



Modernizace trati Nemanice I - Ševětín Část B

Část 5 Geotechnical Baseline Report
5-1 Chotýčanský tunel

Březen 2025

Tato stránka byla záměrně ponechána prázdná.

Mott MacDonald CZ, spol. s
r.o.
Národní 984/15
110 00
Praha 1
Česká republika

T +420 221 412 800
mottmac.com

Správa železnic, státní
organizace
Dlážděná 1003/7, 110 00
Praha 1
Stavební správa západ
Ke Štvanici 656/3, 186 00
Praha 8

Modernizace trati Nemanice I - Ševětín Část B

Část 5 Geotechnical Baseline Report 5-1 Chotýčanský tunel

Březen 2025

Záznam o vydání a revizi

Revize	Datum	Autor	Kontrolovat	Schválil	Popis
P01	28/02/2025	JJ/PM/PH	RB	PM	Verze k připomínkám
P02	14/03/2025	PM/JJ/PH	RB	PM	95% draft
P03	21/03/2025	PM/JJ/PH	RB	PM	99% draft
C01	26/03/2025	PM/JJ/PH	RB	PM	Čistopis

Odkaz v dokumentu: 211419484 | 211419484-GBR-001 | 419484-GBR-001-Report

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

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

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

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Stavební záměr	2
1.2	Vymezení účelu a platnosti GBR	2
1.3	Nesrovnalosti vstupních dat	3
2	Popis stavby	4
3	Stavbou dotčené objekty a umělé překážky	6
4	Zdroje geologických a geotechnických podkladů	8
4.1	Geotechnické a geologické informace	8
4.1.1	Geotechnický průzkum pro přípravnou dokumentaci stavby	8
4.1.2	Geotechnický průzkum pro PDPS	8
4.1.3	Další zdroje průzkumu	8
4.1.4	Zpráva o geotechnických údajích – Geotechnical Data Report	8
5	Geologické a hydrogeologické poměry	9
5.1	Geomorfologie a využití území	9
5.2	Geologická stavba území	9
5.3	Horniny skalního podloží	9
5.4	Kvartérní pokryv	10
5.5	Tektonika území	10
5.6	Seismicita	10
5.7	Environmentální poměry	10
5.8	Hydrogeologické poměry	10
5.9	Skalní svahy a výchozy	11
5.10	Geohazardy	11
5.11	Inženýrsko-geologický podélný profil tunelem	11
6	Zkušenosti z předcházející výstavby	14
7	Charakterizace základové půdy	16
7.1	Členění geologického prostředí do charakteristických typů	17
7.2	Geotechnické typy zemin	18
7.2.1	Deluviální sedimenty Qd	18
7.2.2	Zcela zvětralé migmatity až pararuly KT1p	18
7.2.3	Zcela zvětralé karbonské granodiority KT1c	19
7.3	Překážky v horizontech zemin	19
7.4	Rozhraní zemin a skalního podloží	19

7.5	Geotechnické typy hornin	19
7.5.1	Silně zvětralé migmatity až pararuly KT2p	20
7.5.2	Mírně zvětralé migmatity až pararuly KT3p	20
7.5.3	Navětralé a zdravé migmatity až pararuly KT4p	21
7.5.4	Silně zvětralé karbonské granodiority KT2c	21
7.5.5	Mírně zvětralé karbonské granodiority KT3c	21
7.5.6	Navětralé a zdravé karbonské granodiority KT4c	22
7.5.7	Navětralé a zdravé žilné křemeny QTZ	22
7.6	Strukturní analýza puklinatosti horninového masivu	22
7.7	Podzemní voda	22
7.7.1	Hladina podzemní vody a hydrogeologické poměry	22
7.7.2	Dynamika podzemních vod	23
7.7.3	Chemismus podzemních vod	24
7.8	Hustota a charakter diskontinuit	24
8	Stanovení výchozích podmínek (Baselines) – Stavební jámy	25
8.1	Stavební jáma vjezdového portálu Dobřejovice (SPO 38-25-70.01)	26
8.1.1	Očekávané geotechnické podmínky	26
8.1.2	Výkopové práce a zajištění jámy	26
8.1.3	Přítoky podzemní vody	27
8.1.4	Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu	27
8.2	Stavební jáma výjezdového portálu Ševětín (SPO 38-25-70.02)	27
8.2.1	Očekávané geotechnické podmínky	28
8.2.2	Výkopové práce a zajištění jámy	28
8.2.3	Přítoky podzemní vody	29
8.2.4	Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu	29
8.3	Stavební jáma pro hloubený tunel pod dálnicí D3 (SPO 38-25-70.13)	29
8.3.1	Očekávané geotechnické podmínky	29
8.3.2	Výkopové práce a zajištění jámy	30
8.3.3	Přítoky podzemní vody	30
8.3.4	Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu	31
9	Stanovení výchozích podmínek (Baselines) – Tunel	32
9.1	Varianta ražby metodou NRTM	32
9.1.1	Charakteristika Geotypů	32
9.1.2	Klasifikace RMR	33
9.1.3	Postup při zatřídění do inženýrské třídy	33
9.1.4	Podzemní voda	36
9.1.5	Hustota a charakter diskontinuit	37
9.1.6	Poruchová zóna	37
9.1.7	Ostatní podmínky ražby	37
9.1.8	Inženýrské třídy podle NRTM	37
9.2	Varianta ražby pomocí Tunelovacího Razícího Stroje (TBM)	41
9.2.1	Stratigrafický profil	42

9.2.2	Geotypy a výchozí geotechnické parametry pro ražbu TBM	43
9.2.3	Podzemní vody	45
9.2.4	Referenční úseky pro ražbu TBM	46
10	Stanovení výchozích podmínek (Baselines) – Technologické prostory	49
10.1	Technologické komory a technologická chodba	49
10.2	Technologická šachta	49
10.2.1	Očekávané geotechnické podmínky	49
10.2.2	Výkopové práce a zajištění jámy	50
10.2.3	Přítoky podzemní vody	50
10.2.4	Stanovené výchozí podmínky pro technologickou šachtu	50
11	Nakládání s vytěženým materiálem	51
12	Souhrn výchozích podmínek	52
13	Instrumentace and geotechnický monitoring	53
14	Seznam zdrojů	53
	Přílohy	54
A.	Datové grafy pro zeminy	55
A.1	Datové grafy geotypu Qd – Deluviální sedimenty	55
A.2	Datové grafy geotypu KT1p – Zcela zvětralé migmatity až pararuly	56
A.3	Datové grafy geotypu KT1c – Zcela zvětralé žilné horniny granitoidního chemismu a granodiority	57
B.	Datové grafy pro horniny	58
B.1	Datové grafy geotypu KT2p – Silně zvětralé migmatity až pararuly	58
B.2	Datové grafy geotypu KT3p – Mírně zvětralé migmatity až pararuly	59
B.3	Datové grafy geotypu KT4p – Navětralé a zdravé migmatity až pararuly	60
B.4	Datové grafy geotypu KT2c – Silně zvětralé žilné horniny granitoidního chemismu a granodiority	61
B.5	Datové grafy geotypu KT3c – Mírně zvětralé žilné horniny granitoidního chemismu a granodiority	62
B.6	Datové grafy geotypu KT4c – Navětralé a zdravé žilné horniny granitoidního chemismu a granodiority	63
B.7	Datové grafy geotypu QTZ – Navětralý a zdravý žilný křemen	64
C.	Stereografická projekce vybraných diskontinuit	65

Tabulky

Tabulka 2.1 Staničení tunelů	4
Tabulka 2.2 Dělení na základní stavební podobjekty	5
Tabulka 3.1. Objekty povrchové zástavby v zóně ovlivnění tunelu (projekt PDPS)	6
Tabulka 3.2. Stávající inženýrské sítě v zóně ovlivnění (projekt PDPS)	7
Tabulka 5.1. Souhrn geologických a hydrogeologických poměrů očekávaných při ražbě tunelu	12
Tabulka 7.1. Přehled geotechnických typů v předchozích etapách průzkumu a účelovém dělení pro předkládané GBR	16
Tabulka 7.2. Přehled geotechnických typů zemin	18
Tabulka 7.3. Přehled geotechnických typů hornin	20
Tabulka 7.4. Horninová charakteristika horninových celků (geotypů)	23
Tabulka 7.5. Stanovené výchozí přítoky vody do tunelu	23
Tabulka 7.6. Vyhodnocení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce dle ČSN EN 206	24
Tabulka 8.1. Těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin podle geotypů	25
Tabulka 8.2. Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu vjezdového portálu Dobřejovice	27
Tabulka 8.3. Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu výjezdového portálu Ševětín	29
Tabulka 8.4. Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu pro hloubený tunel pod dálnicí D3	31
Tabulka 9.1. Zastoupení inženýrských tříd	38
Tabulka 9.2. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu A	38
Tabulka 9.3. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu B-1	39
Tabulka 9.4. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu B-2	40
Tabulka 9.5. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu C-1	40
Tabulka 9.6. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu C-2	41
Tabulka 9.7. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu L	41
Tabulka 9.8. Výchozí specifické TBM parametry pro zeminy geotypu KT1p	43
Tabulka 9.9. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT2p	43
Tabulka 9.10 Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT3p	43
Tabulka 9.11. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT4p	44
Tabulka 9.12. Výchozí specifické TBM parametry pro zeminy geotypu KT1c	44
Tabulka 9.13. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT2c	44
Tabulka 9.14. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT3c	45
Tabulka 9.15. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT4c	45
Tabulka 10.1. Zastoupení inženýrských tříd pro ražbu technologických komor a chodeb	49
Tabulka 10.2. Stanovené výchozí podmínky pro technologickou šachtu	50

