sledem prachovitých a písčitých břidlic.

Spodní a střední část souvrství je tvořena střídáním šedozelených břidlic, drob a křemenných pískovců. Ve vyšších partiích souvrství přecházejí pískovce až do slepenců. Kosovské souvrství rovněž neobsahuje vulkanické projevy.

V úseku km cca 18,1 až do portálové části tunelů u Berouna bude trasa procházet silurským vulkanicko-sedimentárním komplexem hornin, budovaným tufy, tufity a tufitickými břidlicemi kopaninského souvrství, intruzivními a efuzivními bazalty (diabasy, hyaloklastika, polštářové lávy) a jílovitými a vápnitými břidlicemi s ložními žílami bazaltů liteňského souvrství.

Celá oblast v trase tunelů je intenzivně tektonicky postižena. Celý komplex sedimentárních a vulkanických hornin paleozoika je zvrásněn s generelním směrem os VSV – ZJZ a s proměnlivými úklony vrstev a následně postižen přesmykovými deformacemi (přesuny směrných zlomů) ve stejném směru a ukloněné 50–80°. V poslední tektonické fázi je celá oblast postižena příčnou zlomovou tektonikou s převažujícím směrem SZ–JV s výraznými posuny směrných struktur. V trase tunelu se tak mění často směr a sklon vrstev a stratigrafický sled vrstev je ovlivněn výskytem přesmyku až s X00 m posunem – tachlovický přesmyk v úseku km cca 14,0 až 24,0.

S výše uvedenou „komplikovanou“ geologicko-tektonickou stavbou území úzce souvisí i složité hydrogeologické poměry Českého krasu, kde základní hydrogeologickou funkcí hornin (vápence, břidlice a vulkanické tufy, pískovce, křemence, diabasy) určují rozdíly v jejich litologickém složení mezi jílovými sedimenty a vápenci, u vápenců jejich hydrogeologické odlišnosti závisí především na jejich náchylnosti ke zkrasovatění.

Pro Český kras jsou charakteristická tři hlavní hydrogeologická tělesa.

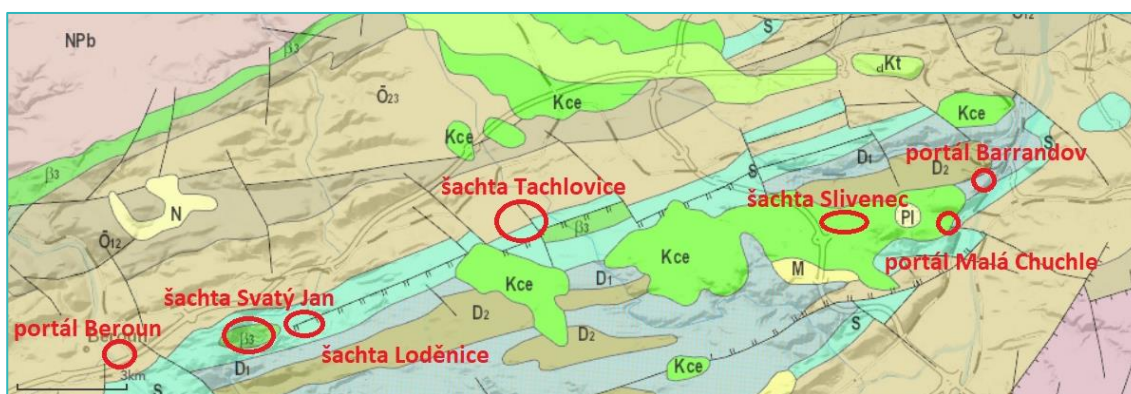
- hlavní kolektor – devonská „vápencová“ souvrství lochkovské a pražské, omezeně pak i souvrství zlíčovské – celková mocnost hlavního kolektoru nejčastěji cca 150–300 m
- nadložní izolátor – devonská souvrství „břidlice a vápence“ – třebotovské a chotečské vápence, břidlice dalejské a srbské – celková mocnost nadložního izolátoru více než 200 m
- podložní izolátor – silurská souvrství „břidlice, popř. tufy, vápence, diabázy“ – liteňské, kopaninské a přídolské – celková mocnost podložního izolátoru s mocností více než 200 m

Hlavní kolektor je charakteristický krasovo-puklinovou pórovitostí, nepředstavující však typické krasové prostředí se spojitými otevřenými kanály. Jedná se o extrémně nehomogenní a anizotropní krasovo-puklinové prostředí, kde krasové dutiny, často do značné míry vyplněné sedimenty, nebývají hydraulicky spojitě na větší vzdálenosti. Nehomogenity propustnosti (kromě těch regionálních) se projevují i v lokálním měřítku, kdy hlavní kolektor se sestává často z různých propustných zón a nepropustných bloků. Vyskytují se zde ve svrchních částech (mělce pod terénem) i zavěšené dílčí zvodně, hluboce zakleslé hladiny podzemních vod v kolektoru pak odpovídají regionálnímu proudění.

Nadložní izolátor se vyznačuje zvýšenou propustností spíše jen v zóně prvních desítek m pod terénem (zejména v případě výskytu vápencových hornin), hlouběji je toto prostředí již jen málo propustné. Charakter relativně „dokonalého izolátoru“ má srbské souvrství o mocnostech až 300 m, tvořící nejvyšší část nadložního izolátoru. Podzemní voda je zde vázána spíše jen na zóny přípovrchového zvětrání a rozvolnění hornin, s hladinou relativně mělce pod terénem, jako celek je souvrství hydrogeologickým izolátorem.

Podložní izolátor s naprostou převahou nekarbonátových hornin je z hydraulického hlediska komplexem „izolátorských“ hornin, vyznačující se zvýšenou propustností spíše jen v zóně prvních desítek m pod terénem, popř. hlouběji v masivu v ojediněle se vyskytujících propustnějších poruchových zónách či „výjimečných“ polohách rozpukaných vápenců.

Území bylo mapováno v měřítkách 1:25 000, 1:50 000 a 1:500 000. Přehlednou mapu se stručnými vysvětlivkami uvádím níže, pro případné detailní zkoumání odkazují na on-line mapový archiv geofondu viz kap. 1.3 lit. [4] této zprávy.



Obrázek 10 Přehledná geologická mapa oblasti

M	písky, štěrky, jíly, lignitové sloje	Terciér Českého masivu	Terestrický terciér Českého masivu (převážně pře...	Kenozoikum	Neogén	MIOCÉN (nerozlišený)
PI	písky, štěrky, jíly	Terestrický terciér Českého masivu a Karpat		Kenozoikum	Neogén-neogén	PLIOCÉN
Kce	jilovce, prachovce, pískovce, slepence	Mezozoikum Českého masivu (převážně marinní)		Mezozoikum	Křída	SVRCHNÍ KŘÍDA (cenoman)
D1	vápence, v emsu i vápnité břidlice	Paleozoikum Českého masivu	Paleozoikum	Devon	SPODNÍ DEVON (lochkov)-STŘEDNÍ DEVON (eifel)	
D2	břidlice, prachovce, pískovce	Paleozoikum Českého masivu	Paleozoikum	Devon	STŘEDNÍ DEVON (givet)	
S	graptolitové břidlice, vložky bazaltů, vápence	Paleozoikum Českého masivu	Paleozoikum	Silur	SILUR	

Archivní sondy jsou ve většině případů realizovány za účelem zakládání objektů a jsou tedy pro naše účely mělké. Výjimkou jsou sondy předběžného průzkumu pro tento projekt.

