

## Obsah

<b>A</b>	<b>GEOLOGICKÁ ČÁST .....</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>Všeobecná část .....</b>	<b>4</b>
1.1	Identifikační údaje .....	4
1.2	Úvod .....	4
1.3	Stručná charakteristika přírodních poměrů .....	5
1.3.1	Geomorfologické poměry .....	6
1.3.2	Klimatické poměry .....	7
1.3.3	Geologická stavba území .....	11
1.3.4	Inženýrsko-geologické poměry .....	13
1.3.5	Tektonická stavba .....	15
1.3.6	Geodynamické jevy .....	17
1.3.7	Hydrogeologická charakteristika .....	18
1.3.8	Hydrologická charakteristika .....	20
1.4	Seismicita území .....	21
1.5	Území se zvláštním režimem ochrany .....	22
1.6	Znečištění horninového prostředí .....	23
1.7	Záření z přírodních zdrojů a radonové riziko .....	23
1.8	Ložiska nerostných surovin a poddolovaná území .....	23
1.9	Geologická prozkoumanost území .....	24
1.10	Geofyzikální prozkoumanost .....	26
1.10.1	Oblast struktury Petrovice-Döbra .....	26
1.10.2	Oblast struktury Gottleubatal .....	27
1.10.3	Oblast krystalinika Krušných hor mezi Gottleubatal a podkrušnohorskou pánví .....	27
1.10.4	Podkrušnohorská pánev .....	28
1.10.5	Výsledky geofyzikálního průzkumu realizovaného v roce 2022 v rámci přípravy projektu předběžného inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu .....	28
<b>2.</b>	<b>Podrobná část .....</b>	<b>32</b>
2.1	Požadavky a cíl průzkumných prací .....	32
2.2	Rozsah a metodika průzkumných prací .....	32
2.2.1	Technické práce – realizace průzkumných vrtů .....	33
2.2.2	Presiometrické zkoušky .....	35
2.2.3	Dilatometrické zkoušky .....	35
2.2.4	Hydrodynamické zkoušky .....	36
2.2.5	Geofyzikální práce – povrchová geofyzikální měření a karotáž .....	37
2.2.6	Vzorkovací a laboratorní práce .....	40
2.2.7	Hydrogeologické práce .....	46
2.2.8	Geodetické práce .....	46
2.2.9	Práce geologické služby .....	46
<b>3.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>B</b>	<b>TECHNICKÁ ČÁST .....</b>	<b>48</b>
<b>1.</b>	<b>Všeobecné údaje .....</b>	<b>48</b>
1.1	Účel a objednatel prací .....	48
1.2	Správní obvod lokality .....	48
1.3	Vytyčení a označení průzkumných děl .....	48
1.4	Personální a strojové zabezpečení .....	48
1.5	Příprava a likvidace vrtních pracovišť .....	48
1.6	Odpadové hospodářství a ochrana životního prostředí .....	48
1.7	Dopravní trasy a charakter terénu .....	49
1.8	Sociální zabezpečení .....	50
<b>2.</b>	<b>Technické práce .....</b>	<b>51</b>
2.1	Druh a rozsah prací .....	51
2.2	Technologický postup .....	51
2.2.1	Základní všeobecné požadavky na vrtné práce .....	51
2.2.2	Specifické požadavky na vrtné práce .....	52
2.2.3	Opatření k zabezpečení požadavků na ochranu životního prostředí .....	58
2.2.4	Opatření k zajištění bezpečnosti a ochrany veřejných zájmů .....	58
2.2.5	Způsob likvidace nepotřebné části vrtu .....	60
<b>4.</b>	<b>Závěrečná ustanovení .....</b>	<b>61</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>62</b>
	<b>Použité normy .....</b>	<b>62</b>
	<b>Použité mapy .....</b>	<b>63</b>

**Seznam příloh**

Příloha 1	Přehledná situace území 1: 50 000
Příloha 2.1 až 2.4	Situace navrhovaných průzkumných děl a geofyzikálních měření (M 1: 10 000)
Příloha 3.1 až 3.4	Situace archivních průzkumných děl a archivních geofyzikálních měření (M 1: 10 000)
Příloha 4.1.1	Geoelektrické odporové měření na profilu GF KH-1
Příloha 4.1.2	Geoelektrické odporové měření na profilu GF KH-2
Příloha 4.1.3	Geoelektrické odporové měření na profilu GF KH-3
Příloha 4.1.4	Geoelektrické odporové měření na profilu GF KH-4
Příloha 4.1.5	Geoelektrické odporové měření na profilu GF KH-5
Příloha 4.2	Vyhodnocení měření mělké refrakční seismiky na profilech GF KH-7 a KH-8
Příloha 4.3.1	Výsledky měření hluboké reflexní seismiky (RXS)
Příloha 4.3.2	Interpretace měření reflexní seismiky
Příloha 4.3.3	Interpretace měření refrakční seismiky
Příloha č.5	Rozsah navržených prací
Příloha 6.1 až 6.6	Situace přístupových cest k navrhovaným průzkumným vrtům (M 1: 2 000)
Příloha č.7	Souhrnná tabulka technických parametrů projektovaných vrtů

## Seznam tabulek

Tabulka 1	Geomorfologická rajonizace.....	6
Tabulka 2	Shrnutí zastižených klimatických charakteristik dle Quitta .....	8
Tabulka 3	Srážkové úhrny z meteorologické stanice Petrovice – Krásný Les v letech 2017–2021 s procentuálním zastoupením dlouhodobého normálu.....	8
Tabulka 4	Srážkové úhrny z meteorologické stanice Telnice – Varvažov v letech 2017–2021 s procentuálním zastoupením dlouhodobého normálu.....	9
Tabulka 5	Územní srážky Ústeckého kraje za období 2016-2021 .....	9
Tabulka 6	Dlouhodobé měsíční srážkové úhrny ze stanice Petrovice-Krásný Les a Telnice (normál 1981-2010).....	10
Tabulka 7	Záměry hladiny podzemní vody v archivních průzkumných vrtech.....	20
Tabulka 8	Hodnoty objemové aktivity radonu v geologickém podloží lokality .....	23
Tabulka 9	Údaje o poddolování, existujících výsypkách a haldách v širší zájmové oblasti.....	24
Tabulka 10	Přehled navrhovaných vrtných prací .....	33
Tabulka 11	Přehled navrhovaných vrtů jednoduchou jádrovkou s TK korunkou .....	34
Tabulka 12	Přehled navrhovaných vrtů dvojitou jádrovkou s dia korunkou (WireLine) .....	34
Tabulka 13	Přehled typů kvality a kategorií odběru vzorků pro zeminy .....	40
Tabulka 14	Přehled navrhovaných laboratorních rozborů mechaniky zemin.....	42
Tabulka 15	Přehled odběru vzorků zemin a laboratorní práce .....	43
Tabulka 16	Přehled navrhovaných laboratorních rozborů mechaniky hornin .....	43
Tabulka 17	Přehled odběru vzorků hornin a laboratorní práce mechaniky hornin .....	44
Tabulka 18	Přehled navrhovaných laboratorních prací mineralogie, petrografie a stratigrafie hornin a zemin.....	45
Tabulka 19	Přehled dotknutých parcel (parcela v místě vrtu / parcely přístupových cest) .....	49
Tabulka 20	Projektovaného průzkumné vrtu v portálové oblasti.....	53
Tabulka 21	Harmonogram prací.....	61

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1	Grafické znázornění srážkového úhrnu územních srážek Ústeckého kraje za období 2016-2021 včetně dlouhodobého normálu.....	10
Obrázek č. 2	Grafické znázornění dlouhodobých průměrných měsíčních srážek z Petrovic, Telnice a Ústeckého kraje.....	11
Obrázek č. 3	Výřez ze základní geologické mapy ČR (zdroj: mapy.geology.cz) .....	12
Obrázek č. 4	Zjednodušený přehled tektonického vývoje oblasti .....	16
Obrázek č. 5	Předpokládaná tektonická stavba v oblasti projektovaného tunelového portálu.....	17
Obrázek č. 6	Modelové vrtné schéma .....	57

## A GEOLOGICKÁ ČÁST

### 1. Všeobecná část

#### 1.1 Identifikační údaje

Název záměru:	<b>RS 4 úsek Ústí nad Labem – státní hranice CZ / SRN;</b> Činnosti geologické služby pro Krušnohorský tunel
Etapa prací:	<b>předběžný průzkum</b>
Objednatel/investor:	<b>Správa železnic, státní organizace</b> se sídlem: Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 – Nové Město IČO: 70994234; DIČ: CZ70994234 korespondenční adresa: Správa železnic, státní organizace Generální ředitelství, Odbor přípravy VRT Křižíkova 552/2. 186 00 Praha 8
Zhotovitel:	<b>Sdružení Krutul – A–C – M RS4 Činnost geologické služby</b> zastoupené vedoucím účastníkem sdružení AZ GEO, s.r.o. Chittussiho 1186/40, 710 00 Ostrava-Slezská Ostrava IČO: 253 58 944; DIČ: CZ2535894

#### 1.2 Úvod

Na základě smlouvy č. 61822059 ze dne 24.08.2022, byl vypracován předkládaný Projekt pro **předběžný inženýrsko-geologický průzkum** v rámci projektované stavby „RS 4 úsek Ústí nad Labem – státní hranice CZ/SRN“, Činnosti geologické služby pro Krušnohorský tunel, evidované

u objednatele pod číslem zakázky E618-S-2593/2022. U zhotovitele projektu geologických prací – **Sdružení Krutul – A–C – M RS4 Činnost geologické služby, zastoupený společností AZ GEO s.r.o.** – byl projekt zaevidován pod číslem zakázky 22AZ200100000028. V souladu s platnou legislativou byl Českou geologickou službou dne 2.12.2022 projekt zaregistrován pod číslem **5215/2022**.

Předběžný inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum bude vykonáván ve smyslu zákona č. 62/1988 sb. o geologických pracích v platném znění a dle vyhlášky č. 369/2004 Sb. O projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek. Zároveň budou naplněny nezbytné ohlašovací a evidenční povinnosti plynoucí z tohoto zákona (oznámení na obec a registrace projektu u České geologické služby). Vzhledem k projektovaným hloubkám vrtů je projekt priměřeně i báňským projektem (v souladu s § 5 odst. 2 a § 5b zákona č. 61/1988 Sb., a § 23 odst. 2 vyhlášky č. 239/1998 Sb.).

Terénní práce budou řízeny odborníkem v oboru inženýrská geologie a hydrogeologie a rovněž osobou s odbornou způsobilostí vydanou MŽP (na základě zákona č. 62/1988 Sb.

o geologických pracích v platném znění) v uvedených oborech. Vrtné práce prováděné hornickým způsobem budou realizovány organizací podle § 5 odst. 2 zákona č. 61/1988 Sb., které bylo orgánem státní báňské správy vydáno oprávnění dle § 1 odst. 1 a 2 vyhlášky č. 15/1995 Sb. k činnosti prováděné hornickým způsobem. Vrtné práce budou rovněž oznámeny příslušnému báňskému úřadu.

Úsek portálu Krušnohorského tunelu – státní hranice ČR / SRN je dílčí částí vysokorychlostní železniční tratě „RS 4 + RS 42 Praha – Ústí nad Labem (Most) – Dresden“, „RS 4 úsek Ústí nad Labem – státní hranice CZ / SRN“. Nová trasa železnice vedoucí z terminálu v Ústí nad Labem centrum, se od stávající konvenční tratě č. 130 Ústí nad Labem – Teplice v Čechách odpojuje severně od obce Chabařovice, kde před silnicí I/13 navazuje na portál Krušnohorského tunelu. Zároveň trať před tunelem odbočuje do ŽST Chabařovice, kde se napojí na stávající trať č. 130 Ústí nad Labem – Chomutov.

Stavba Krušnohorského tunelu v současnosti zahrnuje dva jednokolejné železniční tunely v rozdílných niveletách, které budou prováděné převážně mechanizovanou ražbou, v oblasti portálu přibližně ve staničení cca 91,615 km. Krušnohorský tunel je projektován o celkové délce 26 až 31 km v závislosti na zvolené variantě na německé straně.

Úloha je řešena v etapě předběžného inženýrsko-geologického průzkumu pro úsek plánovaného železničního tunelu v úseku Chlumeck – státní hranice ČR/Německo. Charakter a rozsah geologických prací vychází z požadavků objednatele schválených Českou geologickou službou (ČGS). Podrobně je rozsah plánovaných prací uveden v kapitole 2.2 (Rozsah a metodika průzkumných prací). K vypracování projektu prací poskytl objednatel Správa železnic (SŽ) následující podklady:

- podklady z realizovaných geofyzikálních měření v rámci přeshraničního projektu spolupráce [9];
- výsledky archivních geofyzikálních měření, realizovaných společností Geodrill [8];
- aktuální trasu plánovaného tunelu a koncepci uspořádání portálového zářezu ve formátu dwg;
- podélný geologický řez ze studie proveditelnosti [11] ve formátu dwg;

Podle zákona č. 62/1988 Sb. z. § 12 odst. 2 v plném znění, je povinen objednatel zabezpečit odevzdání jednoho exempláře závěrečné zprávy průzkumu České geologické službě pro trvalé uchování a případné další užití zprávy.

### 1.3 Stručná charakteristika přírodních poměrů

Projektovaná trasa vysokorychlostní trati (VRT) se nachází na území Ústeckého kraje, převážně v okrese Ústí nad Labem, přičemž trasa tunelu částečně zasahuje do okresu Teplice. Lokalita se nachází v převážně horském až mírně svažitém terénu s nadmořskou výškou, která se v oblasti portálu tunelu pohybuje v rozmezí cca 180,0 až 220,0 m n.m., v trase tunelu pak nadmořská výška terénu dosahuje 220,0 až cca 800,0 m n.m.

## Místopisné určení posuzovaného území

kraj:	CZ 042 Ústecký
okres:	CZ 0427 Ústí nad Labem
	CZ 0426 Teplice
obec:	CZ 0427 568007 Chabařovice
	CZ 0427 568015 Chlumeč
	CZ 0426 567639 Krupka
	CZ 0427 568295 Telnice
	CZ 0427 568147 Petrovice
katastrální území:	650498 Chabařovice
	651796 Chlumeč u Chabařovic
	755818 Stradov u Chabařovic
	794490 Žandov u Chlumce
	675377 Habartice u Krupky
	675318 Unčín u Krupky
	765724 Telnice
	673978 Větrov u Krásného Lesa
	673986 Krásný Les v Krušných horách

### 1.3.1 Geomorfologické poměry

**Regionální geomorfologická rajonizace reliéfu ČR** [3] zahrnuje zájmovou oblast do Krušnohorské soustavy, oblasti Krušnohorské hornatiny a Podkrušnohorské oblasti. Detailnější geomorfologické členění je zpracováno v následující tabulce 1.

**Tabulka 1 Geomorfologická rajonizace**

	1.	2.	3.
<b>Soustava / Systém</b>	Hercynská		
<b>Podsoustava / podsystém</b>	Hercynské pohoří		
<b>Provincie</b>	Česká vysočina		
<b>Subprovincie</b>	Krušnohorská soustava		
<b>Oblast</b>	Krušnohorská hornatina	Podkrušnohorská oblast	
<b>Celek</b>	Krušné hory	Mostecká pánev	České středohoří
<b>Podcelek</b>	Loučenská hornatina	Chomutovsko-teplická pánev	Verneřické středohoří
<b>Okrsek</b>	Nakléřovská vrchovina	Chabařovská pánev	Ústecké středohoří

Převážná část plánové trasy krušnohorského tunelu prochází geomorfologickou subprovincií Krušnohorská soustava, oblasti Krušnohorská hornatina. Jenom území portálu a přilehlý úsek plánované železniční vysokorychlostní tratě (dále jen VRT) zasahuje do Podkrušnohorské oblasti v okolí obce Chlumeč a Chabařovice.

**Krušnohorská hornatina** – větší část trasy projektované VRT je vedená tzv. krušnohorským tunelem, který začíná u obce Chlumeč v podkrušnohorské pánvi, a pak protíná pohoří Krušné hory ve směru z jihu na sever. Krušné hory tvoří kra metamorfovaných hornin (typicky ortoruly), ukloněná na sever, a oddělená na jihu od podkrušnohorské pánve výrazným zlomem (krušnohorský zlom). Podél zlomu je pánev zakleslá a pohoří tak tvoří výrazný morfologický stupeň se strmými svahy a relativní výškou 500–700 m. V rámci krušnohorské hornatiny je vyloučen okrsek Nakléřovské vrchoviny.

Nakléřovská vrchovina je členitá kerná vrchovina o rozloze 94,06 km<sup>2</sup>. Geologická stavba vrchoviny je složena ze spodnopaleozoických až svrchnoproterozoických ortorul



a metagranodioritů s ojedinělými denudačními relikty pískovců, prachovců a slepenců cenomanských rokycanských vrstev svrchní křídly. Plocha horninové kry byla rozčleněna podružnými zlomy, podél kterých pokračovala v neogénu a kvartéru eroze vodních toků, která vytvořila výrazná údolí. Hornatina je typická rozlehlými holorovinami a strukturními hřbety. Dále je jihovýchodní okrajový zlomový svah rozřezán hlubokými údolními potoky. Krajina tvoří typickou pahorkatinu (severní část území) až hornatinu (jižní část území). Významnými body jsou Rudný vrch (796 m n.m.), Jelení vrch (734 m n.m.), Špičák (724 m n.m.), kóta 794 m n.m. na západ od Vinného vrchu (659 m.n.m.) a Nakléřovský průsmyk (680 m n.m.). Relativní výškové rozdíly mezi vrcholovými částmi a údolními částmi pohoří na jihu území se pohybují mezi 300–400 m, v severní části (na hranici s Německem) pak jenom 100–300 m. Na území se nachází v PPK Východní Krušné hory, PR Černá louka, PR Špičák u Krásného lesa a PR Niva Olšovského potoka.

**Podkrušnohorská oblast** (Chabařovická pánev) v okolí obcí Stradov, Chlumeck a Chabařovice představuje výsledek geologicko-tektonického vývoje území a následných erozně-akumulačních procesů a jiných geodynamických jevů, včetně antropogenní činnosti. Chabařovická pánev je tektonická sníženina mezi Krušnými horami a Českým středohořím. Sníženina je tvořena miocenními jezerními jíly a písky a hnědouhelnými sloji mosteckého souvrství, méně již cenomanskými pískovci, turonskými slínovci, terciárními vulkanity a pokryvy čtvrtohorních sedimentů. Rozloha tektonické sníženiny je cca 104,07 km<sup>2</sup>. Údolní nivu Ždírnického potoka, Habartického potoka a jejich přítoků, která vznikla na neogenním geologickém substrátu, tvoří fluvialní kvartérní usazeniny. Přilehlé svahy jsou pokryty proluviálními a fluvialními štěrky a písky. Reliéf krajiny je rovinatý s malými výškovými rozdíly, na západě území tvoří výchozy neogenních vulkanitů lokální terénní elevace. Předkvartérní výplň lokální neogenní pánve je tvořená jíly, písky, uhlím a jejich vzájemnými přechody. Oblast je silně zasažena důlní činností s jejími projevy – tvorba výsypků a hald, poddolování, úpravy průběhu koryt vodních toků. Nadmořská výška dna údolí dosahuje 185,0–200,0 m n.m., hlavní významné kóty v okolí jsou Horka (312,3 m n.m.), Nedvězí (283,4 m n.m.) a antropogenní tvary – výsypky, odkaliště, jáma bývalého lomu Chabařovice (v současnosti rekultivována).

### 1.3.2 Klimatické poměry

**Podle základních klimatologických charakteristik** [6] se zájmové území nachází v závislosti na poloze a nadmořské výšce v teplé oblasti **T2** (oblast portálu až po cca km 31,500), mírně teplé oblasti **MT9** (cca km 31,500 – 29,000) a **MT4** (cca 29,000 – 26,000) a chladné oblasti **CH7** (cca v úseku od 26,000 po hranici ČR/Německo km 20,500). Převážná část projektované trati tunelu se nachází v oblasti **CH7** a **MT4**. V následující tabulce 2 jsou uvedeny základní klimatické charakteristiky jednotlivých klimatických oblastí.

Klimatická oblast **T2** má dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem a podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimu, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Klimatická oblast **MT9** má dlouhé léto, teplé, suché až mírně suché, přechodné období je krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky. Klimatickou oblast **MT4** charakterizuje krátké léto, mírné, suché až mírně suché, přechodné období je krátké s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Chladná klimatická oblast **CH7** má mírně chladné jaro a mírný podzim a velmi krátké až krátké léto, mírně chladné a vlhké, přechodné období je dlouhé, zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhou sněhovou pokrývkou [6].

Tabulka 2 Shrnutí zastížených klimatických charakteristik dle Quitta

Klimatické charakteristiky	T2	MT9	MT4	CH7
Počet letních dní ( $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ )	50 – 60	40 – 50	20 – 30	10 – 30
Počet dní s průměrnou teplotou $10^{\circ}\text{C}$ a více	160 – 170	140 – 160	140 – 160	120 – 140
Počet mrazových dní ( $T_{\max} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$ )	100 – 110	110 – 130	110 – 130	140 – 160
Počet ledových dní ( $T_{\min} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$ )	30 – 40	30 – 40	40 – 50	50 – 60
Průměrná teplota v lednu [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-2 – -3	-3 – -4	-2 – -3	-3 – -4
Průměrná teplota v červenci [ $^{\circ}\text{C}$ ]	18 – 19	17 – 18	16 – 17	15 – 16
Průměrná teplota v dubnu [ $^{\circ}\text{C}$ ]	8 – 9	6 – 7	6 – 7	4 – 6
Průměrná teplota v říjnu [ $^{\circ}\text{C}$ ]	7 – 9	7 – 8	6 – 7	6 – 7
Průměrný počet dní se srážkami $\geq 1\text{mm}$	90 – 100	100 – 120	110 – 120	120 – 130
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 – 400	400 – 450	350 – 450	500 – 600
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	200 – 300	250 – 300	250 – 300	350 – 400
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 – 50	60 – 80	60 – 80	100 – 120
Počet zamračených dní	120 – 140	120 – 150	150 – 160	150 – 160
Počet jasných dní	40 – 50	40 – 50	40 – 50	40 – 50

Nejbližší automatizovaná meteorologická stanice ČHMÚ je v Dubí (ozn. U1DUBI01, 402 m n.m.) a v Petrovicích – Krásném Lese (ozn. U1PEKL01, 631 m n.m.). Manuálně obsluhovaná meteorologická stanice se nachází v Telnici – Varvažově (označení U1TELN01, 340 m n.m.). Nejbližší totalizátory pro měření sněhových srážek jsou na Bouřňáku (označení U1BOURTT, 860 m n.m.) a na Sněžníku (označení U1SNEZTT, 716 m n.m.). Pro tento projekt budou použity data srážkových úhrnů z meteorologických stanic v Petrovicích – Krásném Lese a v Telnici – Varvažově. Data budou srovnána s normálem z období 1991-2020 pro Ústecký kraj (chmi.cz), viz. tabulky 3 a 4.

Tabulka 3 Srážkové úhrny z meteorologické stanice Petrovice – Krásný Les v letech 2017–2021 s procentuálním zastoupením dlouhodobého normálu

měsíc/rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Σ rok
	mm												
Ø1991-2020	43,0	35,0	42,0	33,0	62,0	75,0	81,0	78,0	54,0	47,0	45,0	47,0	642,0
2017	49,5	32,9	65,4	64,8	57,3	91,7	106,3	111,1	48,5	95,9	51,5	51,6	826,5
%	115,1	94,0	155,7	196,4	92,4	122,3	131,2	142,4	89,8	204,0	114,4	109,8	128,7
2018	66,8	8,9	38,7	41,9	49,3	44,3	25,2	55,2	54,0	43,7	10,0	87,4	524,4
%	155,3	25,4	92,1	127,0	79,5	59,1	31,1	70,8	100,0	93,0	22,2	186,0	81,7
2019	105,2	51,6	55,0	32,0	76,6	42,0	29,9	66,7	81,0	46,6	37,7	46,8	671,1
%	244,7	147,4	131,0	97,0	123,5	56,0	36,9	85,5	150,0	99,1	83,8	99,6	104,5
2020	28,3	111,7	44,2	4,0	74,8	85,2	41,8	134,6	55,2	128,1	9,9	21,7	739,5
%	65,8	319,1	105,2	12,1	120,6	113,6	51,6	172,6	102,2	272,6	22,0	46,2	115,2
2021	99,7	62,5	49,4	47,8	93,8	83,0	135,7	147,2	33,3	17,1	77,6	49,7	896,8
%	231,9	178,6	117,6	144,8	151,3	110,7	167,5	188,7	61,7	36,4	172,4	105,7	139,7



**Tabulka 4 Srážkové úhrny z meteorologické stanice Telnice – Varvažov v letech 2017–2021 s procentuálním zastoupením dlouhodobého normálu**

měsíc/rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Σ rok
	mm												
Ø1991-2020	43,0	35,0	42,0	33,0	62,0	75,0	81,0	78,0	54,0	47,0	45,0	47,0	642,0
2017	71,3	33,7	70,5	51,5	49,3	76,1	89,8	92,9	44,6	103,5	65,2	68,6	817,0
%	165,8	96,3	167,9	156,1	79,5	101,5	110,9	119,1	82,6	220,2	144,9	146,0	127,3
2018	86,3	7,2	43,6	34,3	19,6	65,2	28,0	65,6	48,6	43,7	9,1	108,4	559,6
%	200,7	20,6	103,8	103,9	31,6	86,9	34,6	84,1	90,0	93,0	20,2	230,6	87,2
2019	134,1	54,1	58,8	21,2	65,9	47,3	21,6	89,9	57,2	54,1	42,1	54,0	700,3
%	311,9	154,6	140,0	64,2	106,3	63,1	26,7	115,3	105,9	115,1	93,6	114,9	109,1
2020	27,4	122,3	45,7	2,4	63,7	70,5	28,9	185,6	39,6	113,5	12,4	29,7	741,7
%	63,7	349,4	108,8	7,3	102,7	94,0	35,7	237,9	73,3	241,5	27,6	63,2	115,5
2021	99,2	62,0	38,8	35,6	91,7	62,3	139,7	118,6	24,8	18,9	70,4	47,0	809,0
%	230,7	177,1	92,4	107,9	147,9	83,1	172,5	152,1	45,9	40,2	156,4	100,0	126,0

Srážkové úhrny širší oblasti dokumentuje tabulka 5, v které jsou uvedeny měsíční srážkové úhrny oblasti Ústeckého kraje za období 2016-2021 včetně srovnání s dlouhodobým normálem [2]. Průměrný roční srážkový úhrn území dosahuje 635 mm s maximálním měsíčním úhrnem v červenci a srpnu (79 mm) a s minimálním úhrnem v únoru (37 mm). Dlouhodobý průměrný srážkový úhrn ve vegetačním období (IV – IX) dosahuje v zájmové oblasti 373 mm, což odpovídá cca 59 % ročního úhrnu srážek. V chladném (nevegetačním) období (X – III) klesá na 262 mm, což odpovídá 41 % ročního úhrnu srážek. Takové rozložení atmosférických srážek v průběhu roku, s maximem ve vegetačním období, je v uvedené klimatické oblasti běžné. K doplňování zásob podzemní vody dochází převážně v jarním období při tání sněhové pokrývky a částečně také při podzimních srážkách, kdy jsou nízké hodnoty výparu.

Z hlediska srovnání s dlouhodobým normálem pro Ústecký kraj byly roky 2016, 2017 a 2021 srážkově normální, s procentuálním zastoupením dlouhodobého normálu v rozmezí 103 až 105 %. Období 2018 až 2020 bylo srážkově podnormální až silně podnormální s dlouhodobým procentuálním zastoupením normálu v rozmezí 69 až 89 %. V průběhu roku se častěji vyskytuje podnormální srážkový úhrn (nižší než 75 % dlouhodobého normálu). Grafické znázornění měsíčních srážkových úhrnů pro území Ústeckého kraje je znázorněno na obrázku 1.