Výkresové přílohy

Tato zpráva neobsahuje výkresové přílohy. Výchozí podmínky v základové půdě jsou graficky zobrazeny v následujících přílohách Referenční projektové dokumentace objednatele:

SO382570_2_052	Vjezdový portál Dobřejovice - Podélný profil s geologií
SO382570_2_053	Vjezdový portál Dobřejovice - Charakteristické řezy s geologií - List 1 ze 2
SO382570_2_054	Vjezdový portál Dobřejovice - Charakteristické řezy s geologií - List 2 ze 2
SO382570_2_062	Výjezdový portál Ševětín - Podélný profil s geologií
SO382570_2_063	Výjezdový portál Ševětín - Charakteristické řezy s geologií - List 1 z 5
SO382570_2_064	Výjezdový portál Ševětín - Charakteristické řezy s geologií - List 2 z 5
SO382570_2_065	Výjezdový portál Ševětín - Charakteristické řezy s geologií - List 3 z 5
SO382570_2_066	Výjezdový portál Ševětín - Charakteristické řezy s geologií - List 4 z 5
SO382570_2_067	Výjezdový portál Ševětín - Charakteristické řezy s geologií - List 5 z 5
SO382570_2_070	Ražený tunel - podélný profil s geologií
SO382570_2_071	Ražený tunel - charakteristické řezy s geologií - List 1 z 5
SO382570_2_072	Ražený tunel - charakteristické řezy s geologií - List 2 z 5
SO382570_2_073	Ražený tunel - charakteristické řezy s geologií - List 3 z 5
SO382570_2_074	Ražený tunel - charakteristické řezy s geologií - List 4 z 5
SO382570_2_075	Ražený tunel - charakteristické řezy s geologií - List 5 z 5
SO382570_2_084	Technologické komory - podélné řezy s geologií - List 1 ze 2
SO382570_2_085	Technologické komory - podélné řezy s geologií - List 2 ze 2

V rozsahu, v jakém výše uvedené výkresy zobrazují podmínky v základové půdě, platí, že tyto výkresy jsou plnohodnotnou součástí GBR.

1 Úvod

Stavba	„Modernizace trati Nemanice I – Ševětín, část B“
Stupeň dokumentace	Zadávací dokumentace
ISPROFIN / S-kód	327 360 4901 / S631500294
Část dokumentace	Část 5 Geotechnical Baseline Report
Objekt	5-1 Chotýčanský tunel
Místo stavby	Jihočeský kraj obec: České Budějovice a Hrdějovice trať České Budějovice – Benešov u Prahy – Praha
Zařazení v drážní síti	tratě: 280 00 České Budějovice – Benešov u Prahy 220 00 Nemanice – Plzeň hl. n.
Stávající vlastník	Správa železnic, státní organizace
Nový vlastník	Správa železnic, státní organizace
Provozovatel/Správce	Správa železnic, státní organizace, Oblastní ředitelství Plzeň
Objednatel dokumentace	Správa železnic, státní organizace
Korespondenční adresa objednatele	Správa železnic, státní organizace Stavební správa západ Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8
Odpovědná osoba objednatele	Ing. Marek Zeman, tel. 725 444 352, ZemanMa@spravazeleznic.cz
Zhotovitel dokumentace	Společnost „ SP + SEU + MOTT_NemaŠe_DÚR, DSP “ s těmito společníky: SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 2643 / 1, 130 80 Praha 3 SUDOP EU a.s. Olšanská 2643 / 1, 130 80 Praha 3 Mott MacDonald CZ, spol s r. o. Národní 984/15, 110 00 Praha 1
Hlavní inženýr projektu	Ing. Miloš Krameš, Autorizovaný inženýr pro dopravní stavby, č.0006917 tel: 267 094 164, milos.krames@sudop.cz
Projektant SO	Mott MacDonald CZ
Odpovědný projektant objektu	Ing. Petr Makásek Ph.D. Autorizovaný inženýr pro geotechniku, č. 0011831 tel. 601 394 062, petr.makasek@mottmac.com
Kontroloval	Ing. Radko Bucek
Vypracoval	Ing. Petr Makásek Ph.D., Ing. Jiří Janků, Ing. Petr Havlan, Ing. Michal Hnilička, Ing. Aleš Veverka, Ing. Katarína Sobolová, Ing. Máté Urban, Sergij Sidorov, Ing. Marek Lněnička

1.1 Stavební záměr

Stavební záměr Modernizace trati Nemanice I – Ševětín je součástí modernizace 4. tranzitního železničního koridoru, který spojuje státní hranici s Německem u Děčína s Prahou a Českými Budějovicemi a pokračuje dále do Lince. Cílem projektu je zdvojkolejnění úseku Nemanice I – Ševětín, zvýšení jeho kapacity a také traťové rychlosti, a to až na 200 km/h. Délka modernizovaného úseku je téměř 18 km. Na nové trase se vybudují dva tunely, Hosínský a Chotýčanský. Na obou stranách navazují na uvedený úsek již dokončené stavby Modernizace trati České Budějovice – Nemanice I, respektive Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí.

1.2 Vymezení účelu a platnosti GBR

Tento Geotechnical Baseline Report (GBR) je smluvní dokumentací a její smysl tkví zejména v následujících úkolech:

- Stanovit smluvní výchozí stav předpokládaných podpovrchových podmínek, které lze předpokládat během výstavby Chotýčanského tunelu;
- Popsat důvody pro výběr a stanovení požadavků na zhotovitele obsažených ve smluvních dokumentech;
- Shrnout geotechnické podklady pro návrh stavebních jam, tunelů, šachet, příslušenství a vybavení tunelu;
- Identifikovat důležitá stavební hlediska a rizika, která budou nutná řešit během přípravy cenových nabídek i během výstavby.

Pro ražbu dvoukolejného železničního Chotýčanského tunelu jsou připuštěny tyto alternativy ražby:

- Nová rakouská tunelovací metoda (dále označovaná jako NRTM)
- Tunelovacím strojem (dále označovaná jako TBM)

Výchozí podmínky v tomto dokumentu jsou stanoveny pro obě tyto varianty samostatně tak, aby umožnily dodavateli vybrat si z těchto metod.

Tato zpráva představuje předpokládané podmínky základové půdy, se kterými se Zhotovitel může setkat během výstavby Chotýčanského tunelu. Uchazeč musí mít na paměti, že chování zastižených základových poměrů bude ovlivněno zvolenými postupy, stavebními prostředky a metodami Zhotovitele.

Stanovené výchozí podmínky obsažené v předkládaném dokumentu nejsou výslovnou ani předpokládanou zárukou, že ve skutečnosti budou zastiženy. Výchozí hodnoty však představují Smluvní standard, který se Stavebník a Zhotovitel dohodnou používat pro dělení rizika plynoucího z odlišných podmínek základové půdy. V některých případech se stanovené výchozí podmínky mohou lišit od výsledků provedené analýzy dostupných dat. V takových případech je uvedeno zdůvodnění pro výběr stanovené výchozí podmínky odlišné od dostupných dat.

Zhotovitel může činit vlastní interpretace, hodnocení a závěry týkající se geotechnických materiálů, komplikací a překážek při výstavbě i obtíží při provádění dalších prací ovlivněných geotechnickými podmínkami. Zhotovitel přijímá plnou odpovědnost za předpoklady, které se liší od výchozích hodnot stanovených v GBR. Zhotovitel může provádět další průzkumy a zkoušení, které považuje za vhodné. Jakékoli další informace z průzkumů a zkoušení provedených Zhotovitelem musí být sdíleny s Objednatelem.

Tato zpráva shrnuje relevantní stavební zkušenosti s místními projekty, ze kterých mohou uchazeči získat představu o rizicích spojených s výstavbou tunelu v obdobných podmínkách základové půdy.

GBR by mělo být čteno společně se Zprávou o geotechnických údajích (GDR), také obsaženou v Zadávací dokumentaci (Díl 4, Část 6). GDR obsahuje faktické geotechnické údaje z provedených průzkumů a zkoušení dokončeného pro Chotýčanský tunel a ze sousedních stavebních projektů. V případě rozdílů nebo neshod mezi GBR a GDR, platí interpretace uvedená v GBR. Pokud v předkládaném GBR nejsou stanoveny výchozí podmínky (baselines), pak základ pro porozumění požadovaných podmínek je třeba hledat v dokumentu GDR.