Na základě archivních sond jsme odhadlo poměr vrtání v zeminách versus horninové vrtání diamantovým vrtáním tak, že v úseku od Prahy po šachtu Tachlovice je více kvartérních

a poloskalních hornin vrtatelných TK jádrovkou (odhadli jsme možnost vrtání na 15 m), dále směrem k Berounu se pak mocnost relativně měkčích zemin zmenšuje, a tedy vrtání tvrdokovovými korunkami odhadujeme na 5 metrů.

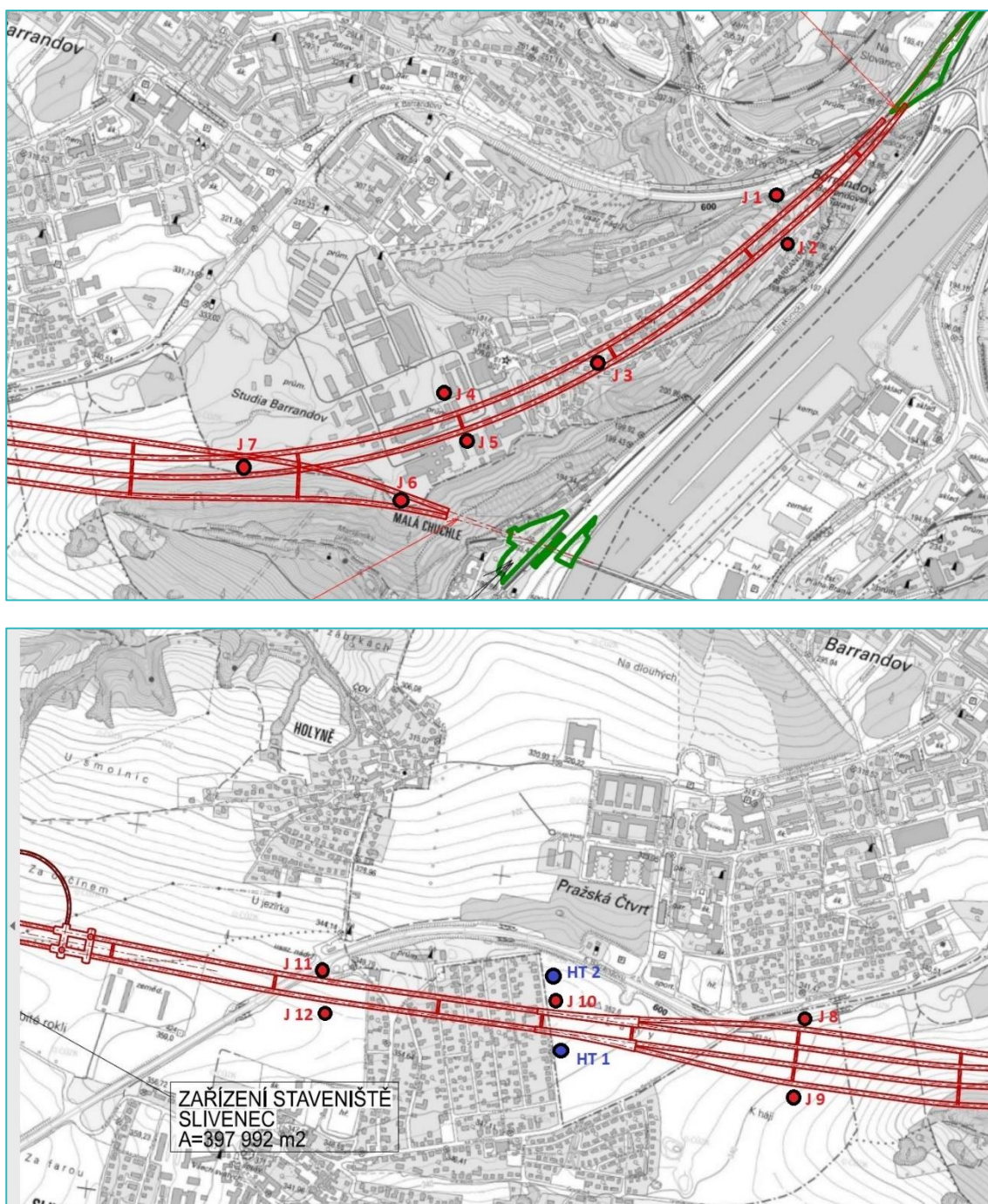
3.2 Inženýrskogeologická a geotechnická část

Tabulka 1: Jádrové vrty pro úsek od počátku trasy v Praze po šachtu Slivenec

Vrt	x	y	z (m.n.m)	hloubka (m)
J1	1048429	745078	238	57
J2	1048524	745050	252	71
J3	1048919	745513	288	101
J4	1049060	745881	318,5	120,5
J5	1049176	745816	315	117
J6	1049362	745960	313	120
J7	1049323	746389	323	124
J8	1049288	747146	341	146
J9	1049455	747135	339	144
J10	1049311	747821	353,5	158,5
J11	1049332	748454	352,5	154,5
J12	1049452	748428	356	158

Vysvětlivky k situacím sond:

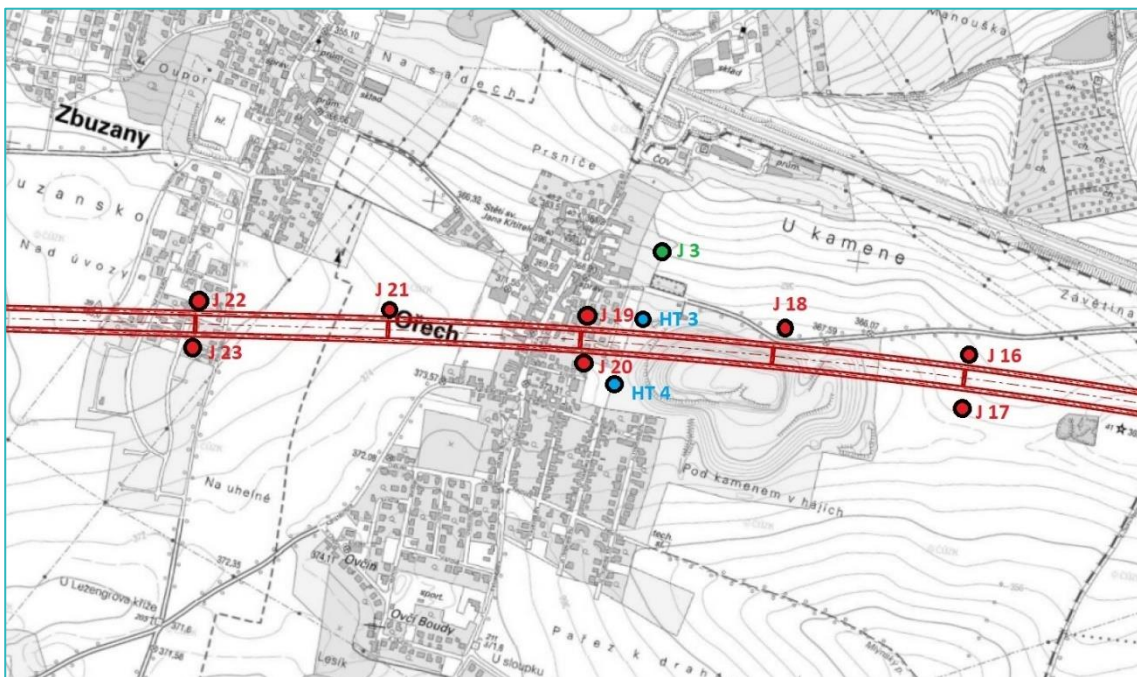
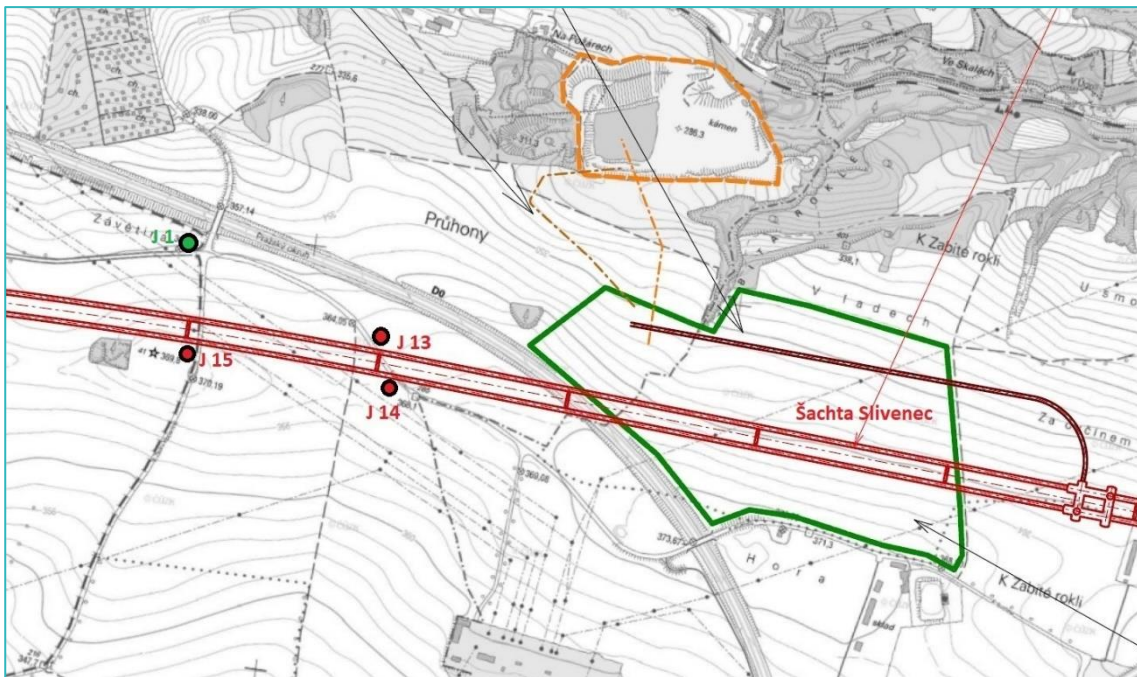
- **J 1** - Navržená poloha jádrového vrtu rastrového průzkumu
- **HT 1** - Navržená poloha hydrovrtu rastrového průzkumu
- **J 1** - Poloha průzkumného vrtu předběžného průzkumu