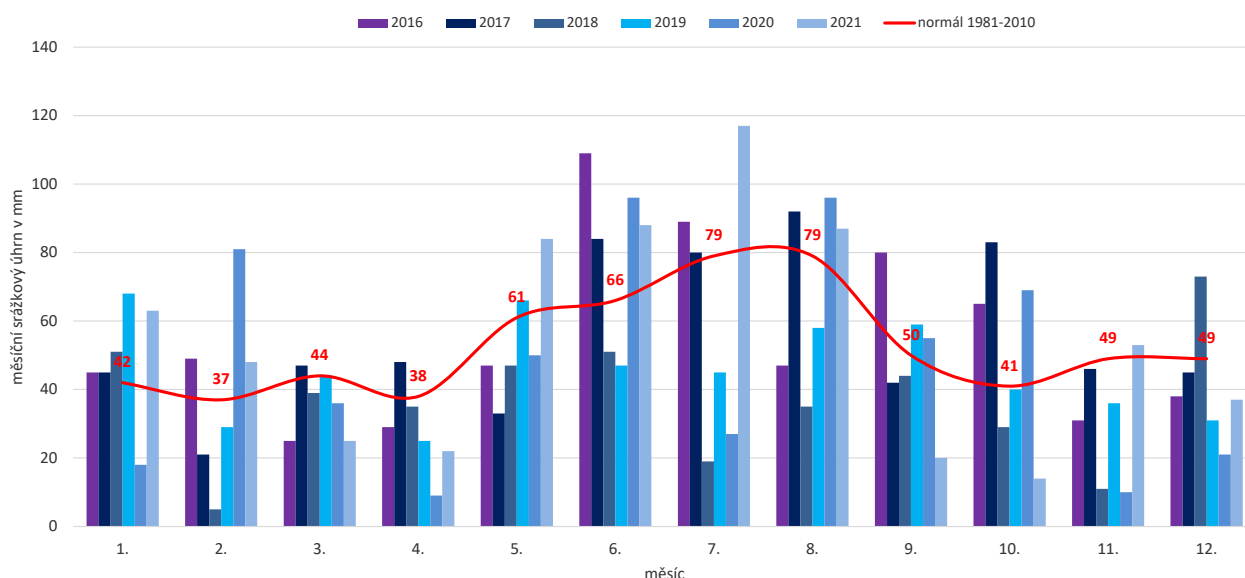
**Tabulka 5 Územní srážky Ústeckého kraje za období 2016-2021**

rok	srážky	Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Normál 1981-2021		42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	635
2016	S	45	49	25	29	47	109	89	47	80	65	31	38	654
	%	107	132	57	76	77	165	113	59	160	159	63	78	103
2017	S	45	21	47	48	33	84	80	92	42	83	46	45	666
	%	107	57	107	126	54	127	101	116	84	202	94	92	105
2018	S	51	5	39	35	47	51	19	35	44	29	11	73	438
	%	121	14	89	92	77	77	24	44	88	71	22	149	69
2019	S	68	29	44	25	66	47	45	58	59	40	36	31	546
	%	162	78	100	66	108	71	57	73	118	98	73	63	86
2020	S	18	81	36	9	50	96	27	96	55	69	10	21	566
	%	43	219	82	24	82	145	34	122	110	168	20	43	89
2021	S	63	48	25	22	84	88	117	87	20	14	53	37	655
	%	150	130	57	58	138	133	148	110	40	34	108	76	103

Vysvětlivky:

- S měsíční srážkový úhrn
- N dlouhodobý normál 1981-2010
- % procentuální zastoupení dlouhodobého normálu
- procentuální zastoupení dlouhodobého normálu vyšší než 125 %
- procentuální zastoupení dlouhodobého normálu nižší než 75 %
- vegetační (teplá) část roku
- nevegetační (chladná) část roku

**Obrázek č. 1 Grafické znázornění srážkového úhrnu územních srážek Ústeckého kraje za období 2016-2021 včetně dlouhodobého normálu**



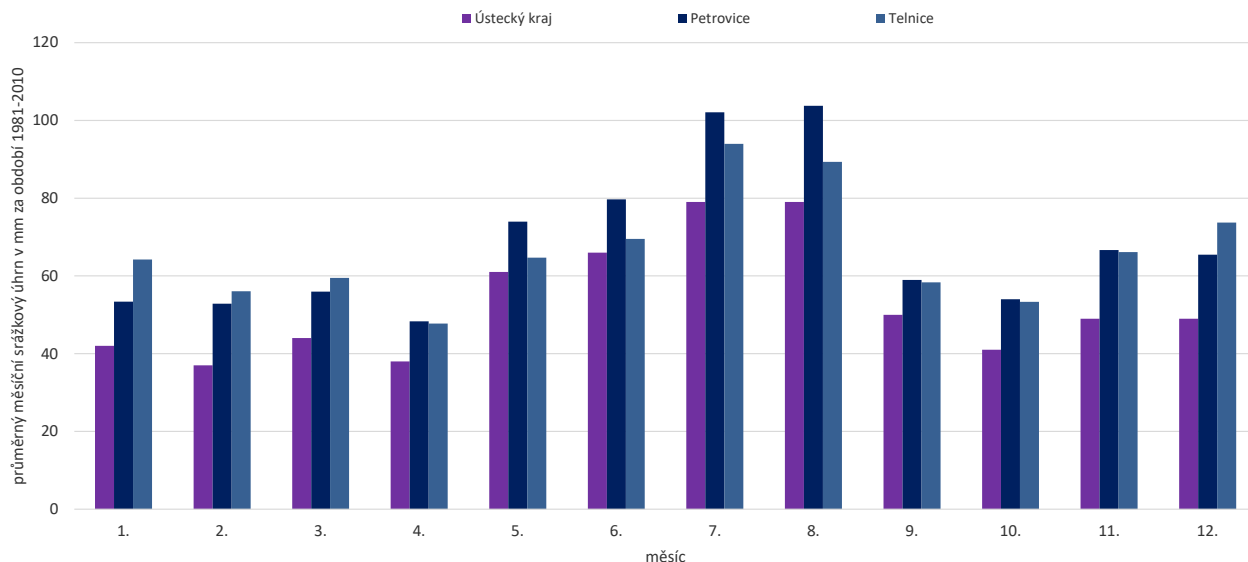
Srážkové úhrny pro zájmovou oblast dokumentuje rovněž následující tabulka, kde jsou uvedeny dlouhodobé průměrné měsíční srážkové úhrny (normál 1981-2010) ze stanice Telnice (manuální stanice ČHMÚ, nadmořská výška 340 m n.m.) a Petrovice Krásný Les (automatizovaná meteorologická stanice ČHMÚ).

**Tabulka 6 Dlouhodobé měsíční srážkové úhrny ze stanice Petrovice-Krásný Les a Telnice (normál 1981-2010)**

srážky	Měsíc												Rok
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
<b>Petrovice-Krásný Les</b>	53	53	56	48	74	80	102	104	59	54	67	65	815
<b>Telnice</b>	64	56	60	48	65	70	94	89	58	53	66	74	797

Grafické srovnání dlouhodobých normálů ze stanice Telnice, Petrovice-Krásný Les a z Ústeckého kraje je pak uvedeno na následujícím obrázku 2.

Nejvyšší roční průměrné srážkové úhrny jsou zaznamenávány ve stanici Petrovice-Krásný Les s průměrným ročním úhrnem 815 mm, mírně nižší průměrný roční srážkový úhrn je patrný ve stanici Telnice (797 mm), nejnižší jsou plošné průměrné srážky pro celý Ústecký kraj (635). V zimních měsících jsou nejvyšší průměrné měsíční úhrny vázané na oblast v okolí Telnice.

**Obrázek č. 2 Grafické znázornění dlouhodobých průměrných měsíčních srážek z Petrovic, Telnice a Ústeckého kraje**

### 1.3.3 Geologická stavba území

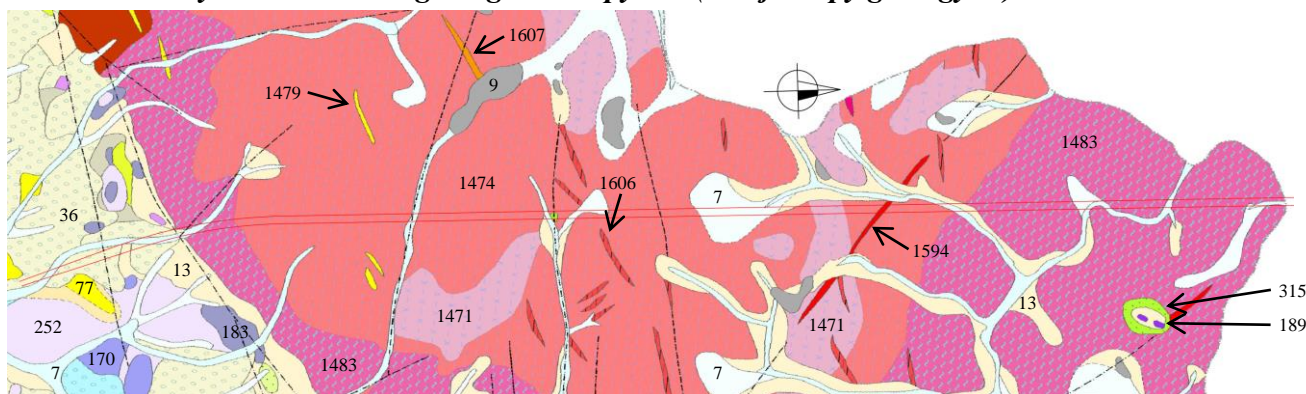
Dle regionálně-geologického členění ČR se nachází zájmové území v soustavě Českého masivu, v oblasti sasko-durynské (Krušnohorské), patřící ke krystaliniku a prevariskému paleozoiku. Podkrušnohorská pánev a přilehlé vulkanické hornatiny patří k terciérním útvarům. Lokálně jsou zachovány reliktů výplně české křídové pánve.

Koridor projektované trasy tunelu prochází dvěma odlišnými geologickými celky, krušnohorským krystalinikem a okrajem severočeské hnědouhelné pánve (třetihory). Oba celky jsou pokryty kvartérními sedimenty různé mocnosti. Výřez ze základní geologické mapy ČR je na obrázku 3.

#### **Krušnohorské krystalinikum a krušnohorský zlom**

Krušnohorské krystalinikum na českém území navazuje na souvislou oblast budovanou rulami na straně německé. Jižní hranici oblasti tvoří pásmo krušnohorského zlomu. Západně mimo koridor trasy se nachází intruzivní těleso teplického ryolitu, které odděluje východní část krušnohorského krystalinika od altenbergské ruly. Termální prameny v Teplicích jsou vázány právě na těleso teplického ryolitu. Východně od trasy plánovaného tunelu se nachází těleso krušnohorského plutonu, který je tvořen granitem až granodioritem. Na českém území tvoří krušnohorské krystalinikum převážně ortoruly (dvojslídne ruly, východní krušnohorská skupina, freiberské souvrství), místy se nacházejí i metagranodiority variského stáří. Lokálně jsou uloženy migmatity, aplity, granity nebo metagranity, metaaplity a metapegmatity. Rulové podloží je místy prostoupeno ryolitovými žilami nebo průniky bazických vulkanitů mladšího stáří.

Obrázek č. 3 Výřez ze základní geologické mapy ČR (zdroj: mapy.geology.cz)



Vysvětlivky: 7 – fluvialní sedimenty; 9 – organogenní sedimenty (rašeliny); 13 – kamenité až hlinitokamenité deluviální sedimenty; 36 – nevytříděné proluviální štěrky; 77 – neogenní jíly, písky; 170 – silně alterované bazaltoidy; 183 – alkalické bazalty; 189 – nefelinický bazanit; 252 – pyroklastika bazaltoidních hornin; 315 – křídové křemenné a jílovité pískovce; 1471 – metagranity; 1474 – ortorula; 1479 – metaaplity a metapegmatity; 1483 – ortorula; 1594 – žilný křemen; 1606 – granitový porfyr; 1607 – rhyolit. Červená dvojitá linie znázorňuje trasu tunelu.

### Severočeská hnědouhelná pánev

Severovýchodní část Severočeské hnědouhelné pánve je součástí zóny oháreckého příkopu, která probíhá jižně, souběžně s Krušnými horami. Zlomy spojené s touto zónou způsobily vznik sedimentárních pánví a zároveň umožnily pronikání vulkanických hornin. Ohárecký příkop vznikl po téměř úplné erozi variských hor. Nachází se na kře vzniklé v důsledku horizontálního tlaku od africké kontinentální desky. Na rozdíl od svého okolí se však tato kra propadla. Krušné hory, které se na německé (severní) straně zvedají velmi ploše jako tzv. tabulové hory, mají směrem k oháreckému příkopu velmi strmý sklon. Příkop také směrově sleduje linii krušnohorského zlomu, rozdělenou příčně na jednotlivé kry.

Podloží sedimentární výplně pánve je tvořeno rulami krušnohorského krystalinika. Tyto horniny jsou při povrchu (na kontaktu s nadložními mladšími sedimenty) silně zvětralé a kaolinizované. Zóna tohoto zvětrání dosahuje mocnosti i přes 10 m. Výplň pánve pak tvoří křídové a terciární sedimenty. Křídové souvrství je tvořeno posloupností pelitických a psamitických sedimentů. Souvrství je zlomy rozděleno na samostatné horninové bloky, a to jak zlomy probíhajícími ve směru převážně SV – JZ ("krušnohorský směr"), ale taky zlomy ve směru JZ – SZ (příčné zlomy). Výšky posunů na zlomech se pohybují v rozmezí desítek až stovek metrů.

Bazální **křídové vrstvy** lze zařadit do tzv. spodní pískovcové facie (bělohorské souvrství), cenomanského až spodně turonského stáří a jsou složeny z pískovců a písčitých slínovců. Na ně navazuje facie slínovců (teplické souvrství, příp. březenské souvrství), která vznikla ve svrchním turonu.

**Terciární souvrství** navazující na sedimenty křídů lze zjednodušeně charakterizovat postupně od nejstarších jako:

- Zeminy a horniny původně vulkanického původu (tzv. vulkanodetritické souvrství, pyroklastika, tufy, omezeně pevnější vulkanity).
- Podložní souvrství (jíly, jílovité až jílovitopísčité zeminy, sideritické jíly a jílovce, splachy z vulkanitů, omezeně pískovce, slepence, křemence).
- Slojové souvrství (sloj /uhelný vývoj/ je víceméně nahrazeno tzv. písčitým ekvivalentem sloje, případně uhelnými jíly).
- Nadložní souvrství (monotónní, šedé až hnědošedé jíly a jílovce, lokálně písčité jíly až písky).

**Vulkanity** tvoří v sedimentech lokalizované průniky různých tvarů a zároveň jsou jejich pyroklastika součástí pánevní výplně. Podložní souvrství je převážně tvořeno erodovaným materiálem z vulkanických hornin a starších jednotek. Jedná se o jíly až jílovce (tufitické, kaolinické, vápnité a sidertické) a písky. Ve slojovém souvrství se uhelné sloje (vrstvy) vyskytují jen velmi omezeně. Místo sloje je převážně vytvořen tzv. "písčité ekvivalent". Nadložní souvrství je tvořeno převážně jílovitými sedimenty, směrem k úpatí Krušných hor lze očekávat i písčité sedimenty.

**Kvartérní zeminy** jsou představovány antropogenními, eolickými, eolicko-fluviálními, deluvio-fluviálními, fluviálními, deluviálními, proluviálními či organogenními sedimenty holocenního až pleistocenního stáří.

V oblasti portálu tunelu, který je situován do oblasti mostecké pánve, dominují proluviální (převážně nevytříděné šterky) a lakustrinní sedimenty (jíly, písky, písčité jíly). V okolí se vyskytují také nedeponované vulkanoklastické sedimenty (tufitické jíly a písky). Výplň údolí místních vodních toků (Habartický a Ždírnický potok) tvoří fluviální sedimenty – šterky a písky s pokryvem jílu a organodetritické zeminy (jezerní sedimenty).

Antropogenní navážky mají charakter jílu, hlín, písků a šterků, popř. jsou tvořeny betonem či asfaltem, méně také komunálním odpadem. Významným antropogenním sedimentem v oblasti mostecké pánve jsou baňské haldy – redeponované zeminy vzniklé těžbou uhlí.

- **Fluviální sedimenty** jsou vyvinuty v údolích místních vodních toků (Stradovský potok, Šotolský potok, Habartický potok, Ždírnický potok, Chlumecký potok, Telnický potok, Rybný potok, Větrovský potok). Fluviální sedimenty mají charakter šterků a písků, s jílovitým a siltovitým pokryvem. V místech stagnace vody se vyskytují také organogenní sedimenty. Mocnost šterkopísčité vrstvy je proměnlivá, maximálně však dosahuje 2–3 m.
- **Proluviální sedimenty** se nacházejí jako erozní reziduum na svazích v úpatí zlomového svahu Krušných hor v oblasti podkrušnohorské pánve. Tvoří plošný pokryv území mezi erozními rýhami jednotlivých vodních toků. Jde převážně o nevytříděný šterkopísčité materiál pestrého petrografického složení, s různým podílem jemnozrné frakce. Mocnost vrstvy závisí na pozici v terénu, dosahuje převážně 2–5 m, lokálně i více.
- **Deluviální sedimenty** – představují převážně nepřepravený pokryv území v patě svahů, na dně úvalin a na mírnějších svazích. Jde převážně o kamenité až balvanité sedimenty s rozličným podílem jemnozrné frakce. Na mírných svazích a na úpatí Krušných hor převládají pak deluvia s vyšším podílem jemnozrné frakce. Součástí deluviálních sedimentů pak můžou být i sesuvná deluvia rozličného charakteru, včetně případných fosilních kerních sesuvů (zatím neověřeno). Mocnost deluvií dosahuje několik decimetrů až několik metrů.
- **Antropogenní sedimenty** – jde zejména o navážky stávajících cest a železnic, opuštěná tělesa železnic, v širším okolí pak odvaly, výsyvky a haldy po důlní činnosti. Materiál je heterogenní a není blíže specifikován.

### 1.3.4 Inženýrsko-geologické poměry

Z pohledu inženýrsko-geologického rajónování se v zájmové oblasti a jejím blízkém okolí nachází tyto inženýrsko-geologické rajony (abecedně seřazeno):

- **An – rajon antropogenních uloženin** – jedná se o většinou nesoudržné a neulehlé akumulace sedimentů, mají charakter jílu, hlín, písků a šterků, popř. jsou tvořeny betonem či asfaltem, méně taky komunálním odpadem. Významným antropogenním sedimentem v oblasti mostecké pánve jsou důlní haldy – redeponované zeminy vzniklé těžbou uhlí.



- **D – rajon deluviálních (svahových) a deluvio-fluviálních (splachových) sedimentů** – jedná se o jíly, hlíny, písky a jejich kombinace, často s úlomky hornin. Jsou charakterizovány jako sedimenty se sklonem ke svahovým pohybům, pokrývají svahy elevací nebo výplně údolí menších toků.
- **Dk – rajon deluviálních (svahových) kamenitých až blokovitých sedimentů** – jedná se o klastické sedimenty s častým zvodněním. Mají sklon ke vzniku svahových pohybů.
- **Fn – rajon náplavů nížinných toků včetně fluvio–lakustrinních sedimentů** – zrnitostně jde převážně o hlinité a písčité sedimenty tříd F3, F6 a třídy rozpojitelnosti 2–3, využití zemin do zemních konstrukcí je díky nehomogenitě a vysoké přirozené vlhkosti velmi problematické, únosnost je kromě omezených bazálních šterkovitých poloh nízká až velmi nízká. Často se zde vyskytuje mělká hladina podzemní vody.
- **Ft – rajon pleistocenních říčních sedimentů (terasy)** – jedná se o písky, šterky a jejich kombinace. Jsou charakterizovány jako únosné, snadno rozpojitelné základové půdy. Vznik je způsoben akumulací činností pleistocenních říčních toků.
- **Ih – rajon magmatických intruzivních hornin** – jedná se o granodiority, granity, diority, gabra, porfyry, aplity a pegmatity. Jsou popisovány jako pevné, skalní horniny, které jsou únosnými základovými půdami. Při zvětrávání vznikají eluvia, která nepravidelně přecházejí do zdravé horniny.
- **Mv – rajon vysoce metamorfovaných (izotropních) hornin** – jedná se o svory, pararuly, ortoruly, ruly, migmatity, amfibolity a jejich kombinace. Ve zdravém stavu jsou to horniny pevné a tvoří vysoce únosné základové půdy a těžce rozpojitelné.
- **Nk – rajon střídajících se jemnozrnných, písčitých a šterkovitých sedimentů** – jedná se o nestejnorodou a nestejně stlačitelnou základovou půdu, kde se střídají polohy jílu, písku a šterků.
- **Or – rajon organických zemin (min 5 % organických příměsí)** – jedná se o rašeliny, slatiny a uhlí, které jsou charakterizovány jako nehomogenní a nesoudržné, a tedy nevhodné pro zakládání staveb.
- **P – rajon náplavových kuželů** – jedná se o nehomogenní, nesoudržné, neúnosné zeminy s mělkou hladinou podzemní vody. Jsou složeny zejména ze zemin fluviálního původu (šterky, písky, jíly a jejich kombinace) v místech ústí vodotečí do hlavního údolí.
- **Sj – rajon jílovcových a prachovcových hornin** – jedná se o jílovce, prachovce, slínovce a břidlice různé pevnosti, často obtížně rozpojitelné, únosné a podmíněčně vhodné pro zakládání staveb.
- **Ss – rajon pískovcových a slepencových hornin** – jedná se o pískovce, slepence, droby a arkózy, které jsou charakterizovány jako pevné, obtížně rozpojitelné a únosné horniny.
- **Vk – rajon vulkanoklastických hornin** – jedná se o pyroklastika, tufy, tufity a tufitové aglomeráty, kde jsou zřejmé časté změny litologického charakteru.
- **VI – rajon kompaktních pevných vulkanických hornin** – jedná se o pevné a odolné horniny vůči zvětrávání, které představují trachyty, bazalty, fonolity a tefrity.

#### 1.3.4.1 Portálová oblast a úsek tratě v okolí Chlumce a jeho městské části Stradov až po železniční stanici Chlumec u Chabařovic

Na území se z inženýrsko-geologického hlediska nachází největší výčet IG geotypů v zájmové oblasti krušnohorského tunelu. Jde o IG geotypy oblasti podkrušnohorské pánve až po jejich kontakt s krušnohorským zlomem. Geotypy jsou vázány na rajony **An, D, Dk, Fn, Ft, Nk, Or, P, Sj, VI, Vk**. Z vyjmenovaných IG geotypů převažují v této části plánované železniční trati sedimenty rajonu náplavových kuželů (**P**) a deluviálních či deluvio-fluviálních sedimentů (**D**), které jsou reprezentovány šterky, písky a jíly a často představují nesoudržné, nehomogenní a



málo únosné až neúnosné zeminy. Dalším význačným zastoupeným geotypem jsou organogenní zeminy (**Or**), vyskytující se v oblasti dna pomalých vodních toků a jezer, které lze charakterizovat jako nehomogenní a nesoudržné. Vzhledem k blízkosti krušnohorského zlomu nelze opomenout existenci geotypů zemin a hornin neovulkanismu, tj. rajony vulkanoklastických (**Vk**)

a vulkanických (**VI**) hornin. Jedná se o tufy, tufity, bazalty, fonolity aj.

#### 1.3.4.2 Úsek od železniční stanice Chlumec až po osadu Zadní Telnice, tj. horu Rudný vrch

Na dílčím území jednoznačně převažují horniny rajonu vysoce metamorfovaných (izotropních) hornin, tj. rajon **Mv**. V širším okolí se zejména v blízkosti osady Zadní Telnice či hory Rudný Vrch vyskytuje také IG rajon **Ih**, tj. rajon magmatických intruzivních hornin (krušnohorský granitový pluton). V nadloží magmatických a metamorfovaných hornin se vyskytují sedimenty rajonů **D**, **Fn**, **Or** a **Ss**. Tyto však nebudou mít přímý vztah k trase plánovaného tunelu.

#### 1.3.4.3 Úsek od osady Zadní Telnice po hranici s Německem

V poslední dílčí části plánovaného železničního tunelu je geologická situace obdobná s předešlým úsekem, tj. dominantním rajonem bude **Mv**, nicméně vzhledem k morfologii krajiny, je zde zvýšený rozsah nadložních zemin a hornin kvartérního původu, tj. zeminy a horniny IG rajonu **D**, **Dk**, **Fn**, **Or**, než u předešlého úseku. V blízkém okolí hory Špičák, převažuje IG rajon pískovcových a slepencových hornin (**Ss**). Tyto rajony nebudou v přímém dosahu trasy tunelu. Méně se již vyskytuje IG rajon **Ih** než v předešlém úseku. Je předpoklad, že v hlubších částech krystalinického masivu (rajon **Mv**) se mohou vyskytovat intruze vulkanických hornin, zejména ryolitů a bazaltů (rajon **VI**).

### 1.3.5 Tektonická stavba

Geologická historie Krušných hor začíná už v předprvohorním období, kdy se pravděpodobně usazovaly nejstarší sedimenty a vyvřeliny, později geologickými procesy změněné vlivem tlaků a tepla v hloubce zemské kůry na tzv. šedé a červené ruly. Geomorfologický vývoj celé horské soustavy byl silně ovlivněn až třetihorní horotvorní aktivitou (alpínské vrásnění) a s ní spojenou zlomovou tektonikou, která způsobila silné poklesy horninových ker na JV straně pohorí a vznik jezerních depresí, jako např. Komořanské jezero na Mostecku. Pohyby na zlomových liniích, které se několikrát opakovaly, porušily pevné horniny krystalinického masivu a usnadnily následně erozní účinek povrchových vodních toků, čímž přispěly ke vzniku hlubokých příčných údolí v Krušných horách a vytváření mocných kamenitých sutí a jiných zvětralín na horských svazích.

Projektovaný koridor trasy tunelu v oblasti Krušných hor protíná řada příčných zlomů, s prioritou ve směrech SSZ – JJV a Z – V. Další významná zlomová pásma jsou ve směru SZ – JV, přičemž významný je také Větrovský zlom a zlomové pásmo spojené s diatermou Špičák. Předpokládá se, že oba zlomy mají pravděpodobně strmý sklon k SV. Další, méně významný, SSV – JJZ orientovaný zlomový systém byl ověřen geofyzikálními průzkumy. Tato tektonická struktura je výraznější na německé straně, kde tvoří pravděpodobně zónu Gottleubatal a několik dalších údolí. V prostoru státní hranice byl ověřen průsečík dvou poruchových systémů, SZ – JV orientované poruchové zóny Petrovice – Döbra a poruchového pásma s průběhem ve směru SSV – JJZ. Je pravděpodobné, že v oblasti masivu Krušných hor se nevyskytují poruchy probíhající paralelně s krušnohorským zlomem, tedy ve směru SV – JZ.

