

Paré:


Orientační schéma:



Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
S01	31.05. 2022	Dokumentace DÚR	RBu

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

<b>Zhotovitel díla:</b>	<b>SUDOP PRAHA a.s.</b>	
Adresa:	Olšanská 1a, 130 00 Praha 3	
Kontakt:	T: +420 267 094 111 E: praha@sudop.cz	
<b>Zhotovitel části / objektu:</b>	<b>Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.</b>	
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.

<b>Název stavby / akce:</b>	<b>NOVOSTAVBA TRATI PRAHA-SMÍCHOV - BEROUN</b>		Označení (S-kód): <b>S632000043</b>
			Zakázka: <b>21-202.250</b>
Název části:	Průzkumy	Označení části: <b>N.2.7.8</b>	
Název objektu:	<b>Projekt podrobného geotechnického průzkumu</b> Geofyzikální průzkum pro tunelovou trasu	Číslo objektu / komplexu: <b>4</b>	
Název přílohy:	Technická zpráva	Číslo přílohy: <b>1 . 001</b>	
Název dílčí části přílohy:			
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:	Stupeň dokumentace:
Ing. Radko Bucek, Ph.D.	Ing. Jiří Janků	Formáty: 32 x A4	DÚR
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	Smluvní datum zpracování:
Středočeský kraj, Hl. město Praha	viz textová část	viz textová část	31.05.2023

S-kód:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobojekt:	Příloha:	Revize:
S 6 3 2 0 0 0 0 4 3	_ D U R X	_ N 2 7 8 X	_ X X X X X X X X 4	_ 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 –  
Geofyzikální průzkum pro tunelovou trasu**

**31.05.2022**

# Záznam o vydání a revizi

Revize	Datum	Autor	Registrace	Schvalovatel	Popis
S01	31.05.2022	JJa	PNe	RBu	Čistopis
P01	27.12.2021	JJa	PNe	RBu	Koncept

Odkaz v dokumentu: 426044 | N\_2\_7\_8\_XXXX04\_01\_001 |  
S01N\_2\_7\_8\_XXXX04\_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

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>1</b>
1.1	Základní údaje	1
1.2	Přehledná situace projektované stavby	1
1.3	Dosavadní prozkoumanost	1
1.4	Členění podrobného geotechnického průzkumu	2
<b>2</b>	<b>Specifikace pro podrobný geotechnický průzkum – geofyzikální průzkumné práce</b>	<b>3</b>
2.1	Stručný popis projektu a účelu tohoto dokumentu	3
2.2	Požadavky na zhotovitele podrobného geofyzikálního průzkumu	4
2.3	Přípravné práce	4
2.3.1	Zohlednění dosavadních průzkumů	4
2.3.2	Administrativně-správní kroky	4
2.4	Terénní práce	5
2.4.1	Geodetické vytýčení a zaměření	5
2.4.2	Elektrická odporová tomografie (ERT)	6
2.4.3	Metoda velmi dlouhých vln (VDV)	7
2.4.4	Elektromagnetické sondování (EM)	7
2.5	Kamerální práce a požadavky na závěrečnou zprávu a předávání primárních dat z měření	7
<b>3</b>	<b>Projekt podrobného geotechnického průzkumu – geofyzikální průzkumné práce</b>	<b>9</b>
3.1	Přehled geologických a hydrogeologických poměrů	9
3.2	Úsek Praha – Šachta Slivenec	10
3.3	Šachta Slivenec – Šachta Tachlovice	14
3.4	Šachta Tachlovice – lokalita Loděnice-Jánská	17
3.5	Lokalita Loděnice-Jánská – Šachta Svatý Ján	20
3.6	Šachta Svatý Ján – Portál Beroun	23
<b>4</b>	<b>Závěr</b>	<b>27</b>
	<b>Použité normy</b>	<b>28</b>

# 1 ÚVOD

## 1.1 Základní údaje

Název akce: Novostavba trati Praha-Smíchov – Beroun.

Název objektu: Projekt podrobného geotechnického průzkumu.

Místo stavby: Hlavní město Praha, Středočeský kraj

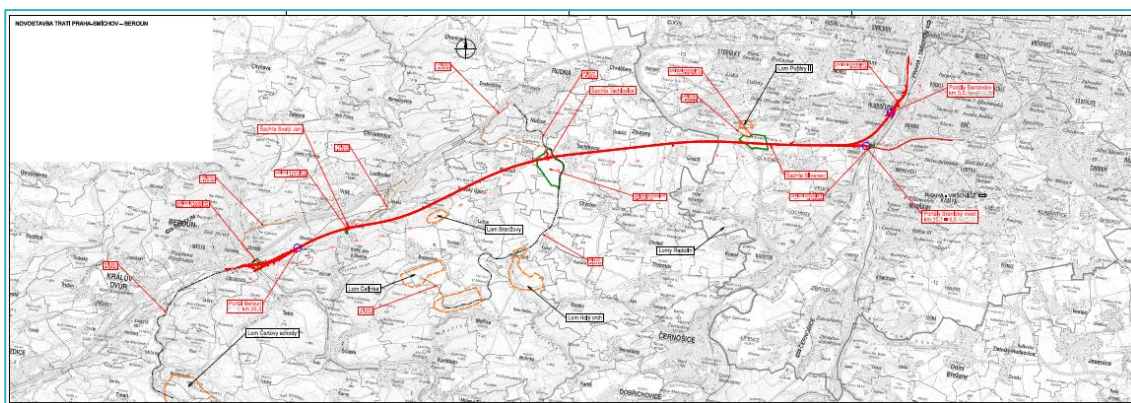
Objednatel: SUDOP PRAHA a.s., Olšanská 2643/1a, 130 80 Praha 3

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] Bohátková L. (2008): Praha – Beroun, nové železniční spojení – projekt podrobného GTP. Stavební geologie – Geotechnika, a.s. Praha
- [4] Šabata, R. (2009): Praha – Beroun, nové železniční spojení. Riziková analýza. Část výstavba. Technická zpráva. ILF Consulting Engineers.
- [5] <https://ags.cuzk.cz/av/> (mapové aplikace–analýzy výškopisu)
- [6] [www.geology.cz](http://www.geology.cz) (mapové aplikace – digitální archiv GEOFONDU ČR)

## 1.4 Členění podrobného geotechnického průzkumu

Předkládané dělení průzkumných prací pro celou Novostavbu vychází ze základních předpokladů, že podrobný průzkum pro šachty a podrobný průzkum pro portály a další povrchové objekty lze provést nezávisle na průzkumech pro tunel. Nezávisle nejen proto, že se jedná o objekty budované bez závislosti na ražbách tunelu, ale i proto, že se budou od průzkumů pro tunel lišit jak zaměřením, tak použitými průzkumnými metodami.

Průzkumné práce pro projekt tunelu Praha – Beroun budou logicky rozděleny na 4 samostatné celky:

- 1) Podrobný průzkum pro šachty
- 2) Podrobný průzkum pro portály, inženýrské objekty (mosty, propustky, opěrné zdi, ...) a další povrchové stavební objekty podloží trati, dočasné i trvalé komunikace, technologické pozemní objekty atd.
- 3) Podrobný průzkum pro tunel
  - Rastrový vrtný průzkum pro tunel (vrty rozmístěné po celé délce tunelu v rastru cca po 500 m)
  - Geofyzikální průzkum pro celý tunel

Doplňkový průzkum

- 4) Doplnkový průzkum
  - Doplnkový geofyzikální průzkum
  - Doplnkový vrtný průzkum

Vrtný průzkum pro tunel a Geofyzikální průzkum pro tunel jsou z hlediska plánování průzkumu a vyhodnocení provázány. Vyhodnocení geofyzikálního průzkumu je totiž bez navázání na vrty velmi obtížné a jeho hodnota velmi omezená. Přesto lze oba průzkumy provést jako dvě oddělené zakázky probíhající současně, protože použité metody jsou zcela rozdílné a rozsah průzkumných prací je tak enormní, že jeho rozdělení do menších celků je žádoucí.

Vrtný a Geofyzikální průzkum pro tunel se plánuje jako dvoufázový. Podrobný průzkum bude následovat doplňkový průzkum problematických oblastí indikovaných podrobným průzkumem. Doplňkový průzkum se znovu bude skládat ze dvou částí. Tedy geofyzikálního doplňkového průzkumu a vrtného doplňkového průzkumu. Tentokrát však oba průzkumy nepoběží současně. Doplňkový geofyzikální průzkum bude mít za úkol potvrdit existenci problematických oblastí indikovaných podrobným průzkumem a v případě potvrzení pak bude v těchto oblastech následovat doplňkový vrtný průzkum.

Průzkum pro šachty a Průzkum pro portály a další povrchové objekty se předpokládá v rozsahu jednofázového podrobného IGP a HGP průzkumu, s ojedinělými nároky na doplňkový průzkum.

## 2 Specifikace pro podrobný geotechnický průzkum – geofyzikální průzkumné práce

### 2.1 Stručný popis projektu a účelu tohoto dokumentu

Úsek Praha–Beroun, nové železniční spojení (NŽS) je novostavba celostátní dráhy, která je součástí III. tranzitního koridoru České republiky spojující města Praha–Beroun–Plzeň–Cheb (–Schirnding–Norimberk).

Předmětný projekt průzkumu se týká části koridoru s názvem „Novostavba trati Praha-Smíchov – Beroun“, které je delimitována stavebními úpravami ve stávajících stanicích Prahy-Smíchov, Beroun a také stavebními úpravami na Branickém mostě, ke kterému bude vybudována tunelová odbočka z hlavní tunelové trasy. Uvažované řešení předpokládá dva jednokolejné tunely zhotovené razíci štíty vzdálenými cca 50 m od sebe. Na trase cca 24 km dlouhé se budou vyskytovat četné propojky, podzemní kaverny pro kolejové proplety či výhybny ražené NRTM. Tunelové trouby budou mít místy rozdílnou výšku nivelety. Průměrná hloubka nivelety činí cca 100 m pod stávajícím terénem, s minimem cca 30 m pod terénem při podchodu Loděnického potoka a s maximem v hloubce až 180 m pod vrchem východně od kolonie Záhrabská.

Na trase tunelu se předpokládá umístit čtyři víceúčelové šachty, jejichž umístění vyžaduje specifický geotechnický průzkum pro každou lokalitu. Projekt geotechnického průzkumu pro šachty je předmětem dokumentu „Novostavba trati Praha-Smíchov – Beroun. Projekt podrobného geotechnického průzkumu – Průzkum pro šachty“

Z dříve provedených rešerší vyplynulo, že původně zkoumané varianty trasy procházejí ve větší části územím budovaném karbonátovými horninami, které jsou postiženy paleokrasovými jevy. Krasové jevy obecně představují rizika pro ražby tunelů vzhledem k výskytu krasových dutin, a to zejména pokud jsou dutiny zvodnělé nebo sekundárně vyplněné jílovitými zeminami. Při konzultacích s odborníky přes krasovou problematiku bylo konstatováno, že tyto paleokrasové jevy jsou v zájmovém území velmi málo prozkoumané a je i prakticky nemožné tyto jevy v takové hloubce podrobněji prozkoumat, a tím i přesněji definovat jejich vliv na ražbu tunelů. Z tohoto důvodu se projektant rozhodl posunout osu trasy směrem k severu tak, aby se podstatně zkrátilo vedení tunelu v karbonátových zkrasovatělých horninách. Po několika drobnějších variantních úpravách vznikla konečná varianta trasy tunelů, tzv. „fialová varianta“, jejíž geotechnické posouzení je předmětem předběžného průzkumu (Horáček M. a kol., 2007).

Trasa vedení kolejí, a tedy i tunelových trub, také není ještě finálně usazena. Jejich předpokládané vedení se zanedbatelnými budoucími odchylkami ale již umožňuje vytyčit podrobných geotechnický průzkum pro návrh bezpečného řešení tunelové stavby.

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. 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.



Cílem tohoto projektu je provedení geofyzikálních průzkumných prací v rozsahu a kvalitě tak, aby bylo možno detailněji stanovit stratigrafické, tektonické a částečně i inženýrsko-geologické poměry zkoumané trasy pro vytipování problematických oblastí, protože tyto budou sloužit pro přesné zacílení následného doplňkového průzkumu.

Geofyzikální průzkum pro tunel bude z hlediska plánování i vyhodnocení provázán s vrtným průzkumem pro tunel, který bude probíhat současně. Vyhodnocení geofyzikálního průzkumu bude bez navázání na vrty velmi obtížné a jeho hodnota velmi omezená.

S ohledem na uvedené fázování projektovaného průzkumného celku je nutné připomenout, že cílem navržených geofyzikálních průzkumných prací není stanovení geotechnických parametrů horninových či zeminových útvarů, ve kterých bude probíhat ražba tunelu.

Umožnit sestavení modelu horninového masivu včetně kvantifikace charakteristických hodnot jednotlivých geotypů v trase tunelů bude možno teprve v rámci interpretace všech získaných informací jak z podrobného, tak doplňkového průzkumu.

## 2.2 Požadavky na zhotovitele podrobného geofyzikálního průzkumu

Zhotovitel musí mít prokazatelné zkušenosti s realizací geofyzikálních průzkumných prací, vzhledem k výškovému vedení nivelety zvláště do požadovaných hloubek. Zhotovitel musí prokázat, že má team s kvalifikací odpovídající české legislativě, tedy oprávněné osoby pro geofyziku.