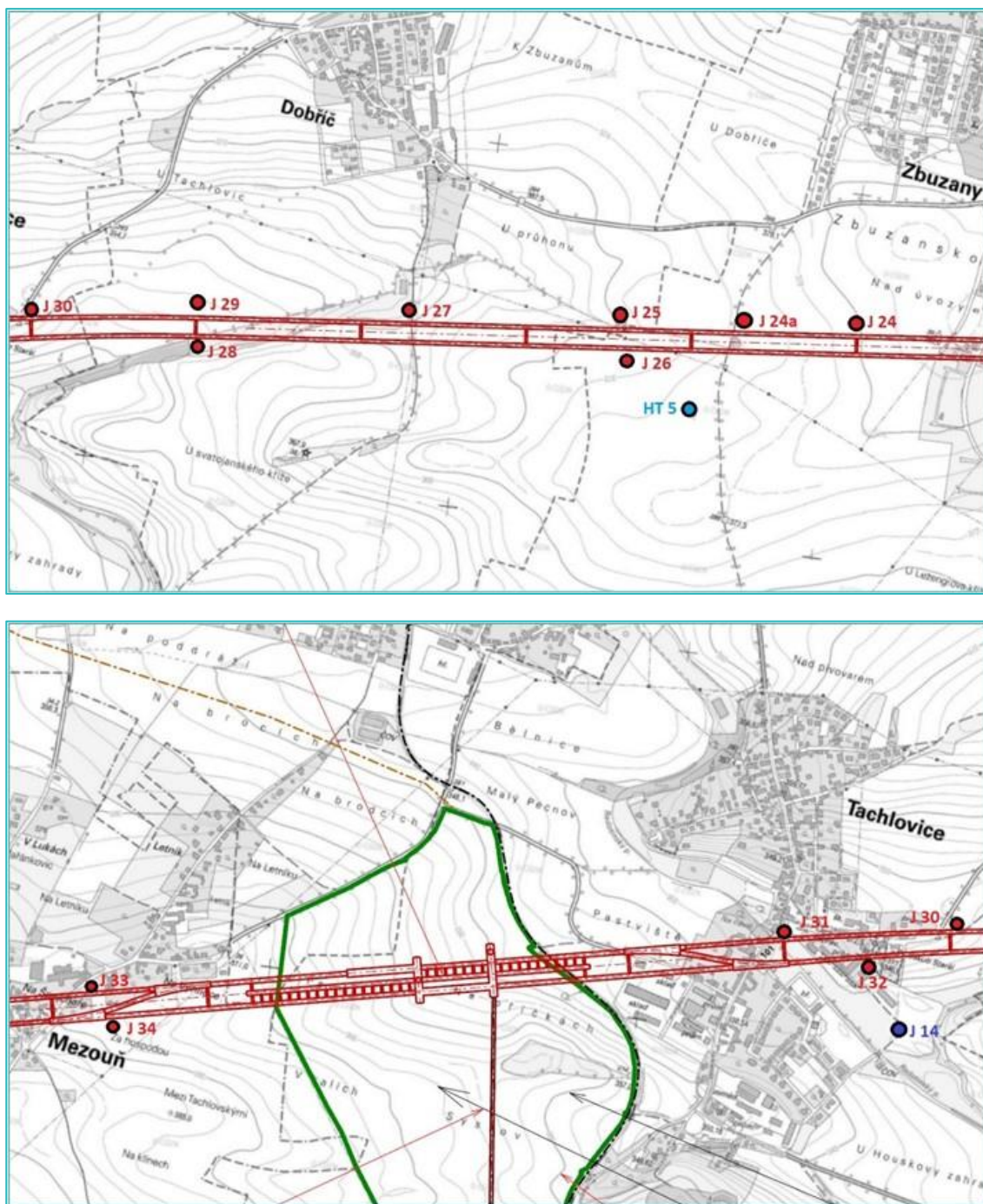


Obrázek 11 a.b. Situace sond od portálů Hlubočepy a Malá Chuchle po šachtu Slivenec

Tabulka 2: Jádrové vrty pro úsek od šachty Slivenec po šachtu Tachlovice

Vrt	x	y	z (m.n.m)	hloubka (m)
J12	1049452	748428	356	158
J13	1049209	750823	366	159
J14	1049279	750793	367	160
J15	1049311	751259	370	160
J16	1049162	751707	362	149
J17	1049317	751708	366	153
J18	1049193	752141	368	152
J19	1049205	752615	369	150
J20	1049321	752605	372	153
J21	1049264	753065	375,5	153,5
J22	1049319	753510	381,5	156,5
J23	1049418	753532	381	156
J24	1049362	753962	380	153
J24a	1049379	754287	375	153
J25	1049419	754602	371	142
J26	1049526	754590	371	142
J27	1049487	755176	358	126
J28	1049676	755747	347	112
J29	1049563	755764	345	110
J30	1049658	756209	348	110
J31	1049711	756644	337	97,5
J32	1049784	756401	342	96,5