GBR se odkazuje na výkresy a obrázky obsažené v ostatních částech smluvních dokumentů, zejména v Referenční dokumentaci (Díl 4, Část 4.1), jako pomůcku pro pochopení potřebných částí a prvků stavebního díla.

Hierarchie smluvní dokumentace je uvedena v Pod-článku 1.5 Obecných podmínek Smlouvy. Tato zpráva představuje řadu geotechnických termínů, údajů a popisů. Je velmi doporučeno, aby uchazeč měl k dispozici geotechnického inženýra nebo inženýrského geologa, který je obeznámen s problematikou pojednávanou v tomto dokumentu, který si pečlivě prostuduje a vysvětlí všechny prezentované informace tak, aby uchazeč plně porozuměl všem dostupným informacím před přípravou nabídky.

1.3 Nesrovnalosti vstupních dat

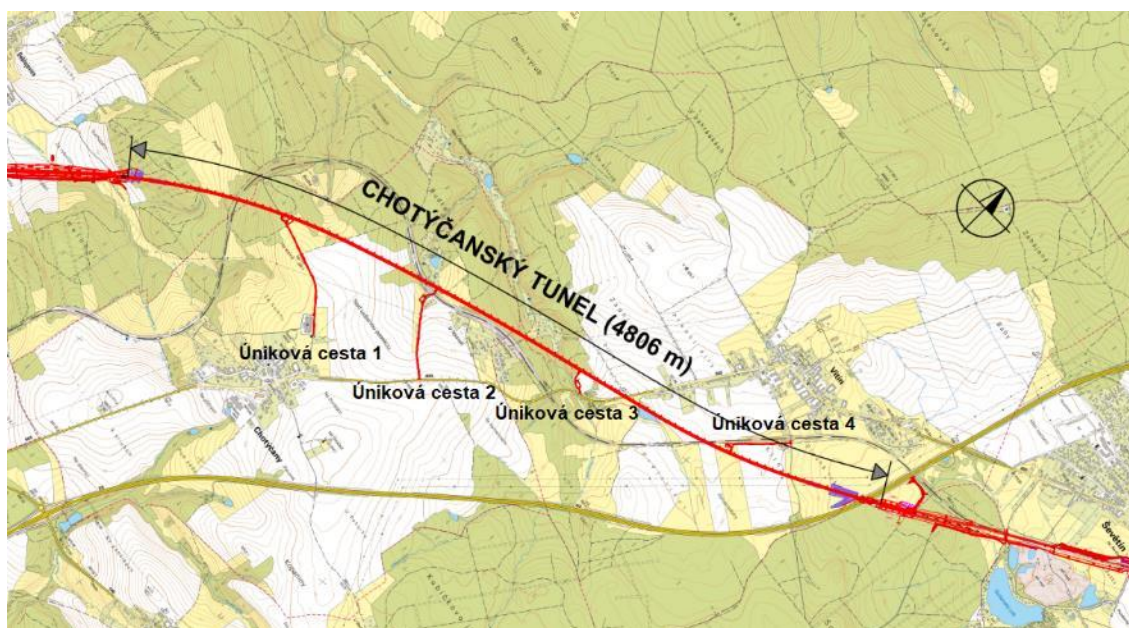
Vzhledem k liniovému charakteru tunelové stavby, jeho délce, různým překážkám na povrchu nebo v podzemí jsou předložené geotechnické profily pouhým obrazem skutečnosti založené na aproximacích a extrapolacích bodových informací do plochy nebo do prostoru. Při porovnávání různých zobrazení dostupných geotechnických dat tak může dojít ke zkreslení. Pro případ nalezené nesrovnalosti nebo nerozhodnosti rozhodují vstupní data v následujícím pořadí od nejrelevantnějších k nejobecnějším:

1. Stanovená výchozí podmínka v GBR
2. Přímá informace nebo údaj z vrtu uvedený v GDR
3. Nepřímá/odvozená/interpretovaná informace nebo údaj z vrtu uvedený v GDR

2 Popis stavby

Chotýčanský tunel je plánovaný dvojkolejný železniční tunel s délkou 4824 m na úseku nové trati Nemanice I – Ševětín na trati Praha – České Budějovice.

Výstavba tunelu se plánuje od Dobřejevic do křížení se stávající železniční tratí v prostoru severně od stanice Chotýčany a dále ve směru k Ševětínu, kde zkříží dálnici D3 a končí jihovýchodně od obce Vitín, jak je zřejmé z obrázku 1.



Obrázek 1. Zakreslení polohy tunelu v mapě

Chotýčanský tunel je navržen o celkové délce 4806 m (délka v ose tunelu). Poloha ražených portálů tunelu není mandatorně požadována a je na uvážení budoucího Zhotovitele. Minimální požadavek na délku hloubených úseků je stanoven v Požadavcích objednatel (část 3 této zadávací dokumentace). Stejně tak je definován rozsah hloubeného tunelu v atypickém profilu obdélníkovitého tvaru (box), který je stanoven pro oblast křížení s dálnicí D3. Pro hloubení stavebních jam pro hloubené tunely je nutné respektovat stanovené zábory stavby z dokumentace DSP/PDPS (viz Díl 5, část 1 zadávací dokumentace).

Pro účel popisu rozsahů výchozích podmínek základové půdy je používáno definované staničení v tunelových metrech (TM), odpovídající železniční staničení je zřejmé z tabulky 2.1:

Tabulka 2.1 Staničení tunelů

Vjezdový portál Dobřejevice	TM -3	= km 15,929.08
Začátek hloubeného tunelu pod D3	TM 4668	= km 20,600.42
Konec hloubeného tunelu pod D3	TM 4791	= km 20,723.42
Výjezdový portál Ševětín	TM 4821	= km 20,753.39

S ohledem na základní dělení tunelu podle staničení uvedeného v tabulce 2.1, je projekt rozdělen na základní stavební podobjekty, jak je zřejmé z tabulky 2.2.

Tabulka 2.2 Dělení na základní stavební podobjekty

SPO 38-25-70.01	Stavební jáma vjezdového portálu Dobřejovice
SPO 38-25-70.02	Stavební jáma výjezdového portálu Ševětín
SPO 38-25-70.03	Ražba tunelu
SPO 38-25-70.04	Ražba technologických prostor
SPO 38-25-70.05	Hydroizolace a drenáže
SPO 38-25-70.06	Hloubený tunel, vjezdový portál Dobřejovice
SPO 38-25-70.07	Hloubený tunel, výjezdový portál Ševětín
SPO 38-25-70.08	Definitivní ostění raženého tunelu
SPO 38-25-70.09	Definitivní ostění technologických prostor
SPO 38-25-70.10	Zásypy a trvalé úpravy vjezdového portálu Dobřejovice
SPO 38-25-70.11	Zásypy a trvalé úpravy výjezdového portálu Ševětín
SPO 38-25-70.12	Vnitřní vybavení a dokončovací práce
SPO 38-25-70.13	Stavební jáma křížení s dálnicí D3
SPO 38-25-70.14	Hloubený tunel křížení s dálnicí D3

Rozdělení na stavební objekty je informativní a může se měnit s ohledem na technické řešení Zhotovitele.

3 Stavbou dotčené objekty a umělé překážky

Nedaleko výjezdového portálu Ševětín tunel kříží v ostrém úhlu dálnici D3 (úsek Ševětín–Borek). Vzhledem k výškovému vedení Chotýčanského tunelu nelze dálnici podejít ražbou, a proto bude tunel budován v otevřené jámě s částečným omezením provozu dálnice.

V zóně indukovaných účinků ražbou Chotýčanského tunelu se vyskytuje nadzemí zástavba a inženýrské sítě. Na všechny tyto objekty (resp. jejich části) musí být zpracovány znalecké posudky. Všechny tyto objekty musí být zahrnuty do programu geotechnického monitoringu a budou pravidelně sledovány při ražbě, se zaměřením na sledování nivelace objektů, měření náklonů, vývoje trhlin a periodické prohlídky. V případě použití trhacích prací také měření seismicity. Zjištěný technický stav objektů dle pasportizace musí sloužit jako výchozí podklad pro případný návrh trhacích prací.

V blízkosti výjezdového portálu Ševětín dochází ke křížení ražené části s povrchovým vedením vysokého napětí 2 × 110 kV a 2 × 400 kV. Toto páteřní vedení nelze vypnout a přeložit, proto bude nutné zajistit neustálý monitoring sloupů, které se nacházejí nad raženou částí tunelu, a realizovat opatření proti jejich pohybu.