Tuto kvalifikaci může prokázat i subdodavatelsky smlouvami s oprávněnými osobami.

Součástí průzkumu bude rešerše průzkumů provedených v dřívějších etapách přípravy a dalších dostupných podkladů zahrnující údaje o zájmovém území.

## 2.3 Přípravné práce

### 2.3.1 Zohlednění dosavadních průzkumů

V rámci předběžného průzkumu byla provedena kromě odkryvných prací také geofyzikální měření na vybraných lokalitách, které částečně překrývají aktualizovanou polohu trasy tunelu. Byť použité metody geofyzikálních měření a jejich interpretace je omezená na dané lokality a veskrze mělké polohy (řádově první desítky metrů), doporučujeme zhotoviteli podrobného průzkumu k jejich výsledkům přihlídnout již v přípravné fázi, včetně provedené rešerše geofyzikálních průzkumů provedených v regionu za dobu od 60. let v 20. stol.

Za další, k předmětné stavbě přímo vztažený průzkum, lze považovat i Parametrická geofyzikální měření, která byla v roce 2008 provedena v rámci přípravy Projektu podrobného geotechnického průzkumu a byla vydána v příloze I1.

Jako další zdroj informací, který by neměl být v přípravné fázi průzkumu opomenut, budou výsledky předcházející etapy podrobného průzkumu cíleného do lokalit těžních šachet. Dle projektovaného harmonogramu průzkumných prací by v době zahájení geofyzikálních průzkumných prací pro trasu tunelu měl objednatel již mít k dispozici alespoň částečné informace z průzkumu pro šachty.

### 2.3.2 Administrativně-správní kroky

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

- Práce spojené s geofyzikou musí řídit a za práce zodpovídá fyzická osoba s osvědčením o odborné způsobilosti v oboru Geofyzika vydaném Ministerstvem životního prostředí ČR.
- Před zahájením průzkumných prací vypracuje odpovědný řešitel úkolu realizační dokumentaci PoGTP, která bude splňovat náležitosti dané vyhláškou Ministerstva životního prostředí ČR č. 369/2004. Tuto dokumentaci předá před zahájením prací na průzkumu objednateli průzkumu k odsouhlasení. Realizační dokumentace PoGTP upřesňuje a do detailu rozvíjí zadávací dokumentaci PoGTP, konkretizuje způsob provádění PoGTP, organizaci a provádění průzkumných a zkušebních prací, časový plán průběhu prací, podmínky bezpečnosti práce zhotovitele PoGTP, podmínky ochrany životního prostředí atp.

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.

Před zahájením průzkumných prací uzavře zhotovitel průzkumu písemné dohody s vlastníky i s případnými nájemci všech dotčených pozemků, kterými budou stanoveny podmínky vstupu na pozemky za účelem provedení průzkumných prací i formy případných kompenzací a náhrad škod.

Zhotovitel GF průzkumu je povinen provádět práce tak, aby byly zachovány zásady ochrany přírody a minimalizovány škody třetím stranám. Náhrada škod se řeší v úzké spolupráci se zadavatelem.

## 2.4 Terénní práce

Geofyzikální průzkum pro tunel (stejně jako souběžně probíhající soubor odkryvných prací) je navržen do dvou hlavních fází. První fáze průzkumu bude naplňovat náležitosti podrobného průzkumu. Tato první fáze je předmětem předkládaného dokumentu.

Na zjištění a nálezy podrobného průzkumu (jak geofyzikálních, tak odkryvných prací) bude navazovat druhá fáze průzkumných prací, která bude naplňovat náležitosti doplňkového průzkumu.

Cílem navrženého podrobného geofyzikálního průzkumu je poskytnout spojitý obraz litologické stavby území včetně výskytu tektonických linií či poruchových zón pro indikaci problémových míst, které svojí důležitostí budou určovat rozsah a parametry doplňkového průzkumu. Pro dosažení stanovených cílů byla navržena optimalizovaná kombinace metod:

- Odporové metody budou zastoupeny elektrickou odporovou tomografií (ERT);
- Elektromagnetické metody budou zastoupeny metodou velmi dlouhých vln (VDV);
- Další navrženou průzkumnou metodou je elektromagnetické sondování (TDEM).

### 2.4.1 Geodetické vytýčení a zaměření

Samotnému geofyzikálnímu měření budou předcházet geodetické práce, které přesně lokalizují požadované profily nebo body průzkumu včetně případných dílčích úseků pro sekvenční postup sondážních prací.

Geodetické práce budou zahrnovat finální polohové zaměření profilů nebo bodů určujících geometrii geofyzikálního průzkumu. Zaměření bude provedeno v souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Pro geofyzikální měření je dostatečná přesnost polohopisného i výškového zaměření do 0,5 m. Dostačující jsou výškové údaje digitálního modelu reliéfu páté generace (DMR 5G).

Z uceleného geodetického měření bude zpracována technická zpráva obsahující mimo jiné použité vybavení, seznam výchozích bodů, hodnoty skutečně dosažené odchylky měření a souřadnice JTSK (polohopisné a výškopisné) nově zaměřených bodů. Technická zpráva z geodetických měření bude součástí závěrečné zprávy geofyzikálního průzkumu.

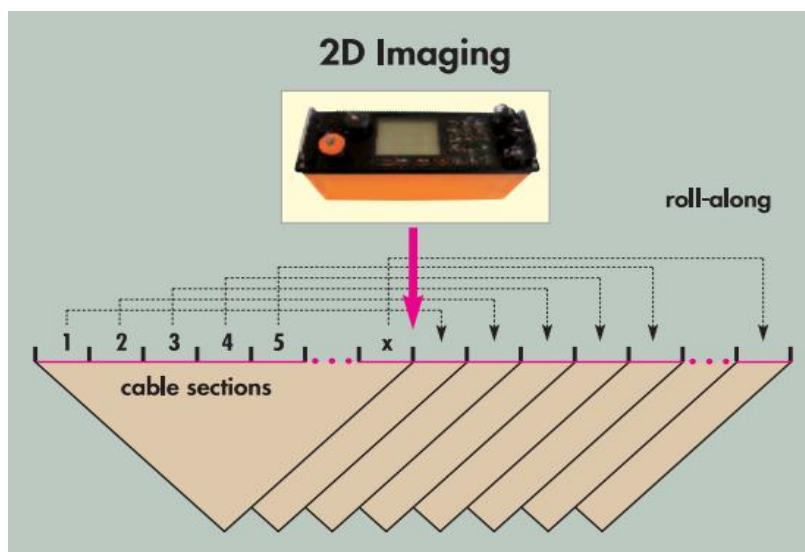
#### 2.4.2 Elektrická odporová tomografie (ERT)

V rámci podrobného geofyzikálního průzkumu jsou navržena geoelektrická odporová měření – konkrétně elektrická odporová tomografie (ERT). Na základě odporových změn prostředí v horizontálním a vertikálním směru bude možné určit geologické poměry a vymezit tektonické a porušené zóny a hlavní litologická rozhraní. Pro zajištění hloubkového dosahu k niveletě tunelu (převážná část nivelety tunelu se vyskytuje v rozmezí 120–150 m pod terénem) bude třeba zvolit vhodnou multielektrodivou konfiguraci v sekvenci na sebe navazujících roztažení. Konfigurace jednoho měřeného úseku bude nastavena zvolena na maximální vzdálenost proudových elektrod  $AB_{\max} = 750$  m se vzdáleností mezi elektrodami  $MN_{\max} = 5$  m. Automatizovaná měření budou provedena ve dvou systémových nastaveních, tak aby umožnila měření v uspořádání:

- Schlumbergerovo uspořádání;
- Uspořádání Dipól-dipól s rozestupy elektrod  $AB = 20$  m,  $BM = 80$  m,  $MN = 20$  v kroku 5 m.

Měření je požadováno automatickou multielektrodivou aparaturou a pomocí stabilně rozloženého systému elektrod, které budou střídavě používány jako zdrojové a měřicí. Pro zajištění požadovaného hloubkového dosahu bude třeba budít zdrojem o minimálním výkonu 800 W.

Ze své podstaty přináší elektrické odporové měření v jednom multielektrodivém profilu (*cable section*) spolehlivé informace o horninovém prostředí tvaru rovnoramenného trojúhelníka s vrcholem v hloubce dosahu. Protože na povrchu nad trasou tunelu se budou vyskytovat překážky pro vedení souvislého profilu (rušné komunikace, zástavba, oplocené pozemky), může být profil rozdělen do dílčích souvislých úseků minimální délky 1500 m. Pro zajištění maximálního možného množství informací z dílčích úseků v požadované hloubce tunelu bude nutné profily vytyčit tak, aby přesahovaly zkoumané úseky alespoň o 350 m na každou stranu profilu. V místech nepřekonatelných překážek se povrchový profil zlomí mimo trasu tunelu tak, aby zabezpečil požadovaný přesah.



Obrázek 2 – Schéma multielektrodivého profilování.

### 2.4.3 Metoda velmi dlouhých vln (VDV)

Metoda VDV využívá elektromagnetická pole speciálních dlouhovlnných stanic (frekvence 15–30 kHz), jejichž indukované proudy se projevují ve vodičích a vodivých geologických strukturách. Metoda využívá skutečnosti, že primární magnetické pole radiostanic má v určité vzdálenosti od zdroje pouze horizontální složku, která je při správné volbě stanice rovnoběžná s profilem. Pokud existuje pod povrchem vodivé těleso, koncentrují se v něm proudy z okolního prostředí a indukují se v něm tzv. vířivé proudy. Měří se reálná (sklon elipsy polarizace) a imaginární (poměr poloos elipsy polarizace) část vertikální složky výsledného magnetického pole.

Měření metodou VDV bude provedeno jako doplňkové k ERT pro určení směru indikovaných poruch. Body pro měření jsou navrženy ve vzdálenosti  $\approx 100$  m v profilech paralelních k měřenému osovému ERT ve vzdálenosti 40 až 60 m (viz Situace v přílohách).

Pro měření je požadováno přístrojové vybavení s deklarovaným hloubkovým dosahem 50 až 90 m.

Omezení použití VDV bude způsobeno přítomností umělých nadzemních i podzemních vodičů, které budou vnášet do měření informační šum. Měření postižená takovým šumem bude třeba odfiltrovat.

### 2.4.4 Elektromagnetické sondování (EM)

Pro vymezení subhorizontálních tektonických a poruchových rozhraní na trase tunelu ve vyšších hloubkách bude k předchozím metodám doplněno odporové elektromagnetické sondování ve variantě přechodového sondování (Time Domain Electromagnetics – TDEM) využívajícím časovou doménu elektromagnetického pole Země.

Pro zajištění potřebného hloubkového dosahu 150 m bude třeba využít cívku délky strany 100 m.

Elektromagnetické sondování je navrženo v kroku 100 m.

Použití elektromagnetického sondování je omezeno blízkostí významného vodiče. V trase průzkumu tak bude sondování přerušeno v místech nadzemního vedení vysokého napětí. Ochranné pásmo pro elektromagnetické měření činí 100 m od krajního vodiče vysokého napětí.

## 2.5 Kamerální práce a požadavky na závěrečnou zprávu a předávání primárních dat z měření

Zpráva bude odevzdána v českém jazyce včetně příloh.

Metodická část zpráva musí obsahovat:

- Popis použitých metod
- Popis použitých přístrojů včetně jejich konfigurace s uvedením nejistoty měření přístrojů (případně jejich sestav, jsou-li tak kalibrovány).

Výstupem interpretace geofyzikálních měření budou profilové geofyzikální řezy ve dvou měřítkových variantách:

- v nepřevýšeném měřítku 1:10 000;
- v převýšeném měřítku 1:10 000 / 1 000.

Výsledky měření budou prezentovány v grafické podobě formou jak profilových křivek a izolinií tak i geofyzikálních řezů. V grafické formě budou prezentována skutečně měřená geofyzikální stanoviště a profily se včetně zobrazení schematických výsledků popisu jader inženýrsko-

geologických vrtů. Řezy budou na vodorovné ose provázány s kolejovým staničením předmětné stavby.

V podélném profilu bude horninové prostředí zařazeno do kvazihomogenních bloků litologie. Geologický výklad výsledků geofyzikálních měření bude opřen o výsledky jádrových vrtů provedených v souběžně probíhajícím průzkumu pomocí odkryvných prací s maximální mírou využití výsledků karotáží provedených ve vrtech. Dalším podstatným zdrojem informací pro interpretaci výsledků geofyzikálních měření, budou výsledky předcházející etapy podrobného průzkumu cíleného do lokalit těžních šachet zahrnujícího jak geofyzikální, tak odkryvné průzkumné práce.

#### **Přílohy:**

1. Přehledná situace s vyznačením trasy 1:50 000
2. Situace umístění sond a profilů v měřítku 1:5 000 (může být i na více listech).
3. Podélný geologický řez s vyznačenými geotypy dvou měřítkových variantách:
  - a. v nepřevýšeném měřítku 1:10 000;
  - b. v převýšeném měřítku 1:10 000 / 1 000.
4. Souhrnná tabulka geodetického zaměření všech sond a bodů určujících průběh polygonu profilů.

Všechna primární data provedených měření budou objednateli předána na vhodném nosiči v následujících formátech:

- ERT – formát **.txt**;
- VDV – formát **.txt**;
- TDEM – formát **.txt**.