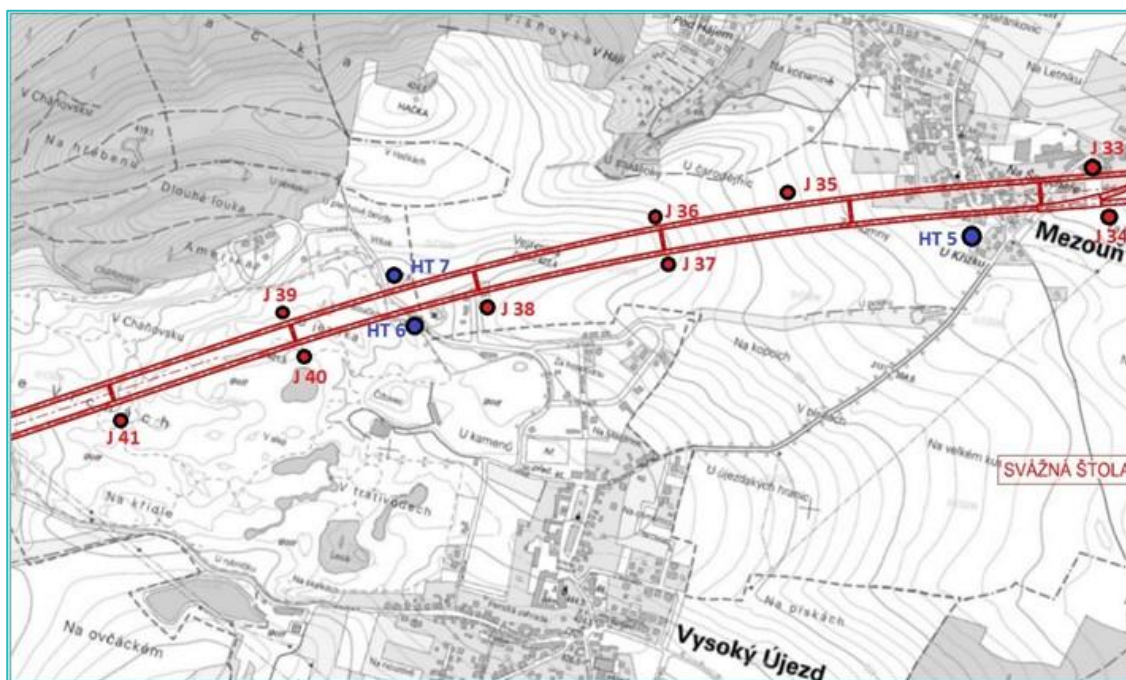


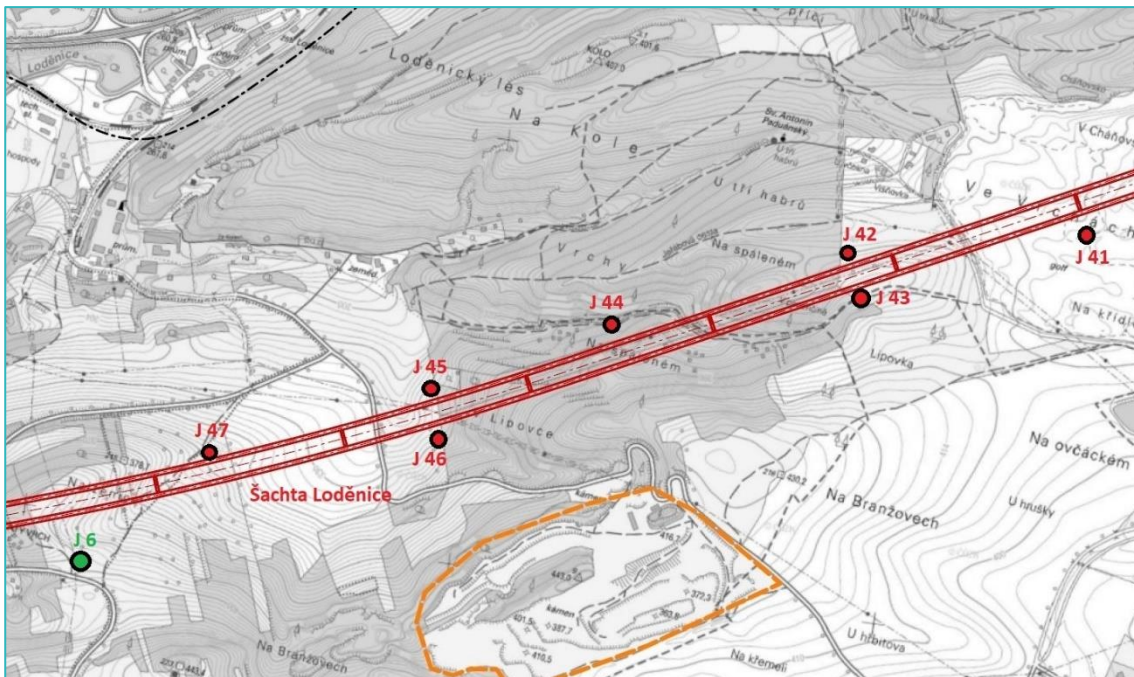


Obrázek 12 a,b,c,d – Situace sondy mezi šachtami Slivenec a Tachlovice

Tabulka 3: Jádrové vrty pro úsek od šachty Tachlovice po šachtu Loděnice

Vrt	x	y	z (m.n.m)	hloubka (m)
J33	1050093	758450	377	137
J34	1050216	758404	379	139
J35	1050185	758866	384	146
J36	1050362	759437	408	147
J37	1050486	759423	410	171
J38	1050632	759822	417	176
J39	1050693	760279	417	186
J40	1050806	760213	418	186
J41	1051027	760624	412	190
J42	1051141	761161	401	187
J43	1051269	761136	387	176
J44	1051400	761703	344	165
J45	1051602	762092	323	124
J46	1051713	762065	328	103