V rámci projektu PDPS byly na základě statických výpočtů ražeb tunelů a z analýzy sedání stanoveny předpokládané rozsahy sedání v místech stavebních objektů určených ke sledování a jsou uvedeny pro informaci v tabulkách níže 3.1 a 3.2. Zóna indukovaných účinků je patrná v přílohách referenční dokumentace.

Budoucí Zhotovitel musí tyto rozsahy a hodnoty pro sledování aktualizovat dle svého nového technického řešení.

Tabulka 3.1. Objekty povrchové zástavby v zóně ovlivnění tunelu (projekt PDPS)

Budova č.	pozemek	č. popisné	Předpokládaný maximální pokles (mm)	Seismické zatížení (mm/s)
k. ú Chotýčany				
B 1	st. 259	č.p. 79	< 5	> 5
B 2	st. 2299	-	< 5	> 5
B 3	st 229	č. ev. 2	< 5	> 5
B 4	2259/29	č. ev 1	5-10	> 5
B 5	st. 242	č. ev. 39	-	> 5
B 6	st. 126	č.p. 35	< 5	
B 7	St. 170/1	Č.p. 53	-	> 5
B 8	St. 170/2	Č.p. 91	-	> 5
k. ú. Vítín				
B 9	st. 276	č.ev.87	15 - 20	> 5
B 10	652/20	č. ev. 68	5 - 8	> 5
B 11	652/21	č. ev. 64	< 5	> 5
B 12	652/18	č. ev. 65	30	> 5
B 13	St. 147/3	Č. ev. 39	-	> 5
B 14	St 146/2 a st.146/1	Č. ev. 40	20 - 30	> 5

Budova č.	pozemek	č. popisné	Předpokládaný maximální pokles (mm)	Seismické zatížení (mm/s)
B 15	St 145/1 a st 145/2	Č. ev. 41	30	> 5
B 16	St. 144	Č. ev. 47	10 - 20	> 5
B 17	1073/12	Č. ev. 43	10 - 15	> 5

V zóně ovlivnění se nacházejí následující inženýrské sítě určené ke sledování (na základě místního šetření může být doplněn o další objekty v zóně indukovaných účinků).

Tabulka 3.2. Stávající inženýrské sítě v zóně ovlivnění (projekt PDPS)

Typ	profil	Nadloží tunelu v místě křížení (m)	Délka sítě v poklesové kotlině (m) / v seismické oblasti >5 mm/s	Předpokládaný maximální pokles (mm)
VVN 2 x 110 kV	-	20,53	-	0 (podchycení TI)
VVN 2 x 400 kV	-	14,80	-	0 (podchycení TI)
produktovod	ø 200	23,15	75 / 75	25
vodovod	DN 1000	21,83	259 / 401	80

V případě, že bude Zhotovitel chtít využít povrchové pracoviště nad tunelem v oblasti TM 4367 – 4442 pro zajišťovací práce ražby, budou práce v části pracoviště probíhat v ochranném pásmu vedení 2x400 kV, které je definováno pásem širokým 25 m od krajního vodiče.

4 Zdroje geologických a geotechnických podkladů

4.1 Geotechnické a geologické informace

4.1.1 Geotechnický průzkum pro přípravnou dokumentaci stavby

V průběhu roku 2010 byly provedeny průzkumné práce zacílené na stanovení geotechnických vlastností horninového prostředí pro potřeby zpracování přípravné dokumentace stavby (tehdy pojmenované varianty Goliáš). V rámci předběžného průzkumu (Dragoun, 2010) byly provedeny jádrové inženýrsko-geologické vrty J401-J413 (hloubky od 20 m do 85,5 m) a dva geologicky nepopsané hydrogeologické pozorovací vrty HJ400 a HJ414 (hloubky 14 m). Vrty HJ109 a HJ110 byly po zhotovení IG průzkumu vystrojené pro hydrogeologické pozorování. Ve vrtech J404, J405, J408 a J409 byla provedena karotážní měření. V rámci této fáze průzkumu byly vrtné práce doplněny IG popisem dokumentačních bodů na relevantních výchozech skalního masivu a také souborem vícero metod geofyzikálních měření (dipólové odporové profilování, mělká refrakční seismika, vertikální elektrické sondování a odporová tomografie).

4.1.2 Geotechnický průzkum pro PDPS

Následující etapa průzkumu pro předmětnou stavbu byla uskutečněna v roce 2020 a sice pro stupeň PDPS (Dragoun, 2021 (rev 2023)). V rámci této etapy bylo provedeno celkem 52 vrtných sond J1401-J1452 hloubek 18 m až 86 m. Vrty J1402, J1410, J1413, J1414, J1416, HJ1422, J1425, J1427, HJ1435 a J1448 byly po zhotovení IG průzkumu vystrojené pro hydrogeologické pozorování. Ve vybraných vrtech J1405, J1409, J1414, J1416, J1417, HJ1422, HJ1425, HJ1427, HJ1435, HJ1448, HJ1452 a v archivním HJ110 byla provedena karotážní měření. Vrtané sondy byly doplněny geofyzikálním průzkumem v celkové délce bezmála 15 500 m – navazujícím na přechozí etapu průzkumu.

4.1.3 Další zdroje průzkumu

Při tvorbě databáze výsledků laboratorních a polních zkoušek byly také zahrnuty některá data pocházející z geotechnických průzkumů pro stavební objekty sousedící s Chotýčanským tunelem. Jedná se zejména o:

- podrobný inženýrskogeologický průzkum pro přeložku železniční trati v úseku výjezdový portál Chotýčanského tunelu až konec části B (v km 20,742 – 24,956). (Bouška & Pícha, 2021),
- podrobný geotechnický průzkum pro přeložku v úseku stavby výjezdový portál tunelu Hosín – výjezdový portál tunelu Chotýčany. (Dragoun, 2021)

Celkem 17 historických relevantních vrtů bylo shledáno použitelných pro syntetickou tvorbu geologického modelu. Vrtný popis jejich jader byl použit jako informační podklad a jejich omezená vypovídající hodnota pro předmětnou stavbu byla zohledněna. Zdroje historických vrtů jsou následující (Ort, 1982), (Hrdlička & Šilhan, 1988) a (Tomášek, 2006).

4.1.4 Zpráva o geotechnických údajích – Geotechnical Data Report

Výsledky výše zmíněných průzkumů jsou obsahem zprávy o geotechnických údajích – Geotechnical Data Report (GDR) – Díl 4, část 6 těchto zadávacích podmínek.

5 Geologické a hydrogeologické poměry

Geologické a hydrogeologické poměry jsou detailně popsány v textové části GDR.

5.1 Geomorfologie a využití území

Zájmové území leží na rozhraní třeboňské a českobudějovické kotliny, které jsou charakteristické svým plochým pánevním reliéfem s nevýraznými elevacemi a terénními depresiemi. Obě kotliny od sebe odděluje výrazná morfologická linie (hřbet krystalinických hornin) označovaná jako Lišovský práh. Současnou modelaci výrazně ovlivnila složitá zlomová tektonika a dále sedimentace kvartérních, eolicko-deluviálních, deluviálních a fluviálních sedimentů. Dnešní reliéf je výsledkem selektivní eroze a denudace.

Povrch terénu se generelně svažuje v cca první třetině směrem k Z až SZ, směrem k údolí Vltavy. Zbývající část území má generelní sklon terén směrem k jihovýchodu až východu, směrem k řece Lužnici.

Povrch území je v současnosti zemědělsky využíván a na části území jsou lesní porosty.

5.2 Geologická stavba území

Z regionálně-geologického hlediska je zájmové území součástí českého moldanubika a třeboňské pánve. Trasa tunelu prochází metamorfovanými horninami moldanubika, hlubinnými vyvěřelými horninami ševětínského granodioritu. Pánve jsou vyplněny svrchnokřídovými sedimenty klikovského souvrství, které ale zasahují do předmětné lokality pouze velmi okrajově a pro účely tohoto GBR jsou ignorovány.

V kvartéru se v zájmovém území uložily a vytvářely především redeponované zvětraliny hornin skalního podkladu pomalými svahovými pohyby. Vytváření deluviálních sedimentů bylo intenzivnější zejména ve starším kvartéru. V blízkosti stávajících a občasných vodotečí a pramenných míst se ukládaly aluviální sedimenty. Jedná se o vodním tokem a ronem redeponované zvětraliny hornin skalního podkladu a redeponované deluviální sedimenty.

5.3 Horniny skalního podloží

Metasedimentární horniny moldanubika svým charakterem náleží k jednotvárné sérii. Struktury charakteristické pro starší tektonickou stavbu se vyznačují mladšími strukturami refoliace, při níž vznikla monoklinální stavba s plochami foliace. Tělesa muskovit-biotitické pararuly s turmalínem a tělesa leukokratického migmatitu existovala v metasedimentárním plášti již v období ražení starších struktur.