## 3 Projekt podrobného geotechnického průzkumu – geofyzikální průzkumné práce

### 3.1 Přehled geologických a hydrogeologických poměrů

Z regionálně geologického hlediska zájmová zóna trasy tunelu „vede“ barrandienským synklinoriem, převážně jeho SZ křídlem, cca rovnoběžně s osou synklinoria (VSV–ZJZ). Jen počáteční úsek trasy od Smíchova k Ořechu prochází „šikmo“ přes osovou část synklinoria směrem do zmíněného SZ křídla. Trasou budou zastiženy převážně souvrství silurského a devonského stáří, budované zejména sedimentárními vápnitými břidlicemi a vápenci, s podružným zastoupením produktů podmořského vulkanismu (diabázy, tufy, tufity). Lokálně trasa tunelu zastihne i ordovická souvrství jílovitých až písčitých břidlic, místy s polohami pískovců a drob.

Celá oblast je intenzivně tektonicky postižena, se zvrásněním celého komplexu hornin s generelním směrem os VSV – ZJZ a s proměnlivými úklony vrstev, rovněž i s přesmykovými deformacemi. Poslední tektonická fáze celou oblast postihla i příčnou zlomovou tektonikou, s převažujícím směrem SZ–JV, doprovázenou výraznými posuny směrných struktur.

Z mladších útvarů (postdevonského stáří) kromě pokryvu kvartérního významnější mocnosti dosahují reliktů bazálních souvrství svrchní křídly (cenoman, resp. spodní turon) se subhorizontálním uložením vrstev, s výskytem v oblasti počátečního úseku trasy Z až JZ od Prahy, s mocnostmi cca 10–30 m.

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 mocnostmi 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 metrů pod terénem (zejména v případě výskytu vápencových hornin), hlouběji je toto prostředí již jen



málo propustné. Charakter „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 měřítku 1: 50 000, předmětné výřezy mapy jsou u jednotlivých šachet.

Archivní sondy jsou ve většině případů realizovány za účelem zakládání objektů a jsou tedy pro účely předmětného průzkumu příliš mělké. Výjimkou jsou sondy předběžného průzkumu pro tento projekt (Horáček, 2006). Situace vrtné prozkoumanosti s vyznačenými sondami předběžného průzkumu jsou uvedeny u každého úseku.

Předmětná trasa zájmu jak geofyzikálního, tak vrtného průzkumu byla rozdělena do pěti dílčích úseků oddělených lokalitami šachet, které podléhají separátnímu komplexu průzkumných prací.

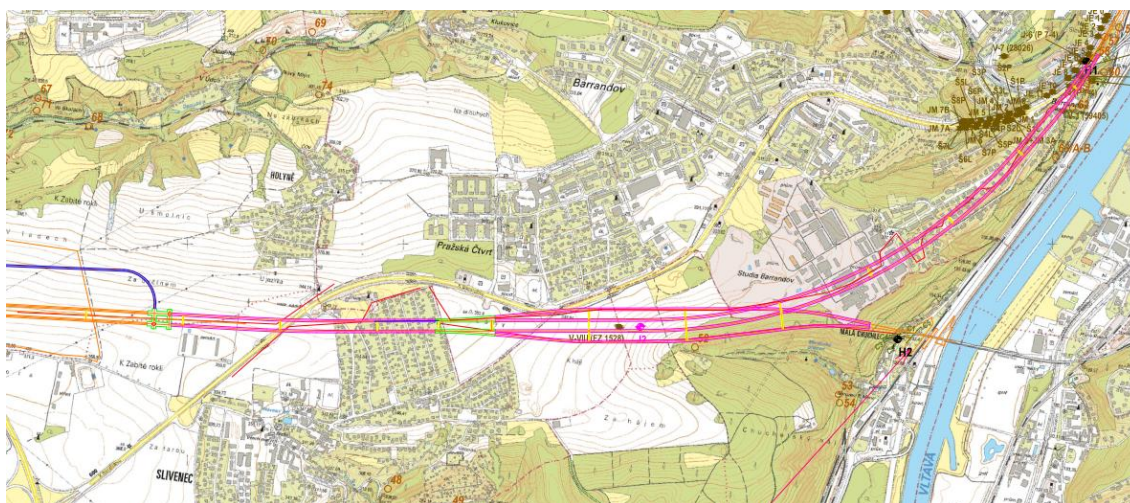
V následujících kapitolách se tak představí navržený rozsah průzkumu s vyjmenováním specifik pro každý jednotlivý úsek:

- Praha – Šachta Slivenec;
- Šachta Slivenec – Šachta Tachlovice;
- Šachta Tachlovice – Lokalita Loděnice/Jánská;
- Lokalita Loděnice/Jánská – Šachta Svatý Ján;
- Šachta Svatý Ján – Portál Beroun.

### 3.2 Úsek Praha – Šachta Slivenec

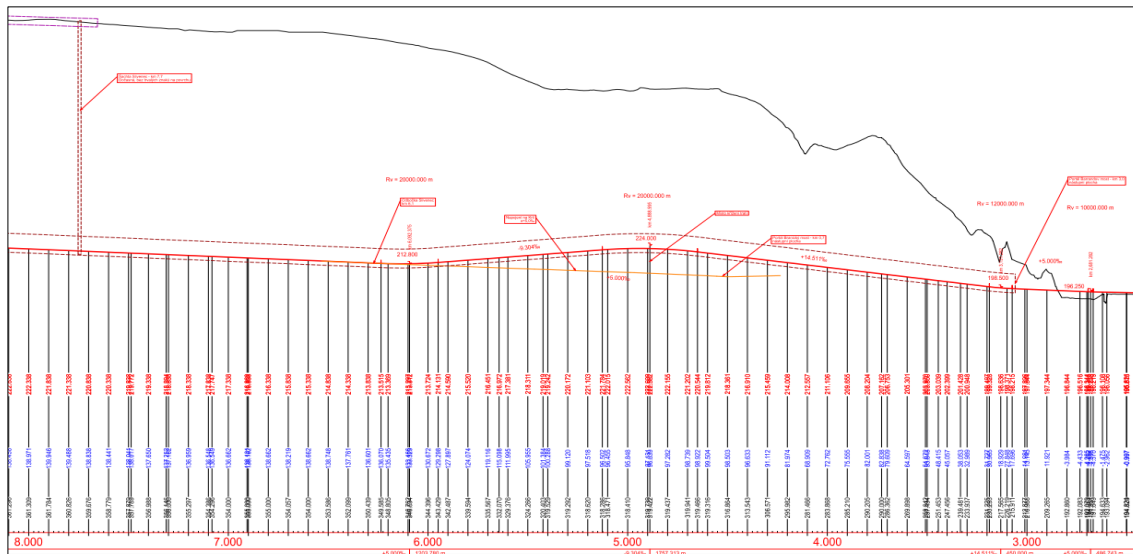
Úsek Praha – Slivenec zahrnuje ve skutečnosti dvě traťové větve tvořené hlavním tunelem s portálem v Hlubočepích. Z kaverny pod samotnou obcí Slivenec bude odbočovat pár tunelových trub tvořící napojení na trať směr Krč zakončené portálem před Branickým mostem.

Úsek hlavního tunelu je dlouhý cca 4,8 km, napojení na Krč potom cca 2,0 km.



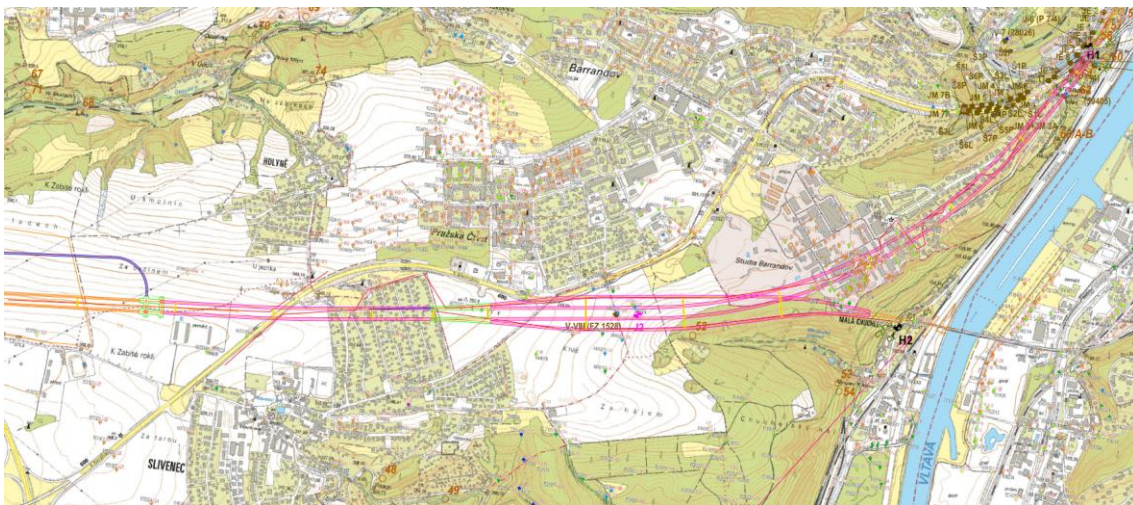
Obrázek 3 – Přehledná situace úseku tunelu.

Geomorfologie terénu nad oběma větvemi tunelů od portálů rychle stoupá. Oba úseky tunelů se tak po většinu svých délek vyskytují 90 až 130 m pod povrchem.



**Obrázek 4 – Schematický podélný profil úseku tunelu.**

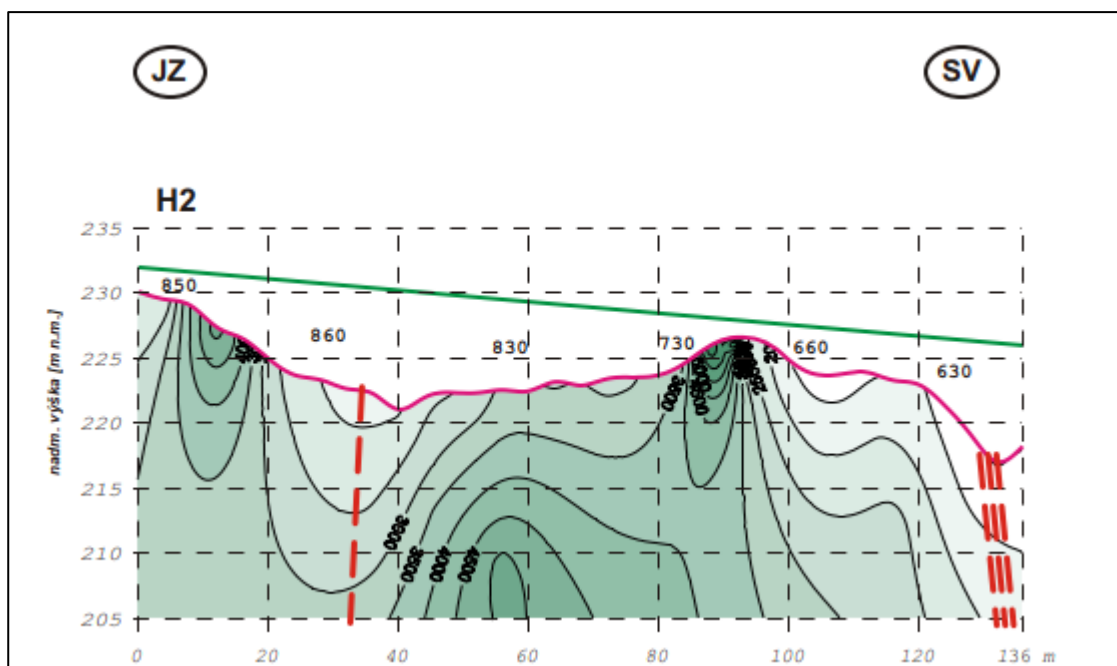
V oblasti byly realizovány vrty především pro průzkum spojený s rozvojem zástavby tehdy okrajových čtvrtí Prahy a v menší míře vrty ložiskového průzkumu pro nerudní materiály – viz Obrázek 5.



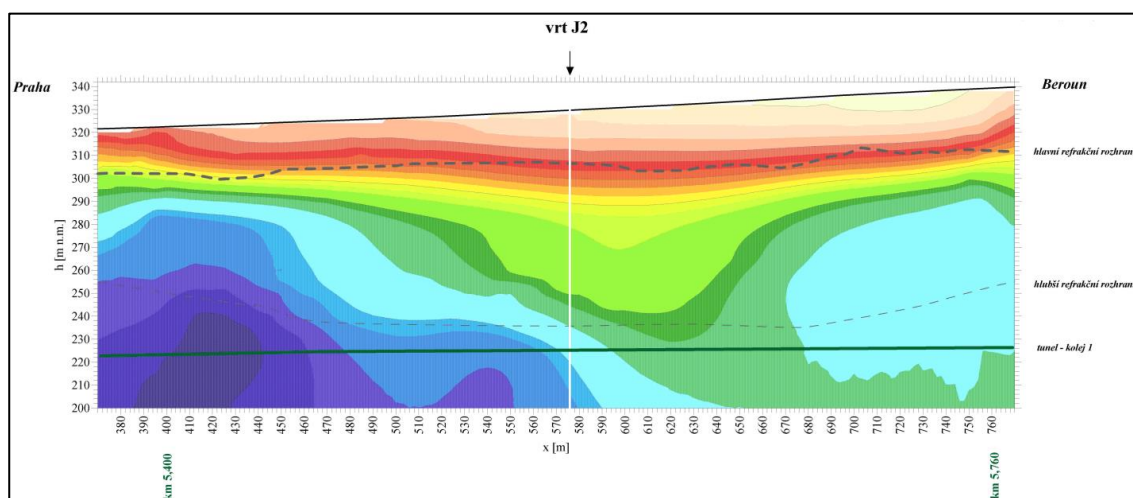
**Obrázek 5 – Archivní sondy evidované v úseku Praha – Slivenec.**

V rámci předběžného průzkumu byl proveden jeden svislý vrt J2 a komplex průzkumných metod na Hlubočepském portálu včetně mělké geofyziky a jednoho horizontálního vrtu – viz Obrázek 6, a Obrázek 7.