**Obrázek č. 4 Zjednodušený přehled tektonického vývoje**

období	sedimentace	tektonická a metamorfická aktivita
svrchní proterozoikum	pelitickopsamitická sedimentace	ke konci období počátek
kambrium ordovik silur	pestrá souvrství s karbonátovými a bituminosními polohami	oscilace, ke konci období slábnutí
devon spodní karbon	?	fylitizace ordovických a silurských sedimentů, deformace starších granitů
svrchní karbon a perm	sedimentace v ojedinělých depresích	pometamorfická granitoidy, výlevné deriváty žuly
mesozoikum spodní terciér	sedimentace v pánvích	převládá denudace horské oblasti
svrchní terciér	vulkanická činnost miocénní sedimentace v pánvích	výzdvih Krušných hor
kvartér	vznik rašelinišť	

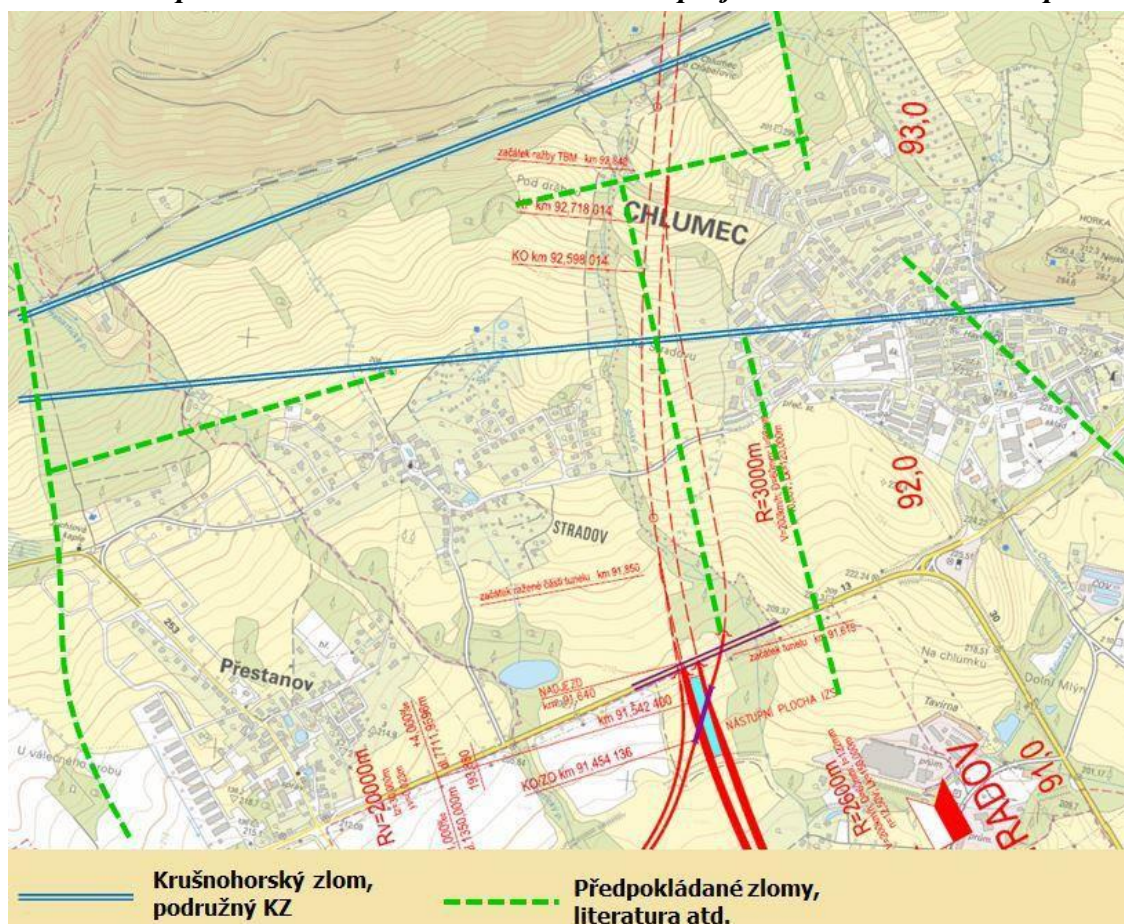
### **Krušnohorský zlom a oblast pánve**

Krušné hory jsou od oblasti pánve odděleny pásmem krušnohorského zlomu. Jedná se o poruchovou zónu, která prochází ve směru cca SV – JZ ( $60^\circ / 240^\circ$ ). V prostoru projektované trasy tunelu se podle archivních geologických zpráv nachází podružné zlomové pásmo, které odbočuje z hlavního zlomu u obce Unčín a pokračuje JV až V směrem na Chlumec. Jeho přesná pozice však zatím nebyla potvrzena. Kromě hlavního zlomového pásma orientovaného SV – JZ směrem je území narušeno řadou příčných poruch, které vedou k dislokaci hlavního poruchového pásma. Příčné zlomy v zájmovém území probíhají zejména ve směru SSZ – JJV, směrem k Telnici a následně se pozvolna přechylují na směr Z – V. Dochází zde ke vzniku přibližně vějířovitého uspořádání příčných poruch, které následně předurčují průběh hluboce zaříznutých údolí. Zóna krušnohorského zlomu v oblasti plánovaného železničního tunelu nebyla ověřena přímým průzkumným dílem, jeho charakter (šířka, sklon, horninová výplň a její stav) je možné pouze odhadnout na základě analogie z jiných krušnohorských lokalit, kde zlomová zóna dosahuje šířky až několika sta metrů.

Příčné zlomové poruchy následně procházejí z oblasti krystalinika do oblastí pánve. Jejich důsledkem je vzájemné posunutí jednotlivých horninových bloků, a to jak v příčném, tak i podélném směru.

Povrch krystalinika (krystalického podloží pánve) postupně stupňovitě klesá z +330 m n. m. v oblasti stávající železniční stanice Chlumec na cca -130 m n. m. v oblasti projektovaného tunelového portálu. Lze předpokládat, že obdobná strukturní stavba je vyvinuta i ve směru příčném na trasu.

Obrázek č. 5 Předpokládaná tektonická stavba v oblasti projektovaného tunelového portálu



Pozice trasy plánovaného tunelu vůči krušnohorskému zlomu a jeho podružné linii (modrá) a předpokládanému průběhu podružných a příčných poruch (zelené). Situace tunelového rozpletu, odpovídá studii proveditelnosti z roku 2021.

### 1.3.6 Geodynamické jevy

**Podkrušnohorská oblast** je výsledkem geologicko-tektonického vývoje území, erozně-akumulačních procesů a geodynamických jevů. Reliéf krajiny je rovinatý s malými výškovými rozdíly. Na západě území tvoří výchozy neogenních vulkanitů lokální terénní elevace. Nadmořská výška údolí je 185,0 – 200,0 m n.m., hlavní významné kóty dosahují výšku 226,0 – 312,0 m n.m.

**Krušné hory** tvoří kra metamorfovaných hornin (typicky ortoruly), skloněná na sever a oddělená na jihu od podkrušnohorské pánve krušnohorským zlomem. Plocha horninové kry je rozčleněna podružnými zlomy, podél kterých pokračovala v neogénu a kvartéru **eroze** vodních toků, která vytvořila výrazná údolí. Krajina je typickou pahorkatinou (severní část území) až hornatinou (jižní část území). Relativní výškové rozdíly mezi vrcholovými a údolními částmi pohoří na jihu území jsou 300–400 m, v severní části 100–300 m.

Podle údajů získaných z archivu ČGS jsou v území SV od města Chlumec registrovány plošné i bodové **aktivní i potenciální svahové deformace** (klíč: 6258, 6259, 6260, 6261, 6262, 6263, 6264, 6265). Mimo tyto lokální sesuvy nejsou v zájmovém území registrovány žádné další aktivní, uklidněné nebo potenciální svahové deformace. Zájmové území náleží převážně do **třídy**



s **nízkou náchylností** ke vzniku svahových nestabilit, která je definována jako oblast nejméně vhodná pro jejich vznik. Jenom část území je zařazena do **třídy střední náchylnosti** – v těchto územích nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit. Jedná se o svahy s větší akumulací svahových sedimentů a strmější erozní svahy údolí potoků – Šotolský, Ždírnický, Telnický, Větrovský a **Rybný (Gottleuba)**.

V oblasti kontaktu Krušných hor a podkrušnohorské pánve byly v širším okolí dokumentovány **fosilní kerní sesuvy hornin** [15, 16]. Není vyloučeno, že podobný kerní sesuv se nachází i v oblasti nad plánovanou trasou tunelu v oblasti mezi linií předpokládaného krušnohorského zlomu a cestou Chlumec – Stradov, tato skutečnost však zatím nebyla spolehlivě prokázána průzkumnými pracemi.

Charakteristický geodynamický jevem je **selektivní zvětrávání**, nejvíce se projevující při kombinaci pevných skalních hornin vulkanického původu, které se nacházejí na méně odolných horninách křídového nebo terciárního věku. Vulkanické horniny pak zvětrávají a vytvářejí v krajině výrazné morfologické solitéry.

**Hloubkové zvětrávání** hornin je vázáno zejména na zlomové poruchy a hustou síť diskontinuit, která umožňuje průnik vody do porušeného skalního masivu. Výsledkem je postupná změna mineralogického složení hornin, zejména degradace primárních minerálů (živce, slídy) na sekundární minerály (kaolinizace, chloritizace apod.). Se změnou minerálního složení hornin pak souvisí změna geotechnických a hydraulických parametrů hornin. Zóna **plošného zvětrání** se dále vytváří jako kůra, konformní s povrchem terénu.

V současné době se v území projevuje zejména **vodní a větrná eroze** na plochách bez vegetačního krytu (zemědělsky využívané plochy, stavby). Jiné geodynamické jevy jsou v současnosti utlumeny, resp. projevují se jen sporadicky (např. zemětřesení). Vodní eroze (hloubková i boční) je zjevná zejména v korytech potoků se strmým podélným sklonem (oblast JV svahů Krušných hor). Naopak **akumulace** sedimentů je typickým projevem zpomalených a stagnantních vodotečí, zejména v podkrušnohorské pánvi.

Charakteristickým fenoménem náhorní části pohoří Krušné hory je výskyt **zamokřených oblastí** – rašelinišť. Tyto plochy nejsou v přímém styku s plánovaným krušnohorským tunelem, představují však významné zóny akumulace srážkových vod, které jsou následně distribuovány do hlubších částí horninového masivu podél tektonicky oslabených ploch.

### 1.3.7 Hydrogeologická charakteristika

Zájmová oblast se nachází z pohledu hydrogeologického rajónování ČR (hydroekologický informační systém VÚV T.G.M.) ve směru staničení projektované trati v hydrogeologických rajónech základní vrstvy **4612 Křída dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část** a **6132 Krystalinikum východní části Krušných hor**. Území je tvořeno krystalinikem východní části Krušných hor, vystupujícím na povrch i budujícím podloží platformních sedimentů teplicko-chabařovické části podkrušnohorské pánve. Zde jsou zastoupeny horniny typu teplický křemenný porfyr s žilami žulového porfyru, dvojslídna až biotitická granodioritová rula s průniky ortorul a pegmatitů, krupský mikrogranit a telnická biotitická žula. Z platformních sedimentů se vyskytují svrchnokřídové sedimenty stáří cenoman, turon až coniac, pánevní sedimenty miocenního stáří vedle vulkanitů Českého středohoří a kvartér.

**Nejvýznamnějším tektonickým prvkem je krušnohorské zlomové pásmo směru převážně ZJZ-VSV a zlomy příčné k tomuto směru.** Projevovaly se v celé geologické historii území, jak dokládají směry omezení pánve, křemenného a žulového porfyru.

Jako výrazný strukturně-hydrogeologický prvek se uplatňuje vedle hloubkového dosahu

krušnohorského zlomového pásma, východní tektonické omezení teplického křemenného porfyru. Ten vymezuje dvě hydrogeologicky samostatné oblasti (struktury): teplickou a ústeckou s výskytem termálních Na-HCO<sub>3</sub> vod. Termální vody vznikají ve dvou odlišných prostředích – porfyrovém a rulovém, spolu s bazálními psamity svrchní křídý. Jejich vzájemná souvislost však nebyla hydrogeologickým průzkumem prokázána.

***Pánevnické struktury mají většinou vlastní režim podzemních vod, hydrochemicky odlišný, v ústecké struktuře zcela samostatný.***

V kvartérních sedimentech se vytváří mělký obzor podzemní vody, V pánevnické části bývá většinou nevýznamný a samostatný, související s druhým zvodnělým obzorem (v pánevnických sedimentech) buď na výchozech uhelné sloje nebo prostřednictvím zlomových linií. Na úpatí Krušných hor a při krušnohorském zlomovém pásmu je mělký obzor podzemí vody, vytvářející se v proluviálních štěrcích, ***významnou druhotnou akumulací***, které je připisována úloha regulátoru, usměrňující doplňování hlubších zvodní podzemní vodou.

Základní vrstva hydrogeologického rajónu ***4612 Křída dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část*** má plochu 331,796 km<sup>2</sup> v povodí řeky Labe. První vrstevní kolektor je tvořen sedimenty svrchní křídý (pískovce a slepence). První vrstevní kolektor má mocnost souvislého zvodnění 15–50 m, hladina je volná. Typ propustnosti je puklinově-průlinový, se střední transmisivitou (0,0001 – 0,001 m<sup>2</sup>/s<sup>-1</sup>) s mineralizací podzemních vod rozsahu 0,3 – 1,0 g/l. Druhý hlubší kolektor podzemních vod má mocnost zvodněné vrstvy větší než 50 m, hladina je napjatá. Propustnost je puklinově-průlinová, se střední transmisivitou (0,0001 – 0,001 m<sup>2</sup>/s<sup>-1</sup>). Mineralizace podzemních vod je převážně větší než 1 g/l. Tento dílčí rajón se nachází na jižním úseku plánované železniční trati v oblasti portálu tunelu.

Hydrogeologický rajón ***6132 Krystalinikum východní části Krušných hor*** se rozkládá na ploše 100,97 km<sup>2</sup>. Kolektor tvoří převážně metamorfované horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika. Propustnost je puklinová, s nízkou transmisivitou (<0,0001 m<sup>2</sup>/s<sup>-1</sup>). Základním chemickým typem je Ca-Mg-SO<sub>4</sub>, mineralizace je nízká (< 0,3 g.l<sup>-1</sup>). Nadloží tvoří nesouvislý kvartérní pokryv deluviálních a eluviálních sutí. Tento rajón zabírá větší část zkoumaného území v trase tunelu.

Z archivních geologických dat plyne, že ***ustálená HPV*** se v rámci zájmového území nachází v širokém rozmezí ***0,50 až 15,50 m*** pod povrchem terénu (***194,42 – 742,00 m n. m.***). Široké rozmezí je dáno lokalizací archivních vrtů většinou v členitějším terénu, ale taktéž proměnlivostí atmosférických srážek během jednotlivých ročních období v minulých letech, kdy byly průzkumné práce realizovány. ***Naražená HPV*** byla archivními sondami zastižena nejčastěji v úrovni kvartérních fluviálních a fluviálně-deluviálních sedimentů nebo terciérních jíílů, hlín až písků. Na území hornatiny pak byla hladina podzemní vody naražena na úrovni hornin krystalinika. Z porovnání ustálených a naražených HPV z archivních vrtů plyne, že se jedná o zvodnění s volnou až mírně napjatou hladinou podzemní vody.

Hydrogeologický rajón ***6132 Krystalinikum východní části Krušných hor*** se rozkládá na ploše 100,97 km<sup>2</sup>. Kolektor tvoří převážně metamorfované horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika. Propustnost je puklinová, s nízkou transmisivitou (<0,0001 m<sup>2</sup>/s<sup>-1</sup>). Základním chemickým typem je Ca-Mg-SO<sub>4</sub>, mineralizace je nízká (< 0,3 g.l<sup>-1</sup>). Nadloží tvoří nesouvislý kvartérní pokryv deluviálních a eluviálních sutí. Tento rajón zabírá větší část zkoumaného území v trase tunelu.

Dále se zde nachází základní vrstva hydrogeologického rajónu ***4612 Křída dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část***. První vrstevní kolektor je tvořen sedimenty svrchní křídý (pískovce a slepence). *První vrstevní kolektor* má mocnost souvislého zvodnění 15–50 m,

hladina je volná. Typ propustnosti je puklinově-průlinový, se střední transmisivitou ( $0,0001 - 0,001 \text{ m}^2/\text{s}^{-1}$ ) s mineralizací podzemních vod rozsahu  $0,3 - 1,0 \text{ g/l}$ . Druhý hlubší kolektor podzemních vod má mocnost zvodněné vrstvy větší než 50 m, hladina je napjatá. Propustnost je puklinově-průlinová, se střední transmisivitou ( $0,0001 - 0,001 \text{ m}^2/\text{s}^{-1}$ ). Mineralizace podzemních vod je převážně větší než  $1 \text{ g/l}$ . Tento dílčí rajón se nachází na jižním úseku plánované železniční trati v oblasti portálu tunelu.

Antropogenní navážky v blízkosti projektovaného portálu mohou být značně nehomogenní, jelikož se může jednat o jílovité, hlinité, písčité až štěrkovité sedimenty s úlomky stavební suti, betonem aj. Lokálně může být v propustných vrstvách antropogenních navážek vyvinuta navážková zvodně.

Přehled dokumentačních bodů záměrů úrovní hladiny podzemní vody v archivních vrtech na lokalitě uvádí následující tabulka č. 7.

**Tabulka 7 Záměry hladiny podzemní vody v archivních průzkumných vrtech**

Objekt	X JTSK	Y JTSK	Z Bpv	NH [m p.t.]	USH [m p.t.]	Z-USH [m n.m.]	Rok pozorování
2 (J6)	971915,00	767547,60	195,29	1,05	0,70	194,59	1986
3 (J5)	971892,40	767503,40	196,82	4,10	2,40	194,42	1986
4 (J4)	971878,50	767456,10	198,26	4,00	2,75	195,51	1986
5 (J3)	971862,60	767411,60	200,59	4,00	1,25	199,09	1986
6 (J2)	971847,10	767364,20	201,04	6,50	2,50	198,54	1986
8 (HST-1)	971128,00	768198,00	248,00	14,50	15,05	232,95	2006
12 (S-29)	970930,80	767738,60	250,02	3,30	0,50	249,52	1978
13 (S-37)	970853,60	767809,10	261,30	3,70	3,20	257,60	1978
15 (S-67)	970779,60	767786,70	265,79	4,40	-	-	1978
19 (Ž-2)	969232,00	766651,00	330,00	3,20	2,14	327,86	2006
22 (ZT-1)	966718,00	768074,00	621,50	6,00	4,50	617,00	1972
26 (AD-1)	966369,00	769244,00	745,00	3,00	3,00	742,00	1972
27 (J705)	965061,13	763675,95	681,37	-	6,00	675,37	1997
28 (J704)	964794,72	763823,97	682,40	-	9,00	673,40	1997
29 (J706)	964490,50	763881,39	668,38	1,00	1,00	667,38	1997
33 (PJ593)	961890,85	767341,75	650,27	10,00	8,00	642,27	1997
35 (J614)	961602,26	768238,90	555,08	8,00	7,50	547,58	1997

Vysvětlivky: NH.....naražená hladina

USH.....ustálená hladina

### 1.3.8 Hydrologická charakteristika

**Podle hydrologického členění ČR** (hydroekologický informační systém VÚV T.G.M.) náleží území zájmové lokality do několika povodí IV. řádu (postupně ve směru staničení plánované trasy):

- Povodí IV. řádu vodoteče Ždírnický potok 1-14-01-0950-0-00; spadá do povodí III. řádu Bílina (1-14-01); plocha dílčího povodí IV. řádu činí  $9,736 \text{ km}^2$ .
- Povodí IV. řádu vodoteče Ždírnický potok 1-14-01-0930-0-00; spadá do povodí III. řádu Bílina (1-14-01); plocha dílčího povodí IV. řádu činí  $3,846 \text{ km}^2$ .



- Povodí IV. řádu vodoteče Telnický potok 1-14-01-0980-0-00; spadá do povodí III. řádu Bílina (1-14-01); plocha dílčího povodí IV. řádu činí 7,794 km<sup>2</sup>.
- Povodí IV. řádu vodoteče Rybný potok 1-15-02-0200-0-00; spadá do povodí III. řádu levostranných přítoku Labe tekoucích do SRN po Divokou Bystřici (1-15-02); locha dílčího povodí IV. řádu činí 13,486 km<sup>2</sup>.
- Povodí IV. řádu vodoteče Rybný potok 1-15-02-0230-0-00; spadá do povodí III. řádu levostranných přítoku Labe tekoucích do SRN po Divokou Bystřici (1-15-02); locha dílčího povodí IV. řádu činí 8,827 km<sup>2</sup>.

Dále se nacházejí v blízkosti tato povodí IV. řádu (postupně ve směru staničení plánované trasy):

- Povodí IV. řádu vodoteče Habartický potok 1-14-01-0960-0-00; spadá do povodí III. řádu Bílina (1-14-01); plocha dílčího povodí IV. řádu činí 5,780 km<sup>2</sup>.
- Povodí IV. řádu vodoteče Weisse Müglitz 1-15-02-0310-0-00, spadající do povodí III. řádu levostranných přítoku Labe tekoucích do SRN po Divokou Bystřici (1-15-02); plocha dílčího povodí IV. řádu činí 42,473 km<sup>2</sup>.
- Povodí IV. řádu vodoteče Hraniční potok 1-15-02-0210-0-00, které patří do povodí III. řádu levostranných přítoku Labe tekoucích do SRN po Divokou Bystřici (1-15-02); plocha dílčího povodí IV. řádu činí 5,102 km<sup>2</sup>.
- Povodí IV. řádu vodoteče Mordgrundbach 1-15-02-0280-0-00, které patří do povodí III. řádu levostranných přítoku Labe tekoucích do SRN po Divokou Bystřici (1-15-02); plocha dílčího povodí IV. řádu činí 18,575 km<sup>2</sup>.

Vodohospodářsky významnými vodními toky, které protékají zájmovou oblastí či v její blízkosti jsou řeka Labe a její přítoky, mezi které patří řeka Bílina a její přítoky (Ždírnický a Habartický potok) či Rybný potok (Gottleube) a Mordgrundbach a další.

Síť vodních toků je vějířově rozvětvená a je výsledkem zejména erozních procesů v neogénu a kvartéru. Eroze sledovala oslabené části horninových masivů, koresponduje tak převážně s hlavními směry zlomových poruch. Charakteristické směry vodotečí jsou S-J až SSV-JJZ a Z-V až SZ-JV. Sekundárním faktorem ovlivňujícím tvar potoční sítě jsou geodynamické jevy – gravitační rozpad horninového masívu, utváření rozsáhlých deluvií a blokových polí, na které jsou vázané i prameny. Pramene jsou převážně suťové a vrstevní. Význačné vodní plochy (zejména rybníky) se nacházejí až v podkrušnohorské pánvi.

Nejbližší vodoměrná stanice je na vodním toku Bílina – Trmice, (č.226000, hydrologické pořadí 1-14-01-0920-0-00-70, plocha povodí ke profilu 923,17 km<sup>2</sup>) a na Jílovském potoku – Jílové (č.228900, hydrologické pořadí 1-14-02-0300-0-00-40, plocha povodí ke profilu 42,58 km<sup>2</sup>).

Místo průzkumu patří do vrchovinné oblasti, okrajově do nížinné oblasti s členitým typem reliéfu. Převládá dešťově-sněhový typ odtoku s maximálním průtokem v březnu a dubnu.

#### 1.4 Seismicita území

Staveniště bylo posouzeno a zaříděno podle požadavků Eurokódu 8 - Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení, ČSN EN 1998-1 (73 0036), aktualizovaných změnou Z1 z ledna 2016. Podle EC-8 odstavce 3.1 rozsah průzkumu a zařídění odpovídal požadavků uvedeným v odstavci 4.2 EN 1998-5.

Dle zařídění lokality do seizmických oblastí náleží úsek Chlumec až železniční stanice Chlumec u Chabařovic a úsek od Zadní Telnice až po hranice s Německem do oblasti s referenčním

zrychlením  $a_{gR} = 0,03.g$ . Do výpočtů je nutné uvažovat se spektry vodorovné a svislé pružné odezvy typu 2.

V začátku trasy tunelu, tj. úsek od Chlumce po žel. stanici Chlumeck od Chabařovic, se pevnější předkvartérní podloží vyskytuje pod vrstvami kvartérních zemin v hloubce do několika desítek metrů. Pro tato staveniště stanovujeme podle tabulky 3.1 EC-8 **typ základové půdy - E**.

V úseku od osady Zadní Telnice až po hranice CZ/SR se předkvartérní podloží vyskytuje mělce pod povrchem či na povrchu. Rychlost šíření smykových (příčných) S-vln předkvartérních hornin je 800 a více m/s. Pro tato staveniště stanovujeme podle tabulky 3.1 EC-8 **typ základové půdy - A**.

Typ spektra vodorovné pružné odezvy podloží: Typ 2, podle tabulky NA.2 uvádíme veličiny:

**Typ A**     $S = 1,0$      $T_B = 0,05 [s]$      $T_C = 0,25 [s]$      $T_D = 1,20 [s]$

**Typ E**     $S = 1,5$      $T_B = 0,05 [s]$      $T_C = 0,25 [s]$      $T_D = 1,20 [s]$

Typ spektra svislé pružné odezvy podloží: Typ 2, podle tabulky NA.3 uvádíme veličiny:

$A_{vg}/a_g = 0,45$      $T_B = 0,05 [s]$      $T_C = 0,15 [s]$      $T_D = 1,0 [s]$

Dle zařazení lokality do seizmických oblastí leží úsek od žel. stanice Chlumeck u Chabařovic po osadu Zadní Telnice v oblasti s referenčním zrychlením  $a_{gR} = 0,04.g$ . Do výpočtů je nutné uvažovat se spektry vodorovné a svislé pružné odezvy typu 2.

Předkvartérní podloží pro úsek od žel. stanice Chlumeck u Chabařovic po osadu Zadní Telnice se nachází mělce pod povrchem či na povrchu. Rychlost šíření smykových (příčných) S-vln předkvartérních hornin je 800 a více m/s. Pro tato staveniště stanovujeme podle tabulky 3.1 EC-8 **typ základové půdy - A**.

Typ spektra vodorovné pružné odezvy podloží: Typ 2, podle tabulky NA.2 uvádíme veličiny:

$S = 1,0$      $T_B = 0,15 [s]$      $T_C = 0,40 [s]$      $T_D = 2,0 [s]$

Typ spektra svislé pružné odezvy podloží: Typ 2, podle tabulky NA.3 uvádíme veličiny:

$A_{vg}/a_g = 0,45$      $T_B = 0,05 [s]$      $T_C = 0,15 [s]$      $T_D = 1,0 [s]$ .

## 1.5 Území se zvláštním režimem ochrany

Nařízením vlády ČSR č.10/1979 byla vyhlášena chráněná krajinná oblast přirozené akumulace vod Krušné hory. Svou rozlohou 1 460 km<sup>2</sup> se jedná o druhou největší CHOPAV v ČR.

Zájmová lokalita leží v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Krušné hory. V blízkosti trasy tunelu se nachází ochranná pásma vodních zdrojů 2 stupně (dle §30 Zákona č.254/2001 Sb. o vodách v platném znění) a to mezi Chlumcem a Ždírnickým potokem s názvem Chlumeck prameniště (ID 00009006, ID 00008906, ID 00008806), dále při Zadní Telnici OP Telnice prameniště (ID 00021106) a OP 2 stupně vodní nádrže Gottleuba (ID 709) na Rybím potoce. Číslo rozhodnutí o stanovení ochranného pásma je 530/848/04-Polj.-UL, k datu vydání 10.6.2004. Zkoumané území je lokalizováno v blízkosti záplavových území pro stoleté, dvacetileté a pětileté vody (Q100, Q20 a Q5) v místech toků Chlumecký potok, Ždírnický potok a Rybný potok.

Lokalita je součástí několika chráněných území (dle § 14 Zákona č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, v platném znění). Projektovaný tunel prochází ve směru staničení evropsky významnou lokalitou (EVL) Východní Krušnohoří s označením CZ0424127, ptačí oblastí (PO) Východní Krušné hory s označením CZ0421005 a přírodní rezervací Špičák u Krásného Lesa. V blízkosti projektovaného tunelu se nachází přírodní rezervace Černá louka.

## 1.6 Znečištění horninového prostředí

Dle systému evidence kontaminovaných míst se v okolí projektovaného záměru nenacházejí žádné staré ekologické zátěže. Nejbližší evidovanou kontaminovanou lokalitou je Obalovna Všebořice, ve vzdálenosti cca 1,5 km východně od projektovaného záměru a Skládky Varvařov ve vzdálenosti cca 2,0 km východně od záměru.