Mladší než tyto deformační a metamorfní pochody jsou křemenné žíly, vyplňující poruchy orientované převážně ve směru blanické brázdy. Podél blanické brázdy došlo v závěru variského vrásnění k výstupu diskordantního, většinou však konformního tělesa pozdně tektonických až posttektonických granodioritů. Horninový masiv je intrudován několika generacemi nepravidelně vyvinutých žil. Z žilných hornin byly vrtnými pracemi zastiženy erlány, a tlakově postižené pegmatity, žilné aplitické žuly a žilný křemen. Dále byly zastiženy i mylonity, jsou to horniny vznikající při vyšším metamorfním postižení primární horniny.

Při výjezdovém portálu Ševětín tunelu mohou být lokálně zastiženy reliktů křídových hornin/sedimentů klikovského souvrství, které vyplnilo sedimentační prostor vzniklý působením saxonské tektoniky ve svrchní křídě. Generální směr přínosu byl právě ze S a SZ a odvodňovací osa směřovala k J až JV.

5.4 Kvartérní pokryv

Kvartérní pokryv bude dotčen ražbou pouze v portálových úsecích. Kvartérní zeminy v místech obou portálů svou mocností nepřesahují cca 3,0 m. Jedná se výhradně o deluviální svahové sedimenty. Deluvia na obou portálech jsou navzdory odlišným mateřským horninám obdobného charakteru. Převážně se jedná o písčitohlinité, písčitojílovité zeminy a hlinité a jílovité písky s variabilním podílem úlomků matečné horniny. Podíl úlomků směrem k bázi narůstá, deluvia tak velmi pozvolna přecházejí do zcela zvětralých hornin skalního podkladu – eluvium. Mocnost humózních vrstev se pohybuje v rozmezí 0,20 - 0,60 m.

5.5 Tektonika území

Variské granitoidy tvoří diskordantní, většinou však konformní tělesa pozdně tektonická až posttektonická. Nejstaršími projevy radiální tektoniky jsou linie blanické brázdy, vyplněné žilným křemenem. Hlavní z těchto zón, směru SSV-JJZ, rozděluje mezi Ševětínem a Borkem různě metamorfované jednotky. Z výškových rozdílů pánevních bází lze soudit, že od vzniku žul do konce sedimentace permu poklesla východní kra podél drahotešické poruchy nejméně o 500 m a naopak západní kra od konce křídové sedimentace stoupala dodnes zhruba o 400 m. I když mnohé z těchto mladších zlomů nejsou přímo paralelní s blanickou brázdou, jejich vzájemná souvislost je nepochybná.

Významným systémem dislokací jsou také příčné poklesy. Dislokace tohoto směru způsobily v blanické brázdě vznik příčných elevací a depresí. Na SV transgreduje přes oba okrajové zlomy u Kolného a Velechvína svrchní křída. Několik dalších příčných dislokací pokračuje uvnitř pánve. Také na dislokacích tohoto systému došlo později k opakování pohybů.

Mimo radiální tektoniku byly zjištěny i projevy tangenciálního tlaku. V nejmladších fázích variské orogeneze byly některé kry, omezené poklesovými dislokacemi, stlačeny. Zhruba v období tektonogenetických fází, probíhajících v čelní části alpsko-karpatské předhlubně, docházelo ve víceméně již konsolidované jižní části Českého masívu k novým pohybům většinou po starších dislokacích.

5.6 Seismicita

Podle ČSN EN 1998-1-NA (73 0036) náleží zájmové území do oblastí s malou seizmicitou, hodnoty referenčního zrychlení základové půdy a_{gR} nepřesahují v dané oblasti 0,06 g. Slabá zemětřesení, která zde byla zaznamenána, mají úzký vztah k alpsko-karpatské zóně.

5.7 Environmentální poměry

V průzkumech se nevyskytují žádné informace o známých kontaminacích.

5.8 Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska spadá zájmové území do hydrogeologického rajonu 6320 Krystalinikum v povodí Střední Vltavy (HEIS VUV, 2020). Z hydrogeologického hlediska můžeme v zájmovém území rozlišit následující základní jednotky:

- moldanubické horniny (pararuly, ortoruly, migmatity) – jednokolektorový průlinově-uklinový systém oběhu podzemních vod (mělký oběh propojený s hlubším oběhem podzemní vody v rozpukáných horninách)
- křídové sedimenty - střídání kolektorů (pískovce) s průlinovo-puklinovou propustností a izolátorů (prachovce, jílovce)
- terciérní sedimenty - izolátor (jíly), lokálně při bázi písky, lignity s průlinovou propustností

- kvartérní sedimenty - průlinová propustnost

5.9 Skalní svahy a výchozy

V rámci předběžného průzkumu byly vytipovány vhodné skalní výchozy v nedalekých opuštěných lomech a zejména skalní defilé železniční trati. Dály byly během předběžného průzkumu byly mapovány erozní rýhy a opuštěné staré lůmky v širším okolí stavby. V těchto výchozech byly převážně pozorovány jen zcela eluviálně rozložené horniny charakteru zemin a deluviální zeminy.

5.10 Geohazardy

V archivu Geofondu Praha nejsou evidovány žádné nebezpečné svahové deformace ani projevy nestability území. Projevy svahových deformací nebyly zjištěny ani v průběhu provádění terénní rekognoskace a mapování.

5.11 Inženýrsko-geologický podélný profil tunelem

Souhrn geologických a hydrogeologických poměrů zjištěných průzkumem je podrobně popsán v GDR. Souhrn základních očekávaných podmínek při ražbě tunelu je zřejmý z tabulky 5.1 a z výkresových příloh Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Tabulka 5.1. Souhrn geologických a hydrogeologických poměrů očekávaných při ražbě tunelu