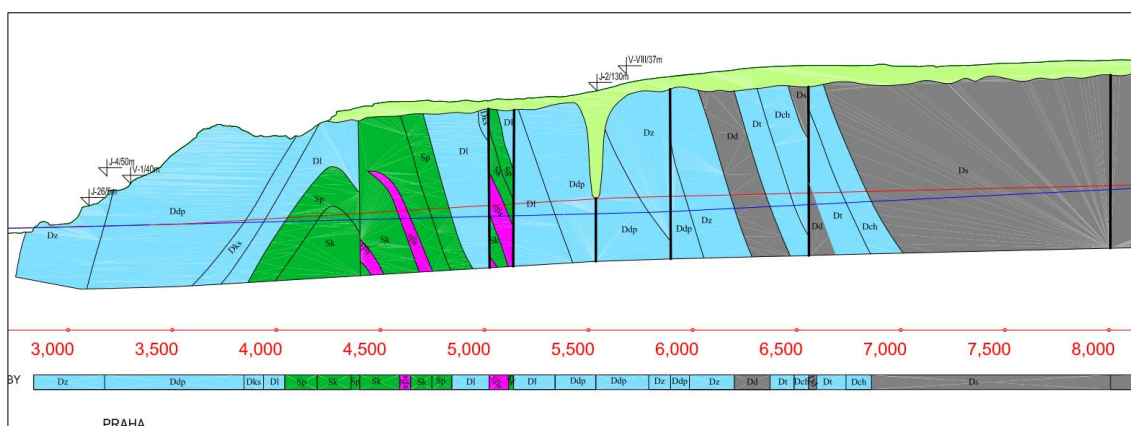
**Obrázek 6 – Ukázka interpretovaného seismického řezu v profilu nad ulicí K Barrandovu (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6).**



**Obrázek 7 – Ukázka řezu seismické tomografie provedené v km 5,400–5,760 v rámci Parametrického geofyzikálního měření z roku 2008 (Bohátková L. a kol., 2008, příloha I1).**

Předpokládané geologické podmínky vycházejí z interpretovaného geologického profilu sestaveného v rámci předběžného geotechnického průzkumu – viz Obrázek 8 s vysvětlivkami viz Obrázek 9.

V předmětném úseku tunelu se budou nacházet usazeniny devonského a silurského stáří s mezilehlými polohami efuzivních bazaltů. Za zmínku určitě stojí tenká a hluboká brázda vyplněná křídovými sedimenty zastiženými vrtem J2 až do hloubky cca 90 m.



**Obrázek 8 – Interpretovaný podélný geologický řez úseku Praha – Slivenec (Horáček M. a kol., 2007).**

#### GEOLOGICKÉ VYSVĚTLIVKY :

##### DEVON

D dp	- pražské souvrství (dvorecko prokopské, řeporyjské a loděnické šedé až červenavé mikritické vápence)
D ks	- pražské souvrství (koněpruské a slivenecké krinoidní šedé až červenavé vápence)
D l	- lochkovské souvrství (vápence, vápnité břidlice, rohovec)
D d	- dalejské souvrství (břidlice, vápnité jílovité břidlice)
D t	- třebotovské souvrství (hlíznaté a mikritické načervenalé až světle šedé vápence)
D ch	- chotečské souvrství (deskovité vápence s častými rohovci)
D s	- srbské souvrství (vápnité břidlice, prachovce a vložky pískovců)
D z	- zlíchovské souvrství (vápence s rohovci)

##### SILUR

Sp	- požárské (přídolské) souvrství (organodetrítické vápence, vápnité břidlice)
Sk	- kopaninské souvrství (vápnité břidlice a vápence)
Sl	- liteňská skupina (jílovité a vápnité břidlice s ložními žilami bazaltu)
eBsl	- efuzivní bazalty, hyaloklastika, polštářové lávy
IBsl	- intruzivní bazalty (diabasy)
vSl	- vápnitá facie liteňského souvrství
tsk	- tufitická facie kopaninského souvrství (diabasové tufy, tufity a tufitické břidlice)
tsl	- tufitická facie liteňského souvrství (diabasové tufy, tufity a tufitické břidlice)

##### ORDOVÍK

O ks	- kosovské souvrství (pískovce, břidlice, droby)
O kv	- královodvorské souvrství (šedozelené jílovité břidlice)
O b	- bohdalecké souvrství (jílovité břidlice, jílovce)

##### KŘÍDA

K p	- perucko korycanské souvrství
-----	--------------------------------

##### OSTATNÍ

	- zlom
	- přesmyk

**Obrázek 9: Vysvětlivky ke schematickým geologickým řezům.**

## Návrh průzkumných geofyzikálních prací

Předpokládané vedení geofyzikálních profilů je zřejmé z přílohy 1.001.

Na zájmovém úseku jsou navrženy dvě větve geofyzikálních profilů. Hlavní větev bude pokrývat hlavní trať tunelu. Vzhledem k půdorysnému uspořádání vykřížení hlavního tunelu s jeho větví pro napojení na Krč, kde jsou krajní tubusy od sebe vzdáleny až 150 m, byl zvolena i druhý geofyzikální profil pokrývající směrem k Chuchelskému portálu.

V předmětném úseku prochází trasa tunelu jihovýchodní periferií Prahy, kde tunel bude přímo podcházet Barrandovské terasy, areál Barrandovských filmových studií a severní okraj čtvrti Slivenec. Tyto zastavěné oblasti spolu s páteřními komunikacemi ulice K Barrandovu a Pražským okruhem budou tvořit překážky pro přímé vedení geofyzikálních profilů.

Na konci úseku cca ve staničení km 7.8 a km 8.6 bude navržený profil křížit nadzemní vedení vysokého napětí. Zde bude třeba přizpůsobit umístění sond elektromagnetického měření.

V předmětném úseku nebude pravděpodobně z důvodu souvislé zástavby i intenzivně provozovaných komunikací možné roztáhnout souvislý profil. V části úseku jsou navrženy souběžné ERT profily nad tunely odbočné větve k portálu Branický most. Trasy profilů byly navrženy orientačně. Celková délka navržených geofyzikálních ERT profilů tak činí 8,265 km. Vzhledem k hloubce tunelu cca 130 m pod terénem bude třeba zvolit multielektrodovou konfiguraci měřeného úseku s maximální vzdálenost proudových elektrod  $AB_{\max} = 750$  m se vzdáleností mezi elektrodami  $MN_{\max} = 5$  m.

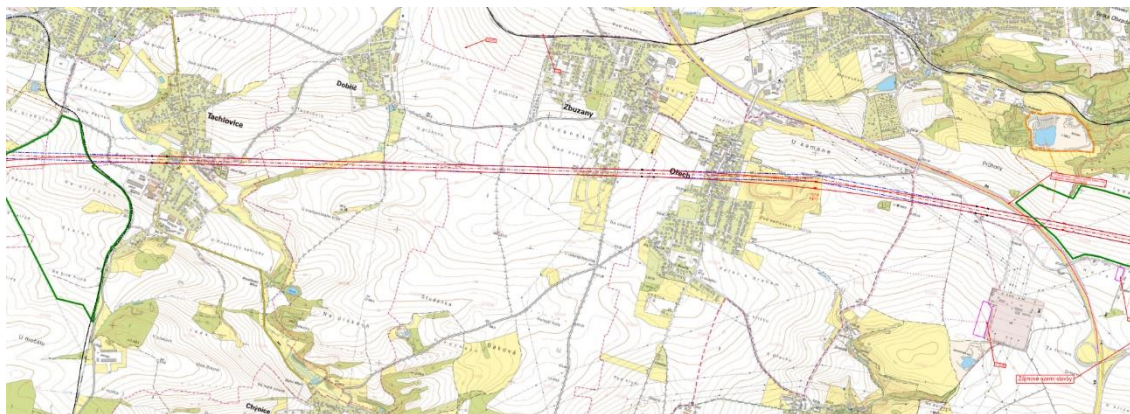
Elektromagnetické sondování TDEM je navrženo ve stejné trase. S navrženou hustotou pro elektromagnetické sondování 1 sonda á 100 m tak činí celkový navržený rozsah měření 87 sond.

Paralelní profily sondování metodou VDV pro ověření směru tektonických poruch v příčném směru jsou navrženy v nesouvislých profilech cca 40–60 m od osy profilů ERT s vyloučením lokalit se souvislou zástavbou. Sondováním VDV se tak pokryje celkem 7,190 km, což při hustotě 1 sonda á 100 m činí celkový navržený rozsah 76 měření.

### 3.3 Šachta Slivenec – Šachta Tachlovice

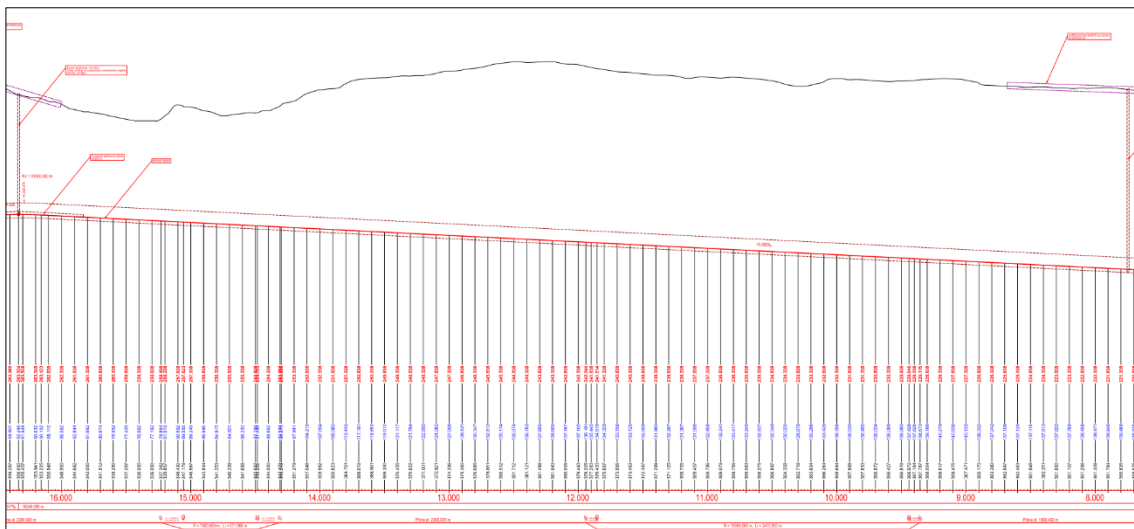
Úsek Slivenec – Tachlovice zahrnuje dva souběžné tunelové tubusy hlavní tratě. Na obou koncích úseku jsou navrženy šachty, které budou umístěny cca ve staničeních km 7,8, resp. km 16,3.

Úsek tunelu je tedy dlouhý cca 8,5 km.



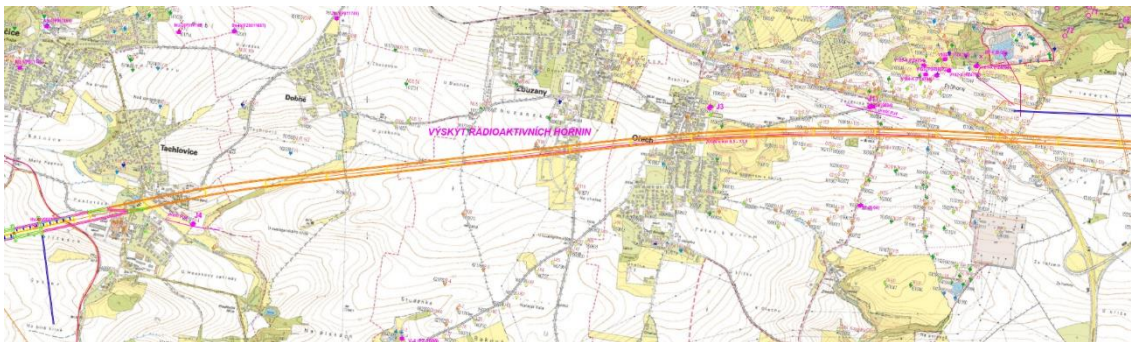
Obrázek 10 – Přehledná situace úseku tunelu.

V předmětném úseku niveleta stoupá, aby v místě Tachlovické šachty dosáhla svého nejvyššího bodu na celém tunelu. Geomorfologie terénu zpočátku generelně mírně stoupá, cca od staničení km 12,5 klesne do údolí Radotínského potoka. Odtud k Tachlovické šachtě terén opět stoupá. Tunely se budou vyskytovat v rozmezí 80 až 140 m pod povrchem – viz Obrázek 11.