Projektovaná trasa prochází ze začátku územím s převažujícím zemědělským využitím a dále vstupuje do nezasažené oblasti Východního Krušnohoří, resp. CHOPAV Krušné Hory. Výskyt znečištění horninového prostředí se v trase projektovaného záměru neočekává.

## 1.7 Záření z přírodních zdrojů a radonové riziko

Podle mapového podkladu Komplexní radonová informace spadá převážná část trasy záměru do oblasti se středním radonovým indexem. Pro prostředí kvartérních sedimentů, v okolí Chlumce, je stanoven nízký radonový index. Pro prostředí kvartérních sedimentů na podkladu krystalinika je stanoven střední radonový index. Přehled průměrné objemové aktivity radonu v geologickém podloží lokality dokumentuje následující tabulka 8.

**Tabulka 8 Hodnoty objemové aktivity radonu v geologickém podloží lokality**

Obec	Horninový typ		Radonový index podloží	Průměr objemové aktivity radonu v geol. podloží [kBq.m <sup>-3</sup> ]	Průměr maxim objemové aktivity radonu v geol. podloží [kBq.m <sup>-3</sup> ]
Chlumec	sediment proluviální	písky, štěrky, jíly, podřadně uhelné sloje	1 nízký	33,0	74,2
Petrovice, Krásný Les	metagranity a ortoruly	štěrk, hlína	2 střední	39,1	77,2

Zdrojová data: Mapové aplikace České geologické služby dostupné z [www.geology.cz](http://www.geology.cz)

## 1.8 Ložiska nerostných surovin a poddolovaná území

V trase projektovaného záměru ani v jeho těsné blízkosti se nenachází žádná chráněná ložisková území, dobývací nebo těžené prostory nebo plochy výhradních ložisek. Nejbližší lokalitou je chráněné ložiskové území CHLÚ Modlany (ID 11840000 se surovinou hnědé uhlí), které se nachází ve vzdálenosti cca 1,3 km JZ směrem a CHLÚ Varvařov (ID 07890000 se surovinou hnědé uhlí), které se nachází ve vzdálenosti cca 2,0 km sv. směrem. Tyto CHLÚ jsou zároveň vymezenými plochami výhradního ložiska.

V severní části lokality se v blízkosti projektovaného záměru nachází plocha předpokládaného ložiska Krásný Les-Špičák-hloubka (ID 9329900 s fluorit-barytovou surovinou), ve vzdálenosti cca 400 m v. směrem od trasy tunelu.

Oblasti jižně a západně od Chlumce a území východně od trasy tunelu mezi Chlumcem a Telnickým potokem je silně zasažena důlní činností a jejími průvodními projevy, tj. tvorbou výsypek, hald a poddolovaných území, viz následující tabulka 9. Přímo v trase plánovaného tunelu nejsou známa žádná důlní díla. Známá jsou stará báňská díla v oblasti Krupky, Zadní Telnice a Varvařova rovněž nejsou v kolizi s plánovanou trasou tunelu.

**Tabulka 9 Údaje o poddolování, existujících výsypkách a haldách v širší zájmové oblasti**

Název	Surovina	Projevy	Lokalizace	Klíč	Poznámka
Chabařovice	Hnědé uhlí	poddolované území	jižně od Chlumce	1866	-
Modlany	Hnědé uhlí	poddolované území	jižně od Chlumce	1812	-
Unčín	Železné rudy	haldy	západně od Chlumce	1781	-
Varvažov u Telnice 1	Hnědé uhlí	poddolované území	východně od tunelu	1860	-
Žandov-Ždánický potok	Cín, radioaktivní suroviny, polymetalické rudy	hlady+ otevřené ústí+ propadliny	východně od tunelu	1831	+ opuštěné úložné místo
Libaňov 3	Radioaktivní suroviny	poddolované území	východně od tunelu	5316	-
Telnice 1	Baryt, surové měděné rudy, radioaktivní suroviny	hlady+ otevřené ústí+ propadliny	východně od tunelu	1843	+ opuštěná důlní i průzkumná díla
Žandov u Chlumce	Hnědé uhlí	poddolované území	severně od Chlumce	5860	maloplošné
Chlumec	Cín a polymetalové rudy	haldy	severně od Chlumce	1821	maloplošné
Unčín-Mravenčí vrch	Cínové a wolframové rudy	haldy	severně od Chlumce	1796	maloplošné
Liboňov	Radioaktivní suroviny, polymetalické rudy	poddolovaná území	severně od Chlumce	5408	maloplošné
Telnice 2	Barytové suroviny	poddolovaná území	Telnický potok	5315	maloplošné
Krásný les v Krušných Horách 2	Cínové a polymetalové rudy	poddolovaná území	Zadní Telnice	1829	maloplošné
Halda štoly Telnice č. 12	Fluoritové a barytové rudy	opuštěná úložní místa	Zadní Telnice	969	maloplošné
Halda štoly Telnice č. 8	Měděná ruda	opuštěná úložní místa	Zadní Telnice	970	maloplošné

## 1.9 Geologická prozkoumanost území

Níže uvádíme přehled vybraných geologických průzkumných prací realizovaných v minulosti na zájmové lokalitě a v jejím blízkém okolí, jejichž výsledky byly využity při zpracování geologické rešerše zájmového území. Výsledky rešerše geologických poměrů byly zpracovány v samostatném dokumentu a jsou jedním z důležitých podkladů pro zpracování tohoto projektu geologických prací. Přehled použitých archivních prací je uveden níže. V řádku **Využito** je uveden původní název vrtu a v závorce **tučně** jeho nové označení, použité pro přehlednější zpracování této rešerše.

- Signatura:** **GF P015641**  
**Název:** RESENI OCHRANNICH PASEM LAZNI TEPLICE V CECACH.  
**Rok vydání:** 1962  
**Autor:** Čadek, J.; Dušek, P.; Hercogová, J.; et al.  
**Řešitelská org.:** Ústřední ústav geologický, Praha  
**Využito:** průzkumné vrt GÚ-115 (1), GÚ-114 (7), GÚ-116 (11), GÚ-120 (17), GÚ-119 (20) do hl. 27,0 41,0 m
- Signatura:** **GF P054721**  
**Název:** Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu základových poměrů pro účely výstavby závodu STS Chabařovice  
**Rok vydání:** 1986  
**Autor:** Příbyl, R.  
**Řešitelská org.:** Stavební geologie, Praha

- Využito: průzkumné vrty J-6 (2), J-5 (3), J-4 (4), J-3 (5), J-2 (6), do hl. 10,0 – 10,3 m
- **Signatura:** **GF P116998**  
 Název: Stradov – podrobný hydrogeologický průzkum  
 Rok vydání: 2007  
 Autor: Starý, J.  
 Řešitelská org.: RNDr. Jiří Starý, Ústí nad Labem  
 Využito: průzkumné vrty HST-1 (8) do hl. 19,5 m
  - **Signatura:** **GF P098200**  
 Název: Závěrečné zpracování prací uranového průzkumu v české křídové pánvi za léta 1959-1990, část I. - Všeobecná část, závěry a doporučení  
 Rok vydání: 1995  
 Autor: Rutsek, J.  
 Řešitelská org.: DIAMO, státní podnik  
 Využito: průzkumné vrty RPZ-39A (9), RPZ-39 (10) do hl. 299,4 – 640,0 m
  - **Signatura:** **GF V079478**  
 Název: Geologické práce pro stavbu III, PÚ, Chlumec  
 Rok vydání: 1978  
 Autor: Fialová, Z.  
 Řešitelská org.: Krajský projektový ústav pro výstavbu měst a vesnic, Ústí nad Labem  
 Využito: průzkumné vrty S-29 (12), S-37 (13), S-44 (14), S-67 (15), S-66 (16) do hl. 7,6 – 8,4 m
  - **Signatura:** **GF P116998**  
 Název: HYDROGEOLOGICKE ZHODNOCENI AKCE ZANDOV  
 Rok vydání: 1963  
 Autor: Žitný, L.  
 Řešitelská org.: Vodní zdroje, Praha  
 Využito: průzkumné vrty Žn-2 (18) do hl. 121,8 m
  - **Signatura:** **GF P116175**  
 Název: Žandov u Ústí nad Labem. Zhodnocení sondážních prací směřujících k jímání podzemních vod na pozemku p. Radka Nechuty.  
 Rok vydání: 2006  
 Autor: Žitný, L.  
 Řešitelská org.: RNDr. Ladislav Žitný, Praha 14  
 Využito: průzkumné vrty Ž2 (19) do hl. 121,8 m
  - **Signatura:** **GF P056546**  
 Název: Závěrečná zpráva úkolu OVĚŘOVÁNÍ F-Ba ANOMÁLIÍ. Surovina: fluorit, baryt. Etapa průzkumu: vyhledávací. Stav ke dni: 31.10.1987  
 Rok vydání: 1987  
 Autor: Apl, J.; Chrt, J.; Jurák, J.; Kumstát, J.; et al.  
 Řešitelská org.: Geoindustria, Praha  
 Využito: průzkumné vrty VT-3 (21), VT-1 (23), VT-2 (24), MT-1 (25), VV-2 (30), VV-1 (31), VH-10 (36), VH-8 (37), VH-11 (38), VH-2 (39), VH-4 (40), VH-5 (41), VH-1 (42), VH-3 (43) do hl. 96,0 - 471,1 m
  - **Signatura:** **GF V066791**  
 Název: Zhodnocení výsledků hydrogeologického průzkumu v Adolfově a Zadní Telnici



- |                  |  |
|------------------|--|
| Rok vydání:      | 1972   |
| Autor:           | Chyba, P.  |
| Řešitelská org.: | Vodní zdroje, Praha                                      |
| Využito:         | průzkumné vrty Zt-1 (22), AD-1 (26) do hl. 11,0 – 18,0 m |
- 
- **Signatura:** **GF P093871**  
 Název: Dálnice D 8 Praha - st. hranice, stavba 0807/II Knínice - st. hranice, úsek A – Knínice – Petrovice, km 89,100 - 94,800, tunel PANENSKÁ variantní řešení  
 Rok vydání: 1998  
 Autor: Hušner, V.; Rueckl, M.; Tesař, O.; et al.  
 Řešitelská org.: ARENAL s.r.o. Praha  
 Využito: průzkumné vrty J705 (27), J704 (28), J706 (29) do hl. 53,0 – 76,6 m
  
  - **Signatura:** **GF P093870**  
 Název: Dálnice D 8 Praha – státní hranice, stavba 0807/II Knínice - st. hranice, úsek A – Knínice – Petrovice, km 89,100 - 94,800, úsek B – Petrovice – hraniční most, km 94,800 - 99,500, podrobný GTP  
 Rok vydání: 1997  
 Autor: Hušner, V.; Rueckl, M.; Tesař, O.; et al.  
 Řešitelská org.: ARENAL s.r.o. Praha  
 Využito: průzkumné vrty J592 (32), PJ593 (33), J595 (34), J614 (35) do hl. 8,0 – 15,0 m

## 1.10 Geofyzikální prozkoumanost

### 1.10.1 Oblast struktury Petrovice-Döbra

V rámci projektu přeshraniční spolupráce pro rozvoj železniční dopravy Sasko – ČR byly realizovány dílčí geofyzikální měření na několika profilech v širší oblasti plánovaného krušnohorského tunelu na české i německé straně. Výsledky měření byly zpracovány v sumární zprávě s názvem „Analýza a vyhodnocení geologických aspektů VRT a společné posouzení stávajících geologických zón s tektonickými poruchami za účelem zjištění přesnějších znalostí geologických struktur území“. Zprávu vypracoval kolektiv autorů České geologické služby [9]. Cílem prací bylo ověření možnosti identifikace tektonických poruch v prostředí krystalinika a přilehlé pánevní oblasti metodami geofyziky a také zpřesnění informací o průběhu morfologicky indikovaných zlomových poruch. Následující podkapitoly stručně charakterizují výsledky provedených měření v příhraniční zóně i v oblasti krystalinického masivu Krušných hor na českém území.

Významná tektonická struktura s průběhem SZ – JV protíná trasu plánovaného tunelu v oblasti státní hranice ČR / Německo. Na německé straně byly v období 11. až 15.3. 2019 odměřeny dva seismické profily s délkou přibližně 1,0 a 1,4 km. Měření vykonali pracovníci TU Bergakademie Freiberg. Trasování profilů bylo voleno tak, aby profily byly co nejvíce ortogonální k předpokládaným V–Z orientovaným zlomům. Z výsledků na obou profilech (1/2019 a 2/2019) je patrný strmě ukloněný systém odrazných ploch, které možno s vysokou pravděpodobností ztotožnit s hranicemi zlomového pásma s orientací SZ–JV a sklonem k SV. Je předpoklad, že na české straně tato zóna nebude přímo zastižena v niveletě tunelu, je však možné, že na českém území bude zastižena některý z paralelních zlomů, provávající tuto tektonickou strukturu (údolí Rybného potoka).



### 1.10.2 Oblast struktury Gottleubatal

V rámci měření společnosti Geophysik GGD Leipzig v prosinci 2017 byly odměřeny tři další seismické profily jižně od vesnice Breitenau. Cílem bylo zachycení SZ–JV vedoucí struktury Petrovice-Döbra. Dva z těchto profilů (2/2018 a 3/2018) protínají i poruchu Gottleubatal. Předpokládaná porucha Gottleubatal sleduje údolí potoka Gottleuba, přičemž její orientace je kolmá na strukturu Petrovice-Döbra.

Refrakční seismická měření byla provedena na všech třech profilech k určení rychlostí seismických vln, seismická tomografie k určení detailní a spojitě distribuce seismických rychlostí blízko povrchu a reflexní seismika pro strukturní geologické podmínky. Na profilu 2/2018 lze vidět významnou zlomovou strukturu, která pravděpodobně formuje SV hranici poruchové zóny Petrovice-Döbra a koreluje se zlomem na profilu 1/2018. Poruchu lze sledovat do hloubky až 500 m. Seismická tomografie v zóně zlomových struktur indikuje nižší rychlosti poblíž povrchu, které možno považovat za porušené zóny.

Profil 3/2018 protíná poruchu Gottleubatal. Cílem bylo získat informaci o charakteru možného zlomu údolí Gottleubatal. Mísovité reflexy s protínajícími poruchami jsou opět viditelné a srovnatelné s obrazem profilu 2/2018. Je pravděpodobné, že se jedná o zlomovou zónu, která však v dané fázi poznání nemůže být do detailu popsána. Může se jednat o zlom nebo jeden ze zlomů poruchy Gottleubatal stejně jako o mladší příčný zlom.

Česká geologická služba v roce 2018 doplnila seismická měření v oblasti Gottleubatal o geoelektrické profilové měření na dvou profilech. Profil Gottl1 s délkou 835 m byl měřen v dubnu 2018 na poruše Gottleubatal podél seismického profilu 2/2019. Hloubkový dosah byl od 50 do 60 m. Výsledky ukazují jasné maximum s vysokým odporem, které je interpretováno jako pevná hornina a lineární minimum s nízkým odporem, které je interpretováno jako poruchová zóna (zlom). Minima také odpovídají očekávaným rozrušeným zónám zlomové struktury Petrovice-Döbra v terénu.

Geoelektrický profil Gottl2 byl měřen jižně od Breitenau na Postmeilenweg paralelně k seismickému profilu 1/2018 za použití metody Wenner-Schlumberger s délkou 1075 m. Na profilu byla detekována dvě minima na metrů 110–160 m a 260–390 m až do bodu na profilu 400 m, která by mohla souviset se zlomovými zónami. Tyto zlomové zóny by také odpovídaly zlomovým zónám detekovaným seismikou. Zbývající data z profilu na metrů 400–1070 m vykazují velkou chybu způsobenou suchem a kamenitým povrchem a nelze je interpretovat.

### 1.10.3 Oblast krystalinika Krušných hor mezi Gottleubatal a podkrušnohorskou pánví

V oblasti krystalinika bylo provedeno pracovníky ČGS geofyzikální geoelektrické multielektrodové měření na několika dílčích profilech. Výsledky lokálních měření jsou místy rozpačité, podle publikovaných poznámek byla měření silně ovlivněna zejména suchým klimatickým obdobím a přítomností velkých a málo vodivých horninových bloků s minimem zeminové (vodivé) výplně. Naopak, z výsledků, které byly spolehlivě naměřeny vyplývá vcelku jednoznačný fakt, že poloha hlavního krušnohorského zlomu je v terénu s největší pravděpodobností definována změnou sklonu terénu na úpatí svahu Krušných hor (profily Tis10, Tis6, Krus4) a vede zhruba v trase železniční tratě Chabařovice – Krupka.

Měřeními byl také odhadnut charakter tektonického porušení zejména krystalinického masivu. V oblasti rudních žil ve zlomové poruše vyhojené křemenem je patrný nárůst zdánlivých odporů horniny, oblasti se sníženými odpory naopak představují pravděpodobně rozvolněnou výplň zlomového pásma bez sekundární minerální výplně, nasycenou podzemní vodou.

#### 1.10.4 Podkrušnohorská pánev

V roce 2015 byla realizována geofyzikální měření v trase dvou předpokládaných variant trasy krušnohorského bazového tunelu. Závěrečná zpráva byla publikována pod názvem „Inženýrsko-environmentální analýza nového železničního spojení Lovosice – Drážďany na území ČR“ [8]. Měření byla provedena na profilu A a profilu E, za použití několika geofyzikálních metod. Využito bylo měření DEMP, ERT a refrakční seismika. Kontinuálně byl profil proměřen pouze metodou DEMP, ostatní metody byly použity jenom izolovaně na vybraných úsecích. Na základě těchto měření je zřejmé, že horninový masiv v úseku podkrušnohorské pánve není homogenní. Prostředí jílů a slínů je prostoupeno tělesy alkalických vulkanitů, nebo sesunutými bloky krystalinika. Jejich laterální ani hloubkový dosah nebyl geofyzikálně ani fyzicky (vrty) blíže ověřen. Poloha profilů je znázorněna v přílohách č. 2.1 a 2.2.

Na uvedené měření navazovala měření realizována v rámci projektu přeshraniční spolupráce (viz odstavec výše a [9]), kde některé geofyzikální profily zasahovaly ze svahů Krušných hor do oblasti pánve (profily Tis10, Tis6, Krus4, Krus5, Krus6). Z hlediska interpretace je možné, jako nejzásadnější fenomén charakterizovat zejména přítomnost vysoce odporových bloků v nadloží nízké odporové vrstvy. Jde pravděpodobně o projevy sesunutých horninových bloků, jejichž litologická charakteristika není bohužel spolehlivě určena (pískovce? ruly?), nebo jde o vulkanické horniny prorážející pánevní výplň, které ale erozí byly zahlazeny. Výrazný a poměrně jednoznačný projev přítomnosti krušnohorského zlomu lze vysledovat v profilu Tis6, kde se zlom projevuje až ve vyšších partiích svahu.

#### 1.10.5 Výsledky geofyzikálního průzkumu realizovaného v roce 2022 v rámci přípravy projektu předběžného inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu

Pro účely přípravy tohoto projektu byl realizován soubor geofyzikálních měření na 8 profilech. Cílem prací bylo ověření použitelnosti různých geofyzikálních metod při hodnocení zkoumaného území, ověření porušenosti v údolí Rybného potoka a také ověření polohy krušnohorského zlomu v oblasti Chlumce pro návrh pozice průzkumných vrtů v této oblasti. Úvodem je nutné upozornit, že vyhodnocení geofyzikálních měření je pouze orientační, vzhledem k absenci přímého průzkumného díla pro spolehlivou kalibraci výsledků. Situace realizovaných profilů spolu s ostatními archivními geofyzikálními řezy je znázorněna v příloze 3.

##### 1.10.5.1 Výsledky geoelektrických měření (ERT, VES, SOP)

V oblasti Gottliebatal byla realizována geoelektrická měření na profilu GF KH-1 (SOP a VES). V oblasti od jižního portálu tunelu po krušnohorský zlomový systém pak byla realizována geoelektrická měření ERT a VES na profilech GF KH-2 až KH-5.

Zpracování měření na profilu KH-1 z oblasti údolí Rybného potoka je znázorněno graficky v příloze 4.1.1 formou průběhu křivek SOP, pod kterým je zpracování odporů do řezu formou modelu RES2DINV, v spodní části přílohy je pak geologicko-geofyzikální řez, zkonstruovaný na základě kvantitativní interpretace VES, v oblastech minim  $\rho_z$  ze SOP jsou interpretovány strmé tektonické linie (zlomy) v podloží.

V oblasti podkrušnohorské pánve od oblasti portálu po zónu krušnohorského zlomu byla realizována geoelektrická měření na profilech KH-2 až KH-5 (ERT a VES). Profil KH-5 je veden mezi plánovanými tunelovými troubami, profily KH-3 – KH-4 jsou pak vedeny příčně, s cílem identifikovat případné souběžné nehomogenity (zlomy atp.) s tunelem (resp. se strmým úhlem k tunelu). Zpracování těchto měření je graficky znázorněno v přílohách 4.1.2 až 4.1.5 formou průběhu křivek SOP, pod kterými je zpracování odporů do řezu formou modelu

RES2DINV (odporovém řezu). V tomto modelu jsou na základě minim  $\rho_z$  z křivek SOP a charakteristických projevů v řezu interpretovány strmé tektonické linie (zlomy) v podloží.

Nejvýraznějším prvkem profilu KH-5 (příl. 4.1.5) je výrazný nárůst odporů na celé hloubce řezu (vyjma prvních cca 5–15 m) ve vzdálenosti kolem 1660 – 1680 m. Jižně od této hranice je v řezu s absolutní převahou indikováno nízkoodporové prostředí (do 20  $\Omega\text{m}$ ), indikující převážně materiály charakteru jílu a slínů, vyšší odpory poukazují na zvýšení podílů písčito – šterkových složek. Významnější nárůst odporů (nad 50  $\Omega\text{m}$ ) v středních hloubkách řezu je indikován na úseku 1380–1500 m (resp. 1580 m), indikující prostředí se zvýšeným podílem kamenité složky s mocností 20–30 m. Od cca 1680 m je v řezu indikováno vysokoodporové prostředí (převážně 200–2000  $\Omega\text{m}$ ), s bází sahající do nadmořských výšek 285–235 m. Snížení odporů (na 60–80  $\Omega\text{m}$ ) ve větších hloubkách (kolem 220–260 m n. m.) může indikovat buď projev blízké, profilu souběžné, tektoniky, nebo tektonicky oslabené horniny krystalinika. V oblastech minim  $\rho_z$  z křivek SOP a indicií v odporovém řezu jsou interpretovány strmé tektonické linie (zlomy) v podloží.

Na profilu KH-2 (příl. 4.1.2) je vysokoodporové prostředí (s odporem i výrazně nad 100  $\Omega\text{m}$ ) indikováno do hloubek kolem 15–20 m, pravděpodobně odpovídající kamenitým sutím. Ve středních hloubkách (kolem 25–80 m) vystupuje nízkoodporové prostředí (do 15  $\Omega\text{m}$ ), zřejmě tvořené převážně jílovými a slínovými materiály. V max. hloubkách řezu odpor prostředí roste nad 50  $\Omega\text{m}$ .

Na profilu KH-3 (příloha 4.1.3) je do vzdálenosti cca 190 m odporovým řezem indikováno v blízkosti povrchu – do hloubek kolem 3–4 m – vysokoodporové prostředí (pravděpodobně šterko-písčité sedimenty). Na bázi tohoto prostředí je nízkoodporová zóna (do 10  $\Omega\text{m}$ ) s mocností cca 3 m, pravděpodobně představující souvrství jílu, sahající do hloubek kolem 6–8 m (niveleta 223–225,5 m n.m.). Pod tímto komplexem je do vzdálenosti přibližně 265 m prostředí se zvýšeným odporem (25–80  $\Omega\text{m}$ ), sahající do hloubek kolem 7–17 m (213–225 m n.m.), s mocností cca 4–8 m, indikující jílovito-písčité sedimenty. Na zbytku profilu jsou na odporovém modelu snižené až nízké odpory (do 20, resp. 10  $\Omega\text{m}$ ), odpovídající jílu.

Profil KH-4 (příl. 4.1.1) byl realizován v blízkosti portálu, příčně na trasu tunelu. Křivka  $\rho_z$  SOP pro nejkratší uspořádání elektrod ( $AB = 9$  m), přednostně popisující změny v přípovrchové vrstvě do hloubek kolem 2 m, je členitá. Do vzdálenosti kolem 135 m se hodnoty  $\rho_z$  pohybují převážně nad 100  $\Omega\text{m}$ , na úseku 140–240 m se  $\rho_z$  pohybují kolem 30–50  $\Omega\text{m}$ . Úsek s nejnižšími  $\rho_z$  (pod 10  $\Omega\text{m}$ ) na této křivce je ve vzdálenosti 320–370 m. Odpory na křivkách pro delší uspořádání elektrod jsou do vzdálenosti 280 m přibližně 3–5krát nižší, v závěru profilu (od cca 320 m) odpory na všech křivkách dosahují obdobné hodnoty. V odporovém řezu je do vzdálenosti kolem 140 m při povrchu vysoceodporové prostředí (nad 100  $\Omega\text{m}$ ), sahající do hloubek 2–3 m, tvořené pravděpodobně písčitými šterky. Do vzdálenosti kolem 120 m je odporovým řezem indikováno prostředí se zvýšenými odpory (14–40  $\Omega\text{m}$ ), zřejmě tvořené jílovito-písčitými sedimenty. Báze této struktury se v řezu zahlubuje směrem k začátku profilu z cca 10 m ve vzdálenosti cca 115 m na více než 20 m na začátku profilu. Na úseku 135–300 m je v blízkosti povrchu do hloubek kolem 2,0–3,5 m indikováno prostředí s odporem kolem 50–100  $\Omega\text{m}$ , pravděpodobně jílovito-písčité šterky. Pod popsányými strukturami jsou v odporovém řezu snižené až nízké odpory (do 18, resp. 10  $\Omega\text{m}$ ), odpovídající písčitému jílu až jílu.

#### **1.10.5.2 Výsledky měření mělké refrakční seismiky (MRS)**

Na profilech KH-7 a KH-8 v oblasti jižního portálu tunelu byla realizována seismická měření mělké refrakční seismiky (MRS). Měření byla vykonána na profilech s délkou po 165 m 12-kanálovou seismickou aparaturou GEODE s pravidelným krokem elektrod 5 m a s buzením seismického signálu kladivem. Měření byla vykonána na sebe navazujících rozložených geofonech. Na každém rozložení byl signál buzen na jeho koncích, v středě a tzv. přístřely ve vzdálenosti  $\frac{1}{2}$  délky rozložení (27,5 m). Tímto způsobem byl zabezpečen 100 % překryt hodochron. Zpracování měření bylo vykonáno programem PLOTREFA programového balíku WinSeis formou rychlostních řezů. „Ručně“ byla data zpracována metodou  $t_0$  a bodovými výpočty do diskrétních seismických řezů, zobrazujících v každém výpočtovém bodě jeho hloubku a rychlost šíření seismického vlnění pod daným rozhraním.

Zpracování těchto měření je znázorněno graficky v příloze 4.2. formou rychlostních seismických modelů, pod kterými jsou seismické řezy.

Rychlostní modely indikují do hloubek kolem 15 m (nivelety kolem 185–190 m n. m.) postupný nárůst rychlostí na cca 2000–2200 m/s. Max. interpretované rychlosti na obou profilech jsou v nejvyšších hloubkách nad 35 m (na profilu KH-8 od vzdálenosti cca 125 m v hloubce kolem 20 m) na úrovni 3000 m/s. Seismické řezy znázorňují průběh spodního lámajícího rozhraní (SLR) v hloubce kolem 3,2–6,7 m s hraničními rychlostmi 1338–1882 m/s na profilu KH-7, na profilu KH-8 pak kolem 2,8–7,1 m s hraničními rychlostmi 1464–2010 m/s. Uvedené hraniční rychlosti odpovídají materiálům charakteru konsolidovaných jílu. V nadloží jsou v řezech vyčleněny dva základní typy prostředí. Nad SLR je vyčleněno prostředí s vrstevními rychlostmi 673–1652 m/s, popsané jako ulehle zemin, resp. slabě konsolidované jílové podloží. V blízkosti povrchu jsou v seismických řezech interpretovány materiály charakteru slabě ulehle zemin a sutí, s rychlostí seismického vlnění 231–632 m/s, sahajících do hloubek 0,74–2,4 m.