Úsek tunelu	Staničení	Výška horninového nadloží	Geologické poměry	Hydrogeologické poměry
Úsek č. 1	km 15,932 – 15,993	0 – 8 m	Kvartérní sedimenty o mocnosti cca do 2,0 m. Skalním podkladem jsou moldanubické pararuly ve třech stupních zvětrání (zcela zvětralé horniny, silně zvětralé horniny a ojediněle můžou být zastiženy i mírně zvětralé horniny). V koncové části očekáván značně nepravidelný výskyt žilného křemene (typ QTZ) o mocnosti cca 0,3-1,0 m a dále lokální výskyt aplitické žilné žuly o mocnosti cca 0,5-2,0 m. V závěru úseku je detekována výraznější tektonická porucha, v její blízkosti lze očekávat výskyt žilných hornin. Zvětralinová zóna matečné primární horniny (pararula) zasahuje pod niveletu tunelu.	Hladina podzemní vody byla průzkumnými vrty zastižena v úrovni cca 3,0-10,0 m pod terénem. Po otevření stavební jámy bude do výkopu voda prosakovat písčitými zvětralinami a hluboko zasahujícími puklinami.
Úsek č. 2	km 15,993 – 16,478	7 – 28 m	V počátku tektonicky silně porušené horniny moldanubické pararuly popsané jako zcela až silně zvětralé. Kvalita horniny čela ražby kolísá v závislosti na vzdálenosti od tektonického porušení. Od staničení cca km 16,300 lze očekávat v čelbě nepravidelný výskyt mírně zvětralých hornin, od staničení cca km 16,400 lze pak očekávat i postupné zastižení navětalých až zdravých. Významnější tektonická poruchová pásma lze očekávat ve staničení cca km 16,020-16,035, 16,110-16,150, 16,200, 16,275-16,290 a 16,470-16,490.	Přítoky podzemních vod do výrubu vázané na výskyt tektonických poruch a zcela až silně zvětralých hornin. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru.
Úsek č. 3	km 16,478 – 18,450	28 – 74 m	Navětralé až zdravé moldanubické horniny – pararuly, migmatity s nepravidelnými „žilnými“ horninami - tlakově postižené pegmatity, žilné žuly, žilný křemen, erlány a mylonity s malou až střední hustotou diskontinuit, ojediněle v polohách mylonitů a erlánů až velkou hustotou diskontinuit. Horninový masív je porušen četnými subvertikálními až vertikálními poruchami regionálního, v závěru úseku i nadregionálního řádu. Významnější tektonická poruchová pásma lze očekávat ve staničení cca km 16,975-16,985, 17,595-17,615, 17,880-17,950 a 18,275-18,300. V samotném závěru úseku cca km 18,455-18,470 očekáváme zastižení rozpukaných, silně porušených hornin, charakteru až tektonické brekcie vázaných na drahotešickou poruch - okrajový asymetrický zlom blanické brázdy.	Souvislá hladina podzemní vody je předpokládána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu – hloubka cca 2-23 m pod terénem. Hladina podzemní vody zjištěná mělce pod terénem je vázána na místní morfologická údolí, která jsou protékána místními vodotečemi. V rámci tektonických poruch a hlubších průběžných puklin lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu.
Úsek č. 4	km 18,450 – 18,575	25 – 28 m	Ražba v tektonicky litologickou změnu horninového prostředí a dále silně porušené, rozpukané horniny a to z důvodu průchodu tunelové stavby přes drahotešickou poruchu (resp. okrajový asymetrický zlom blanické brázdy). V daném úseku se očekává výskyt silně tektonicky porušených hornin a dále skokovou litologickou změnu hornin. Navětralé až zdravé horniny moldanubika přecházejí do podrcených, stmelených hornin, charakteru tektonické brekcie s úlomky pojené kalcitovým a křemenným tmelem. Brekcie jsou do určité hloubky slabě diageneticky zpevněné a silně až zcela zvětralé, níže dochází k zvýšení diagenetického zpevnění. Ve směru staničení, směrem k tektonickému kontaktu ve staničení cca km 18,490-18,505, lze očekávat výskyt hornin moldanubika silně zvětralých, postupně až zcela zvětralých. V místě tektonického kontaktu se očekává styk s horninami ševětínského granodioritu. V tomto úseku se nachází silně až zcela zvětralé hornina, převážně se velmi velkou až extrémní hustotou diskontinuit.	Souvislá hladina podzemní vody je předpokládána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu. Hladina podzemní vody zjištěná mělce pod terénem je vázána na místní morfologická údolí, která jsou protékána místními vodotečemi. V rámci tektonických poruch a hlubších průběžných puklin lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu.
Úsek č. 5	km 18,575 – 19,987	15 – 35 m	Ražba v horninách kataklastického ševětínského granodioritu navětralých až zdravých s velmi variabilní hustotou diskontinuit. V úseku staničení cca km 19,430-19,615 zasahují do přístropí až cca ½ tunelové stavby granitoidní horniny mírně zvětralé, vysokou hustotou diskontinuit, úlomkovitě až drobně kusovitě rozpadavé, s hojnou sekundární výplní na plochách nespojitosti. Horninový masív porušen zlomovými násunovo-poklesovými strukturami, s hojnou sekundární minerální výplní. Při přiblížení k poruchám dochází k oslabení horninového masívu na podrcené horniny charakteru ostrohranných úlomků, kamenů, ojediněle až bloků s velmi variabilní, lokálně dominující písčito-prachovitou a písčitojílovitou výplní, pevné, ojediněle až tuhé konzistence. Významnější tektonická poruchová pásma lze očekávat ve staničení cca km 18,610, 18,750, 18,935-19,015, 19,185, 19,265, 19,445, 19,505, 19,750-19,790 a 19,950.	Souvislá hladina podzemní vody je vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje kombinovaný průlinově-puklinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 0,5-4,0 m pod terénem. Hladina podzemní vody zjištěná mělce pod terénem je vázána na místní morfologická údolí, která jsou protékána místními vodotečem1i. Pouze v počáteční části úseku cca km 18,700-19,050 je hladina podzemní vody zakleslá hlouběji v horninách skalního podkladu, kde se uplatňuje puklinový systém zvodnění. V rámci tektonických poruch a hlubších průběžných puklin lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu. Ražba bude probíhat pod hladinou podzemní vody.
Úsek č. 6	km 19,987 – 20,110	20 – 23 m	Horniny kataklastického ševětínského granodioritu v třídách zvětrání od zcela zvětralých až navětralých/zdravých, které zasahují do profilu tunelu (až pod počvu tunelu) v úseku km cca 20,010-20,115. Nabývají charakteru stmeleného, soudržného, hrubozrnného kaolinického. Granodiority silně zvětralé jsou pak charakterizovány velmi nízkou pevností s velmi malou až malou hustotou diskontinuit. Plochy diskontinuit jsou ve svrchních částech vyplněny jílovito-prachovitou písčitou mezerní hmotou s úlomky matečné horniny. Hlouběji je horninový masív porušen zlomovými násunovo-poklesovými strukturami, s hojnou sekundární minerální výplní. Významnější tektonická poruchová pásma lze očekávat ve staničení cca km 20,000-20,010 a 20,185.	Souvislá hladina podzemní vody je vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje průlinový, lokálně až kombinovaný průlinově-puklinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 4,0-5,0 m pod terénem. V rámci tektonických poruch a v úseku, kde zcela až silně zvětralé horniny zasahují do úrovně tunelového díla lze očekávat vydatnější přítoky podzemních vod do výrubu. Ražba bude probíhat pod hladinou podzemní vody.
Úsek č. 7	km 20,110 – 20,190	19 – 22 m	Ražba v horninách kataklastického ševětínského granodioritu navětralých až zdravých s velmi malou až malou hustotou diskontinuit vyplněnými jílovito-prachovitou písčitou mezerní hmotou s úlomky matečné horniny. Hlouběji je horninový masív porušen zlomovými násunovo-poklesovými strukturami, s hojnou sekundární minerální výplní. Při přiblížení k poruchám nižšího řádu dochází k oslabení horninového masívu na podrcené horniny charakteru ostrohranných úlomků, kamenů, ojediněle až bloků s velmi variabilní, lokálně dominující písčito-prachovitou a písčitojílovitou výplní, pevné, ojediněle až tuhé konzistence.	Souvislá hladina podzemní vody je vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje průlinový, lokálně až kombinovaný průlinově-puklinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 4,0-5,0 m pod terénem. V rámci více podrcených a úlomkovitě rozpadavých hornin se očekávají vydatnější přítoky podzemních vod do výrubu. Ražba bude probíhat pod hladinou podzemní vody.

Úsek tunelu	Staničení	Výška horninového nadloží	Geologické poměry	Hydrogeologické poměry
Úsek č. 8	km 20,190 – 20,457	8 – 20 m	Horniny kataklastického ševětínského granodioritu v třídách zvětrání od zcela zvětralých až navětralých/zdravých. Horniny zcela zvětralé charakteru horniny charakteru stmeleného, soudržného, hrubozrnného kaolinického písku. Granodiority silně zvětralé jsou pak charakterizovány velmi nízkou pevností s velmi malou až malou hustotou diskontinuit. Plochy diskontinuit jsou ve svrchních částech vyplněny jílovitoprachovitou písčitou mezerní hmotou s úlomky matečné horniny. Horninový masiv porušen zlomovými násunovo-poklesovými strukturami s hojnou sekundární minerální výplní. Významnější tektonická poruchová pásma lze očekávat ve staničení cca km 20,235-20,240 a 20,375. Velmi výrazná tektonická linie byla zastižena v úseku staničení cca km 20,300-20,375 s cca 3-6 m mocnou polohou zcela zvětralých granodioritů. Materiál vyplňující tektonickou poruchu byl charakteru jemnozrnného jílovitého písku, silně zvodnělého jemně slídnatého až charakteru tekutých písků.	Souvislá hladina podzemní vody je vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje průlinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 0,7-5,0 m pod terénem. V rámci tektonických poruch a v úseku, kde zcela až silně zvětralé horniny zasahují do úrovně tunelového díla lze očekávat vydatnější přítoky podzemních vod do výrubu. Ražba bude probíhat pod hladinou podzemní vody. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru.
Úsek č. 9	km 20,457 – 20,601	4-8 m	Hloubka výkopu dosáhne 14,0 – 18,0 m. Kvartérní zeminy o mocnosti do 1,0-3,5 m, s nepravidelnými denudačními reliktů křídových hornin mocnosti max. 2,5 m a skalním podkladem ve třech stupních zvětrání – od zcela zvětralé horniny, přes silně zvětralé, po lokálně v nejhlubších partiích tunelu zastižené horniny mírně zvětralé. V místě portálu zasahují silně zvětralé horniny až do hloubky 20,0 m pod terén. Výskyt silně až zcela zvětralých hornin (cca 95 % úseku). Horniny vykazují střední až nízkou hustotou diskontinuit. Zvětralinová zóna matečné primární horniny (granodiorit) zasahuje pod niveletu tunelu. Riziko blokovitého zvětrávání granitoidních hornin podle predisponovaných puklinových systémů QSL na bloky až několikametrových rozměrů ve zvětralinovém plášti.	Souvislá hladina podzemní vody je vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu, reliktů křídových hornin a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje průlinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 0,3-2,0 m pod terénem. V rámci tektonických poruch lze očekávat vydatnější přítoky podzemních vod do výrubu. Ražba bude probíhat pod hladinou podzemní vody. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru, dotované z místních vodotečí.

6 Zkušenosti z předcházející výstavby

V zájmové lokalitě se nenachází žádná stavba tunelového charakteru a rozsahu, ze které by bylo možno aplikovat zkušenosti získané během její realizace. Z významnějších dopravních staveb v okolí stojí za zmínku výstavba dálnice D3 v úseku Ševětín – Borek (zprovozněn v roce 2019) vedená po povrchu nebo v zářezech hlubokých v jednotkách metrů.

Výstavba stávající jednokolejné tratě ze Ševětína do Českých Budějovic v celkem hlubokých skalních zářezech sahá do 19. století. Tedy tehdejší zkušenosti jsou pro moderní výstavbu neaplikovatelné.