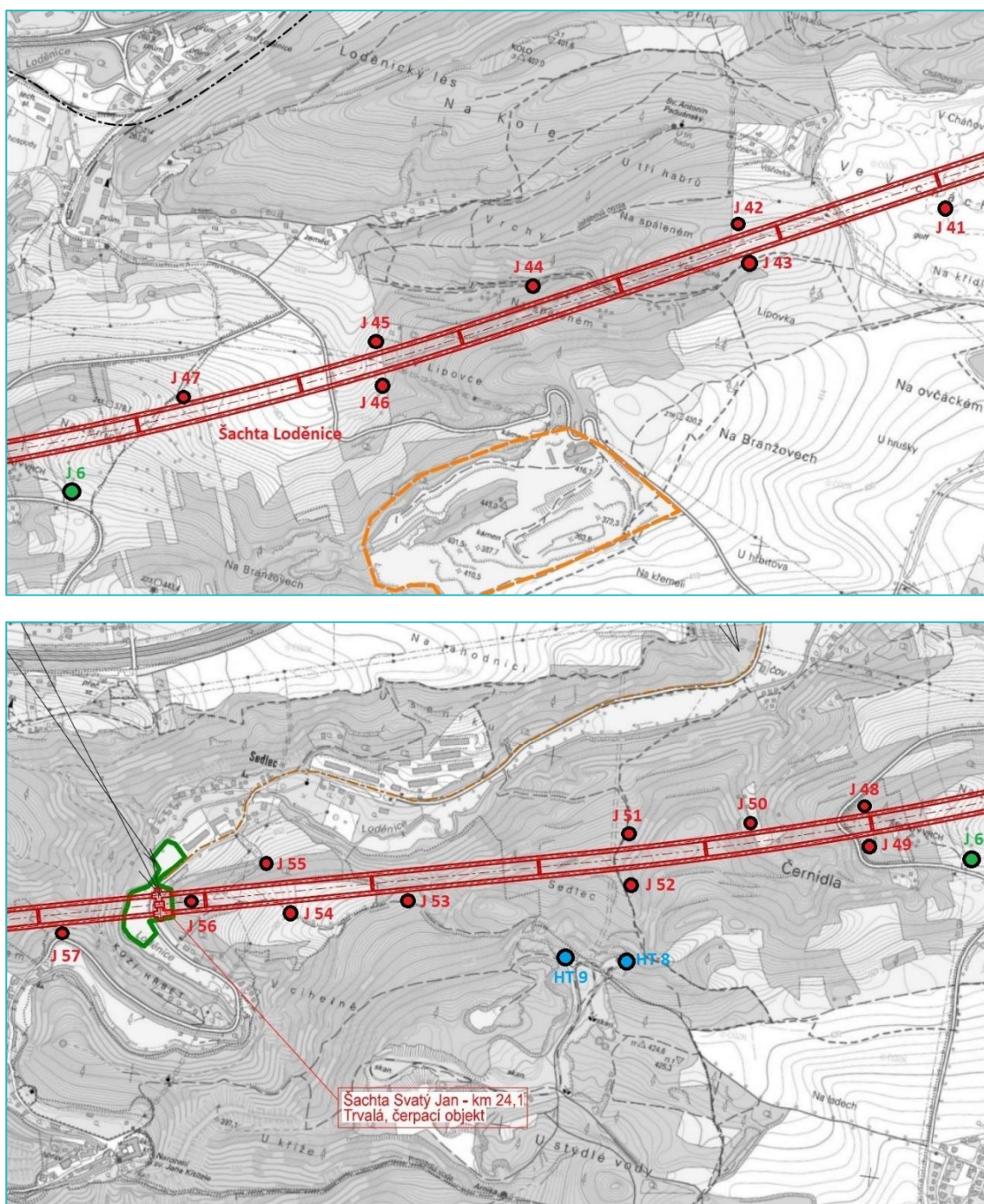




Obrázek 13 a,b Situace sond mezi šachtami Tachlovice a Loděnice

Tabulka 4: Jádrové vrty pro úsek od šachty Loděnice po šachtu Svatý Jan

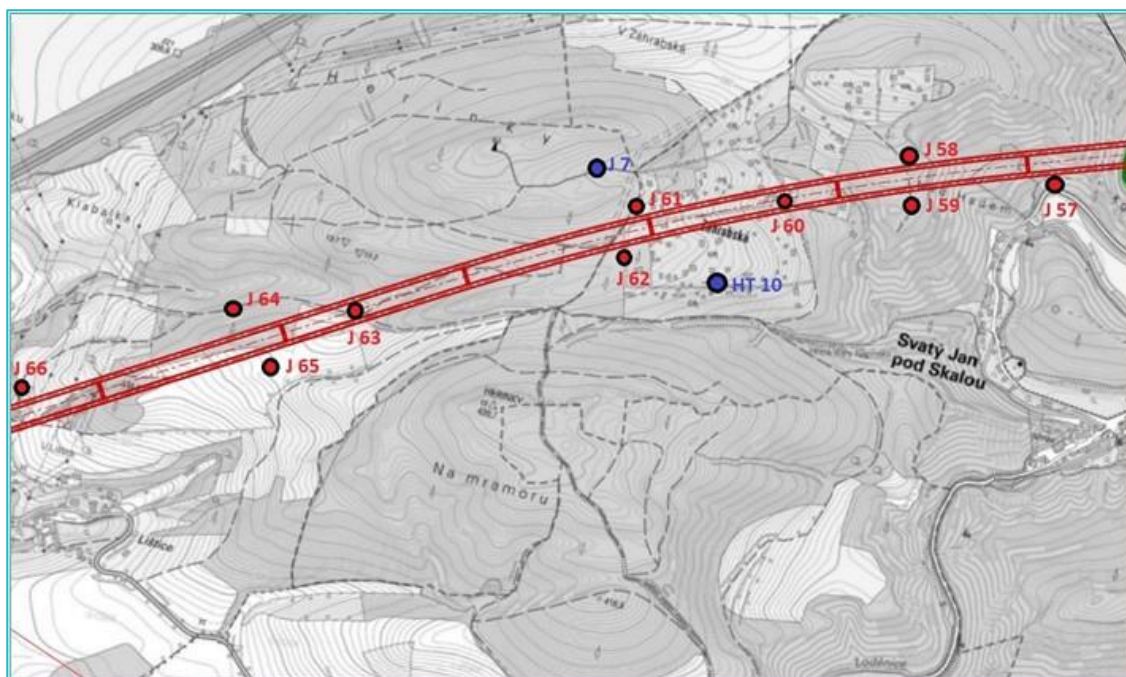
Vrt	x	y	z (m.n.m)	hloubka (m)
J47	1051822	762593	348	134
J48	1052011	763166	376	165
J49	1052123	763134	385	174
J50	1052096	763446	308	99
J51	1052194	763767	319	113
J52	1052310	763760	334	128
J53	1052441	764335	325	122
J54	1052509	764644	299	99
J55	1052402	764732	270	70
J56	1052508	764895	271	74

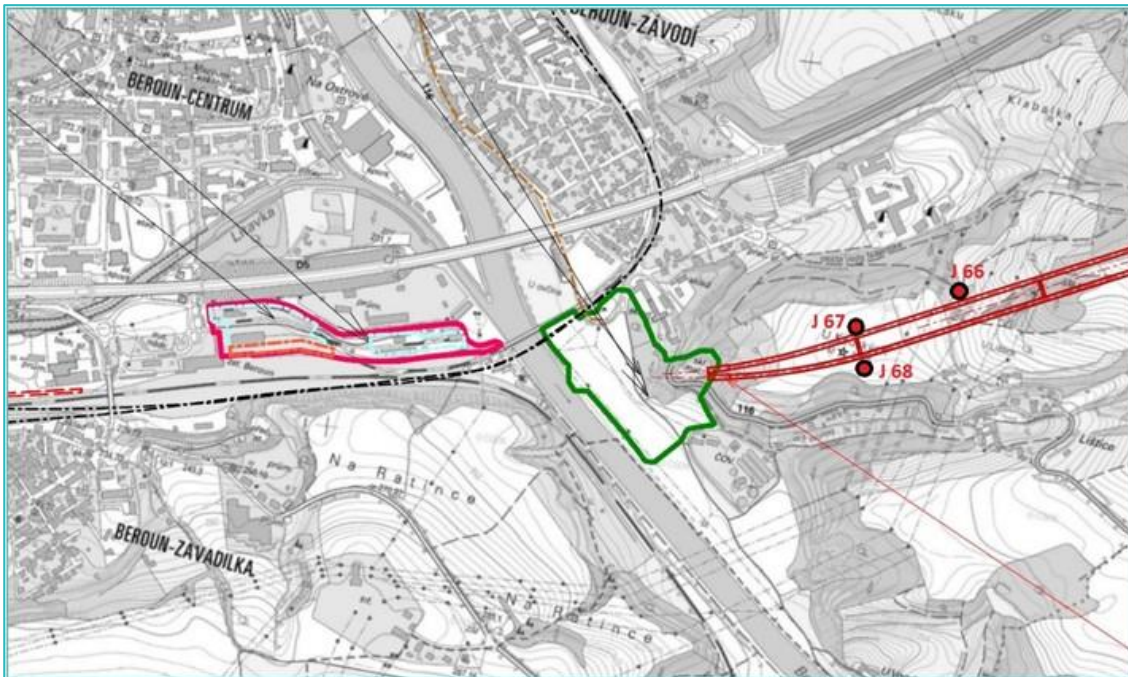


Obrázek 14 a,b Situace sondy mezi šachtami Loděnice a Svatý Jan

Tabulka 5: Jádrové vrty pro úsek od šachty Svatý Jan po portál Beroun

Vrt	x	y	z (m.n.m)	hloubka (m)
J57	1052657	765238	250,5	55,5
J58	1052651	765596	367	171
J59	1052759	765561	355,5	159,5
J60	1052798	765878	358,5	160,5
J61	1052843	766204	402	203
J62	1052978	766206	396	197
J63	1053192	766804	351	151
J64	1053209	767099	337	125,5
J65	1053362	766944	361	139,5
J66	1053486	767585	293,5	90,5
J67	1053702	767783	287	78
J68	1053611	767827	289	79,5





Obrázek 15 a,b Situace sond od šachty Svatý Jan po portál Beroun

3.3 Hydrogeologická část

V rámci **hydrogeologického průzkumu trasy tunelu** bude realizováno celkem 10 hydrovrtů (HT 1 až HT 10) v souladu se specifikací dle tabulky 6.