**Obrázek 11 – Schematický podélný profil úseku tunelu.**

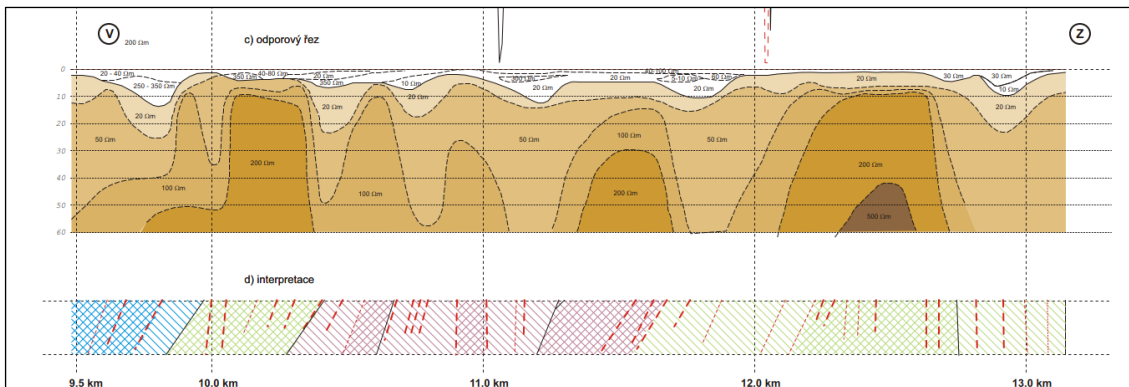
V oblasti byly realizovány vrty především pro povrchový průzkum a vrty ložiskového průzkumu pro nerudní materiály. V rámci posuzované lokality lze také z evidence vrtné prozkoumanosti vyčístit několik hlubších historických mapovacích vrtnů – viz Obrázek 12.



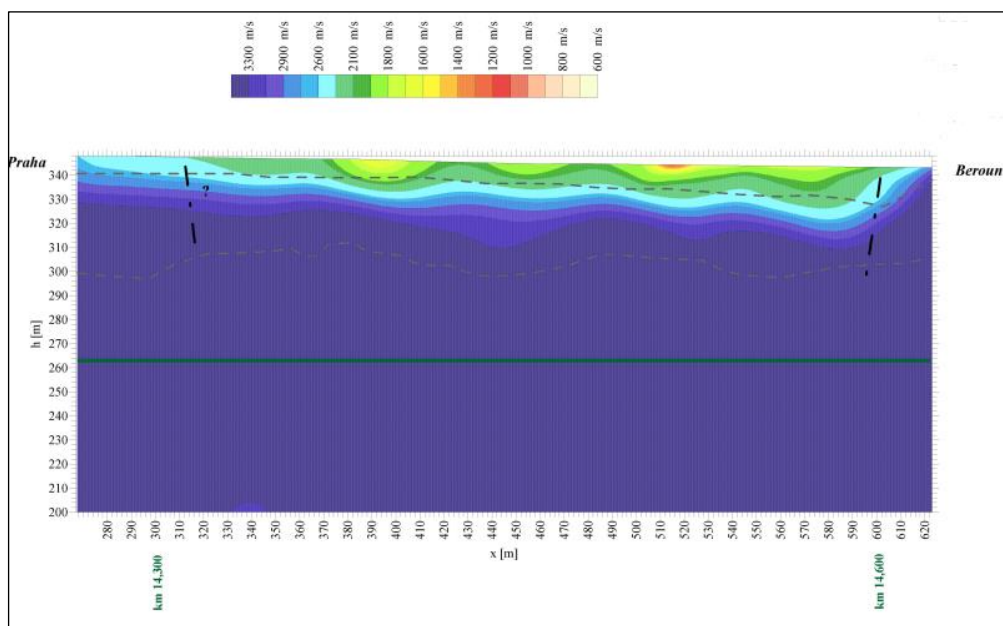
**Obrázek 12 – Archivní sondy evidované v úseku Slivenec – Tachlovice.**

V rámci předběžného průzkumu byly provedeny tři svislé vrty jádrové J1, J3, J4 a omezený rozsah mělké geofyziky, viz Obrázek 13 a Obrázek 14.





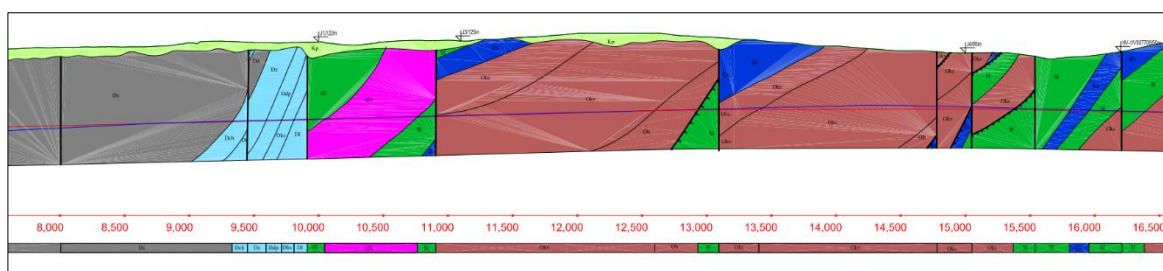
**Obrázek 13 – Ukázka výsledků interpretovaného odporového řezu v km 9,5–km 13,0 provedené v rámci předběžného GTP (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6).**



**Obrázek 14 – Ukázka řezu seismické tomografie provedené v km 14,30–14,60 v rámci Parametrického geofyzikálního měření z roku 2008 (Bohátková L. a kol., 2008, příloha I1).**

Předpokládané geologické podmínky vycházejí z interpretovaného geologického profilu sestaveného v rámci předběžného geotechnického průzkumu – viz Obrázek 15.

V předmětném úseku tunelu se ve směru staničení budou nacházet usazeniny devonského a silurského stáří s mezilehlými polohami efuzivních bazaltů, později horniny ordovického stáří, přičemž horninové prostředí bude postiženo Tachlovickým přesmykem.



**Obrázek 15 – Interpretovaný podélný geologický řez úseku Slivenec – Tachlovice (Horáček M. a kol., 2007).**

### **Návrh průzkumných geofyzikálních prací**

Předpokládané vedení geofyzikálních profilů je zřejmé z přílohy 1.002.

Na zájmovém úseku je navržena jedna trasa geofyzikálního měření sledující trasu tunelu.

V předmětném úseku prochází trasa tunelu převážně zemědělskou krajinou, ačkoli se na trase budou nacházet překážky tvořené souvislou zástavbou – obcí Ořech, jižní částí obce Zbuzany a obcí Tachlovice. V okolí těchto obcí byly navrženy částečně zdvojené profily kompenzující nemožnost vést profil nad osou tunelu.

Na několika místech, konkrétně ve staničení km 9,6–9,9, km 12,0 a km 13,2, bude navržený profil křížit nadzemní vedení vysokého napětí. Zde bude třeba přizpůsobit umístění sond elektromagnetického měření. Trasy profilů byly navrženy orientačně.

Celková délka navržených geofyzikálních ERT profilů tak činí 8,360 km. Vzhledem k hloubce tunelu cca 180 m pod terénem bude třeba zvolit multielektrodovou konfiguraci měřeného úseku s maximální vzdálenost proudových elektrod  $AB_{\max} = 750$  m se vzdáleností mezi elektrodami  $MN_{\max} = 5$  m.

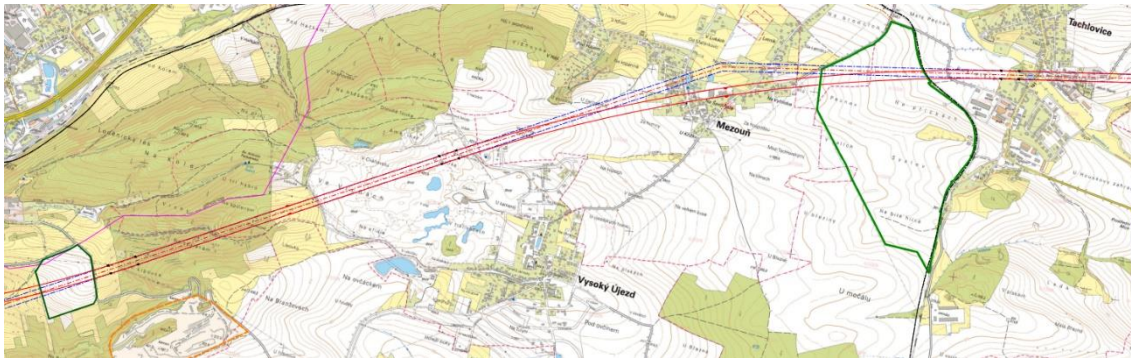
Elektromagnetické sondování TDEM je navrženo ve stejné trase. S navrženou hustotou pro elektromagnetické sondování 1 sonda á 100 m tak činí celkový navržený rozsah měření 88 sond.

Paralelní profily sondování metodou VDV pro ověření směru tektonických poruch v příčném směru jsou navrženy v nesouvislých profilech cca 40–60 m od osy profilů ERT s vyloučením lokalit se souvislou zástavbou. Sondováním VDV se tak pokryje celkem 7,750 km, což při hustotě 1 sonda á 100 m činí celkový navržený rozsah 81 měření.

### **3.4 Šachta Tachlovice – lokalita Loděnice-Jánská**

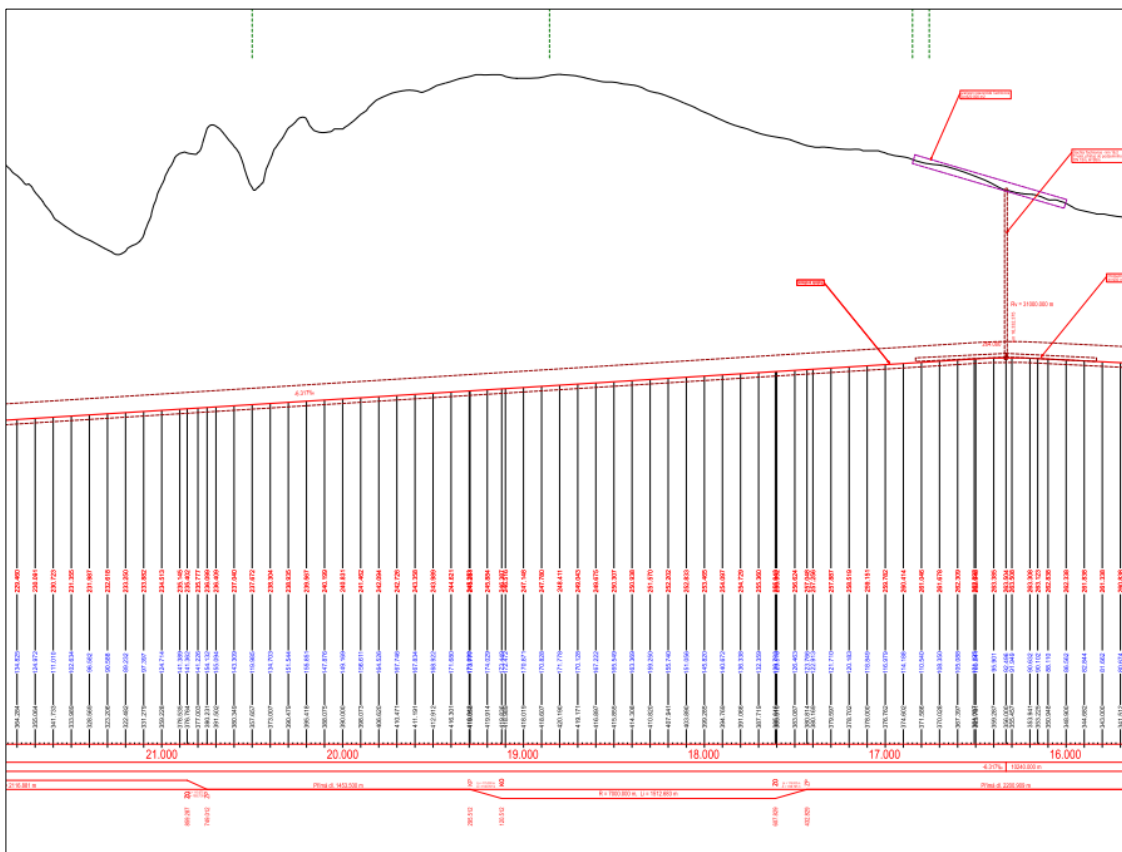
Úsek Tachlovice – Loděnice-Jánská zahrnuje dva souběžné tunelové tubusy hlavní tratě. Na výchozím konci úseku je navržena šachta, na druhém konci se uvažuje o podzemní kaverně pro odbočení tunelových tras pro budoucí vysokorychlostní trať (VRT). Úsek je vymezen staničením cca km 16,3, resp. km 21,4.

Úsek tunelu je tedy dlouhý cca 5,1 km.



Obrázek 16 – Přehledná situace úseku tunelu.