#### **1.10.5.3 Výsledky měření hluboké reflexní seismiky (RXS)**

Měření hluboké reflexní a refrakční seismiky bylo realizováno na profilu KH-6 v oblasti krušnohorského zlomového systému. Seismický profil je veden ve směru jih–sever z prostoru mírně svažitého lučního porostu při severozápadním okraji obce Chlumec přes železniční trať a dále po lesní cestě vedené sedlem strmého jižního svahu.

Báze pánevní výplně je v reflexním řezu spolehlivě indikována počínaje metrů cca 275 na výškové úrovni 180, odkud stoupá v několika výškových stupních až téměř k povrchu na metrů 650. Stupňovitý charakter svahu skalního masívu svědčí o komplikované tektonické stavbě. Jižně od výrazné tektonické struktury na metrů cca 275 je indikován reflex na výškové úrovni cca -110. Skutečná hloubka a geologická povaha reflexu, tedy ztotožnění sází sedimentárního prostoru, zde není jednoznačná. V rychlostním řezu odpovídají horninám krystalinika rychlosti nad hodnotou 3500 m/s s následným výrazným rychlostním gradientem.

V prostoru pánevní výplně vystupují sedimenty o rychlostech nižších než 1000 m/s, tedy materiál charakteru kvartérního pokryvu, nad výškovou úrovní 280 na staničení 0,0 až na kótu cca 290 na staničení 280. Počínaje metrů 300 nepřesahuje mocnost těchto sedimentů 8 m. V rychlostním poli je obraz hlubších partií pánevní výplně tvořen střídáním téměř horizontálních poloh sedimentů o vyšších a nižších rychlostech. Zřetelná diskontinuita tohoto zvrstvení (vertikální posun s poklesem jižního bloku) je patrná na metrů cca 240–275. V reflexním řezu je tato struktura indikována přerušením reflexních horizontů na úrovních 250 a cca 180 na metrů cca 250.

Tektonická stavba je v interpretačním řezu vyznačena přerušovanými liniemi. Vedle již zmíněných k jihu ukloněných tektonických zón v intervalu metrů 250–500 vytvářejících

stupňovitou stavbu jižního omezení bloku krystalických hornin upozorňujeme na zónu snížených rychlostí v intervalu metráží 725–770. Může se jednat o projev příčné poruchy tvořící predispozici údolí přibližně severojižního směru.

Detailnější interpretace, zvláště z pohledu materiálu pánevní výplně, bude možná po provedení vrtaných sond. Podrobný popis prací a výsledků je zpracován v přílohách 4.3.1 až 4.3.3.



## 2. Podrobná část

### 2.1 Požadavky a cíl průzkumných prací

Cílem průzkumných prací ve smyslu kapitoly 5.2.3 Přílohy č.3 soutěžního zadání je zejména dodat dostatečné podklady pro rozhodnutí o způsobu ražby tunelu (mechanizované versus konvenční)

a pro návrh dalšího průzkumu včetně případné průzkumné štoly. S ohledem na archivní už realizované průzkumné práce ve zkoumané oblasti, jakož i s přihlédnutím ke složité geologicko-tektonické stavbě oblasti je předběžný inženýrsko-geologický průzkum zaměřený zejména na:

- předběžné ověření geologické stavby v trase navrhovaného železničního tunelu se zvláštním přihlédnutím k předpokládaným tektonicky porušeným zónám, oblastem vodních zdrojů a oblastem s výraznou heterogenitou horninového prostředí;
- předběžné zjištění geotechnických a inženýrsko-geologických vlastností zemin a hornin, které se v trase tunelu vyskytují;
- předběžné ověření homogenity horninového masivu v trase navrhovaného tunelu pomocí geofyzikálních metod (povrchových i karotážních měření);
- lokální ověření geologické stavby ve vybraných úsecích tunelu vrtnými pracemi s následným vzorkováním a geologickou dokumentací;
- stanovení pevnostních a deformačních parametrů hornin a zemin zkouškami in-situ;
- zjištění hydrogeologických poměrů v trase tunelu a realizace hydrodynamických zkoušek in-situ pro určení propustnosti horninového prostředí;
- ověření stabilitních poměrů v oblasti plánovaného portálu tunelu;
- instalace monitorovacích prvků pro dlouhodobé sledování režimu hladiny podzemní i povrchové vody v oblasti portálového zářezu i v trase tunelu;
- ověření hydrochemických a agresivních vlastností podzemních vod na beton a železo;
- rozčlenění trasy tunelu na předběžné kvasi-homogenní celky s přiřazením odpovídajících geotechnických parametrů horninového prostředí, klasifikace horninového prostředí účelovými klasifikačními systémy;
- určení hlavních geotechnických rizik pro ražbu tunelu a jeho vliv na okolní horninové prostředí;
- návrh prací pro následující etapu geologických průzkumů.

### 2.2 Rozsah a metodika průzkumných prací

- Po zpracování dostupných informací o geologické stavbě širšího okolí plánované trasy tunelu, které byly zpracovány v geologické rešerši, a po získání vstupních podkladů od projektanta stavby bylo možné navrhnout rozsah a metodiku geologických průzkumných prací v etapě předběžného inženýrsko-geologického průzkumu. Ve smyslu soutěžního zadání, Přílohy č.3, kapitoly 5.2.3 je možné metodiku navrhovaných průzkumných prací shrnout následovně:
- využití všech dostupných archívních materiálů ohledně geologické stavby širšího okolí trasy tunelu;
- realizace povrchových geofyzikálních měření na profilech nad tunelovými troubami a na příčných profilech tak, aby tato poskytla podklady pro aktualizaci geologického 3D modelu

- zkoumaného území;
- realizace vrtných technických prací;
  - v rámci realizace vrtného průzkumu (technických prací) vykonat odběry charakteristických vzorků zemin, hornin a podzemní vody;
  - laboratorní práce mechaniky zemin a hornin;
  - laboratorní práce hydrogeochemie vod a zemin;
  - laboratorní práce mineralogie, petrografie a stratigrafie hornin a zemin;
  - realizace terénních geotechnických a hydrodynamických zkoušek;
  - karotážní práce;
  - terénní mapovací práce;
  - zabudování vrtů jako monitorovacích objektů pro sledování hladiny, resp. tlaku podzemní vody;
  - práce geologické a geodetické služby;
  - související práce spojené se zajištěním realizace průzkumu.

### 2.2.1 Technické práce – realizace průzkumných vrtů

Ve smyslu soutěžního zadání je navržena realizace průzkumných jádrových vrtů. Vzhledem k charakteru geologického prostředí v trase plánovaného tunelu budou vrtné práce realizovány dvěma základními metodami – jádrové vrtání nasucho tvrdokovovou (TK) korunkou s jednoduchou jádrovkou a jádrové vrtání s vodním výplachem s diamantovou korunkou a s těžitelnou dvojitou (trojitou) jádrovkou – např. systém WireLine (WL). Všeobecný přehled navrhovaných vrtů uvádí následující tabulka 10.

**Tabulka 10 Přehled navrhovaných vrtných prací**

Charakteristika vrtů	m.j.	počet	Σ délka
jádrové vrty jednoduchou jádrovkou s TK korunkou nasucho zabudované jako HG	m	5	125
jádrové vrty j. jádrovkou s TK korunkou nasucho zabudované jako inklinometrické	m	1	25
jádrové vrty dvojitou jádrovkou s diamantovou korunkou (WL) svislé	m	9	2150
jádrové vrty dvojitou jádrovkou s diamantovou korunkou (WL) šikmé	m	1	295

Všechny průzkumné vrty budou v terénu situovány na základě požadavků investora stavby, po zohlednění reálných přístupových cest do terénu, požadavků majitelů a správců dotčených pozemků a polohy podzemních a nadzemních inženýrských sítí. Při situování pozice vrtů byla brána do úvahy také předpokládaná geologická stavba oblasti tak, aby průzkumnými vrty byly zachyceny a otestovány všechny očekávané inženýrsko-geologické, geotechnické, resp. hydrogeologické komplexy, speciálně pak zóny tektonického porušení. Pro přesnější situování byly využity rovněž výsledky předběžných geofyzikálních měření. Navrhovaná místa průzkumných vrtů jsou znázorněna na situaci v příloze 2.

#### 2.2.1.1 Vrty jednoduchou jádrovkou s TK korunkou nasucho

V rámci předběžného inženýrsko-geologického průzkumu jsou vrty jednoduchou jádrovkou navrženy zejména v prostředí kvartérních a terciérních sedimentů v oblasti portálového zářezu železniční trati a v úseku hloubené části tunelu. Všechny provedené vrty budou trvale vystrojeny pažnicemi průměru 100x5,0/125x6,5 mm jako pozorovací HG objekty. Inklinometrický vrt bude vystrojen inklinometrickou pažnicí průměru 70 mm. Bližší specifikace postupu vystrojení vrtů je

uvedena v technické části projektu. Seznam navrhovaných vrtů uvádí následující tabulka 11.

**Tabulka 11 Přehled navrhovaných vrtů jednoduchou jádrovkou s TK korunkou**

Vrt	Parcela / katastr	Souřadnice S-JTSK		Navrhovaná hloubka [m]	Navrhované zkoušky	Způsob zabudování
		X	Y			
KH-12	p.č. 142 v k.ú. Stradov u Chabařovic	767919,90	971646,60	25	Vz, HDZ, P	HG
KH-13		767819,89	971632,19	25	Vz, P	HG
KH-14	p.č. 1502/1 v k.ú. Chabařovice (okres Ústí n. L.)	767860,94	767860,94	25	Vz, P	HG
KH-15		767778,65	971710,99	25	Vz, HDZ, P	HG
KH-16		767806,01	971781,44	25	Vz, P	HG
KH-17		767824,73	971696,01	25	Inklino	INKLINO

Vysvětlivky: Vz – odběr vzorku vody; P – pozorovací vrt, kontinuální sledování hladiny podzemní vody; HDZ – hydro-dynamická zkouška (čerpací pokus); Inklino – inklinometrická měření

### 2.2.1.2 Vrtý dvojitou jádrovkou s diamantovou korunkou a vodním výplachem

Strukturní vrtý vrtné těžitelnou dvojitou jádrovkou s diamantovou korunkou (např. systémem WireLine) s vodním výplachem budou realizovány v trase plánovaného tunelu v zónách, kde se předpokládá buď tektonické porušení horninového masivu (oblast krystalinika), nebo v úsecích s komplikovanou geologickou stavbou v oblasti podkrušnohorské pánve. Metoda vrtání s dvojitou jádrovkou je nezbytná z důvodu dosažení maximálního výnosu vrtního jádra a minimalizace ovlivnění stěny vrtu. Požadovaný minimální konečný průměr jádra je 100 mm (vrtání standardizovaným průměrem vrtného nářadí SQ, GEOBOR apod.).

Získané vrtné jádro bude následně převezeno do skladových prostor k tomu určených, kde bude podrobeno geologické dokumentaci a následnému odběru horninových vzorků na laboratorní rozbor. Celá metráž vrtného jádra z každého vrtu bude archivována.

Všechny jádrové strukturní vrtý budou komplexně geologicky, petrograficky i stratigraficky dokumentovány včetně fotodokumentace, budou odebrány charakteristické vzorky zemin, hornin, puklinové výplně a podzemní vody. V průběhu vrtání bude výsledována naražená a ustálená hladina podzemní vody. Ve vrtech bude realizována systematická karotáž. Po odvrtání do požadované hloubky budou ve vybraných úsecích vrtů realizovány geotechnické a hydrodynamické zkoušky.

Po geologické dokumentaci a fotodokumentaci vrtného jádra realizovaných vrtů, odběru vzorků zemin a hornin, bude vrtné jádro uskladněno. Terén bude upraven do původního stavu, resp. upraven ve smyslu požadavků majitelů, resp. uživatelů pozemků. Přehled navrhovaných průzkumných vrtů dvojitou jádrovkou je zpracován v tabulce 12. Přesné situování průzkumných sond se bude odvíjet od požadavků majitelů a správců dotčených pozemků.

**Tabulka 12 Přehled navrhovaných vrtů dvojitou jádrovkou s dia korunkou (WireLine)**

Vrt	Parcela / katastr	Souřadnice S-JTSK		Navrhovaná hloubka [m]	Navrhované zkoušky	Způsob zabudování
		X	Y			
KH-01	p.č.4287 / Krásný les	768204,91	961262,81	350	K, D, V, Vz, P	HG
KH-02	p.č.346/5 / Krásný les	768208,40	961708,02	365	K, D, V, Vz, P	HG
KH-04	p.č.3034 / Krásný les	768290,68	964536,73	485	K, D, V, Vz, P	HG
KH-05	p.č.373/2 / Telnice	768307,16	966857,40	465	K, D, V, Vz, P	HG
KH-07	p.č.166/1 / Stradov u.Ch.	768186,23	970222,79	175	K, D, V, Vz, P	HG
KH-07A	p.č.145/5 / Stradov u.Ch.	768217,81	970448,24	295 / 45°	K, D, V, Vz, P	Piezo
KH-08	p.č.155 / Stradov u.Ch.	768179,81	970584,82	115	K, D, V, Vz, P	HG
KH-09	p.č.987/1 / Chlumec u.Ch.	768067,12	970912,19	85	K, D, V, Vz, P	HG

Vrt	Parcela / katastr	Souřadnice S-JTSK		Navrhovaná hloubka [m]	Navrhované zkoušky	Způsob zabudování
		X	Y			
KH-10	p.č.987/4 / Chlumec u Ch.	767991,05	971205,32	65	K, D, V, Vz, P	HG
KH-11	p.č.141/1 / Stradov u Ch.	767908,32	971464,27	45	K, D, V, Vz, P	HG
Celkem k realizaci				9 ks / 2150 m svislé 1 ks / 295 m šikmé		

Vysvětlivky: K – karotáž; D – dilatometrie; V – vodnotlakové zkoušky; Vz – odběr vzorku vody, P – pozorovací vrt, kontinuální měření hladiny vody

Všechny realizované hluboké strukturní vrty budou zabudovány jako trvalé pozorovací HG objekty pouze v případě, pokud bude možné sledovat neovlivněnou hladinu podzemní vody a bude zamezeno případnému propojení odlišných zvodní. Vrty budou vystrojeny silnostěnnou PVC pažnicí průměru cca 80 mm (požadovaný minimální vnitřní průměr je 50 mm). Vzhledem k projektovanému průměru není možné technicky zajistit obsyp pažnice. V případě požadavku na odizolování (zamezení) přítoků do vrtu budou vykonány speciální postupy (úseková injektáž, cementace). Vrty budou zaizolovány jílovo-cementovou tamponáží ve svrchní části, v úseku rozšířeného průměru vrtání, do minimální hloubky 10,0 m pod terénem, ideálně do 30,0 m.

Výše uvedená jednotná konstrukce hydrogeologických a strukturních vrtů je projektována na základě předpokládaných geologických poměrů. Revize navrhované konstrukce vrtů bude provedena po prvním tzv. „zkušebním“ vrtu, na základě reálně ověřených podmínek in-situ. Případné další změny v technickém provedení nebo finální výstroji budou vždy respektovat reálné horninové prostředí a hydrogeologické poměry. Musí být však vždy dodrženy minimální požadované průměry vrtání, resp. průměry vrtného jádra (100 mm) a dosah těsnicí vrstvy u strukturních vrtů min. 10 m (ideálně však 30 m), u hydrogeologických vrtů pak 6,0 m.

### 2.2.2 Presiometrické zkoušky

Presiometrické zkoušky jsou navrženy ve vrtech realizovaných jednoduchou jádrovkou v oblasti portálu tunelu. Cílem zkoušek je zjištění presiometrických ( $E_p$ ) resp. deformačních ( $E_{def}$ ) modulů horninového prostředí, zejména v místech plánovaných stavebních objektů jako jsou podzemní stěny, mostní objekty a podobně. Zkoušky budou realizované dle normy ČSN EN ISO 22476-4 (72 1004) Zkouška presiometrem ve vrtu podle Ménarda. Pro realizaci zkoušky předpokládáme ve vrtech vyvrtání návrtu vhodné délky a průměru (délka cca 1 m, průměr 76 mm). V každém vrtu bude realizováno cca 3–5 zkoušek v rozličných hloubkových úrovních tak, aby byl získán dostatečně velký statistický soubor dat pro každý litologický, resp. inženýrsko-geologický typ hornin a zemin v dané lokalitě. Zkoušky budou realizovány jak v zeminách kvartéru, tak i v terciérním podložním komplexu. Celkem je navrženo realizovat 20 ks presiometrických zkoušek (pro 5 ks vrtů).

### 2.2.3 Dilatometrické zkoušky

Dilatometrické zkoušky jsou navrženy ve strukturních vrtech, vrtaných diamantovou korunkou s dvojitou jádrovkou v prostředí poloskalních a pevných skalních hornin. Maximální projektovaná hloubka vrtu činí 485 m. Pro realizaci je potřebné použít horninový dilatometr vhodného průměru (podle požadavků SŽ je konečný průměr jádra z vrtu 100 mm, tj. průměr vrtu bude cca 140 mm) nebo v případě použití dilatometru menšího průměru bude potřebné vytvořit zkušební návrt potřebného průměru (podle použité sondy, například standardním průměrem 76 mm). Délka zkušebního návrtu, resp. délka zkoušené oblasti by měla začínat cca 20 m nad předpokládanou klenbou tunelu a končit cca 20 m pod plánovanou niveletou dna tunelu.

Případně je možné realizovat dilatometrické zkoušky na základě požadavku geologické služby (po schválení investorem) i v jiných úsecích průzkumných vrtů tak, aby byly otestovány všechny potenciálně zasažitelné litologické, resp. inženýrsko-geologické typy hornin s dostatečně velkým statistickým souborem dat (například poruchové zóny).

Cílem dilatometrických zkoušek je stanovení deformačních parametrů ( $E_{\text{def}}$  a  $E$ ) horninového masívu v okolí plánované tunelové roury. Dilatometrické zkoušky jsou náročné časově, technicky i personálně, z toho důvodu je po dobu realizace dilatometrických zkoušek potřebná součinnost vrtné osádky a vrtné soupravy pro zapouštění dilatometrické sondy do zkoušeného vrtu. Realizace i vyhodnocení zkoušek bude dle normy ČSN EN ISO 22476-5 (72 1004) Zkouška pružným dilatometrem.

Navrhujeme, aby v každém zkoušeném vrtu bylo realizováno 15–20 ks dilatometrických zkoušek ve zkušebním úseku (návrtnu). Celkem je navrženo 200 ks dilatometrických zkoušek v 10 ks vrtů.

## 2.2.4 Hydrodynamické zkoušky

Hydrodynamické zkoušky jsou navrženy s cílem ověření propustnosti horninového masívu v trase tunelu a v oblasti plánovaného portálového zářezu. Detailní specifikace prací je součástí Projektu podrobného hydrogeologického průzkumu.

### 2.2.4.1 Hydrodynamické (čerpací) zkoušky

Hydrodynamické zkoušky budou realizovány v prostoru zářezu portálu a tunelu s časovým odstupem cca 1 týden po vyčištění vrtů. Pro realizaci hydrodynamických zkoušek byly vybrány 2 hydrogeologicky vystrojené vrty (KH-12, KH-15). Hydrodynamické testování bude realizováno formou čerpací zkoušky v délce trvání 11 dnů, při které bude hladina podzemní vody ve vrtu snižována s proměnlivým čerpaným množstvím:

- Snížení na 1. depresi cca 0,1 l/s časový odhad 2 dny.
- Snížení na 2. depresi cca 0,3 l/s časový odhad 3 dny.
- Snížení na 3. depresi cca 0,5 l/s časový odhad 6 dnů.

Čerpaná množství mohou být podle orientační vydatnosti, zjištěné v průběhu čištění vrtu, přiměřeně navýšena. Po ukončení čerpací fáze hydrodynamického testování bude následovat nástup hladiny podzemní vody ve vrtu po dobu 2–3 dnů. Vypouštění čerpaných vod bude realizováno do místní vodoteče (Šotolský potok). Měření hladiny podzemní vody ve vrtu bude realizováno průběžně datalogrem a ve zvolených intervalech i ručně hladinoměrem. Průběžně bude měřeno čerpané množství vody z vrtu formou plnění daného objemu čerpanou vodou (např. 20 litrů) v čase. Dosah snižování hladiny podzemní vody bude monitorován v blízkých vrtech:

- Čerpaný vrt KH 12 monitorovací vrty: KH 13, KH 14
- Čerpaný vrt KH 15 monitorovací vrty: KH 14, KH 16

Hydrogeologické práce jsou součástí samostatného projektu prací.

### 2.2.4.2 Vodní tlakové zkoušky

V navrhovaných strukturních vrtech v trase tunelu s ohledem na jejich hloubku a požadovaný výsledný průměr jádra 100 mm (průměr vrtu cca 140 mm) není možné realizovat čerpací zkoušky. Z toho důvodu jsou v těchto vrtech navrženy k realizaci etážové vodní tlakové zkoušky nebo nalévací zkoušky. Účelem zkoušek bude předběžné ověření hydraulických parametrů horninového prostředí (propustnost) zejména pro zhodnocení drenážního účinku tunelu na horninový masiv a stanovení přítoků podzemní vody do tunelu. Jednotlivé zkušební etáže budou



určeny v průběhu vrtných prací na základě karotážních měření v místech s přítokem podzemní vody do vrtu. Zkoušky budou realizovány ve smyslu normy ČSN EN ISO 22282-1 až 22282-6.

V případě potřeby je možné realizovat zkoušku ve smyslu ČSN ISO 22282-5 Nálevové zkoušky. Předpokládáme, že v jednom strukturním vrtu bude možné realizovat 1–5 etáží zkoušek (podle délky vrtu a charakteru porušení). Celkem je navrženo realizovat 40 ks vodních tlakových zkoušek a 10 ks nálevových zkoušek.

Pro realizaci etážových vodních tlakových zkoušek bude použita sestava dvojitých obturátorů potřebného průměru. Délka zkoušeného úseku vrtu bude určena v průběhu průzkumných prací geologem (hydrogeologem).

## 2.2.5 Geofyzikální práce – povrchová geofyzikální měření a karotáž

Cílem geofyzikálních prací bude zejména získání kontinuálního a prostorového obrazu geologicko-tektonické stavby v trase plánovaného tunelu, ověření rozsahu a orientace tektonického porušení horninového masivu, eventuálně zvodnění horninového masivu. V pánevní části trasy tunelu pak bude cílem geofyzikálních měření ověření hloubky potenciálních smykových ploch v místech portálového zářezu, určení litologických rozhraní a charakteru jednotlivých geologických komplexů. Součástí geofyzikálních prací bude také reinterpretace geofyzikálních měření, která byla vykonána v rámci přípravy tohoto projektu v roce 2022.

### 2.2.5.1 Terénní práce

Přehled situování navrhovaných geofyzikálních profilových měření je zpracován v Příloze 2.1 až 2.4. Použita bude kombinace následujících geofyzikálních metod:

**Metoda multielektrodového měření odporu (MEM, ERT)** s krokem elektrod 3–5 m a při současném rozložení min. 48 elektrod ( $AB_{\max}$  141–235 m) bude realizována na dvou paralelních profilech nad osami tunelových trub v úseku od portálu po oblast krušnohorského zlomu. Jeden příčný profil bude realizován paralelně se stávající železniční tratí Chlumec – Stradov. Požadovaný je hloubkový dosah cca 20 m pod niveletu tunelu. Hloubkový dosah cca 50–70 m lze očekávat při měření ERT s krokem elektrod 5 m při současném rozložení min. 56–72 elektrod s  $AB_{\max}$  275–355 m, v místech, kde je požadován vyšší hloubkový dosah než 70 m, budou ERT měření doplněna měřeními VES tak, aby byl zabezpečen požadovaný hloubkový dosah. Získané údaje budou zpracovány do geoelektrických odporových řezů RES2DINV a do geologicko-geofyzikálních řezů, zpracovaných i na základě kvantitativní interpretace VES, získaných na vybraných místech z komplexu dat ERT, rovněž i případnými přímými měřeními. V těchto řezech budou zohledněny také výsledky přímých průzkumných děl, dostupných zpracovateli v čase vypracovávání závěrečné zprávy (částečná reinterpretace). Navrhovaný rozsah použití uvedené geofyzikální metody je 5000 m plus rezerva 1000 m. V metrāži nejsou zahrnuty potřebné technologické přesahy pro požadovaný hloubkový dosah (jen efektivní horizontální délka při požadovaném hloubkovém dosahu).

**Metoda reflexní seizmiky (RXS)** - cílem geofyzikálních měření reflexní seizmiky je vysledování výrazných geofyzikálních rozhraní, na kterých dochází k odrazu uměle generovaných seizmických vln. Důležité je, aby rozhraní bylo sledováno kontinuálně. To bude zabezpečeno vhodným systémem měření, t.j. vzájemným rozmístěním bodů generování a příjmu seizmického signálu. Navrhujeme měření s minimální délkou hodochron 800 m, s krokem registrace do 5 m, hustota bodů generování seizmického signálu bude poloviční, s dosažením minimálně 24-násobného překrytí. Jako zdroj signálu bude použit vhodný budič vibrací s požadovanou energií minimálně 1000 J. Registrace seizmických signálů bude realizována minimálně 168-kanálovou

aparaturou, přičemž registrační geofony, rozmístěné v určených 5 m rozstupech na seizmických profilech, budou připojeny bezdrátově. Naměřená data budou interpretována do formy obrazu jak reflexních rozhraní za pomoci specializovaného softvéru pro interpretaci měření reflexní seizmiky, tak i rychlostního řezu (softvér pro refrakční tomografii – MRS), který pomůže identifikovat zóny snížených rychlostí. Předpokládaný dosah výsledného seizmického reflexního řezu je minimálně 500 m pod povrchem, minimální délka samostatného profilu bude 1200 m (s ohledem na dosah). Spolu navrhujeme realizovat 9600 m profilů reflexní seizmiky (cca 8 ks). Všechny délky profilů jsou uvažovány s efektivní délkou po terénu (t.z. po celé navrhované délce bude zabezpečen požadovaný hloubkový dosah). Jejich přesná pozice není v současnosti určena, bude vycházet z výsledků profilových měření geoelektrických metod. Primárně je tato metoda určena pro identifikaci výrazných zlomových nehomogenit v horninovém masivu.

**Metoda mělké refrakční seizmiky (MRS)** - úkolem geofyzikálních měření mělké refrakční seizmiky je vysledování rychlosti šíření seizmických vln v geologickém prostředí pomocí analýzy času příchodu čelní (alias lomené) vlny. Tato vlna je, od jisté vzdálenosti od seizmického zdroje, registrována jako první, což umožňuje poměrně přesné určení času jejího příchodu do jednotlivých geofonů, vzdálených od sebe 5 m. Touto metodou je možné vysledovat prostorový průběh tzv. refrakčního rozhraní, definovaného rychlostí šíření elastických vln v bezprostředním podloží rozhraní, a také rozložení rychlostí ve vrstvě nad tímto refrakčním rozhraním. V rámci geofyzikální interpretace je pak hledán takový geofyzikálně-geologický model prostředí, v kterém teoretické hodnoty šíření korespondují s naměřenými údaji. Pro interpretaci předpokládáme využití specializovaného geofyzikálního softvéru (např. RayfractTM, WinSeis, Seisimager apod. do rychlostních modelů/řezů a seizmických řezů, diskrétně popisujících průběh dílčích interpretovaných vrstev a rychlostí šíření seizmických vln v nich). Metoda umožňuje rozčlenit geologické prostředí na pokryvné, kvartérní útvary s nižší rychlostí propagace čelní vlny a skalní podloží, přičemž efektivní hloubka průzkumu se povětšinou pohybuje v řádu desítek metrů pod povrchem. Buzení seizmického signálu bude realizováno údery upraveného 8–10 kg kladiva na speciální podložku, propojenou s časoměrným zařízením. V místech s již existujícími profily reflexní seizmiky budou příslušné časy nasazení čelní vlny extrahovány z existujících datových souborů. Navrhovaná sumární délka měřených profilů MRS je 1000 m a předpoklad využití je v oblasti portálu tunelu. Návrh vedení jednotlivých řezů bude doplněn po zahájení průzkumných prací na základě nejaktuálnější projektové dokumentace.