Ze vzdálenějších tunelových staveb stojí za zmínku ražba dvojkolejného tunelu Deboreč (cca 55 km severně). V rámci modernizace IV. železničního koridoru byly v roce 2022 ukončeny práce na stavbě tunelu Deboreč raženého v geologické jednotce Český masiv – moldanubikum s mocností nadloží tunelu v rozmezí 7 až 47 m. Ražená hornina byla reprezentována migmatizovanými pararulami místy s intruzivními tělesy zastoupenými granitoidy (křemen, aplit, pegmatit), a vločky kvarcitů. V oblasti ražby se nacházelo zlomové pásmo. Ražba probíhala NRTM na úseku dlouhém 562 m. Oba portály byly hloubené v délce 49 m. Ražba tunelu probíhala dovrchně od výjezdového (pražského) portálu. Příčný profil výrubu byl od 100 – 120 m². Horizontální profil byl rozdělen na kalotu, jádro a počvu. Po odstřelu a mechanickém odklizení výrubu v kalotě bylo provedeno začištění líce výrubu a zastříkání nadvýrubu. Po vyražení kaloty a jádra byla odtěžována počva a provedena betonáž základových patek a dna tunelu. Délka záběru v kalotě byla 2,1 m, v jádru 4,2 m. Po vyražení tunelu bylo pomocí bednicího vozu provedeno definitivní ostění s mezilehlou izolací. Z dokumentovaných problémů stojí za zmínku zejména zdržení, které představovalo průchod a překonání geologické poruchy v TM 338–420. V první fázi bylo nutné zastavit ražbu a přijmout operativní opatření k zastavení deformací spočívající v zajištění čelby stříkaným betonem, kotvením a opěrným klínem, a to vybudováním dočasné rozpěrné protiklenby v úrovni dna kaloty v délce cca 30 m zpětně a dodatečným doplněním radiálního kotvení. Následně byl proveden doplňkový průzkum formou jádrového předvrtu ve směru ražby délky 35 m a byly vyhodnoceny všechny dosud získané výstupy monitoringu. Na základě těchto podkladů navrhl projektant další postup prací. Před dobírkou jádra bylo realizováno doplňkové kotvení kotvami IBO R51L délky 12 m s vysokotlakou chemickou injektáží CarboPur WF. Tyto kotvy byly realizovány i v následné ražbě v modifikované třídě VT5a. Celkem se instalovalo 541 svorníků, které různým způsobem zasahovaly do konstrukce sekundárního ostění a bylo nutné je dodatečně upravit v rozsahu od uřezání konce svorníku za maticí až po zapuštění o 150 mm do primárního ostění včetně roznášecí desky.

Další nedávnou tunelovou stavbou na IV. železničního koridoru je tunel Mezno (cca 53 km severně) ukončeným v roce 2020. Jedná se o dvoukolejný tunel s mocností nadloží v rozmezí 6 až 26 m v geologické jednotce Českém masivu – moldanubikum. Ražba probíhala v pararulách místy migmatizovaných s intruzivními tělesy, která byla zastoupena granitoidy (křemen, aplit, pegmatit) a ultramafickými horninami (stavrit). Během ražby byla zastižena zlomová pásma. Ražba probíhala NRTM na úseku dlouhém 768 m. Oba portály byly hloubené, u vjezdového portálu v délce 48 m u výjezdového v délce 24 m. Příčný profil výrubu činil cca 100 – 120 m². Horizontální profil byl rozdělen na kalotu, jádro a počvu. Po odstřelu a mechanickém odklizení výrubu v kalotě bylo provedeno začištění líce výrubu a zastříkání nadvýrubu. Po vyražení kaloty a jádra byla odtěžována počva a provedena betonáž základových patek a dna tunelu. Po vyražení tunelu bylo pomocí bednicího vozu provedeno definitivní ostění s mezilehlou izolací. Nejvíce zastoupenou vystrojovací třídou byla TTV 4 s průměrným postupem 1,7 m. Práce na ražbách probíhaly bez zásadních problémů. Jedinou větší anomálií při ražbě tunelu byl nadměrný nadvýlom cca v TM 266. Vlivem náhlé změny geotechnických vlastností horninového prostředí v poruchové zóně nad stropem kaloty ohraničené hladkými odlučnými plochami vypadlo cca 70 m³ horniny. Dosah nadvýlomu byl v pravé

části kaloty 4–5 m nad teoretickým obrysem výrubu. Na pravé straně se sesunula rovněž část čelby do vzdálenosti až 4 m. Vypadnutá hornina s sebou strhla jehly instalované z předcházejícího postupu prováděného v TTV 4, vybudované primární ostění zůstalo neporušené. Výška nadloží v místě nadvýlomu byla přibližně 20 m. Postup další ražby a zmáhání tohoto nadvýlomu byly stanoveny na mimořádně svolaném jednání rady monitoringu. Po částečném odtěžení závalu byl na stěny dutiny aplikován bezpečnostní nástřik stříkaného betonu. Poté byl od posledního osazeného rámu v oblasti obvodu profilu mezi 10 až 3 hod. navrtán deštník z kotev IBO R51L délky 9,0 m s roztečí 300 mm. Na IBO kotvy byla instalována kari síť s pletivem a pod deštník byly postaveny dva rámy na sraz. S postupnou ražbou v TTV 5 byl v místě dutiny prováděn nástřik falešného primárního ostění. Přes ostění byly vyvedeny trubky pro následné vyplnění dutiny čerpaným betonem, které se provedlo zpětně po přechodu čelby do stabilních horninových podmínek.

V rámci modernizace IV. železničního koridoru byl také realizován Sudoměřický tunel (cca 46 km severně) s ražbou ukončenou v roce 2014. Jedná se o dvoukolejný tunel s výškou nadloží od 3 do 18 m. Kvartérní pokryvy byly tvořeny svahovými (deluviální) sedimenty v mocnosti do 1 m překrývající vrstvy biotitické-sillimatické pararuly s různým stupněm zvětrání. Na trase tunelu se nevyskytovaly významnější tektonické poruchy. Metoda ražby zahrnovala výstavbu částečně v otevřené jámě a vlastní ražbu metodou NRTM. Portálové jámy (severní a jižní) byly hloubeny ve třech etážích s postupným zajištěním jámy do hloubky 10 m jižní a 16 m severní se svahy stabilizovanými stříkaným betonem. Ražba vlastního tunelu byla rozdělena na podélné úseky s obdobnými geotechnickými vlastnostmi. Výrub byl opět zajištěn příhradovými rámy, výztužnými sítěmi a kotevními prvky. Ražba profilu byla rozdělena na kalotu, jádro a počvu a byla prováděna pomocí trhačích prací. Definitivní ostění bylo betonováno v blocích v délce 12 m. Dvacet pasů není díky příznivým geologickým podmínkám vyztuženo.

7 Charakterizace základové půdy

Geotechnické poměry podél trasy projektu Chotýčanského tunelu byly charakterizovány na základě informací získaných během geotechnických průzkumů, jejichž závěry přináší GDR a souhrn v kapitole 4.1.

Charakterizace základové půdy pro Chotýčanský tunel byla provedena pomocí rozdělení zemin a hornin do účelově vytvořených geotypů relevantních pro návrh každé části tunelu. Některé geotypy se shodují s geotechnickými typy použitými v geotechnických průzkumech, jiné geotechnické typy použité v průzkumech byly seskupeny, jiné byly záměrně vynechány pro zanedbatelný vliv na návrh a realizaci tunelu. Geotechnický profil byl přehledně zpracován do výkresových příloh Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Vodítko pro porozumění vazby dělení geotechnických typů v předchozích etapách průzkumu a účelovém dělení pro předkládané GBR je zřejmé z tabulky 7.1.

Tabulka 7.1. Přehled geotechnických typů v předchozích etapách průzkumu a účelovém dělení pro předkládané GBR

Geotechnický typ podle GTP původem od SUDOP	Geotechnický typ podle GTP původem od GEOTEC-GS	Geotypy hornin pro účely GBR	Geotypy zeminy pro účely GBR
Q1, Q2, Q3	Q1d, Q4, Q5d, Q7		Qd
KT1c			KT1c
KT2c		KT2c	
KT3c		KT3c	
KT4c		KT4c	
KT1p			KT1p
KT2p		KT2p	
KT3p		KT3p	
KT4p		KT4p	
QTZ	QTZ	QTZ	

Tato kapitola a následující kapitoly Hledisek provádění stavby odkazují na datové grafy uvedené v A. Datové grafy pro zeminy a B. Datové grafy pro horniny. Datové grafy v přílohách A a B jsou výstupy ze statistické interpretační analýzy geotechnických parametrů dostupných informací předaných ve formě GDR. Datové přílohy jsou koncipovány jako přehled histogramů a grafů prezentujících kompilaci dostupných výsledků polních a laboratorních měření pro vybrané parametry popisující jednotlivé geotypy. Histogramy jsou doplněny o statistické údaje, které vyjadřují charakter analyzovaného rozdělení výběru hodnot: počet analyzovaných hodnot, aritmetický průměr hodnot, maximální hodnota, minimální hodnota, směrodatná odchylka.