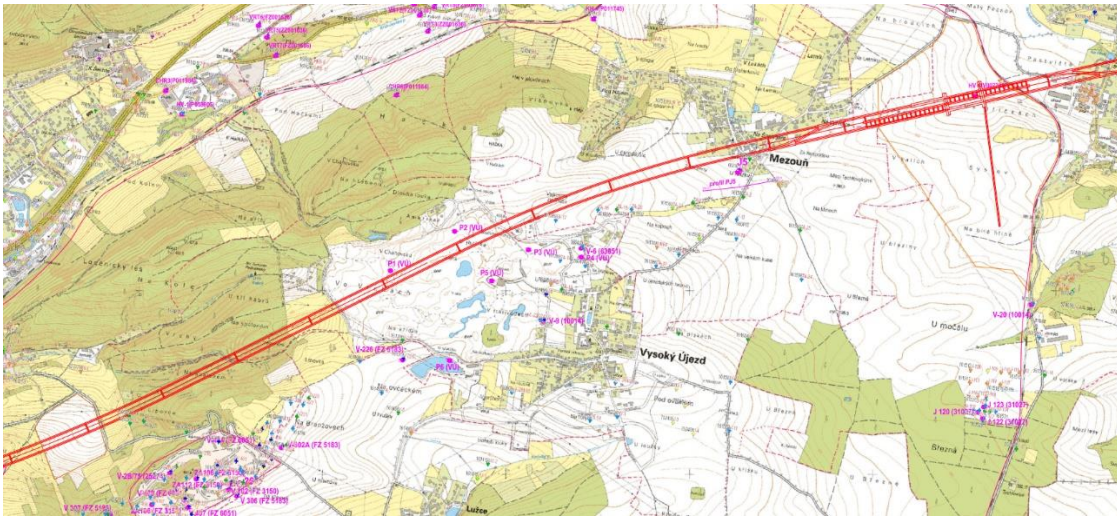
V předmětném úseku niveleta tunelu klesá. Geomorfologie terénu zpočátku generelně stoupá, cca od staničení km 19,0 zaklesne do údolí místních potoků. Tunely se budou vyskytovat v rozmezí 80 až 170 m pod povrchem – viz Obrázek 17.



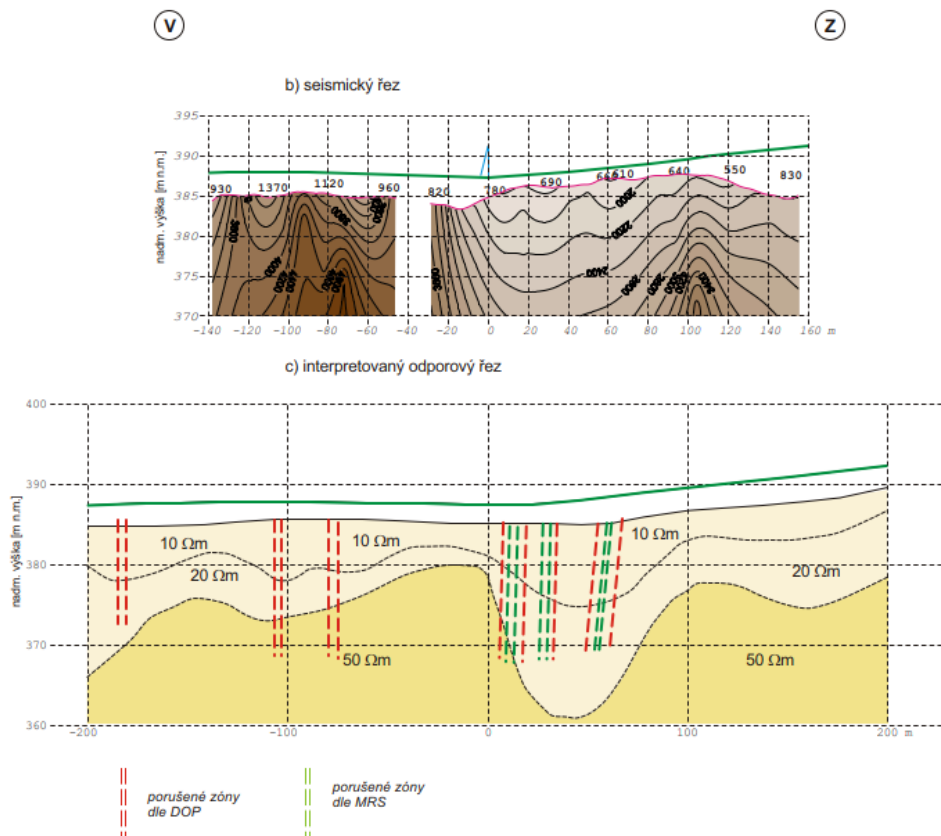
Obrázek 17 – Schematický podélný profil úseku tunelu.

V oblasti byly realizovány především vrty ložiskového průzkumu pro nerudní materiály. V rámci posuzované lokality lze také z evidence vrtné prozkoumanosti vyčíst několik hlubších historických mapovacích vrtů spojených s nedalekými dobývacími prostory vápence a příbuzných druhů kamene – viz Obrázek 18.

V rámci předběžného průzkumu byly proveden jeden svislý vrt J5 a jeden přilehlý geofyzikální profil – viz Obrázek 19.



Obrázek 18 – Archivní sondy evidované v úseku Tachlovice – Loděnice-Jánská.

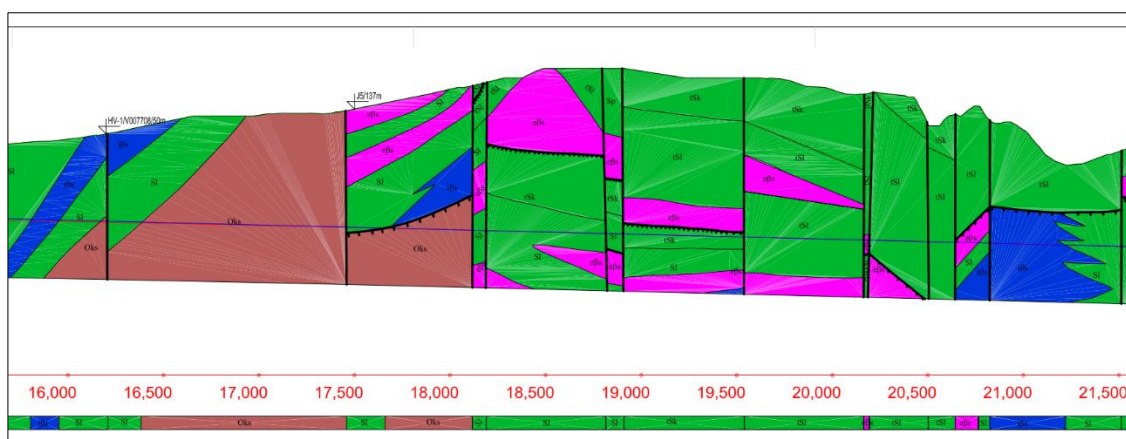


Obrázek 19 – Ukázka interpretovaného rychlostního a odporového řezu v okolí obce Mezouň (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6).

Předpokládané geologické podmínky vycházejí z interpretovaného geologického profilu sestaveného v rámci předběžného geotechnického průzkumu – viz Obrázek 20.

V předmětném úseku tunelu se ve směru staničení budou nacházet usazeniny silurského a ordovického stáří s polohami efuzivních bazaltů nebo intruzivních diabasů, přičemž horninové prostředí bude značně poznamenáno složitou tektonikou, zejména Tachlovickým přesmykem.





**Obrázek 20 – Interpretovaný podélný geologický řez úseku Tachlovice – Loděnice-Jánská (Horáček M. a kol., 2007).**

### **Návrh průzkumných geofyzikálních prací**

Předpokládané vedení geofyzikálních profilů je zřejmé z přílohy 1.003.

Na zájmovém úseku je navržena jedna trasa geofyzikálního měření sledující trasu tunelu.

V předmětném úseku prochází trasa tunelu převážně zemědělskou nebo lesní krajinou, ačkoli se na trase budou nacházet překážky tvořící souvislou zástavbou – obcí Mezouň a rozlehlým golfovým areálem východně od obce Vysoký Újezd.

Překážkou pro provedení elektromagnetického sondování bude výskyt nadzemního vedení vysokého napětí. Plánovaná trasa tunelu nejprve kříží vodiče vysokého napětí cca ve staničení km 17,3 a poté v úseku 19,9–21,2 vede tunel prakticky pod ním. Trasy profilů byly navrženy orientačně.

Celková délka navržených geofyzikálních ERT profilů tak činí 5,380 km. Vzhledem k hloubce tunelu cca 180 m pod terénem bude třeba zvolit multielektrodovou konfiguraci měřeného úseku s maximální vzdálenost proudových elektrod  $AB_{max} = 750$  m se vzdáleností mezi elektrodami  $MN_{max} = 5$  m.

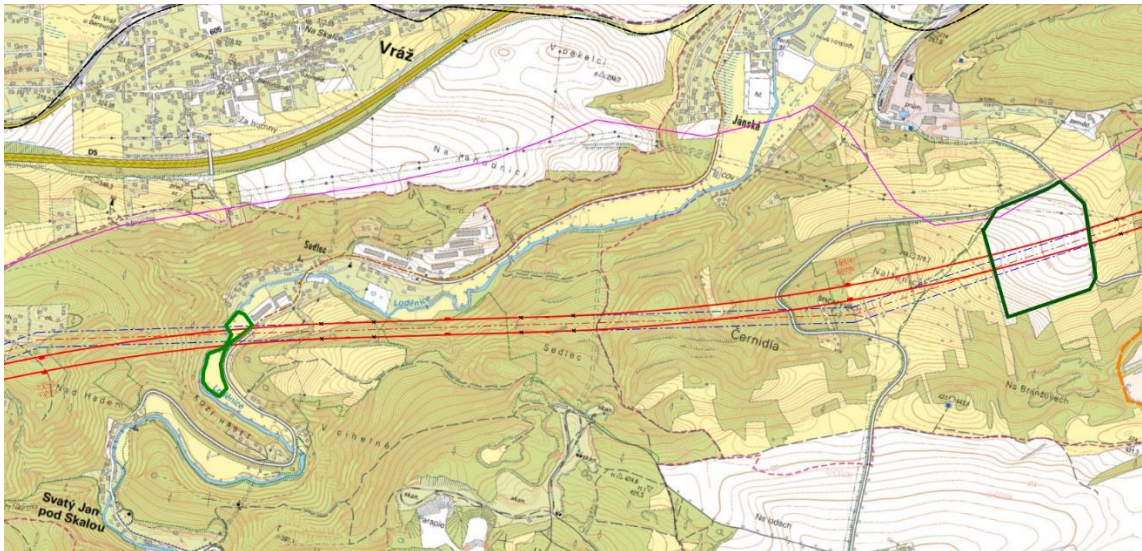
Elektromagnetické sondování TDEM je navrženo ve stejné trase. S navrženou hustotou pro elektromagnetické sondování 1 sonda á 100 m tak činí celkový navržený rozsah měření 54 sond.

Paralelní profily sondování metodou VDV pro ověření směru tektonických poruch v příčném směru jsou navrženy v nesouvislých profilech cca 40–60 m od osy profilů ERT s vyloučením lokalit se souvislou zástavbou. Sondováním VDV se tak pokryje celkem 5,900 km, což při hustotě 1 sonda á 100 m činí celkový navržený rozsah 61 měření.

### **3.5 Lokalita Loděnice-Jánská – Šachta Svatý Ján**

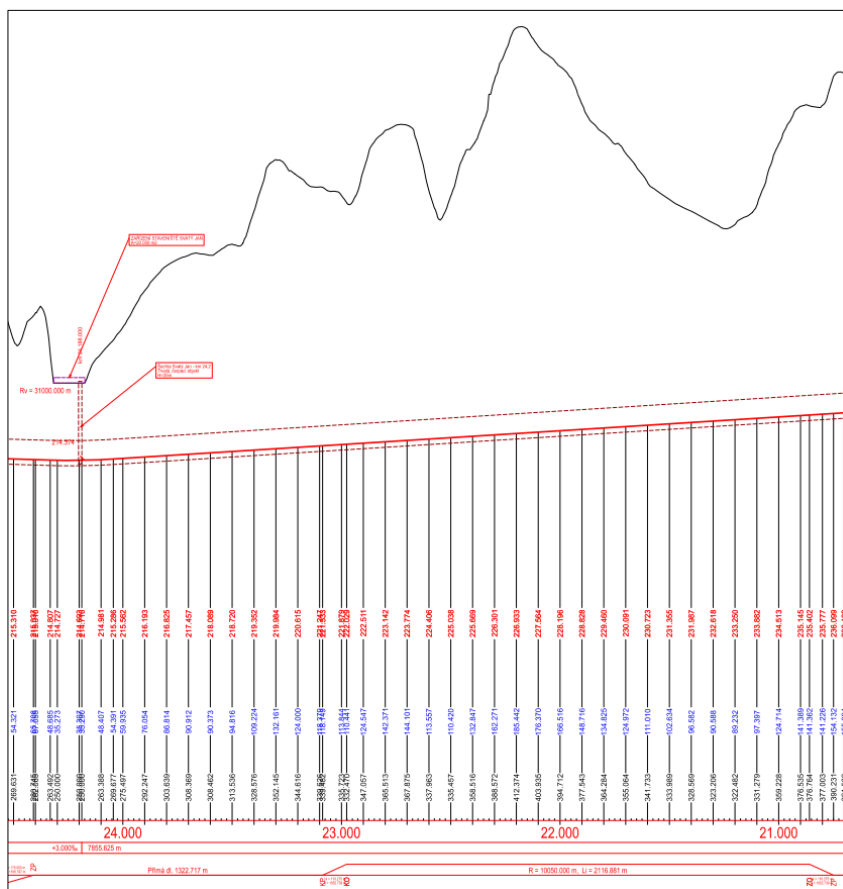
Úsek Loděnice-Jánská až Šachta Svatý Ján zahrnuje dva souběžné tunelové tubusy hlavní tratě. Na výchozím konci úseku se uvažuje o podzemní kaverně pro odbočení tunelových tras pro budoucí vysokorychlostní trať (VRT), na druhém konci je navržena šachta. Úsek je vymezen staničením cca km 21,4, resp. km 24,2.