**Metoda odporového profilování SOP a vertikálního elektrického sondování VES** bude použita na dvou paralelních profilech nad osami tunelových trub v úseku od krušnohorského zlomu po údolí Gottliebatal (hranice ČR/SRN resp. km 20,000) v oblasti krystalinického masivu. Geoelektrická měření budou realizována metodami OP minimálně s dvěma základními uspořádáními elektrod (AB do 100 a 200 m). Na základě těchto měření budou realizována měření VES tak, aby se co nejvíce omezily vlivy vertikálních odporových diskontinuit, s průměrným krokem 80 m. Délka  $AB_{max}$  při VES se předpokládá v rozmezí do 1000–2000 m tak, aby byl zabezpečen hloubkový dosah min. 20 m pod niveletu tunelu. Získané údaje budou zpracovány do grafů průběhu SOP, izoohmických a geologicko-geofyzikálních řezů, zpracovaných i na základě kvantitativní interpretace VES. V těchto řezech budou zohledněny také výsledky přímých průzkumných děl, dostupných zpracovateli v čase vypracovávání závěrečné zprávy (částečná reinterpretace). Na měření budou použity vhodné geoelektrické aparatury (např. ARES a ARES II/10), s paměťovým médiem a filtrací vstupních hodnot, doplněné mnohožilovým kabelovým systémem, nebo aktivním vícekanálovým multi-elektrodovým systémem, umožňujícím současné zapojení 48 a více elektrod a potřebnou kabeláž pro OP a VES. Navrhovaná efektivní (bez technologických přesahů) sumární délka měřených profilů SOP a VES je 20 000 m plus rezerva 5000 m na doplňující profily. Doplňující

profily budou navrženy a měřeny až na základě interpretace výsledků ze dvou podélných řezů.

**Metoda gravimetrie (GR)** bude použita na dvou paralelních profilech nad osami tunelových trub v úseku od portálu tunelu až po údolí Gottliebatal (hranice ČR/SRN tj. na celé plánované délce krušnohorského tunelu na českém území s přesahem na Německou stranu. Pro měření tíhového zrychlení bude použit vhodný relativní gravimetr. Hustota bodů měření bude 10 m v oblasti podkrušnohorské pánve (po krušnohorský zlom, tj. cca 2 x 1500 m), v oblasti od zóny zlomu po státní hranici bude 40 m. Měření budou 2 až 3krát denně navazována na základní body státní gravimetrické sítě pro ověření správnosti chodu gravimetru. Poloha měřených gravimetrických bodů bude přesně geodeticky zaměřena. Cílem gravimetrických měření na profilech je zjistit lokální gravitační anomálie, tj. poklesy hustoty horninové hmoty v daném bodě, které pak mohou indikovat přítomnost tektonických poruch v horninovém prostředí krystalinika, nebo rozlišit jednotlivé litologické typy hornin v oblasti podkrušnohorské pánve. Spolu navrhujeme realizaci 2 x 12 250 m gravimetrických profilů. Měřicí přístroj musí dosahovat charakteristiku minimálně třídy CG5 (podle standardu přístroje od fy Scintrex). Navrhovaná sumární délka gravimetrického profilování je 24 500 m.

**Metoda magnetometrických měření (GM)** - cílem měření je odhalení výskytu vulkanických intruzí v oblasti podkrušnohorské pánve s přechodem za krušnohorský zlom. Navrhujeme realizovat 3 x 1500 m geofyzikálních profilů pro měření geomagnetických anomálií. Pro měření se použije protonový nebo cesiový magnetometr. Profily budou orientovány paralelně tak, aby centrální profil kopíroval osu železniční trati. Laterální profily pak budou nad osami projektovaných tunelů.

**Karotážní metody** – navrhujeme realizaci komplexní karotáže všech strukturních vrtů. Cílem karotážního měření je získání orientovaných geologických strukturních dat, zjištění lokálních nehomogenit a litologické náplně horninového masivu, míst přítoků podzemních vod, charakteru tektonického porušení apod. Navrhujeme použití následujících metod:

- Inklinometrie – zjištění reálného průběhu vrtu.
- Kavernometrie – zjištění průměru vrtu, resp. kvality stěny vrtu.
- Natural gama – zjištění přirozeného gama záření z geologického prostředí.
- Teplota a vodivost – měření teploty a elektrické vodivosti kapalného média vyplňujícího vrt.
- Optický skener stěny vrtu – orientované optické nasnímaní stěny vrtu pro strukturní analýzu.
- Akustický skener stěny vrtu – orientované ultrazvukové naskenování stěny vrtu při strukturní analýze.
- Mikroseismokarotáž – kontinuální ověření rozvolněnosti masivu a určení deformačních parametrů prostředí.
- Odporové profilování – zjištění měrného elektrického odporu horninového prostředí.
- Spontánní polarizace – rozčlenění geologického profilu.
- Indukční karotáž – odporové profilování pro suché úseky vrtu.
- Magnetometrie – zjištění magnetických anomálií v horninovém prostředí.
- Průtokometrie – zjištění vertikálního proudění kapalného média podél vrtu.
- Neutron – gama – zjištění porosity horninového prostředí.
- Gama – gama – zjištění hustoty horninového prostředí.
- Metoda určení přítoku zasolováním.

Na základě předpokládaného množství vrtů navrhujeme realizovat 2 445 m karotážních měření. S ohledem na hloubky strukturních vrtů budou jednotlivé vrty karotovány po úsecích.

### **2.2.5.2 Reinterpretace výsledků starších měření v oblasti**

Po realizaci přímých průzkumných děl (vrtů, geotechnických a hydrodynamických zkoušek atp.) bude vykonána reinterpretace geofyzikálních prací (hlavně geoelektrických). Reinterpretace se týká i měření na profilech KH-1 až KH-5, realizovaných v rámci přípravy tohoto projektu (kapitola 1.10.5), případně jiných archivních měření, realizovaných v dané oblasti.

## **2.2.6 Vzorkovací a laboratorní práce**

Po dobu průzkumných prací budou vykonávány vzorkovací práce a následně i laboratorní práce. Vzorkování je možno rozdělit na vzorkování mechaniky zemin a hornin, vzorkování podzemních a povrchových vod, vzorkování zemin a hornin pro petrografickou, stratigrafickou a mineralogickou analýzu a vzorkování zemin a hornin pro technologické zkoušky. Podobně lze rozdělit i laboratorní práce.

### **2.2.6.1 Vzorkovací práce**

Odběr vzorků bude realizován podle normy **ČSN EN ISO 22475-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Odběry vzorků a měření podzemní vody – Část 1: Zásady provádění**. Cílem vzorkovacích prací je odebrání vhodných vzorků zemin, hornin nebo vod na následovní laboratorní rozbor.

- A) Odběr vzorků mechaniky zemin – vzorky budou odebrané z průzkumných vrtů v oblasti portálu plánovaného tunelu, resp. z vrtů v oblasti hloubené části tunelu. Rozsah vzorkování umožní odebrat charakteristické vzorky všech vyskytujících se typů zemin a vytvoření dostatečně velkého statistického souboru dat pro spolehlivou inženýrsko-geologickou i geotechnickou charakteristiku zemin. Vzorky budou po odebrání dopraveny do laboratoře mechaniky zemin ke zpracování nebo uloženy ve vhodných skladovacích podmínkách tak, aby nedošlo k degradaci odebraných vzorků (změna vlhkosti apod.). Pro účely tohoto projektu používáme variantní terminologii rozdělení typů vzorků, a to jak „klasickou“ na neporušené, poloporušené a porušené vzorky, resp. technologické vzorky, tak aktuálně platnou terminologii dle ČSN EN ISO 22475-1, čl. 6 a podle TP76 část B, článek 7.5.2 na 5 tříd kvality vzorků a 3 kategorie odběrů vzorků dle následující tabulky 13.

**Tabulka 13 Přehled typů kvality a kategorií odběru vzorků pro zemin**

Třída kvality vzorku zeminy pro laboratorní analýzy	1	2	3	4	5
Kategorie odběru vzorků	A		B		C
Původní (historické) označování	Neporušená		Poloporušená		Porušená

Třída kvality 1 a 2 odpovídá přibližně klasickému označování „neporušený vzorek“, třída kvality 3 a 4 odpovídá přibližně označení „poloporušený vzorek“ a třída kvality 5 (případně 4-5) původnímu označení „porušený vzorek“. V etapě předběžného průzkumu navrhujeme odebrat 30 ks neporušených, resp. poloporušených vzorků zemin, 10 ks technologických vzorků a 30 ks porušených vzorků zemin;

- B) Odběr vzorků pro mechaniku hornin – vzorky budou odebírány ve dvou fázích. V první fázi budou odebírány vzorky hornin, citlivých na změny vlhkosti a napjatosti. Tyto budou odebrány bezprostředně po odvrtání. Vzorky budou odebrány tak, aby se zachovala jejich



přirozená vlhkost. Jedná se zejména o horniny jako jílovce, slínovce, výplně tektonických poruch a podobně. U těchto vzorků se předpokládá jejich urychlené zpracování v laboratoři mechaniky hornin. Ve druhé fázi se budou odebírat vzorky z odolnějších typů hornin. Odolnější typy hornin budou po odvrtání uloženy ve vzorkovnicích v kryté hale. Odběr vzorků bude následovat až po detailní geologické dokumentaci vrtného jádra. Po odběru vzorků budou tyto dopraveny do laboratoře mechaniky hornin. Předpokládáme sumárně odebrat 50 ks vzorků na laboratorní rozbor mechaniky hornin, 100 ks vzorků hornin na indexovou zkoušku pevnosti Point Load Test, 50 ks vzorků na stanovení fyzikálních parametrů hornin a 50 ks vzorků na technologické zkoušky. Podobně jako vzorky zemin, i vzorky hornin lze odebírat v rozličných kvalitativních kategoriích. Vzorky získané pomocí vrtání dvojitou (trojitou) jádrovkou s vodním výplachem (metoda WireLine) budou odebrány v kategorii A a B (umožní strukturní analýzu), vzorky získané pomocí vrtání jednoduchou jádrovkou nasucho budou v kategorii D a E.

- C) Vzorky na mineralogickou, petrografickou a stratigrafickou analýzu budou odebrány ze všech zachycených litologických typů hornin. V oblasti podkrušnohorské pánve bude stratigrafické vzorkování systematické, tj. vzorky budou odebrány v určených rozestupech podél vrtu. V oblasti krystalinika se budou odebírat vzorky na petrografickou a mineralogickou analýzu podle potřeby. Navrhujeme odebrat celkem 50 ks vzorků na mineralogickou analýzu, 50 ks na stratigrafickou analýzu a 100 ks vzorků na petrografickou analýzu.
- D) Vzorkování vod bude provedeno v souladu s normami řady ČSN ISO 5667 – Jakost vod. V průběhu odběrů bude in situ měřena teplota, pH a elektrická vodivost vzorkované vody z důvodu zjištění stavu vzorku v době odběru. V akreditované laboratoři budou ve vzorcích provedeny analýzy. V průběhu hydrometrování vodních toků a v průběhu realizace hydrodynamického testování vrtů budou odebrány vzorky povrchových a podzemních vod pro jejich analytiku:

Počet vzorků povrchových vod: 16 objektů ve 4 sadách = 64 ks vzorků povrchových vod;

Počet vzorků podzemních vod:

- 2 čerpané vrtů, 3 deprese = 6 ks vzorků podzemních vod
- 9 strukturních vrtů = 9 ks vzorků podzemních vod.

Hydrogeologické práce jsou součástí samostatného projektu prací.

### **2.2.6.2 Laboratorní práce**

V návaznosti na odběr reprezentativních vzorků jsou navrženy také laboratorní zkoušky a analýzy podle následujících podkapitol.

Laboratorní práce mechaniky zemin – cílem prací je spolehlivě charakterizovat fyzikálně-popisné i pevnostně-deformační parametry všech relevantních typů zemin, zastižených v oblasti plánovaného tunelu. Laboratorní práce mechaniky zemin budou realizovány v akreditované laboratoři pro mechaniku zemin.

**Neporušené vzorky (NV)** budou odebrány z jemnozrnných typů zemin, u nichž lze předpokládat reálnou možnost jejich technologicky správného odběru (kategorie A). Odběr daného typu vzorků bude pomocí tenkostěnného válce s vyjímatelným pouzdem (vzorkovač). Analýzy budou zahrnovat indexové zkoušky (zrnitostní rozbor, stanovení vlhkosti, stanovení stupně nasycení, stanovení Atterbergových mezí, výpočet čísla konzistence, plasticity, výpočet koeficientu propustnosti z křivky zrnitosti) dle ČSN 73 6133 a ČSN 72 1003, stanovení



objemové a suché objemové hmotnosti, zdánlivé hustoty. Dále na neporušených vzorcích budou stanoveny zkoušky přetvárných a pevnostních parametrů (stlačitelnost v edometru, krabicová smyková zkouška, pevnost v prostém tlaku, triaxiální zkoušky, bobtnavost/prosedavost). Nebude-li z důvodu charakteru zeminy možný odběr neporušeného vzorku v odpovídající kvalitě, bude proveden alespoň odběr poloporušeného či porušeného vzorku.

**Porušené a poloporušené (PV, PPV) vzorky** budou odebrány rovnoměrně ze všech rozhodujících geologických vrstev v rozsahu základních indexových zkoušek dle ČSN 73 6133 a ČSN 72 1003 (zrnitost, vlhkost, Atterbergovy meze, výpočet koeficientu propustnosti z křivky zrnitosti, výpočet čísla konzistence, plasticity). V případě zastižení méně alterovaných horninových vrstev, může být porušený vzorek zeminy nahrazen porušeným vzorkem horniny pro stanovení její pevnosti v prostém tlaku na nepravidelných úlomcích.

**Technologické (TV) vzorky** budou odebrány za účelem posouzení využitelnosti zemin do násypových těles a v oblastech aktivní zóny. Celkem bude odebráno 10 ks vzorků pro provedení 10 souborů laboratorních rozborů. Na těchto vzorcích budou kromě klasifikačních indexových zkoušek realizovány také zkoušky zhutnitelnosti Proctor Standard pro stanovení maximálních objemových hmotností, optimálních vlhkostí a kalifornského poměru únosnosti CBR a CBR<sub>sat</sub> a zároveň na těchto vzorcích budou realizovány také rozborů na zlepšené zemině (s přidáním pojiva). Vzorky budou odebrány v požadovaném množství do plastových pytlů. Místa odběrů technologických vzorků určí zodpovědný řešitel na základě aktuálně zjištěných geologických podmínek v daném vrtu. Na odebraných vzorcích budou realizovány zkoušky ve smyslu následovní tabulky 14.

**Tabulka 14 Přehled navrhovaných laboratorních rozborů mechaniky zemin**

LABORATORNÍ PRÁCE MECHANIKY ZEMIN		
Indexová zkouška porušené a poloporušené vzorky (PV a PPV) - klasifikační rozbor ve smyslu ČSN 72 1001	Ks	34
Indexová zkouška neporušené vzorky (NV) - klasifikační rozbor ve smyslu ČSN 72 1001 + měrná hmotnost + objemová hmotnost	Ks	34
Indexová zkouška technologické vzorky (TV) - klasifikační rozbor ve smyslu ČSN 72 1001 + měrná hmotnost + objemová hmotnost	Ks	10
Stanovení obsahu organických látek	Ks	12
Stanovení obsahu uhličitánů	Ks	78
Stanovení obsahu křemene	Ks	78
Stlačitelnost v edometru s rekonsolidací $E_{oed}$ , $E_{def}$	Ks	18
Stanovení časového součinitele konsolidace $c_v$	Ks	18
Stanovení bobtnacího tlaku v edometru	Ks	13
Prosedavost / bobtnavost po zkoušce stlačitelnosti	Ks	14
Krubicová smyková zkouška (vrcholová a reziduální smyková pevnost)	Ks	14
Triaxiální smyková zkouška UU	Ks	14
Pevnost v prostém tlaku (3 válečky)	Ks	16
Propustnost jemnozrnných zemin v triax. Komoře	Ks	16
Stanovení CBR a CBR <sub>sat</sub>	Ks	10
Stanovení Proctor Standard	Ks	10

V následující tabulce 15 je zpracován přehled odběrů vzorků a očekávaný rozsah laboratorních rozborů pro jednotlivé navrhované vrty jednoduchou jádrovkou bez výplachu a z povrchové části vrtů s dvojitou jádrovkou.

**Tabulka 15 Přehled odběru vzorků zemin a laboratorní práce**

Vrt	Souřadnice S-JTSK		hl.	Vzorkování				Laboratorní analýzy								
	X	Y		PV	NV	TV	VV	IN	ST	SP	BT	TV	PT	PR	PB	OR
KH-12	767919,90	971646,60	25	5	5	2	1	12	3	2	2	2	2	2	3	2
KH-13	767819,89	971632,19	25	5	5	2	1	12	3	2	2	2	2	2	3	2
KH-14	767860,94	767860,94	25	5	5	1		11	1	2	1	1	2	2	1	2
KH-15	767778,65	971710,99	25	5	5	2	1	12	1	2	1	2	2	2	1	2
KH-16	767806,01	971781,44	25	5	5	2	1	12	3	2	1	2	2	2	3	2
KH-17	767824,73	971696,01	25	5	5	1	1	11	3	2	2	1	2	2	3	2
KH-11	767908,32	971464,27	45	2	2	0	1	4	2	1	2	0	2	2	0	0
KH-10	767991,05	971205,32	65	2	2	0	1	4	2	1	2	0	2	2	0	0
<b>celkem</b>				<b>34</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>78</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>12</b>

Vysvětlivky: PV – porušený vzorek; NV – neporušený vzorek; TV – technologický vzorek, VV – vzorek podzemní vody a zeminy na výluh,   vrty hydrogeologické,   vrty inklinometrické, IN – indexová zkouška (fyzikální vlastnosti+křemen+uhlíčitany), ST – stlačitelnost v oedometru, souč. konsolidace, SP – smykové parametry (vrchol.+rezid.+UU), BT – bobtnací tlak, TV – CBR+Proctor Standard, PT – prostý tlak, PR – propustnost v TX, PB – prosedavost/bobtnavost, OR – organické látky

- A) Laboratorní práce mechaniky hornin – cílem prací je spolehlivě charakterizovat fyzikálně-opisné i pevnostně-deformační parametry všech relevantních typů skalních a podskalních hornin, zastížených v trase plánovaného tunelu. Na odebraných vzorcích hornin budou realizovány geotechnické zkoušky mechaniky hornin podle následovní tabulky 16.

**Tabulka 16 Přehled navrhovaných laboratorních rozborů mechaniky hornin**

LABORATORNÍ PRÁCE MECHANIKY HORNIN		
Fyzikální vlastnosti hornin	Ks	118
Petrografické analýzy	Ks	150
Point Load Test	Ks	110
Mechanika hornin (monolit/jádro)	Ks	54
Pevnost v prostém tlaku (přirozená, nasycená, vysušená)	Ks	36
Pevnost v příčném tahu	Ks	18
Triaxiální smyková pevnost	Ks	22
Přetvárné vlastnosti hornin (Poissonovo číslo, modul pružnosti, modul deformace)	Ks	22
Mrazuvzdornost	Ks	36
Abrazivita (Cerchar nebo LCPC)	Ks	30
BWI	Ks	36
Vrtatelnost	Ks	36

V následující tabulce 17 je zpracován přehled odběrů vzorků hornin a očekávaný rozsah laboratorních rozborů pro jednotlivé navrhované vrty dvojitou jádrovkou, resp. z hlubších částí vrtů jednoduchou jádrovkou bez výplachu.

**Tabulka 17 Přehled odběru vzorků hornin a laboratorní práce mechaniky hornin**

Vrt	Souřadnice S-JTSK		hloubka	Vzorkování				Laboratorní analýzy						
	X	Y		MH	PLT	PET	FY	PT	BR	TX	MR	DP	AB	BW
KH-01	768204,91	961262,81	350	7	14	18	14	5	2	2	4	2	4	4
KH-02	768208,40	961708,02	365	7	14	18	14	5	2	2	4	2	4	4
KH-04	768290,68	964536,73	485	8	16	20	16	5	3	3	5	3	6	6
KH-05	768307,16	966857,40	465	8	16	20	16	5	3	3	5	3	6	6
KH-07	768186,23	970222,79	175	4	8	14	8	2	2	2	3	2	3	3
KH-07A	768217,81	970448,24	295 / 45°	6	12	16	12	4	2	4	3	2	4	4
KH-08	768179,81	970584,82	115	3	10	12	10	2	1	2	2	1	2	2
KH-09	768067,12	970912,19	85	3	8	10	8	2	1	2	2	1	1	1
KH-10	767991,05	971205,32	65	2	6	7	6	1	1	1	2	1	0	1
KH-11	767908,32	971464,27	45	2	6	5	6	1	1	1	2	1	0	1
KH-12	767919,90	971646,60	25	1	2	3	2	1	0	0	1	1	0	1
KH-13	767819,89	971632,19	25	1	2	3	2	1	0	0	1	1	0	1
KH-15	767778,65	971710,99	25	1	2	2	2	1	0	0	1	1	0	1
KH-17	767824,73	971696,01	25	1	2	2	2	1	0	0	1	1	0	1
<b>celkem</b>				<b>54</b>	<b>118</b>	<b>150</b>	<b>118</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>36</b>

Vysvětlivky: MH – monolit jádra; PLT – vzorek na PLT; PET – petrografický vzorek, FY – vzorek na fyzikální parametry, vrty hydrogeologické,  vrty piezometrické,  vrty inklinometrické PT – pevnost v prostém tlaku, BR – pevnost v příčném tahu, TX – smykové parametry v triaxiálu, MR – mrazuvzdornost, DP – deformační parametry, AB – abrazivita, BW – Bond work index+vt

**Fyzikální vlastnosti hornin** budou zahrnovat stanovení vlhkosti, objemové hmotnosti (suchá/vlhká), hustoty pevných částic, porozity a nasákavosti. Pro vyhodnocení budou odebrány separátní vzorky hornin.

**Point Load Test (PLT)** – indexová zkouška pevnosti v bodové zatížení na nepravidelných úlomcích.

**Přetvárné vlastnosti hornin** – laboratorně budou určeny deformační parametry jako modul pružnosti (E), modul deformace ( $E_{def}$ ), Poissonovo číslo ( $\nu$ ). Vzorky pro deformační zkoušky budou připravovány tak, aby bylo možno zjistit anizotropii geotechnických vlastností hornin. Zkoušky budou ve smyslu normy ČSN EN 14580 (721165) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení statického modulu pružnosti.

**Pevnost v prostém tlaku** – pevnost v jednoosém tlaku ( $\sigma_c$ ) bude zkoušena na vzorcích hornin tak, aby bylo možné určit anizotropické vlastnosti hornin, a také pevnosti v přirozeném stavu, po vysušení a po nasycení. Postupovat se bude v smyslu ČSN EN 1926 (721142) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v prostém tlaku.

**Triaxiální smyková pevnost** – bude zkoušena v Hoekově komoře na vhodných vzorcích hornin. Cílem je určit smykovou pevnost ve smyslu ISRM: Part 2: 1974–2006 and ASTM D7012 – 14: Method A

**Pevnost v příčném tahu (brazilská zkouška)** – stanoví se podle doporučení ISRM.

**Mrazuvzdornost** – bude stanovena ve smyslu normy ČSN EN 12371 (721147) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení mrazuvzdornosti.

**Abrazivita** – bude stanovena podle Cerchara nebo LCPC.

Laboratorní práce mechaniky hornin budou realizovány v akreditované laboratoři pro mechaniku hornin.

B) V akreditované laboratoři budou ve vzorcích provedeny následující analýzy vod.

Analytika povrchových vod (64 analýz):

- základní chemismus: amonné ionty ( $\text{NH}_4$ ), amoniakální dusík, chloridy, BSK<sub>5</sub>, TOC, dusičnany, dusitany, fluoridy, orthofosforečnany, sírany, uhličitany, hydrogenuhličitany,  $\text{CO}_2$  celkový,  $\text{CO}_2$  volný, RL, acidita, alkalita,  $\text{CO}_2$  agresivní, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na,
- mikrobiální parametry,
- radiologické parametry podle požadavků Vyhlášky č. 422/2016 Sb., v platném znění: obsah Rn222, celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta

Analytika podzemních vod (15 analýz):

- základní chemismus: amonné ionty ( $\text{NH}_4$ ), amoniakální dusík, chloridy,  $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ , TOC, dusičnany, dusitany, fluoridy, orthofosforečnany, sírany, uhličitany, hydrogenuhličitany,  $\text{CO}_2$  celkový,  $\text{CO}_2$  volný, RL, acidita, alkalita,  $\text{CO}_2$  agresivní, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na,
- mikrobiální parametry,
- radiologické parametry podle požadavků Vyhlášky č. 422/2016 Sb., v platném znění: obsah Rn222, celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta.

Hydrogeologické práce jsou součástí samostatného projektu prací.

C) Laboratorní práce petrografie, stratigrafie a mineralogie zemin a hornin – cílem prací je spolehlivě určit litologický typ hornin a zemin, jejich stratigrafickou příslušnost ke geologickým celkům (souvřstvím), podrobně charakterizovat minerální náplň hornin se zvláštním přihlédnutím k jílovým minerálům a ke křemenu. Přehled navrhovaných laboratorních rozborů je zpracován v následovní tabulce 18. Laboratorní práce mineralogie, petrografie a stratigrafie budou realizovány v akreditovaných laboratořích České geologické služby.

**Tabulka 18 Přehled navrhovaných laboratorních prací mineralogie, petrografie a stratigrafie hornin a zemin**

Laboratorní práce		
celohorninová RTG analýza (mineralogie celohorninová)	ks	50
separovaná RTG analýza (mineralogie frakce pod 0,002 mm)	ks	50
vyhotovení a analýza výbrusu (mikroskopie + petrografie + stratigrafie)	ks	50
vyhotovení a analýza výplavu (mikroskopie + petrografie + stratigrafie)	ks	50
makroskopická charakteristika (petrografie)	ks	150
makroskopická charakteristika (petrografie) z mapování	ks	100
vyhodnocení analýz	komplet	1

### 2.2.7 Hydrogeologické práce

Podrobný hydrogeologický průzkum bude proveden ve smyslu § 3 odst. 3 písm. b) vyhlášky č. 369/2004 Sb., který zahrnuje zjišťování hydrogeologických poměrů v území v podrobnostech potřebných pro územní rozhodování a pro povolení staveb nebo činností podle zvláštních právních předpisů. Projekt hydrogeologického průzkumu je zpracován samostatně a je nedílnou součástí projektu inženýrsko-geologických prací pro záměr výstavby Krušnohorského tunelu.

Cílem podrobného hydrogeologického průzkumu je ověření vlivu stavby na stávající vodní zdroje. Jedná se o tyto dílčí oblasti průzkumu:

- Stanovit hydraulické parametry saturované zóny pro návrh zajištění stavební jámy zářezu v oblasti portálu a tunelu proti přítokům podzemních vod.
- Ověřit a posoudit vliv infiltrovaných srážkových vod v daném povodí a podzemních vod vázaných na tektonicky predisponované struktury, na vydatnosti stávajících vodních zdrojů.
- Charakterizovat chemismus a fyzikální parametry povrchových a podzemních vod dotčených předmětnou stavbou pro ověření jejich geneze.