Testování hydrogeologických vrtů HDZ, monitoring a laboratorní analýzy (včetně i HG objektů v okolí) bude provedeno v úplném rozsahu dle specifikace v úvodní části projektu průzkumných prací.

Vrty budou polohově i výškově zaměřeny odpovědným geodetem zhotovitele. Bude zaměřena jak nadmořská výška horního okraje ochranného zhlaví, tak úroveň povrchu terénu u zhlaví hydrovrtu.

Následně bude okolí vrtu uvedeno do původního stavu a písemně předáno majiteli/pachtýři s vypořádáním případných škod na pozemcích.

Tabulka 6: Parametry navrhovaných hydrogeologických vrtů v trase tunelu.

Vrt	x	y	z (m n. m.)	hl. (m)	vrt-profil (mm)	výstroj- profil (mm)	perforace (m p.t.)	těsnění (m p. t.)	kačírek (m p.t.)
HT 1	1049450	747781	353	150	220 (min.)	160 (PVC)	55–146	0–50	50–150
HT 2	1049239	747832	353	150	220 (min.)	160 (PVC)	55–146	0–50	50–150
HT 3	1049178	752491	367	140	220 (min.)	160 (PVC)	55–136	0–50	50–140
HT 4	1049370	752527	372	145	220 (min.)	160 (PVC)	55–141	0–50	50–145
HT 5	1049672	754383	375	135	220 (min.)	160 (PVC)	55–131	0–50	50–135
HT 6	1050731	759940	420	185	220 (min.)	160 (PVC)	55–181	0–50	50–185
HT 7	1050591	760061	421	185	220 (min.)	160 (PVC)	55–181	0–50	50–185
HT 8	1052511	763719	386	190	220 (min.)	160 (PVC)	55–186	0–50	50–190
HT 9	1052518	763931	398	185	220 (min.)	160 (PVC)	55–181	0–50	50–185
HT 10	1053012	766022	381	170	220 (min.)	160 (PVC)	55–166	0–50	50–170

Hydrogeologická pasportizace studní a pramenů

Hydrogeologická pasportizace bude zahrnovat základní údaje poziční, rozměrové a hydrogeologické pro studny či prameny. Pasport bude obsahovat jejich pozici na příslušné parcele (včetně souřadnic X, Y, Z), hloubku objektu pod terénem, výšku nad terénem, půdorysné rozměry, hloubku hladiny (popř. vydatnost u pramene), foto objektu, stávající využívání pro jaký účel (užitková, pitná voda) včetně informace, která nemovitost je ze studny zásobována a zda studna je jediným zdrojem pro danou nemovitost (pokud ne, tak uvést i ten jiný způsob zásobování).

Hydrogeologická pasportizace bude provedena u všech studní a pramenů ve vzdálenosti do 300 m „na každou stranu od tunelu“, tj. v zóně do 300 m od osy příslušné krajní tunelové trouby. Hydrogeologická pasportizace bude provedena i u všech vzdálenějších hydrogeologických objektů, které budou předmětem monitoringu v rámci HDZ, resp. vzorkování podzemních vod na laboratorní analýzy.

Pasportizace ochranných pásem vodních zdrojů

U všech ochranných pásem vodních zdrojů, které okraji (částmi) svých vyhlášených ochranných pásem – OP) zasahují k trase tunelu blíže než 500 m budou zjištěny veškeré dostupné údaje k chráněným vodním zdrojům, zejména charakter chráněných objektů, jejich kvantitativní a kvalitativní ukazatele, příslušná rozhodnutí vodoprávních úřadů k povolení odběru z chráněných zdrojů a vymezení jejich OP, identifikace jejich majitelů (správců) a aktuální stav využívání a k jakým účelům. Pokud nebudou do majitelů (správců) získány údaje o přesných pozicích a rozměrech chráněných zdrojů, bude proveden jejich hydrogeologický pasport (dtto v rozsahu specifikace v kap. hydrogeologická pasportizace).

Pasportizace hloubkových vrtů tepelných čerpadel

Pasportizace hloubkových vrtů tepelných čerpadel (u nemovitostí, kde jsou vybudovány) bude zahrnovat zjištění jejich hloubky a počtu pro danou nemovitost, včetně jejich pozice na příslušné parcele. Pasportizace z hlediska existence/neexistence hloubkových vrtů TČ bude provedena u všech nemovitostí ve vzdálenosti do 200 m „na každou stranu od tunelu“, tj. v zóně do 200 m od osy příslušné krajní tunelové trouby.

3.4 Zpracování báňského posudku k poddolování

Pro poddolovaná území (dle evidence důlních děl a poddolovaných území ČGS Geofond) zasahujícím svou okrajovou částí blíže než 2 km k ose tunelu bude vypracován osobou s příslušným báňským oprávněním báňský posudek, zahrnující zejména údaje k předpokládanému či ověřenému stavu zatopení důlních prostor (max. úroveň hladiny v zatopeném dole), s posouzením rizik případného hydraulického propojení či existencí potenciálních či reálných preferenčních cest pohybu podzemní vody (poruchové zóny, štoly apod.) směrem k tunelové trase.

4 Závěr

Předkládaný projekt průzkumných prací řeší základní rastr návrhu průzkumných děl a instalaci základních monitorovacích prvků podél trasy projektu tunelu Praha – Beroun. Projekt navazuje na projekt průzkumu šachet. Místa pro budoucí šachty byla z rastrového průzkumu vynechána, protože pro tyto úseky tunelu se použijí výstupy z průzkumu, který bude časově předcházet tomuto rastrovému průzkumu.

Průzkumné práce byly tedy koncipovány tak, aby byly využitelné pro návrh ražeb vlastního tunelu v daných úsecích. Předpokládá se, že v kritických místech vytipovaných tímto průzkumem bude proveden doplňkový průzkum.

Byl navržen ucelený komplex laboratorních zkoušek a zkoušek ve vrtech, které by měly dát dostatečný obraz o průběhu vrstev a jejich mechanických vlastnostech.

V rámci hydrogeologického průzkumu byly navrženy hydrovrty včetně čerpacích a stoupacích zkoušek, které v kombinaci s vodními tlakovými zkouškami v jádrových vrtech dají dostatečné podklady a informace o oběhu podzemních vod a propustnosti jednotlivých vrstev. Ve spojení se snímači pórových tlaků bude mít projektant dostatek informací pro odhad přítoků vody do konstrukčních jam šachet a tlaku vody na tunelovou obezdívku, případě přítoků vody čelbou do TBM.

Pro zjištění tektoniky a kritických míst byl navržen systém geofyzikálních měření. Projekt geofyzikálních měření je předmětem samostatného projektu.

Projekt průzkumných prací byl zpracován tak, aby umožnil snadnou adjustaci průzkumných děl i v případě, že by v období mezi vypracováním průzkumu a zahájením prací vybraným zhotovitelem byla změněna poloha šachet nebo výškové a směrové vedení tunelu.