Úsek tunelu je tedy dlouhý cca 2,8 km.



Obrázek 21 – Přehledná situace úseku tunelu.

V předmětném úseku niveleta tunelu klesá až do šachty Svätý Ján, kde se bude nacházet nejnižší bod celého tunelu. Geomorfologie terénu je rozmanitá a je modelována četnými údolími. Tunely se budou vyskytovat v rozmezí 35 až 190 m pod povrchem – viz Obrázek 22.

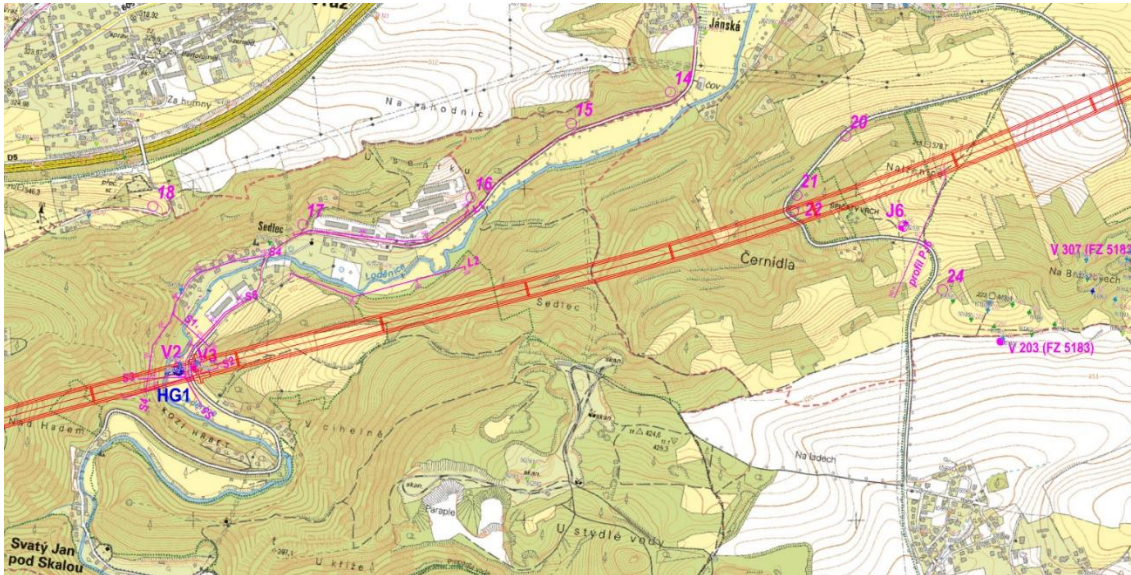


Obrázek 22 – Schematický podélný profil úseku tunelu.

V oblasti zájmového úseku tunelu neregistruje evidence vrtné prozkoumanosti téměř žádný průzkumný vrt. Vzdálenější historické vrty jsou vázány na ložiskový průzkum pro nerudní

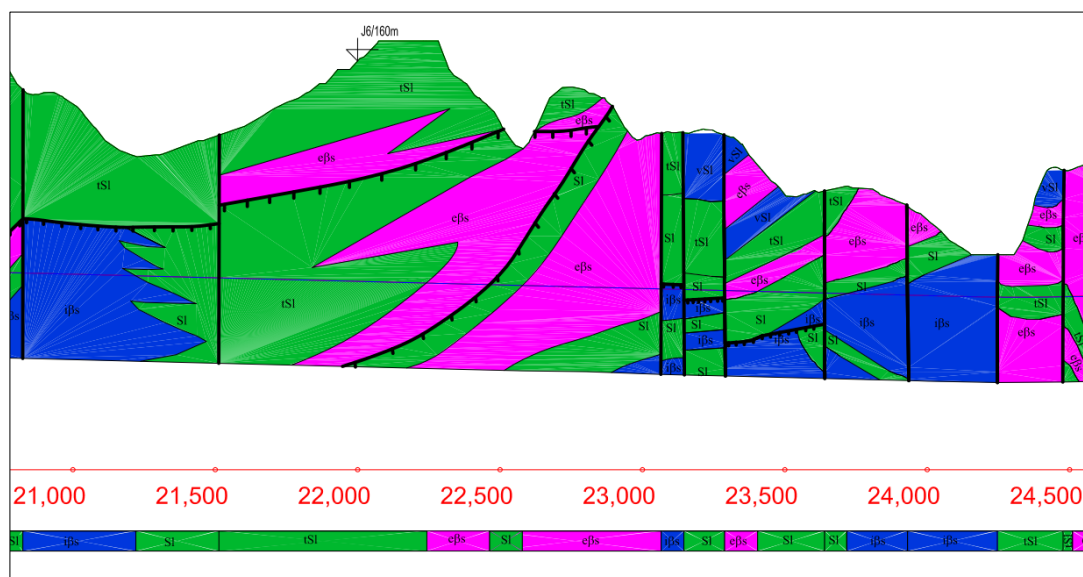


V rámci předběžného průzkumu byly provedeny tři svislé vrty J6, V2 a V3 s hydrogeologickým vrtem HG1. Na provedené vrty byla navázána mělká geofyzika.



Předpokládané geologické podmínky vycházejí z interpretovaného geologického profilu sestaveného v rámci předběžného geotechnického průzkumu – viz Obrázek 24.

V předmětném úseku tunelu se ve směru staničení budou nacházet nejdříve usazeniny silurského stáří s četnými polohami efuzivních bazaltů nebo intruzivních diabasů, přičemž horninové prostředí bude značně poznamenáno složitou tektonikou, zejména Tachlovickým přesmykem.



**Obrázek 24 – Interpretovaný podélný geologický řez v úseku Loděnice-Jánská – Šachta Svatý Ján (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6).**

## **Návrh průzkumných geofyzikálních prací**

Předpokládané vedení geofyzikálních profilů je zřejmé z přílohy 1.004.

Na zájmovém úseku je navržena jedna trasa geofyzikálního měření sledující trasu tunelu.

V předmětném úseku prochází trasa tunelu převážně lesní, v menší míře zemědělskou krajinou bez souvislé zástavby.

Překážkou pro provedení elektromagnetického sondování bude výskyt nadzemního vedení vysokého napětí. Plánovaná trasa tunelu nejprve kříží dva vodiče vysokého napětí cca ve staničení km 24,0, resp. v km 24,6. Trasy profilů byly navrženy orientačně.

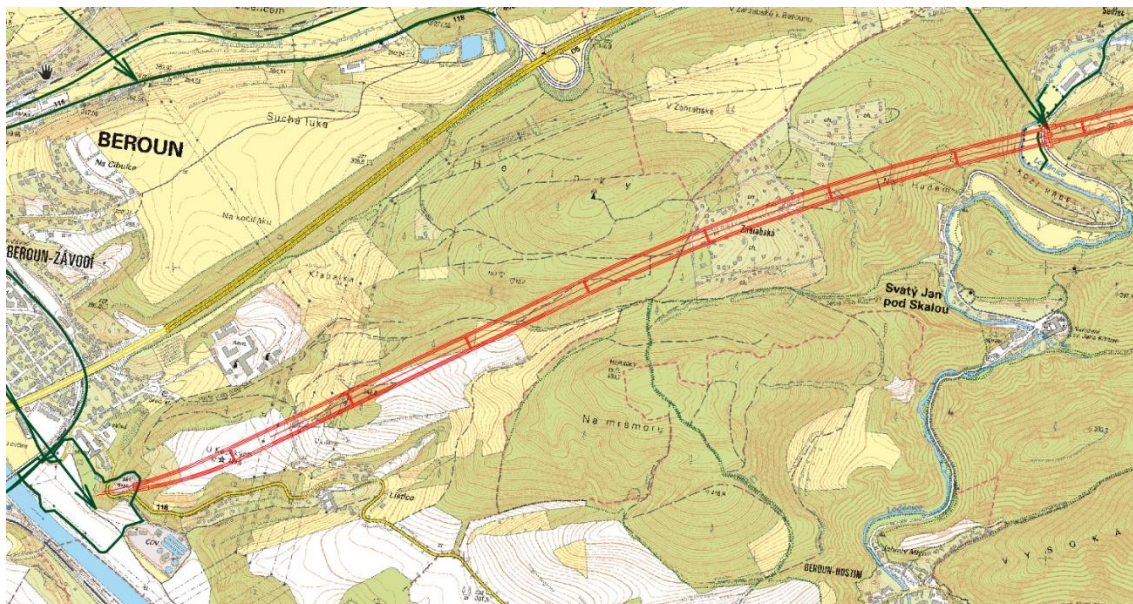
Celková délka navržených geofyzikálních ERT profilů tak činí 2,590 km. Vzhledem k hloubce tunelu cca 130 m pod terénem bude třeba zvolit multielektrodovou konfiguraci měřeného úseku s maximální vzdálenost proudových elektrod  $AB_{\max} = 750$  m se vzdáleností mezi elektrodami  $MN_{\max} = 5$  m.

Elektromagnetické sondování TDEM je navrženo ve stejné trase. S navrženou hustotou pro elektromagnetické sondování 1 sonda á 100 m tak činí celkový navržený rozsah měření 26 sond.

Paralelní profily sondování metodou VDV pro ověření směru tektonických poruch v příčném směru jsou navrženy v nesouvislých profilech cca 40–60 m od osy profilů ERT s vyloučením lokalit se souvislou zástavbou. Sondováním VDV se tak pokryje celkem 3,610 km, což při hustotě 1 sonda á 100 m činí celkový navržený rozsah 38 měření.

### **3.6 Šachta Svatý Ján – Portál Beroun**

Úsek ze Šachty Svatý Ján k berounskému portálu zahrnuje dva souběžné tunelové tubusy hlavní tratě. Úsek je vymezen staničením km 24,2 a km 27,7 a dosahuje tedy délky 3,5 km.

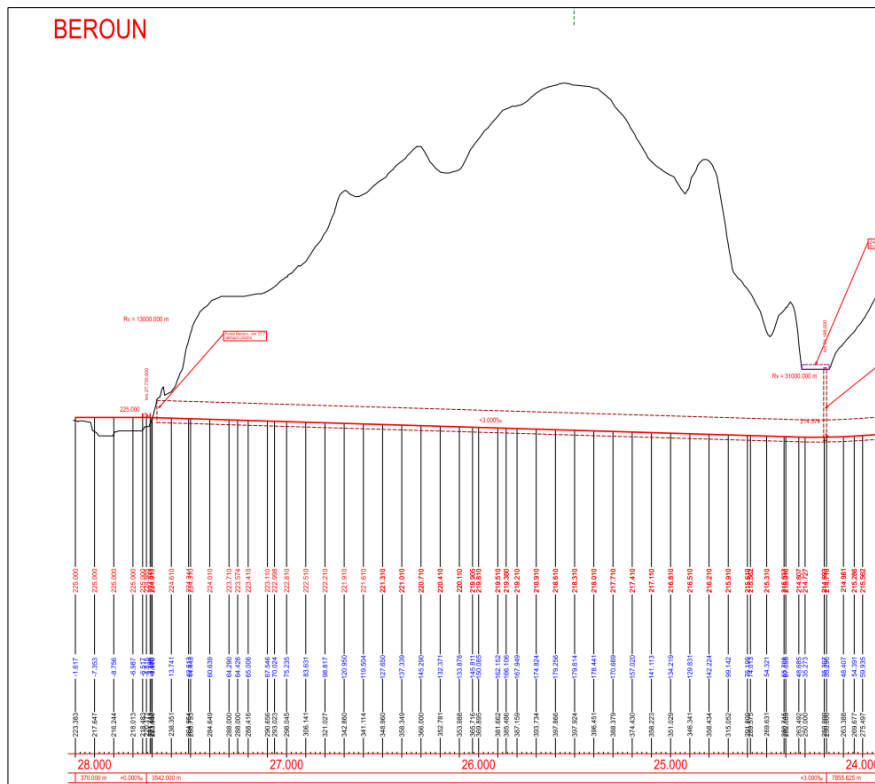


**Obrázek 25 – Přehledná situace úseku tunelu Svatý Ján – Portál Beroun.**

V předmětném úseku niveleta tunelu stoupá ze šachty Svatý Ján, kde se bude nacházet nejnižší bod celého tunelu, k portálu Beroun, kde trať opustí tunel, aby po estakádě přes Berounku dosáhla berounského nádraží. Geomorfologie terénu je rozmanitá a je tvořena



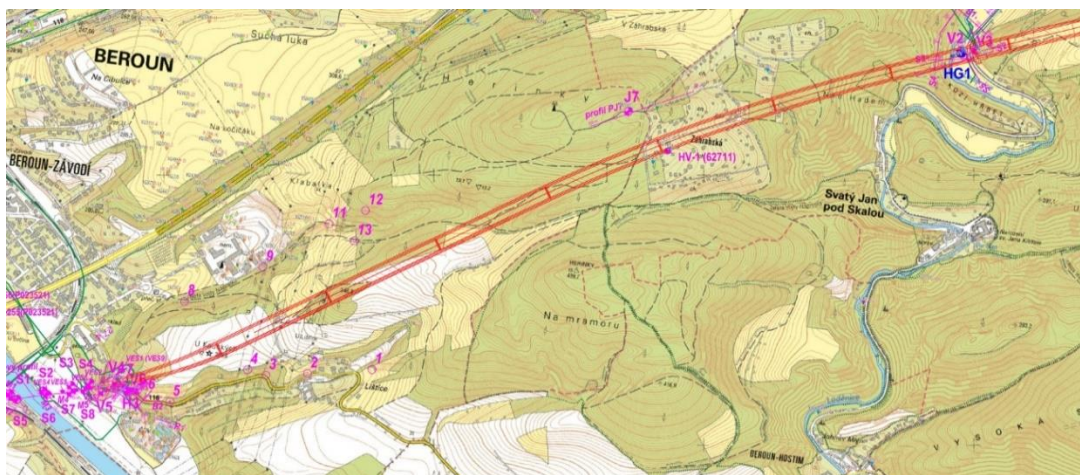
zejména hřbetem místního názvu Herinky. Po převážnou délku úseku se budou tunely vyskytovat v hloubce 50 až 180 m pod povrchem – viz Obrázek 26.