Vzhledem k potenciálnímu dotčení stávajících vodních zdrojů je součástí průzkumu i návrh hydrogeologického průzkumu k zajištění náhradních vodních zdrojů.

Metodika a rozsah prací vychází ze smluvního rozsahu záměru, resp. z přílohy č. 3 c) Smlouvy: Zvláštní technické podmínky z 31.3.2022. Naplnění uvedených cílů bude předmětem prací navrženého podrobného průzkumu:

- Realizace hydrodynamických testů na vystrojených vrtech s monitorováním dosahu depresního kužele v hydrogeologickém kolektoru.
- Hydrometrování povrchových toků pro stanovení infiltračních a dotačních procesů vod do a z okolního geologického prostředí.
- Vzorkování a analýtika povrchových a podzemních vod.
- Vyhodnocení průzkumných prací k ověření vlivu stavby na stávající vodní zdroje.

### 2.2.8 Geodetické práce

Všechny technická díla (průzkumné vrty) budou po realizaci výškopisně a polohopisně zaměřeny. Pro určení polohy bude použit systém S-JTSK a pro určení nadmořské výšky systém Balt po vyrovnání (B.p.v.) zaměřené. Podobně budou zaměřeny i počáteční, lomové (význačné) a koncové body geofyzikálních profilů. Měřičské práce bude vykonávat osoba odborně způsobilá.

### 2.2.9 Práce geologické služby

Součástí předběžného průzkumu budou také geologické práce. Cílem geologických prací je sled a řízení terénních technických prací (vrtných prací, karotáže vrtů, geofyzikálních prací, hydrogeologických a geotechnických zkoušek), vyhodnocení geotechnických zkoušek a jejich interpretace v kontextu cílů průzkumu. Součástí bude také aktualizace geologické mapy a geologického modelu ČGS, terénní pochůzky, pasportizace vodních zdrojů a pramenů v dotčené oblasti, zhodnocení inženýrsko-geologických, hydrogeologických a geotechnických poměrů v trase tunelu a vypracování závěrečné zprávy s přílohami.



Závěrečná zpráva předběžného inženýrskogeologického průzkumu bude vypracována v rozsahu dle ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum. Odpovědným řešitelem inženýrskogeologického průzkumu bude osoba s příslušným oprávněním podle zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky MŽP 206/2001 Sb.

Závěrečné práce budou zahrnovat interpretaci všech výsledků geologických průzkumných prací předběžného IGP a vyhodnocení průzkumných prací ve vztahu k plánované výstavbě.

Závěrečná zpráva předběžného IGP bude obsahovat nejen obecné závěry průzkumných prací, ale i konkrétní posouzení inženýrskogeologických, hydrogeologických a geotechnických poměrů v trase projektovaného tunelu.

Komplexní vyhodnocení zpracuje zhotovitel v úplné formě s náležitostmi pro stupeň dokumentace DÚR. Nedílnou součástí závěrečné zprávy budou přílohy obsahující výsledky laboratorních rozborů zemin, hornin a podzemní vody a měřičská a vrtně technická zpráva. Kromě výstupu závěrečné zprávy v tištěné podobě bude kompletní dokumentace rovněž předána v digitální formě pro možnost dalšího využití.

### 3. Závěr

Předkládaný projekt předběžného průzkumu zahrnuje průzkumné práce potřebné pro zpracování projektové dokumentace ve stupni DSP pro akci **RS 4 úsek Ústí nad Labem – státní hranice CZ**.

Před zahájením prací budou k dispozici všechna potřebná vyjádření k podzemním inženýrským sítím, vyjádření orgánu státní správy a orgánu ochrany přírody a vyjádření vlastníků pozemků.

Umístění průzkumných sond není dáno striktně, může dojít ke změně jejich polohy buď v důsledku kolize s podzemním vedením inženýrských sítí, resp. nesouhlasným stanoviskem majitele (uživatele) ke vstupu na dotčený pozemek, popř. nemožnosti realizace sondy z technických důvodů

Výsledky realizovaných prací budou předány ve formě zprávy o průzkumu s přílohami. Jejich obsah a rozsah bude odpovídat etapě předběžného průzkumu. Výsledky všech průzkumných prací budou zpracovány v komplexní závěrečné zprávě. Při zpracování výsledků průzkumu a jejich dokumentaci bude dodržena zásada maximální přehlednosti a názornosti s využitím grafického znázornění a tabulace výsledků.

#### Řešitelský tým:

Zodpovědný řešitel geologických prací: RNDr. Marian Kuvik, PhD.

Inženýrská geologie:	Ing. Tomáš Schoffer, Mgr. Martin Borovský
Geofyzika:	RNDr. Jozef Flimmel, RNDr. Štefan Huljak, Ing. David Filipický
Geotechnika:	Ing. Radko Bucek
Hydrogeologie:	Ing. Václav Hodný, Mgr. Ivana Ondrašíková, PhD.
Baňský projektant:	Ing. Petr Makásek

## B TECHNICKÁ ČÁST

### 1. Všeobecné údaje

#### 1.1 Účel a objednatel prací

Účelem technických průzkumných prací je realizace předběžného inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu pro plánovaný železniční tunel na plánované vysokorychlostní trati Praha – Drážďany. Objednatel prací je Správa železnic.

#### 1.2 Správní obvod lokality

Městský úřad:	Chlumec
Krajský úřad:	Ústí nad Labem
Obvodní báňský úřad:	Ústí nad Labem

#### 1.3 Vytyčení a označení průzkumných děl

Požadované vrty budou v terénu vytýčeny zodpovědným řešitelem průzkumu. Vrty budou situovány mimo ochranných pásem nadzemních a podzemních inženýrských sítí, resp. podzemní sítě budou jejich správci řádně vytyčeny a vyznačeny.

#### 1.4 Personální a strojové zabezpečení

Doplní zhotovitel.

#### 1.5 Příprava a likvidace vrtních pracovišť

Každý vrt bude mít vlastní vrtné pracoviště uzpůsobené technologickým potřebám vrtání. Vrtné pracoviště bude tvořit znivelovaná plocha o rozměrech cca 10 x 15 m (podle aktuálně použité vrtné soupravy). Lokálně bude potřeba odstranit náletové dřeviny. Nepředpokládáme potřebu odstraňovat vzrostlé stromy. Pro vrty realizované technologií nasucho nebude potřeba realizovat úpravu vrtného pracoviště (kromě odstranění náletů). Po ukončení průzkumných prací bude pracoviště upraveno do původního stavu. O převzetí a předání staveniště před a po ukončení prací bude sepsán protokol s majitelem/uživatelé pozemku.

#### 1.6 Odpadové hospodářství a ochrana životního prostředí

V průběhu realizace vrtných prací bude vznikat běžný komunální odpad, který bude ukládán do připravených nádob (nebo plastových pytlů) a pravidelně likvidován. Vrtný výplach bude v průběhu prací zachycován v připravené sedimentační nádrži, kde bude odseparován vrtný kal, vyčištěná odkalená voda pak bude opět použita k vrtání (recirkulace), nebo přes lapač olejů vypouštěna do recipientu. Samotné vrtné jádro bude z lokality odvezeno na uskladnění a podrobnou geologickou dokumentaci do připraveného krytého prostoru (skladu).

Vrtná souprava bude vybavená záchytnými vanami, které budou podloženy pod rizikovými částmi strojů jako preventivní opatření proti kontaminaci půdy a podzemní vody. Pro případ akutní potřeby (únik ropných látek) bude na soupravě k dispozici vhodný sorbent ropných látek (vapex, perlit apod.).

## 1.7 Dopravní trasy a charakter terénu

Stroje a materiál budou přepravovány po zpevněných státních a obecních cestách, mimo zpevněné cesty pak budou maximálně využity stávající lesní a polní cesty. Na přesun souprav mezi vrtnými pracovišti budou využity nákladní auta (trailery), přímo na lokalitě bude pohyb souprav autonomní. Terén v místě vrtných pracovišť je převážně rovinný a poměrně lehce dostupný, kromě vrtů v oblasti jižního svahu Krušných hor (údolí Telnického potoka, údolí Zdírnického potoka a oblasti nad žst. Chlumec (viz Příloha 2). V následující tabulce 19 jsou uvedeny dotčené parcely v oblasti navrhovaných vrtů.

**Tabulka 19 Přehled dotknutých parcel (parcela v místě vrtu / parcely přístupových cest)**

vrty	parcela	LV	Uživatel / majitel
KH-01 (350 m)	4287 (k.u. Krásný Les v Krušných horách-673986)	252	CPI - Land Development, a.s., Vladislavova 1390/17, Nové Město (Praha 1), 110 00 Praha
	4480/1, 4480/3, 4480/4, 4493/1, 4488 (k.u. Krásný Les v Krušných horách)	149	Ústecký kraj, Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace
KH-02 (365 m)	346/5, 4482/1 (k.u. Krásný Les v Krušných horách)	252	CPI - Land Development, a.s., Vladislavova 1390/17, Nové Město (Praha 1), 110 00 Praha
	4493/1, 4488 (k.u. Krásný Les v Krušných horách)	149	Ústecký kraj, Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace
KH-04 (485 m)	3034 (k.u. Krásný Les v Krušných Horách)	166	SJM Hůla Pavel a Hůlová Dagmar
	3033 (k.u. Krásný Les v Krušných Horách)	1	Obec Petrovice, Obecní úřad Petrovice, 013 53 Petrovice
	3013/1 (k.u. Krásný Les v Krušných Horách)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	3024 (k.u. Krásný Les v Krušných horách)	115	Římskokatolická farnost Krásný Les (u Ústí nad Labem)
	4675/1, 4675/3 (k.u. Krásný Les v Krušných horách), 831/1 (k.u. Větrov u Krásného Lesa-673978), 638, 631, 405/4 (k.u. Telnice-765724)	149, 117, 287	Ústecký kraj, Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace
	3039, 3040 (k.u. Krásný Les v Krušných horách)	10	ČR, Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 50008 Hradec Králové
KH-05 (465 m)	373/2, 621 (k.u. Telnice-765724)	303	ČR, Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 50008 Hradec Králové
	364/1 (k.u. Telnice)	1	Obec Telnice
	405/4, 405/3, 405/2, 2144/2, 431/3, 2031/2, 432/1, 397/4 (k.u. Telnice-765724)	287, 149	Ústecký kraj, Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace
KH-07 (175 m)	166/1, 166/2 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	33	ČR, Lesy České republiky, s.p., Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 50008 Hradec Králové
	165/2, 169/2, 165/1 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818c)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
	145/19 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
KH-07 A (295 m)	145/5, 150/5 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	158	Nosek Zdeněk Ing., nám. Sokolovské 310/3, Liberec II-Nové Město, 46001 Liberec
	165/2, 169/2, 165/1 (k.u. Stradov u Chabařovic), 455/1 (k.u. Chlumec u Chabařovic)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
	169/1 (k.u. Stradov u Chabařovic)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	935/4 (k.u. Chlumec u Chabařovic)	144	ČR, Správa železnic, státní organizace
KH-08 (115 m)	170 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
	145/1, 152/1 (k.u. Stradov u Chabařovic)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	155 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká

vrty	parcela	LV	Uživatel / majitel
			1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
KH-09 (85 m)	987/1 (k.u. Chlumec u Chabařovic-651796)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	987/4, 987/7, 987/9 (k.u. Chlumec u Chabařovic-651796)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
	281/1 (k.u. Chlumec u Chabařovic-651796)	364	Ústecký kraj, Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace
KH-10 (65 m)	987/4, 987/7, 987/9 (k.u. Chlumec u Chabařovic-651796)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
	281/1 (k.u. Chlumec u Chabařovic-651796)	364	Ústecký kraj, Správa a údržba silnic Ústeckého kraje, příspěvková organizace
KH-11 (45 m)	141/1, 142, 107/1 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818c)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	108/1 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
KH-12 (25 m)	142 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	108/1 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
KH-13 (25 m)	142 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	10002	ČR, SPF Státní pozemkový úřad, Husinecká 1024/11a, Žižkov, 13000 Praha 3
	108/1 (k.u. Stradov u Chabařovic-755818)	1	Město Chlumec, Muchova 267, 40339 Chlumec
KH-14 (25 m)	1502/1 (k.u. Chabařovice-650498)	385	Dolejší Petr, Jiráskova 186, 38226 Horní Planá
	1502/2 (k.u. Chabařovice-650498)	1029	EUROFORM spol. s r. o., Revoluční 1082/8, Nové Město, 11000 Praha 1
	1502/4 (k.u. Chabařovice-650498)	551	Davenet Jean, Smetanova 479, 40317 Chabařovice
KH-15 (25 m)	1502/1 (k.u. Chabařovice-650498)	385	Dolejší Petr, Jiráskova 186, 38226 Horní Planá
	1502/2 (k.u. Chabařovice-650498)	1029	EUROFORM spol. s r. o., Revoluční 1082/8, Nové Město, 11000 Praha 1
	1502/4 (k.u. Chabařovice-650498)	551	Davenet Jean, Smetanova 479, 40317 Chabařovice
KH-16 (25 m)	1502/1 (k.u. Chabařovice-650498)	385	Dolejší Petr, Jiráskova 186, 38226 Horní Planá
	1502/2 (k.u. Chabařovice-650498)	1029	EUROFORM spol. s r. o., Revoluční 1082/8, Nové Město, 11000 Praha 1
	1502/4 (k.u. Chabařovice-650498)	551	Davenet Jean, Smetanova 479, 40317 Chabařovice
KH-17 (25 m)	1502/1 (k.u. Chabařovice-650498)	385	Dolejší Petr, Jiráskova 186, 38226 Horní Planá
	1502/2 (k.u. Chabařovice-650498)	1029	EUROFORM spol. s r. o., Revoluční 1082/8, Nové Město, 11000 Praha 1
	1502/4 (k.u. Chabařovice-650498)	551	Davenet Jean, Smetanova 479, 40317 Chabařovice

Vysvětlivky:  parcela, na které je umístěn vrt,  parcely, přes které budou přístupové cesty

## 1.8 Sociální zabezpečení

Pracovníci vrtných souprav budou ubytováni v ubytovacích zařízeních v okolí a stravovat se budou v okolních restauracích nebo individuálně.

## 2. Technické práce

### 2.1 Druh a rozsah prací

V průběhu průzkumných prací předpokládáme realizaci 5 ks jádrových vrtů do hloubky 25 m realizovaných technologií vrtání nasucho s jednoduchou jádrovkou v oblasti plánované portálu tunelu. V trase tunelu pak předpokládáme realizaci 10 ks vrtů, vrtaných technologií WireLine s dvojitou jádrovkou a vodným výplachem. Hloubka vrtů bude od 45 do 485 m, jeden vrt je projektován jako šikmý (do 45°). Skutečný rozsah prací bude upřesněn na základě aktuálně zastižených geologických podmínek, postupu prací, nových požadavků projektanta a investora stavby a podle pokynů zodpovědného řešitele geologické úlohy.

### 2.2 Technologický postup

Před realizací průzkumných vrtů budou realizační firmou vypracovány pro každý vrt nebo skupinu vrtů se stejným účelem základní podstatně-kvalitativní podmínky na vrtné práce. Bude doplněna zejména specifikací strojů nebo zařízení použitých pro jejich provedení a technologický postup práce, řešení přípravy pracoviště, zejména dopravy, přívodu vody, energií a dalších prací potřebných k bezpečnému provedení projektovaných prací, specifikací dočasných staveb a jejich umístění a způsob uložení materiálů, řešení likvidačních, popřípadě zajišťovacích a rekultivačních prací. Takto doplněná technická část bude realizační firmou zaslána na Český báňský úřad.

#### 2.2.1 Základní všeobecné požadavky na vrtné práce

- Geologická služba prověří před začátkem technických prací, je-li na pracovišti dostatečný počet vzorkovnic s potřebnými rozměry, zodpovídající plánovaným vrtným profilům.
- Vrtná osádka při každé změně musí zkontrolovat stav zařízení, zejména stav vrtné soupravy, stav technických kapalin se zvláštním důrazem na identifikaci případných úniků, stav čerpadel atd. Zjištěný stav zaznamená vrtmistr do vrtního deníku. V případě neobvyklého stavu vedoucí prací okamžitě informuje telefonicky zodpovědného řešitele průzkumu.
- Vrty, realizované technologií s jednoduchou jádrovkou s tvrdokovovou korunkou nasucho, je potřebné vrtat s minimálním úvodním průměrem korunky 245 mm. V požadované hloubce bude vrt ukončen s minimálním průměrem 196/156 mm. V případě vrtů, ve kterých budou realizovány presiometrické zkoušky, je možné ukončit vrt v požadované hloubce průměrem 76 mm (průměr standardního presiometrického návrtu) a po ukončení geotechnických zkoušek bude neprofilován na průměr potřebný pro trvalé zabudování vrtu;
- Strukturní vrty v trase tunelu budou realizovány systémem WireLine s těsnou kolonou a dvojitou (trojitou) jádrovkou pro zabezpečení ochrany vrtného jádra před výplachem a ochranu stěn vrtu před vypadáváním úlomků hornin. Vrty, realizované technologií s dvojitou (trojitou) jádrovkou s diamantovou korunkou s vodním výplachem (systém WireLine), je potřebné vrtat s nářadím, které poskytne vrtné jádro minimálního průměru 100 mm. V případě vrtů s dilatometrickými zkouškami je možné zkušební návrt realizovat i jiným průměrem (např. normovaný profil 76 mm, vyhovující pro více typů dilatometrů), který bude následně po ukončení zkoušek rozšířen na jádro 100 mm (průměr vrtu cca 140 mm podle použitého nářadí). Rekalibraci profilu vrtu musí zhotovitel technických prací zahrnout do ceny vrtání.
- Technické průzkumné práce jsou věcně i časově koordinovány tak, aby se vytvořila kontinuita prací na jednotlivých úsecích v souladu se zabezpečenými stupami a přístupy na vrtné



pracoviště.

- V jednotlivých litologických typech hornin je potřebné dodržet následující požadované výnosy vrtného jádra:
  - kvartérní komplex a komplex úplně zvětralých hornin v rozsahu 80–100%;
  - předkvartérní komplex navětralých a zdravých hornin poloskalního typu (jílovce, slínovce, siltovce a pískovce, resp. vulkanoklastika) vrstevnaté struktury v rozsahu 70–100%;
  - předkvartérní komplex navětralých a zdravých a neporušených hornin skalního typu (ruly, granity, bazalty, metabazity, vyhojené tektonizované zóny apod.) homogenní struktury v rozsahu 90–100 %;
  - v zónách tektonicky porušených hornin charakteru nesoudržné zeminy (husté rozpukání bez vyhojení) v rozsahu > 70–100 %.
- V průběhu vrtných prací v případě vrtů s jednoduchou jádrovkou nasucho budou sledovány hladiny podzemní vody po jejich naražení a ustálení (minimálně po 4 hodinách).
- Součástí vrtných prací bude průběžné vedení vrtného deníku se zaznamenáním základních údajů a parametrů průzkumných vrtů, jakož i nepředvídaných okolností, které se objevili v průběhu vrtání (např. náhlá změna postupu vrtání, pozitivní hladina podzemní vody nad ústí vrtu apod.).
- Odevzdání technické dokumentace vrtu je předpokladem pro ukončení prací na průzkumném díle a jeho převzetí objednavatelem.
- V průběhu realizace vrtných prací bude zabezpečována kontrola dodržování předepsaného technologického postupu vrtání ve smyslu tohoto Projektu, v průběhu vrtných prací bude přítomný dokumentační geolog řídit režim vrtání s pravomocí upřesňování a vyžadování realizace terénních zkoušek (jich hloubkovou úroveň, počet, cykličnost apod.), resp. určovat změny hloubky vrtů (zkrácení, resp. prodloužení vrtu podle skutečně zastižovaných geologických podmínek). Všechny změny v postupu prací budou zaznamenávány do vrtného deníku.
- Vrtné jádro bude uloženo do vzorkovnic odpovídajících rozměrů s označením metráže, délky návrtů, místa naražení a ustálení hladiny podzemní vody nesmývatelnou barvou, se zabezpečením proti vlivům počasí a znehodnocení do doby převozu a uskladnění v určeném skladu vrtného jádra, resp. do doby zpracování geologické dokumentace a komisionálnímu odsouhlasení odběru vzorků.
- Všechny vrty jsou navrženy jako vystrojené hydrogeologické pozorovací vrty.
- Vrtné pracoviště bude po ukončení prací uvedeno do původního stavu, resp. po dohodě s vlastníkem nebo uživatelem pozemku do dohodnutého stavu. V průběhu prací musí být minimalizovány zásahy do okolního terénu a přírodního prostředí, aby se zamezilo škodám na majetku nebo ekologické škodě.
- Vrtná souprava bude vybavena preventerem pro případ extrémního přelivu podzemní vody s cílem zamezit ovlivnění okolních vodních zdrojů. Na vrtech nejsou očekávány tlakové projevy ani erupce.

## 2.2.2 Specifické požadavky na vrtné práce

V rámci geologické úlohy budou realizovány následující druhy vrtů:

- Vrty inženýrsko-geologické, realizované technologií s jednoduchou jádrovkou nasucho, s realizací presiometrických zkoušek.

- Vrtý inženýrsko-geologické, realizované technologií s jednoduchou jádrovkou nasucho, po vyvrtání zabudované jako pozorovací hydrogeologické vrtý nebo jako inklinometrický vrt.
- Strukturní svislé vrtý v trase tunelu, realizované technologií WireLine s dvojitou jádrovkou, s průběžnou realizací karotáže, dilatometrických a vodních tlakových zkoušek, zabudovány po ukončení vrtání jako otevřené pozorovací hydrogeologické vrtý.
- Strukturní šikmé vrtý v trase tunelu, realizované technologií WireLine s dvojitou jádrovkou, s průběžnou realizací karotáže, dilatometrických a vodních tlakových zkoušek, zabudovány po ukončení vrtání jako uzavřené pozorovací piezometrické vrtý s více sledovanými úrovněmi.
- Podle účelu průzkumných vrtů jsou formulovány specifické požadavky na kvalitu a způsob jejich realizace, které jsou shrnuty v následujících podkapitolách.

### **2.2.2.2 Inženýrsko-geologické vrtý zabudované jako hydrogeologické pozorovací vrtý**

Jádrové inženýrsko-geologické vrtý technologií s jednoduchou jádrovkou nasucho, ve kterých bude potřebné realizovat dlouhodobý hydrogeologický monitoring, budou zabudovány jako otevřené hydrogeologické pozorovací vrtý. Navrženo je 5 vrtů v portálové oblasti tunelu, které budou před zabudováním využity jako presiometrické vrtý. Konečná hloubka vrtů je 25 m, při předpokládané mocnosti kvarterního pokryvu do 5–10 m. Cílem realizace vrtů umožnit dlouhodobé sledování úrovně hladiny podzemní vody. Předpokládaný technologický postup bude následovný:

- požadovaný konečný profil vrtu musí být přizpůsoben požadovanému profilu zabudované perforované pažnice s potřebnou rezervou pro zabezpečení účinného obsypu (filtru), minimálně však 156 mm při vrtání nasucho; počáteční vrtný průměr bude 245 mm;
- vliv zářezu v terénu, kterým povede VRT k tunelové troubě, na okolní vodní zdroje bude posuzován realizovanými hydrogeologicky vystrojenými vrtý; požadované technické parametry zabudovaných vrtů jsou uvedeny v následující tabulce 20;

**Tabulka 20 Projektovaného průzkumné vrtý v portálové oblasti**

vrt	hloubka	počáteční/konečný průměr vrtu	typ a průměr zárubnice	poznámka
KH 12	25	245/196 mm	PVC 125x6,5	realizace hydrodynamického testování
KH 13	25	245/156 mm	PVC 100x5,0	monitorovací vrt po dobu hydrodynamických testů
KH 14	25	245/156 mm	PVC 100x5,0	monitorovací vrt po dobu hydrodynamických testů
KH 15	25	245/196 mm	PVC 125x6,5	realizace hydrodynamického testování
KH 16	25	245/156 mm	PVC 100x5,0	monitorovací vrt po dobu hydrodynamických testů

- vrtý budou provedeny jádrově jednoduchou jádrovnicí s TK korunkou s konečnými výše uvedenými průměry. Vrtý KH 13, KH 14 a KH 16 budou v průběhu jejich realizace využity pro presiometrické zkoušky v rámci hodnocení geotechnických vlastností zemin in situ;
- vystrojení vrtů pro hydrodynamické testování (KH-12, KH-15) je zvoleno PVC zárubnicí 125x6,5 kde bude metráž perforace zvolena na základě zjištěné úrovně naražené hladiny podzemní vody. Předpokladem je celková délka perforace cca 16 m (úroveň naražené hladiny je cca 5 m pod terénem = úvodních 8 m zárubnice bez perforace, konečný 1 m zárubnice bude bez perforace sloužit jako kalník). Zárubnice bude vyvedena cca 0,5 m nad okolní terén. Filtrační obsyp v mezikruží mezi stěnou stvolu vrtu a stěnou zárubnice bude tvořen kačirkem frakce 4/8 mm (perforace pažnice bude 3 mm), a to od počvy vrtu až do úrovně 6,5 m pod terénem. Od úrovně 6,5 m pod terénem až k povrchu terénu bude mezikruží mezi stěnou stvolu vrtu a stěnou zárubnice zatěsněno následovně:

- od 6,5 do 6,0 m pod terénem pískový přechod,
- od 6,0 do 1,0 m pod terénem bentonitem,
- od 1,0 m po úroveň terénu vytěženou jemnozrnnou zeminou s hutněním;
- vrtý pro monitorování dosahu depresního kužele hladiny podzemní vody (KH13, KH 14, KH 16) budou vystrojeny PVC zárubnicemi 100x5,0 s obsypem a těsněním mezikruží obdobně jako u vrtů čerpacích;
- celkem jde o 5 vrtů s celkovou metráží 125 bm;
- po kompletním vystrojení vrtu bude provedeno čištění všech vrtů opakovaným pulzním čerpáním vodního sloupce s maximálním snížením hladiny o 1/3 výšky vodního sloupce, s následným nástupem hladiny na zhruba ustálenou úroveň. V rámci čištění vrtu bude orientačně stanovena vydatnost jednotlivých vrtů. Čerpaná voda bude vypouštěna na okolní terén, popř. do vodoteče;
- všechny hydrogeologicky vystrojené vrtý budou osazeny zhlavím, které bude provedeno jako uzamykatelné, zapuštěné minimálně 0,5 m pod terén do betonového lože a vyvedené minimálně 0,5 m nad terén. Materiálem zhlaví bude kovová roura (průměr min 200 mm) s odnímatelným kovovým poklopem.
- Pro realizaci inklinometrického vrtu bude zvolena technologie jádrového vrtání jednoduchou jádrovnicí s korunkou z tvrdokovu o průměru 156 mm. Vrt bude po odvrtání trvale vystrojen inklinometrickými pažnicemi o průměru 70 mm. Inklinometrická pažnice bude od paty vrtu zainjektována směsí cement-bentonit-voda v celé délce. Pažnice budou spojovány trhacími nýty a spoje navíc přelepovány vodotěsnou páskou. Zhlaví vrtu bude opatřeno uzamykatelnou ocelovou chráničkou.
- pro realizaci presiometrických zkoušek je ve vrtu potřebné připravit zkušební návrt v délce min. 0,8 m a max. 1,5 m v geologem požadované hloubce; požadovaný průměr návrtu je 76 mm;
- nestabilní nadložní úseky vrtu budou přepaženy;
- realizace presiometrické zkoušky bude trvat cca 1–2 hod;
- následně bude pokračovat vrtání rozšířením profilu vrtu až do další navrhované úrovně pro realizaci presiometrické zkoušky;
- v zóně kvartérních zemin se předpokládá realizace 2–3 zkoušek a v zóně zvětralého podloží se předpokládá realizace 2–4 ks presiometrických zkoušek.