Ucelený podklad pro návrh tunelu bude představovat až souhrn všech čtyř předpokládaných průzkumů a to:

- Průzkum pro šachty.
- **Rastrový průzkum (tento průzkum).**
- Geofyzikální průzkum pro tunel.
- Doplňkový průzkum.

V Praze 26.04.2022

RNDr. Peter Nešvara

5 Použité normy

Geologický průzkum v ČR se řídí následujícími předpisy:

- TP 76 C: Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, část Tunely. Praha, Ministerstvo dopravy a spojů České Republiky, 2009.
- ČSN P 73 1005. Inženýrsko-geologický průzkum. Praha, ÚNMZ, 2016.
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí: Část 1: Obecná pravidla. Praha, Český normalizační institut, 2006.
- ČSN EN 1997-2 (731000): Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy. Český normalizační institut, 2008.

Normy a další metodické předpisy pro realizaci díla:

V České republice platí české normy, které jsou implementací Evropských norem. V plném rozsahu platí Eurokód 7. Pro činnosti, které nejsou pokryty Českými a Evropskými normami lze použít v následujícím pořadí:

- British standards
- CIRIA Reports a jiné odborné publikace
- Metodiky pocházející z impaktových publikací

Vybrané normy a metodiky:

Název zkušebního postupu	Identifikace zkušebního postupu
Stanovení vlhkosti zemin	ČSN EN ISO 17892-1
Statická zatěžovací zkouška deskou	ČSN 72 1006, příloha A, B a D
Stanovení objemové hmotnosti	SOP 1 (ČSN 72 1010, čl. A, B; ČSN EN ISO 17892-2; Metodiky I, kap. 2)
Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic zemin pomocí pyknometru	ČSN EN ISO 17892-3
Stanovení zrnitosti zemin	SOP 2 (ČSN EN ISO 17892-4; Metodiky I, kap. 4)
Stanovení meze plasticity a stanovení meze tekutosti – kuželová zkouška	ČSN EN ISO 17892-12
Stanovení meze plasticity a stanovení meze tekutosti – Casagrandeho metoda	ČSN EN ISO 17892-12
Stanovení uhlíčitánů v zeminách	ČSN 72 1022
Stanovení organických látek v zeminách oxidometricky	Metodiky I, kap. 7
Krabicová smyková zkouška	ČSN EN ISO 17892-10
Stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti – Proctorova zkouška	ČSN EN 13286-2

Název zkušební postupu	Identifikace zkušební postupu
Stanovení stlačitelnosti zemin v edometru	ČSN EN ISO 17892-5
Stanovení propustnosti zemin při konstantním a proměnném spádu	ČSN EN ISO 17892-11
Stanovení vlhkosti sušením v sušárně	ČSN EN 1097-5
Stanovení zrnitosti – síťový rozbor	ČSN EN 933-1
Rázová zatěžovací zkouška lehkou dynamickou deskou (zařízení skupiny C)	ČSN 73 6192
Stanovení tvaru zrn – Tvarový index	ČSN EN 933-4
Stanovení ostrohranosti zrn	OTP Kamenivo pro kolejové lože železničních drah, příl. E
Stanovení zaoblenosti hran zrn	OTP Kamenivo pro kolejové lože železničních drah, příl. F
Stanovení rozlišných částic kameniva	ČSN 72 1180, čl. 5-7
Stanovení nasákavosti	ČSN EN 1097-6, příl. B
Stanovení odolnosti proti zmrazování a rozmrazování	ČSN EN 1367-1; ČSN EN 13450, příl. F a H
Stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání	ČSN EN 13286-47
Stanovení odolnosti proti drcení metodou Los Angeles	ČSN EN 1097-2, příl. A.1
Pevnost betonu v prostém tlaku	ČSN EN 12390-3
Stanovení odolnosti proti drcení zkušební metodou drtitelnosti v rázu	ČSN EN 1097-2, příl. A.2
Stanovení míry namrzavosti zemin	ČSN 72 1191
Měření svislých, vodorovných a prostorových posunů a deformací geodetickými metodami	SOP 7 (Technický průvodce 42)
Měření konvergencí	SOP 8 (Technický průvodce 42)
Měření technické seismicity	SOP 9 (ČSN 73 0040; ČSN EN 1998-1)
Název zkušební postupu	Identifikace zkušební postupu
Zkoušky zemin	
Ulehlost zeminy	ČSN 72 1018 Metodiky I, kap.11
Triaxiální zkouška smykové pevnosti zeminy UU	ČSN EN ISO 17892-8
Triaxiální zkouška smykové pevnosti zeminy CID	K.H. Head: Manual of Soil Laboratory Testing, Vol. 3: Effective Stress Tests

Název zkušební postupu	Identifikace zkušební postupu
Triaxiální zkouška smykové pevnosti zeminy CIUP	K.H. Head: Manual of Soil Laboratory Testing, Vol. 3: Effective Stress Tests
Stanovení reziduální pevnosti v rotační smykové krabici	na základě ČSN EN ISO 17892-10
Izotropní stlačitelnost	K.H. Head: Manual of Soil Laboratory Testing, Vol. 3: Effective Stress Tests
Sypný úhel	SOP 3
Laboratorní vrtulková zkouška	ČSN 72 1026
Lineární smršťitelnost	Metodiky I, kap. 10
Objemové změny – bobtnání v edometru nebo CBR hrnci	Metodiky I, kap. 20
Stanovení bobtnacího tlaku	K.H. Head: Manual of Soil Laboratory Testing, Vol. 2, Permeability, Shear Strength and Compressibility Tests
Prosedavost v edometru	Metodiky I, kap. 19
Velkorozměrová krabicová smyková zkouška	na základě ČSN EN ISO 17892-10
Objemová hmotnost sypná	ČSN 72 2071
Stanovení tekutosti popílkové suspenze rozlitím z Vicatova prstence	ČSN 73 6127, příloha B.3
Pevnost v prostém tlaku zemin s grafem	ČSN EN ISO 17892-7
Zkouška ekvivalentu písku	ČSN EN 933-8
Zkouška odolnosti proti mrazu a vodě	ČSN EN 14227-3
Zkoušky kameniva	
Objemová hmotnost sypná	ČSN EN 1097-3
Stanovení indexu plochosti	ČSN EN 933-3
Stanovení odolnosti proti otěru	ČSN EN 1097-1 ČSN EN 13450
Míra zahlinění ztrátou sušením	ČSN 72 1187
Stanovení trvanlivosti hutného kameniva urychlenou zkouškou síranem sodným	ČSN 72 1176, Změna Z2
Zkoušky hornin	
Pevnost v prostém tlaku hornin	Metodiky III, kap. 5 ČSN EN 1926, příl. A
Pevnost na nepravidelných úlomcích	Metodiky III, kap. 6

Název zkušebního postupu	Identifikace zkušebního postupu
Pevnost v příčném tahu	Metodiky III, kap. 9
Pevnost v prostém střihu pomocí razníků	Metodiky III, kap. 11
Index pevnosti při bodovém zatížení	Metodiky III, kap. 10
Určení deformačních modulů zatěžováním v lisu	Metodiky III, kap. 7
Pórovitost (metoda trojího vážení)	SOP 4
Nasákavost ve vakuu	Metodiky III, kap. 2
Rozpadavost ve vodě	ČSN EN ISO 14689-1
Abrazivnost	Metodiky III, kap. 8
Abrazivnost (metoda Cerchar)	ASTM D7625-10
Nasákavost po 48 hod	Metodiky III, kap. 2
Stanovení součinitele lineární tepelné roztažnosti	ČSN EN 14581
Koeficient rozpadavosti hornin – Metoda A	prEN 17542-1 - Metoda A

Zkratky:

CHA ... Cross Hole Analysis

Metodiky I ...Metodiky laboratorních zkoušek v mechanice zemin a hornin, ČGÚ 1987