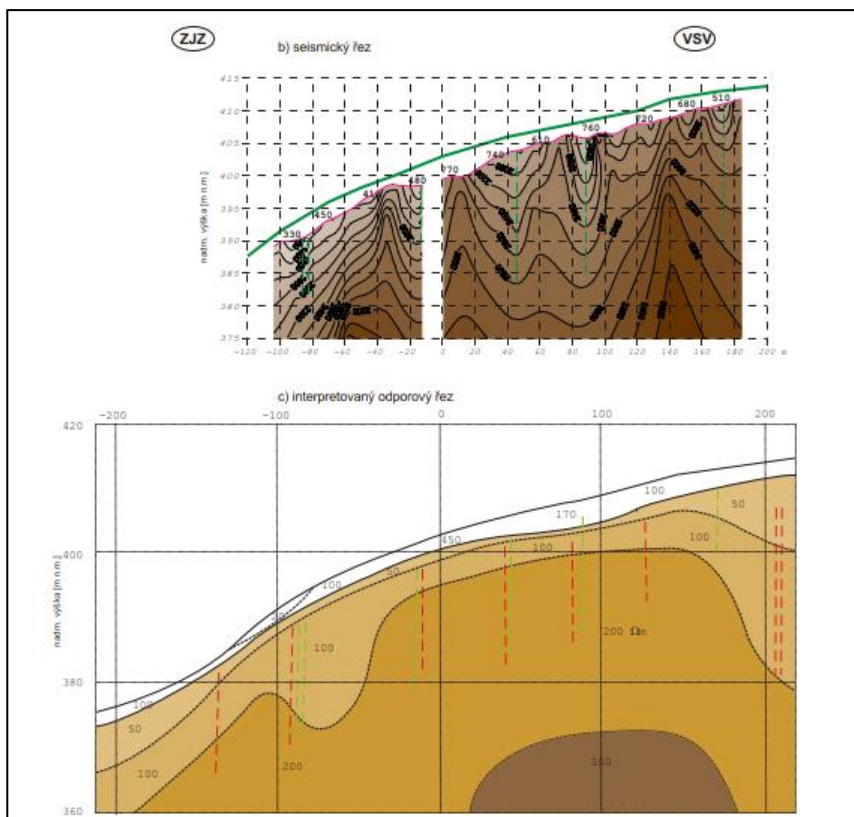
Obrázek 26 – Schematický podélný profil úseku tunelu.

V oblasti zájmového úseku tunelu neregistruje evidence vrtné prozkoumanosti mnoho použitelných hlubokých vrtů. Vzdálenější historické vrtý jsou vázány na ložiskový průzkum pro nerudní materiály nebo inženýrsko-geologický průzkum pro čistírnou odpadních vod nedaleko berounského portálu.

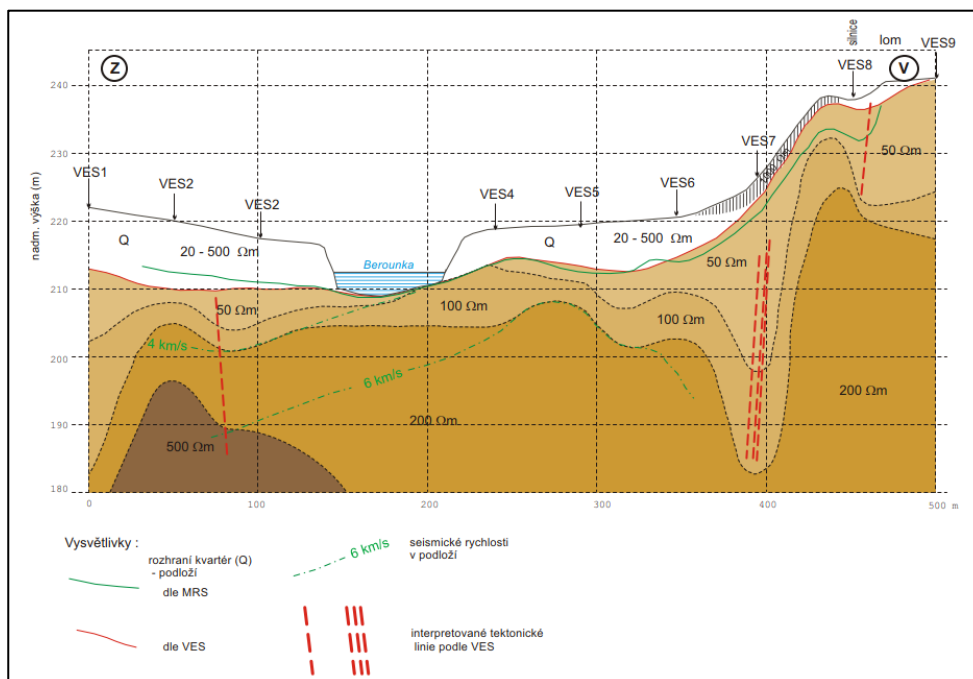
V rámci předběžného průzkumu byly pro předmětný úsek provedeny tři svislé vrtý J6, V2 a V3 s hydrogeologickým vrtem HG1 u šachty Svatý Ján, potom hluboký vrt J7 nedaleko osady Záhrabská a několik vrtů na berounském portále včetně průzkumných vrtů pro založení estakády. – viz Obrázek 27. Na provedené vrtý byla navázána mělká geofyzika – viz **Error! Reference source not found.** a Obrázek 29.



Obrázek 27 – Archivní sondy evidované v úseku Svatý Ján – Portál Beroun.



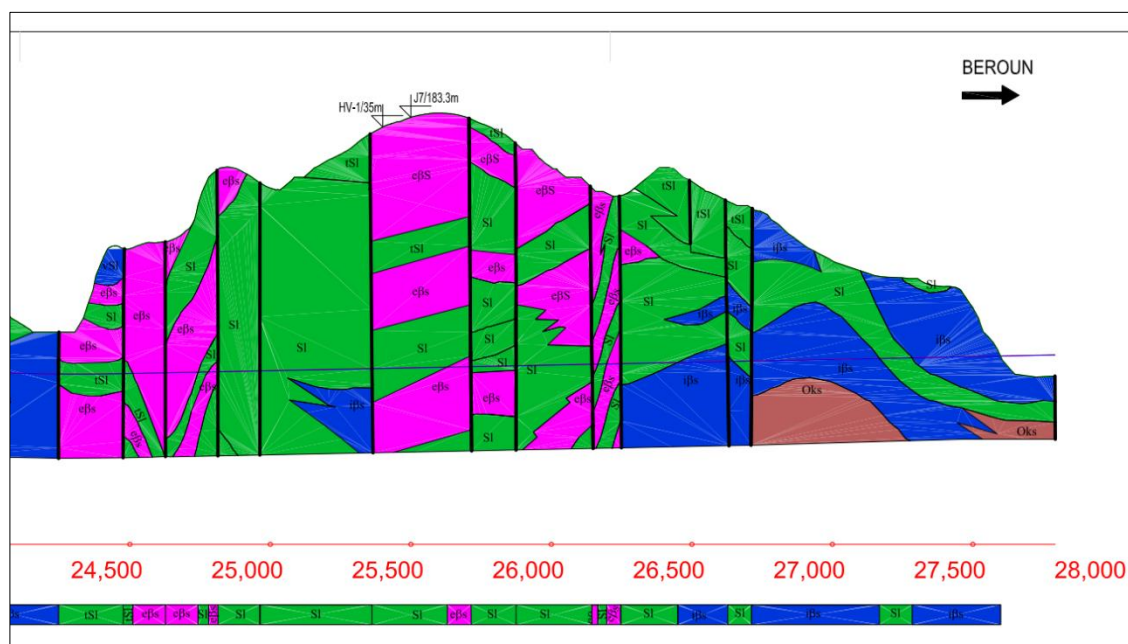
**Obrázek 28 Ukázka interpretovaného odporového řezu na lokalitě Záhrabská (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6)**



**Obrázek 29 – Ukázka interpretovaného odporového řezu na portále Beroun (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6).**

Předpokládané geologické podmínky vycházejí z interpretovaného geologického profilu sestaveného v rámci předběžného geotechnického průzkumu – viz Obrázek 30.

V předmětném úseku tunelu se ve směru staničení předpokládají usazeniny silurského stáří s četnými polohami efuzivních bazaltů nebo intruzivních diabasů, přičemž horninové prostředí bude značně poznamenáno složitou tektonikou.



**Obrázek 30 – Interpretovaný podélný geologický řez v úseku Svatý Ján – Portál Beroun (Horáček M. a kol., 2007, příloha A6).**

### **Návrh průzkumných geofyzikálních prací**

Předpokládané vedení geofyzikálních profilů je zřejmé z přílohy 1.005.

Na zájmovém úseku je navržena jedna trasa geofyzikálního měření sledující trasu tunelu.

V předmětném úseku prochází trasa tunelu převážně lesní, v menší míře luční krajinou. Na části bude podcházet chatovou osadu Záhrabská.

Překážkou pro provedení elektromagnetického sondování bude výskyt nadzemního vedení vysokého napětí ve staničení km 26,8 až km 27,0, kde plánovaná trasa tunelu kříží několik paralelních tras VVN. Trasy profilů byly navrženy orientačně.

Celková délka navržených geofyzikálních ERT profilů tak činí 3,480 km. Vzhledem k hloubce tunelu cca 190 m pod terénem bude třeba zvolit multielektrodovou konfiguraci měřeného úseku s maximální vzdálenost proudových elektrod  $AB_{max} = 750$  m se vzdáleností mezi elektrodami  $MN_{max} = 5$  m.

Elektromagnetické sondování TDEM je navrženo ve stejné trase. S navrženou hustotou pro elektromagnetické sondování 1 sonda á 100 m tak činí celkový navržený rozsah měření 35 sond.

Paralelní profily sondování metodou VDV pro ověření směru tektonických poruch v příčném směru jsou navrženy v nesouvislých profilech cca 40–60 m od osy profilů ERT s vyloučením lokalit se souvislou zástavbou. Sondováním VDV se tak pokryje celkem 3,780 km, což při hustotě 1 sonda á 100 m činí celkový navržený rozsah 40 měření.

## 4 Závěr

Předkládaný projekt průzkumných prací řeší první fázi podrobného průzkumu zaměřeného na návrh geofyzikálních měření pro oblast pokrývající celou trasu tunelu Beroun od portálu Hlubočepy po portál Beroun i jeho odbočnou větev napojení na Krč k portálu Malý Chuchle.

V předmětné fázi podrobného geofyzikálního průzkumu je navržen kumulativní rozsah prací dle následující tabulky.

Navržený rozsah měření			
	ERT [km]	EM [bod]	VDV [bod]
Praha – Šachta Slivenec	8,3	87	76
Šachta Slivenec – Šachta Tachlovice	8,4	88	81
Šachta Tachlovice – Lokalita Loděnice/Jánská	5,4	54	61
Lokalita Loděnice/Jánská – Šachta Svatý Ján	2,6	26	38
Šachta Svatý Ján – Portál Beroun	3,5	35	40
	28,2	290	296

Geofyzikální práce první fáze podrobného průzkumu byly koncipovány tak, aby byly v souladu s průzkumnými pracemi projektovanými v separátních celcích:

- Odkryvné a geofyzikální práce pro šachty
- Odkryvné práce pro trasu tunelu
- Průzkumné práce pro související stavební objekty

Cílem návrhu byl optimální komplex geofyzikálních metod pro identifikaci problematických oblastí horninového masivu v trase tunelu, do kterých bude cílit důkladnější doplňkový průzkum. Ten bude detailněji zkoumat problematické oblasti indikovaných podrobným průzkumem. Doplnkový průzkum se znovu bude skládat ze dvou částí: geofyzikálního doplňkového průzkumu a vrtného doplňkového průzkumu.

V Praze dne 31.05.2022

Ing. Jiří Janků

RNDr. Peter Nešvara



## 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. Inženýrskogeologický 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