### **2.2.2.3 Strukturní vrtý svislé**

Jádrové inženýrsko-geologické strukturní svislé vrtý budou realizovány technologií s těsnou kolonou pomocí dvojité (trojitě) jádrovky s diamantovou korunkou a vodním výplachem. Doporučený je systém těžitelné jádrovky (WireLine). Počet, umístění a konečná hloubka vrtů bude ve smyslu tabulky 12 Geologické části tohoto Projektu. Modelové vrtné schéma je znázorněno na obr. č.6. Cílem realizace vrtů je určení geologické stavby a struktury horninového masivu a následné dlouhodobé sledování úrovně hladiny podzemní vody. Předpokládaný technologický postup bude následovný:

- v zóně kvarterních zemin a v rozloženém podloží bude vrt vrtán minimálním průměrem 152 mm pomocí jednoduché jádrovky nasucho. Tento úsek bude přepažený a v zóně zdravých a zvětralých hornin se bude následně pokračovat vrtáním dvojitou (trojitou) jádrovkou s diamantovou korunkou a vodním výplachem;

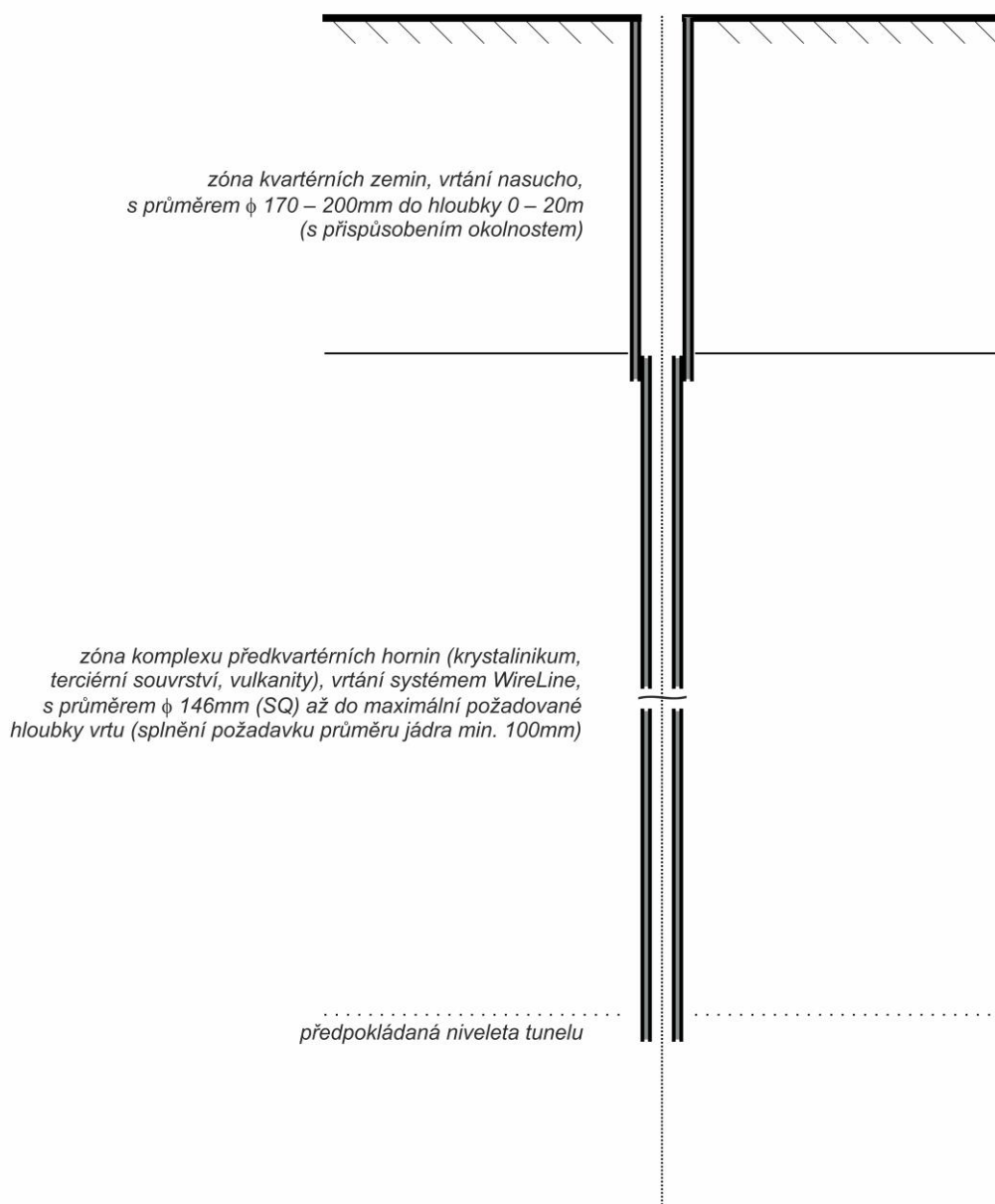
- výplachová voda bude odváděna do sedimentační nádrže, po její přečištění bude použita jako technologická voda nebo vypouštěna do recipientu (nebo volného terénu);
- sedimentovaný vrtný kal bude zlikvidován náležitým způsobem;
- vrtání bude s minimálním průměrem jádra 100 mm s požadavkem 100 % výnosu jádra;
- nestabilní úseky vrtu je možné překonávat za pomoci cementování, po vytažení vrtné kolony nestabilní úsek zacementovat a provrtat nanovo;
- úseky vrtů s přítoky vody, které je potřebné odizolovat (na základě vyhodnocení karotáže a doporučení hydrogeologa), je možné překonávat za pomoci úsekové (mezi obturátory) injektáže, po vytažení vrtné kolony úsek zacementovat a provrtat nanovo. Použitá bude hygienicky nezávadná injektáž;
- v případě, že po zhodnocení geologických a hydrogeologických poměrů na vrtu bude hydrogeologem konstatováno vysoké riziko ovlivnění hydrogeologických poměrů (např. propojením horizontů), může ve vybraných hloubkách vrtu zabudován uzavřený piezometrický měřič tlaku (na základě požadavku hydrogeologa a po schválení investorem), anebo bude vrt zlikvidován bez zabudování (na základě rozhodnutí investora). V obou případech bude realizována jílovito-cementová tamponáž v celé délce vrtu.
- pro realizaci karotážních měření nebo pro realizaci vodních tlakových a geotechnických zkoušek se doporučuje využití technologických přestávek ve vrtání (potřeba výměny vrtné korunky, údržba stroje apod.) nebo tyto pouze dělat striktně po ucelených délkách vrtu (např. po 50 nebo 100 m úsecích);
- geotechnické zkoušky budou cíleny do míst, určených na základě předběžného vyhodnocení karotáže;
- v případě, že zařízení pro dilatometrické nebo vodní tlakové zkoušky nebude kompatibilní s průměrem vrtu pro získání jádra 100 mm (průměr vrtu cca 140 mm), je možné realizovat zkušební návrtky potřebné délky menším průměrem korunky (např. 76 mm) a po realizaci zkoušek vrt rozšířit na požadovaný průměr (přibírání/reprofilace);
- v průběhu realizace geotechnických nebo vodních tlakových zkoušek je nutná přítomnost osádky vrtné soupravy za účelem případného pročištění vrtu, resp. technické pomoci při manipulaci se soutyčím při dilatometrických zkouškách;
- po ukončení vrtných prací do požadované hloubky bude vrt pročištěn (čistou vodou) a vystrojen plastovou tlustostěnnou pažnicí, perforovanou v určených úsecích (podle pokynů zodpovědného řešitele). V zóně kvartéru a přípovrchové zvětralé zóně podloží bude vrt utěsněn vhodnou tamponáží (jílovito-cementová zálivka, bentonit apod.) tak, aby do vrtu nezatékala srážková nebo povrchová voda (do min. hloubky 10,0 m od terénu, ideálně do 30,0 m). Ústí vrtu bude opatřeno ocelovou ochrankou s uzamykatelným uzávěrem;
- ocelová chránička bude na ústí opatřena uzamykatelným uzávěrem s ochrannou betonovou patkou s horní hranou na úrovni terénu. Hloubka založení patky by měla odpovídat hloubce promrzání půdy;
- v místě vrtu bude osazena červeno-bílá výtyčka s výškou minimálně 2 m nad terén;
- okolí vrtu bude upraveno do původního stavu;
- pro vrtání bude použita čistá voda bez chemikálií.

#### **2.2.2.4 Strukturní vrty šikmé**

Inženýrsko-geologické strukturní jádrové vrty šikmé, budou realizovány technologií vrtání dvojitou (trojitou) jádrovkou s diamantovou korunkou a vodním výplachem. Doporučený je systém těžitelné jádrovky (WireLine). Počet, umístění a konečná hloubka vrtů bude ve smyslu tabulky 12 Geologické části tohoto Projektu. Cílem realizace vrtů je určení geologické stavby a struktury horninového masivu a následné dlouhodobé sledování piezometrického tlaku podzemní vody. Předpokládaný technologický postup bude následovný:

- v zóně kvarterních zemin a v rozloženém podloží bude vrt vrtán minimálním průměrem 152 mm pomocí jednoduché jádrovky nasucho. Tento úsek bude přepažený a v zóně zdravých a zvětralých hornin se bude následně pokračovat vrtáním dvojitou (trojitou) jádrovkou s diamantovou korunkou a vodním výplachem;
- výplachová voda bude odváděna do sedimentační nádrže, po její přecházení bude použita jako technologická voda nebo vypouštěna do recipientu (nebo volného terénu);
- sedimentovaný vrtný kal bude zlikvidován náležitým způsobem;
- vrtání bude s minimálním průměrem jádra 100 mm s požadavkem 90–100 % výnosu jádra;
- nestabilní úseky vrtu je možné překonávat po úsecích za pomoci cementování, po vytažení vrtné kolony nestabilní úsek zacementovat a provrtat nanovo;
- pro realizaci karotážních měření nebo pro realizaci vodních tlakových a geotechnických zkoušek se doporučuje využití technologických přestávek ve vrtání (potřeba výměny vrtné korunky, údržba stroje apod.) nebo tyto pouze dělat striktně po ucelených délkách vrtu (např. po 50 nebo 100 m úsecích);
- geotechnické zkoušky (dilatometrické) budou cíleny do míst, určených na základě předběžného vyhodnocení karotáže;
- v případě, že zařízení pro dilatometrické nebo vodní tlakové zkoušky nebude kompatibilní s průměrem vrtu pro získání jádra 100 mm, je možné realizovat zkušební návrtky potřebné délky menším průměrem korunky (např. 76 mm) a po realizaci zkoušek vrt rozšířit na požadovaný průměr (přibírání/reprofilace);
- v průběhu realizace geotechnických nebo vodních tlakových zkoušek je nutná přítomnost osádky vrtné soupravy za účelem případného pročištění vrtu, resp. technické pomoci při manipulaci se soutyčím při dilatometrických zkouškách;
- po ukončení vrtných prací do požadované hloubky bude vrt pročištěn (čistou vodou). Na základě vyhodnocení karotážních měření a geologické dokumentace jádra budou vytipovány místa, ve kterých bude potřebné měřit piezometrický tlak. V těchto místech budou umístěny piezometrické snímače tlaků s odpovídajícím měřícím rozsahem a přesností. Po jejich instalaci do zvolených hloubek a prověření funkčnosti bude celý vrt zatamponován jílocementovou zálivkou. Kabely budou vyvedeny na povrch území do připravené skřínky, ve které bude umístěn dataloger. V místě vrtu bude osazena červeno-bílá výtyčka s výškou minimálně 2 m nad terén;
- pro vrtání bude použita čistá voda bez chemikálií.



**Obrázek č. 6 Modelové vrtné schéma**

### 2.2.3 Opatření k zabezpečení požadavků na ochranu životního prostředí

Při realizaci stavby je dodavatel povinen omezit škodlivé důsledky stavební činnosti na životní prostředí. Jedná se hlavně o hluk, znečišťování ovzduší, znečišťování komunikací, omezit na nezbytnou míru plochy pro provádění stavby a ochránit stávající zeleň.

- Vrtly jsou vytýčeny tak, aby bylo minimalizováno poškození dřevin při pojezdu a manipulaci na lokalitě.
- Vrtná drť s výplachem bude řízeně odváděna od ústí vrtu hadicemi do kontejneru, čímž se zamezí jejímu rozstříku po pracovišti a po okolí vrtu. Likvidaci vrtné drti zajistí zhotovitel technických prací. Vrtná drť může být použita k terénním úpravám nebo ji lze odvézt na skládku odpadu. Klasifikace vrtného odpadu: zemina a kamení – katalogové číslo 170504.
- Pod vrtnou soupravou, kompresorem a případnou další technikou, v místech možného úkapu ropných látek, budou umístěny vhodné zachytňné nádoby nebo sorpční rohože.
- Všechny materiály, použité ve vrtu, musí mít atest nezávadnosti.
- Obsluha strojů musí být řádně a prokazatelně proškolená.
- Dodavatelské organizace jsou dále povinny dodržovat zejména tato opatření:
  - Při výstavbě a realizaci prací používat stavební stroje v řádném technickém stavu, opatřené předepsanými kryty pro snížení hluku.
  - Zabezpečit plynulou práci stavebních strojů dostatečným nasazením dopravních prostředků. V průběhu přestávek zastavovat motory stavebních strojů.
  - Nepřipustit provoz dopravních prostředků a strojů s nadměrným množstvím škodlivin ve výfukových plynech.
  - Maximálně omezit prašnost při stavebních pracích a dopravě.
  - Omezit stání a pojezd vozidel mimo zpevněné plochy.
  - Při výjezdu na veřejné komunikace zabezpečit čištění kol a znečištění na komunikacích ihned odstraňovat.
  - Udržovat pořádek na staveništích, materiály ukládat na vyhrazených místech.
  - V max. míře chránit stávající zeleň.
  - Nevstupovat na pozemky, které stavbou nejsou dotčeny a není vydán souhlas s jejich využitím.

### 2.2.4 Opatření k zajištění bezpečnosti a ochrany veřejných zájmů

Práce při vrtání a pomocných operacích se řídí mimo báňských následujícími předpisy:

- Vyhláška č. 26/1989 Sb. Českého báňského úřadu "O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu", v platném znění.
- Vyhláška č. 239/1998 Sb. Českého báňského úřadu "O bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při těžbě a úpravě ropy a zemního plynu a při vrtných a geofyzikálních pracích a o změně některých předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem", v platném znění.
- Zákon č. 44/1988 Sb. ze dne 19. dubna 1988 o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) v aktuálním znění.
  - § 18 Omezení některých činností v chráněném ložiskovém území: (1) V zájmu ochrany

nerostného bohatství lze v chráněném ložiskovém území zřizovat stavby a zařízení, které nesouvisí s dobýváním výhradního ložiska, jen na základě závazného stanoviska 8) dotčeného orgánu podle tohoto zákona.

§ 19 Umístování staveb a zařízení v chráněném ložiskovém území: (1) Rozhodnutí o umístění staveb a zařízení v chráněném ložiskovém území, které nesouvisí s dobýváním, může vydat příslušný orgán podle zvláštních právních předpisů 10) jen na základě závazného stanoviska 8) orgánu kraje v přenesené působnosti, vydaného po projednání s obvodním báňským úřadem, který navrhne podmínky pro umístění, popřípadě provedení stavby nebo zařízení. (2) Žadatel o vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení v chráněném ložiskovém území, které nesouvisí s dobýváním, doloží žádost závazným stanoviskem podle odstavce 1.

Vrt musí provádět pouze odborná firma, která vlastní oprávnění k výkonu činnosti prováděné hornickým způsobem (§3 písmeno f, zákona č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě ve znění pozdějších předpisů), vydané místně příslušným OBÚ pro vrtné práce (realizace vrtů hloubky > 30 m) a disponuje odpovídajícími zkušenostmi, personálním (odborně způsobilý zaměstnanec s osvědčením odborné způsobilosti „závodní“ dle Vyhlášky. 298/2005 o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem a o změně některých právních předpisů) a odpovídajícím technickým vybavením pro výkon předmětné činnosti.

Zahájení, ukončení (případně. přerušení na dobu delší než 30 dnů) realizace vrtných prací musí být ohlášeno minimálně 8 dnů předem na místně příslušný OBÚ na základě obdrženého písemného souhlasného stanoviska příslušného stavebního úřadu, resp. požadavku řešitele geologických prací. (Ohlášení (změny) hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem (cbusbs.cz)). Před zahájením vrtných prací se uskuteční protokolární přejímka vrtného pracoviště od objednatele vrtných prací, včetně vytýčení ochranných pásem podzemních i nadzemních inženýrských sítí.

*Obecná bezpečnostně – technická opatření:*

- pojízdná vrtná souprava musí být před zdviháním, po dobu zvedání a při spouštění věže zajištěna proti samovolnému pohybu;
- vysokotlaké hadice, kulové ventily, hadicové spojky, manometry a sváry musí být dimenzovány na odpovídající tlak a teplotu a řádně zajištěny proti uvolnění a samovolnému rozpojení, stejně tak i odfuková hadice pro vrtnou drť;
- tlakové rozvody budou vybaveny kulovým ventilem, umožňujícím okamžité zastavení přívodu tlakového média;
- vrtnou osádku tvoří tři pracovníci, z nichž jeden je vždy ustanoven jako předák vrtné osádky;
- vrtná osádka je povinna seznámit se s technologickým postupem pro dané vrty a potvrdit to svým podpisem před zahájením první pracovní směny;
- před zahájením každé směny provede předák kontrolu vrtného pracoviště a soupravy a pořídí zápis o kontrole do vrtného deníku, po skončení každé směny zodpovídá za řádné zajištění vrtné techniky (resp. palivových nádrží) proti manipulaci cizími osobami;
- předák musí být na pracovišti po celou dobu, po kterou jsou zde přítomni zaměstnanci jeho skupiny;
- předák je povinen sledovat rychlost vrtání, veškeré anomálie včetně propadu náradí zaznamenat do vrtného deníku;
- pracoviště budou prohlédnuta 1x za den dozorem;

- objekty, pracoviště a zařízení musí být ohrazeny nebo jinak zabezpečeny proti vstupu nepovolaných osob, zákaz vstupu nepovolaných osob musí být vyznačen na bezpečnostních tabulkách u všech vchodů, cest a přístupů k nim;
- otvory, prohlubně, propadliny a jiná místa, kde hrozí nebezpečí pádu osob, musí být zakryty, zasypány nebo ohrazeny; poklopy a kryty musí mít potřebnou nosnost a musí být osazeny tak, aby se nemohly samovolně odsunout nebo uvolnit;
- do objektů a na pracoviště nesmějí vstupovat osoby, které jsou pod vlivem alkoholu nebo jiných omamných prostředků;
- každý, kdo vstupuje do míst s nebezpečím pádu předmětů, musí mít ochrannou přilbu;
- každé pracoviště musí mít bezpečně schůdný a volný východ;
- pracoviště musí být přiměřeně osvětleno;
- při blížící se bouřce nebo vichřici budou vrtné práce dočasně přerušeny.

#### *Protipožární opatření:*

- vrtné pracoviště bude vybaveno nejméně jedním práškovým přenosným hasicím přístrojem, umístěným v době vrtání na zřetelně označeném a viditelném místě.

#### *Ochranná pásma a inženýrské sítě:*

- V případě střetů s inženýrskými sítěmi budou práce probíhat s souladu s podmínkami vydanými příslušnými správci sítí.

#### *Ochranná pásma vodních zdrojů*

- V případě prací v ochranném pásmu vodních zdrojů budou dodržována zvláštní opatření eliminující možnou kontaminaci zemin, půd a vod.

### **2.2.5 Způsob likvidace nepotřebné části vrtu**

V případě, že po zhodnocení geologických a hydrogeologických poměrů na vrtu bude hydrogeologem konstatováno vysoké riziko ovlivnění hydrogeologických poměrů (např. propojením horizontů), může ve vybraných hloubkách vrtu zabudován uzavřený piezometrický měřič tlaku (na základě požadavku hydrogeologa a po schválení investorem), anebo bude vrt zlikvidován bez zabudování (na základě rozhodnutí investora).

V případě rozhodnutí geologického dozoru, resp. v případě kolapsu vrtu – vrtných stěn, bude definovaná část vrtu likvidována inertním materiálem – bentonito-cementovou směsí, injektáží odspodu až po terén. Ověření úrovně stropu injektáže bude provedeno po technologické přestávce s odstupem 24 hod.

### 2.2.6 Harmonogram prací

Z hlediska časového průběhu prací budou průzkumné práce trvat 13 měsíců od začátku realizace prací. Harmonogram průzkumných prací je uveden v následující tabulce 18.

Tabulka 21 Harmonogram prací

činnost	měsíce												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Přípravné práce													
Realizace vrtných prací													
Geologická dokumentace													
Terénní zkoušky testování vrtů													
Geofyzikální práce													
Terénní měření, mapování													
Vzorkovací a laboratorní práce													
Vyhodnocení průzkumů													

## 4. Závěrečná ustanovení

Technické práce podléhají doзору Českého báňského úřadu – OBÚ Ústí nad Labem. Realizovány budou v souladu s platnou legislativou pro danou oblast. Práce budou realizovány až po odsouhlasení projektu objednavatelem a obeznámení pracovníků s jeho obsahem. Před vrtáním každého vrtu vrtmistr provede prohlídku vrtného zařízení (kolaudaci) a o výsledku vyhotoví záznam do provozní dokumentace. Pracoviště bude vybaveno dvěma pěnovými hasícími přístroji dle Požárních předpisů pro terénní pracoviště.



## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Česká geologická služba. GEOinfo – geovědní informace na území ČR., URL: [www.geology.cz](http://www.geology.cz).
- [2] ČHMÚ – UP. Atlas podnebí Česka. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého, 2007.
- [3] Demek, J. – Mackovčín, P., 2006: Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. Brno, 2006. s. 545
- [4] Jetel, J., 1973: Logický systém pojmů – základní podmínka formalizace a matematizace v hydrogeologii, Geol. průzk., 15, 1, str. 13-17, Praha.
- [5] Národní geoportál Inspire, URL: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
- [6] Quitt, E., 1971: Klimatické oblasti Československa, Studia Geographica 16, Praha.
- [7] Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Hydro-ekologický informační systém VÚV T.G.M. URL: [www.hejs.vuv.cz](http://www.hejs.vuv.cz)
- [8] Bartášková, L. – Jančovič, L. – Tomešek, J., 2015: Inženýrsko-environmentální analýza nového železničního spojení Lovosice – Drážďany na území ČR. Geodrill s.r.o., Brno
- [9] Kycl, P. - Rapprich V. - Franěk, J. - Čech, - S. Alexa, M. - Aue, M. - Mlčoch, B. - Kučera R., - Dvořák, I. – Mysliveček et al., 2020: Analýza a vyhodnocení geologických aspektů VRT a společné posouzení stávajících geologických zón s tektonickými poruchami za účelem zjištění přesnějších znalostí geologických struktur území. Česká geologická služba.
- [10] Házdrová, M. – Hradecký, P. – Kačura, G. – Kopecký, L. – Škvor, V., 1970: *Vysvětlivky ke geologické mapě 1:50 000 M33-40-D Chabařovice*. Ústřední ústav geologický, Praha.
- [11] Hruška, P. – Balahura, M. – Dvořák, J. – Janoušek, J. – Marek, P. – Velebil, J., 2020: Nové železniční spojení Praha-Drážďany. Studie proveditelnosti. Technická zpráva; Identifikace a hodnocení střetů variant záměru se složkami životního prostředí a územní průchodnost VRT
- [12] Geoportál ČÚZK. *Geoprohlížeč ČÚZK* [online]. [citováno 2014-11-10]. <http://geoportal.cuzk.cz/>
- [13] Národní geoportál Inspire verze 1.0. [citováno 2014-11-10]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
- [14] Vrtná prozkoumanost, *Geologická mapa 1: 50 000, Hydrogeologická prozkoumanost 1: 50 000*. In: Geovědní mapy 1: 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [15] Zmítko, J., 1983: Fosilní sesuvy při podkrušnohorském výchozu pánve. Časopis Hnědé uhlí, 6/1983
- [16] Rybář, J., 1983: Vliv povrchové těžby uhlí na stabilitu svahů při úpatí Krušných hor. Praha, ČSAV (1983)

### Použité normy

- [17] ČSN P 73 1005. Inženýrskogeologický průzkum. Praha: Český normalizační institut, 2016.
- [18] ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací
- [19] ČSN 73 7508 Železniční tunely
- [20] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
- [21] ČSN EN 1997-2. Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [22] ČSN EN ISO 14688-1. Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [23] ČSN EN ISO 14688-2. Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování. Praha: Český normalizační institut, 2005.

- [24] ČSN EN ISO 14689-1. Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování hornin – Část 1: Pojmenování a popis. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [25] Technické podmínky Ministerstva dopravy: TP 76 Část A Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, Část A – Zásady geotechnického průzkumu. Praha: Ministerstvo dopravy, Obor infrastruktury, 2009.
- [26] Technické podmínky Ministerstva dopravy: TP 76 Část B Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, Část B - Provádění geotechnického průzkumu. Praha: Ministerstvo dopravy, Obor infrastruktury, 2009.
- [27] Technické podmínky Ministerstva dopravy: TP 76 Část C Geotechnický průzkum pro navrhování a provádění tunelů pozemních komunikací. Praha: Ministerstvo dopravy, Odbor infrastruktury, 2007.
- [28] ČSN EN ISO 14688-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 1: Pojmenování a popis
- [29] ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 2: Zásady pro zařídování
- [30] ČSN EN ISO 14689-1 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování hornin – Část 1: Pojmenování a popis.
- [31] ČSN EN ISO 22476-2. Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 2: Dynamická penetrační zkouška, Statická penetrační zkouška. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [32] ČSN EN ISO 22476-4. Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 4: Zkouška presiometrem Ménard. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [33] Předpis SŽ - S4 Železniční spodek. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2020.
- [34] ČSN 73 6133. Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [35] ČSN EN ISO 14688-1. Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 1: Pojmenování a popis. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [36] ČSN EN ISO 14688-2. Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 2: Zásady pro zařídování. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [37] ČSN EN ISO 14689-1. Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování hornin – Část 1: Pojmenování a popis. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [38] ČSN EN ISO 22476-2. Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 2: Dynamická penetrační zkouška. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [39] ČSN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi

### Použité mapy

- [40] Zoubek, V., Škvor, V., (1963) : Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR, 1:200 000, Listy M-33-XIV Teplice, M-33-VIII Chabařovice, ÚÚG Praha.
- [41] Růžička, J. (1970) : SHR – Účelové hydrogeologické a geologické mapy 1:10 000, Soubor map, SHD Most.
- [42] Růžička, J. (1970) : SHR – Účelové hydrogeologické a geologické mapy 1:50 000, Soubor map, SHD Most.
- [43] Elsnic, A, Švirák, J. (1973) : Odkrytá účelová mapa severočeského hnědouhelného revíru, 1:25 000, Báňské stavby Most
- [44] Škvor, V., (1970) : Základní geologická mapa, 1:25 000, M-33-40-D-d (Chabařovice), ÚÚG Praha.
- [45] Škvor, V., (1970) : Základní geologická mapa, 1:25 000, M-33-40-D-c (Horská Bystřice), ÚÚG Praha.

- [46] Škvor, V., (1970) : Základní geologická mapa, 1:25 000, M-33-40-D-b (Petrovice), ÚÚG Praha.
- [47] Berka, V., (1989) : Účelová důlně-hydrogeologická mapa SHR, teplicko – ústecká část, měřítko 1:5000, Báňské projekty Teplice.
- [48] Jiránek, J., a kol. (1991) : Základní geologická mapa ČSFR, 1:25 000, list 02-322 Krupka, ČGÚ Praha.
- [49] Schovánek, P., a kol. (1991) : Základní geologická mapa ČSFR, 1:25 000, list 02-144, 02- 142 Petrovice, ČGÚ Praha.
- [50] Kolektiv autorů, (1996): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů, 1:50 000, Listy 02-32 Teplice a 02-14 Petrovice, ČGÚ Praha