MPA ...Metodické pokyny pro akreditaci

OTP ... Obecné technické podmínky (Správa železniční dopravní cesty, státní organizace)

PIT ...Pile Integrity Test

SOP ...standardní operační postup

Příloha 1

Protokoly IG dokumentace jádrových vrtů předběžného průzkumu

Vrt	Vrtání TK 156 mm (m)	Vrtání diamant profil HW 96 mm (m)	Vrtání diamant profil NW 76 mm (m)	celkem metrů	počet vzorků (horninové jádro 1x30 cm nebo 2x15 cm) (ks)	počet technologických vzorků (ks)	počet zkoušek dilatometrem (Pressiometrem) (ks)	počet vodních tlakových zkoušek (ks)	prohlídka sondou ABI + OBI (m)	piezometr vč. uzamykatelného zhlaví (ks)
J1	10	17	30	57	10	1	4	1	57	2
J2	10	31	30	71	10	1	4	1	71	2
J3	10	61	30	101	10	1	4	1	101	2
J4	15	75,5	30	120,5	10	1	4	1	120,5	2
J5	15	72	30	117	10	1	4	1	117	2
J6	15	75	30	120	10	1	4	1	120	2
J7	15	79	30	124	10	1	4	1	124	2
J8	15	101	30	146	10	1	4	1	146	2
J9	15	99	30	144	10	1	4	1	144	2
J10	15	113,5	30	158,5	10	1	4	1	158,5	2
J11	15	109,5	30	154,5	10	1	4	1	154,5	2
J12	15	113	30	158	10	1	4	1	158	2
J13	15	114	30	159	10	1	4	1	159	2
J14	15	115	30	160	10	1	4	1	160	2
J15	15	115	30	160	10	1	4	1	160	2
J16	15	104	30	149	10	1	4	1	149	2
J17	15	108	30	153	10	1	4	1	153	2
J18	15	107	30	152	10	1	4	1	152	2

Vrt	Vrtání TK 156 mm (m)	Vrtání diamant profil HW 96 mm (m)	Vrtání diamant profil NW 76 mm (m)	celkem metrů	počet vzorků (horninové jádro 1x30 cm nebo 2x15 cm) (ks)	počet technologických vzorků (ks)	počet zkoušek dilatometrem (Pressimetrem) (ks)	počet vodních tlakových zkoušek (ks)	prohlídka sondou ABI + OBI (m)	piezometr vč. uzamykatelného zhlaví (ks)
J19	15	105	30	150	10	1	4	1	150	2
J20	15	108	30	153	10	1	4	1	153	2
J21	15	108,5	30	153,5	10	1	4	1	153,5	2
J22	15	111,5	30	156,5	10	1	4	1	156,5	2
J23	15	111	30	156	10	1	4	1	156	2
J24	15	108	30	153	10	1	4	1	153	2
J24a	15	108	30	153	10	1	4	1	153	2
J25	15	97	30	142	10	1	4	1	142	2
J26	15	97	30	142	10	1	4	1	142	2
J27	15	81	30	126	10	1	4	1	126	2
J28	15	67	30	112	10	1	4	1	112	2
J29	15	65	30	110	10	1	4	1	110	2
J30	15	65	30	110	10	1	4	1	110	2
J31	15	52,5	30	97,5	10	1	4	1	97,5	2
J32	10	56,5	30	96,5	10	1	4	1	96,5	2
J33	10	97	30	137	10	1	4	1	137	2
J34	10	99	30	139	10	1	4	1	139	2
J35	10	106	30	146	10	1	4	1	146	2
J36	10	107	30	147	10	1	4	1	147	2
J37	10	131	30	171	10	1	4	1	171	2

Vrt	Vrtání TK 156 mm (m)	Vrtání diamant profil HW 96 mm (m)	Vrtání diamant profil NW 76 mm (m)	celkem metrů	počet vzorků (horninové jádro 1x30 cm nebo 2x15 cm) (ks)	počet technologických vzorků (ks)	počet zkoušek dilatometrem (Pressiometrem) (ks)	počet vodních tlakových zkoušek (ks)	prohlídka sondou ABI + OBI (m)	piezometr vč. uzamykatelného zhlaví (ks)
J38	10	136	30	176	10	1	4	1	176	2
J39	10	146	30	186	10	1	4	1	186	2
J40	10	146	30	186	10	1	4	1	186	2
J41	5	155	30	190	10	1	4	1	190	2
J42	5	152	30	187	10	1	4	1	187	2
J43	5	141	30	176	10	1	4	1	176	2
J44	5	130	30	165	10	1	4	1	165	2
J45	5	89	30	124	10	1	4	1	124	2
J46	5	68	30	103	10	1	4	1	103	2
J47	5	99	30	134	10	1	4	1	134	2
J48	5	130	30	165	10	1	4	1	165	2
J49	5	139	30	174	10	1	4	1	174	2
J50	5	64	30	99	10	1	4	1	99	2
J51	5	78	30	113	10	1	4	1	113	2
J52	5	93	30	128	10	1	4	1	128	2
J53	5	87	30	122	10	1	4	1	122	2
J54	5	64	30	99	10	1	4	1	99	2
J55	5	35	30	70	10	1	4	1	70	2
J56	5	39	30	74	10	1	4	1	74	2
J57	5	20,5	30	55,5	10	1	4	1	55,5	2

Vrt	Vrtání TK 156 mm (m)	Vrtání diamant profil HW 96 mm (m)	Vrtání diamant profil NW 76 mm (m)	celkem metrů	počet vzorků (horninové jádro 1x30 cm nebo 2x15 cm) (ks)	počet technologických vzorků (ks)	počet zkoušek dilatometrem (Pressiometrem) (ks)	počet vodních tlakových zkoušek (ks)	prohlídka sondou ABI + OBI (m)	piezometr vč. uzamykatelného zhlaví (ks)
J58	5	136	30	171	10	1	4	1	171	2
J59	5	124,5	30	159,5	10	1	4	1	159,5	2
J60	5	125,5	30	160,5	10	1	4	1	160,5	2
J61	5	168	30	203	10	1	4	1	203	2
J62	5	162	30	197	10	1	4	1	197	2
J63	5	116	30	151	10	1	4	1	151	2
J64	5	90,5	30	125,5	10	1	4	1	125,5	2
J65	5	104,5	30	139,5	10	1	4	1	139,5	2
J66	5	55,5	30	90,5	10	1	4	1	90,5	2
J67	5	43	30	78	10	1	4	1	78	2
J68	5	44,5	30	79,5	10	1	4	1	79,5	2
celkem vrty	695	6672	2070	9437	690	69	276	69	9437	138

Hydro geologický Vrt	Vrtání bezjádrově 220 mm (m)	Výstroj PVC profil 160 mm (m)	perforace od–do (m p. t.)		celkem perforace (m)	těsnění od–do (m p. t.)		celkem těsnění	kačírek od–do (m p. t.)		celkem obsyp kačírek (m)
HT 1	150	150	55	146	91	0	50	50	50	150	100
HT 2	150	150	55	146	91	0	50	50	50	150	100
HT 3	140	140	55	136	81	0	50	50	50	140	90
HT 4	145	145	55	141	86	0	50	50	50	145	95
HT 5	135	135	55	131	76	0	50	50	50	135	85
HT 6	185	185	55	181	126	0	50	50	50	185	135
HT 7	185	185	55	181	126	0	50	50	50	185	135
HT 8	190	190	55	186	131	0	50	50	50	190	140
HT 9	185	185	55	181	126	0	50	50	50	185	135
HT 10	170	170	55	166	111	0	50	50	50	170	120
celkem vrty	1635	1635			1045			500			1135