V případě histogramů hodnot RQD byly do výběru analyzovaných dat zařazeny i ty hloubkové části vrtů, kterým nebyly zhotovitelem GTP průzkumu hodnoty přisouzeny. To se týkalo zejména horizontů se zcela zvětralými a silně zvětralými horninami (geotypy KT1c/p a KT2c/p). Pro účely vyhodnocení kompletních délek vrtů byly horizontům s původně nepřirazenou hodnotou RQD přiřazeny hodnoty rovné nule. Toto umožňuje věrohodnější statistické vyhodnocení sledovaného parametru podle vybraných geotypů. Protože index RQD je tedy stanoven pro celé hloubky popisovaných vrtů, získává tedy vyhodnocená hodnota průměru kvalitu váženého průměru pro daný geotyp.

V případě histogramů koeficientu filtrace s logaritmickým měřítkem na horizontální ose byly údaje průměru hodnot a směrodatné odchylky nahrazeny údajem harmonického průměru, který lépe interpretuje reprezentativní hodnotu výběru.

V případě datových grafů pro zeminy v příloze A. Variabilita vzorků reprezentujících geotyp jsou uvedeny poměrná zastoupení jednotlivých tříd vzorků zemin, které byly podrobeny laboratorním zkouškám. Důležité je nezaměňovat tyto hodnoty za skutečné zastoupení výskytu uvedených tříd zemin v daném geotypu.

Jak je zřejmé z datových příloh pro jednotlivé geotypy, analýzy byly provedeny na proměnlivém množství dostupných dat. Pro některé analyzované parametry zůstaly datové přílohy prázdné – to je z důvodu chybějících dat pro dané geotypy. Výchozí hodnoty rozhodných parametrů jsou stanoveny na základě výše popsané interpretativní analýzy a, zejména v případě omezeného množství analyzovaných dat, na základě odborných zkušeností autorů s obdobnými stavebními pracemi v obdobných geotechnických podmínkách.

Stanovené hodnoty v GBR se mohou vlivem odlišné interpretace lišit. V analýze dat bylo postupováno následovně:

- **Histogramy** jednotlivých geotypů obsahují veškerá analyzovaná data, která jsou k dispozici z proběhlých fází inženýrsko-geologického průzkumu.
- Pro interpretaci parametrů (statistické vyhodnocení) do tabulek **inženýrských tříd pro ražbu NRTM** byly vybrány pouze data odpovídající oblasti čelby budoucí ražby tunelu (RQD). Pro výrazně odchylné hodnoty v jednotkách kusů je předpokládáno, že odpovídají jinému geotypu a byly zanedbány (pevnost v tlaku).
- Pro stanovení **výchozích hodnot parametrů specifických pro ražbu TBM** byla zohledněna celá škála dat pro daný geotyp s uvedením průměrné hodnoty. Potenciál geotypu způsobovat zalepování nástrojů byl zhodnocen pomocí hodnot indexových vlastností vynesných do grafu podle (Hollmann & Thewese, 2013). Při čtení grafu je nutné číst nejen aktuální nekritickou konzistenci, ale vzít v potaz její potenciální změnu při ražbě s výrazným zvlhčujícím efektem (průchod zvodněnými polohami, uzavřený mód TBM).

Informace o vlastnostech, pro které nebyly stanoveny výchozí hodnoty, je možné hledat v GDR.

Tato kapitola představuje geotechnickou terminologii a systémy používané k charakterizaci základové půdy pro účely ohodnocení, návrhu a výstavby. Výchozí hodnoty pro ohodnocení základních vlastností základové půdy/podloží jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

7.1 Členění geologického prostředí do charakteristických typů

Jak je zřejmé z tabulky 7.1, byly zastižené a popsané horizonty seskupeny do 10 geotypů, které zjednodušují obraz reality geologické stavby pro účely inženýrského posouzení a návrhu konstrukcí.

Do posuzovaných geotechnických typů zemin jsou zařazeny deluviální sedimenty i nezpěvněná nebo slabě zpěvněná eluvia matečných hornin vyskytujících se v předportálových a portálových úsecích tunelu a v hloubené části tunelu (část tunelu realizovaná otevřenou stavební jámou).

Klasifikace geotechnických materiálů a jejich rozhraní jsou založeny na interpretaci záznamů z průzkumu prováděného vrtnými sondážními pracemi, polními zkouškami a laboratorním testováním.

Vrstvy jsou zobrazeny na základě interpolace mezi vrty. Mocnosti jednotlivých vrstev jsou však ve své podstatě proměnlivé. Přechody mezi jednotlivými geotypy mohou být jak ostré, tak i pozvolné a postupně se měnící z jednoho geotypu do druhého. Proto pro účely výchozího stanovení rozhraní se předpokládá, že kontaktní čáry mezi vrstvami geotypů se mohou lišit do +/- 3 m od toho, co je znázorněno ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu

v úvodu tohoto GBR. Do interpretovaných geotechnických profilů nebyly zpravidla zahrnuty polohy zemin a hornin v mocnostech nepřesahující 1,0 m.

7.2 Geotechnické typy zemin

Tabulka 7.2 níže shrnuje výčet geotechnických typů, které byly použity pro klasifikaci materiálů charakteru zemin. Kromě standardních pokryvných útvarů zde jsou uvedeny i zvětraliny matečných hornin, která nabývají charakteru zemin a jejich inženýrské vlastnosti byly zkoumány zkouškami také mechaniky zemin a jsou popsány také geotechnickými parametry typickými pro zeminy.

Tabulka 7.2. Přehled geotechnických typů zemin

Kvartér	
Geotyp Qd	Deluviální sedimenty
Metamorfované horniny svrchního proterozoika až spodního paleozoika - moldanubikum	
Geotyp KT1p	Migmatit až pararula zcela zvětralá
Hlubinné vyvřelé horniny-biotitický granodiorit (ševětínský typ) - svrchní paleozoikum (karbon)	
Geotyp KT1c	Žilné horniny granitoidního chemismu a granodiorit zcela zvětralý

Základní geotechnické parametry pro každý geotyp zemin jsou uvedeny v příloze A.

7.2.1 Deluviální sedimenty Qd

Do geotypu Qd byly pro účely GBR předmětné stavby seskupeny všechny zeminy pokryvných kvartérních úvarů, vesměs deluviálního původu. Daný geotyp bude zasahovat do stavby výhradně v předportálových úsecích pro hloubené tunely.

Základní geotechnické parametry pro geotyp Qd jsou uvedeny v příloze A.1. Zrnitostně jsou zeminy geotypu Qd reprezentovány převážně jemnozrnnými zeminami s variabilní příměsí písčité frakce snižující plasticitu (F4 CS, FR CI, F3 MS, S5 SC a S3 SF). Popsaná jádra vrtů potvrzují přítomnost úlomků matečné horniny.

Vzorky nabývají převážně pevné a tuhé konzistence. Výchozí hodnota pro index konzistence deluviálních sedimentů Qd je $I_c = 1,0$ při průměrné hmotnosti vlhkosti 20 %, respektive pro index plasticity $I_p = 21$ %.

Popis jader indikuje, že písčité polohy sedimentů jsou střednězrnné a hrubozrnné, ulehlé až velmi ulehlé.

7.2.2 Zcela zvětralé migmatity až pararuly KT1p

Do geotypu KT1p byly ve shodě se závěry GT průzkumu zařazeny zvětraliny migmatitů a pararul. Základní geotechnické parametry pro geotyp KT1p jsou uvedeny v příloze A.2. Eluvia nabývají charakteru převážně písčitých (S5 SC a S4 SM) a jemnozrnných zemin s nízkou plasticitou (F3 MS a F4 CS). Popsaná jádra vrtů i zkoušky vzorků potvrzují přítomnost úlomků matečné horniny.

Písčitá eluvia jsou dle popisu vrtných jader střednězrnná a hrubozrnná, ulehlá až velmi ulehlá.

Vzorky jemnozrnných zemin nabývají převážně pevné až tvrdé konzistence. Výchozí hodnoty pro index konzistence zvětralin KT1p je $I_c = 1,5$ při průměrné hmotnosti vlhkosti 13 %, respektive pro $I_p = 11$ %.

Případné úlomky nebo pevnější polohy matečné horniny ve zvětralinovém plášti jsou charakterizovány pevností v prostém tlaku $UCS = 1$ MPa.

7.2.3 Zcela zvětralé karbonské granodiority KT1c

Jako geotyp KT1c byly ve shodě se závěry GT průzkumu označeny zvětraliny žilných hornin granitoidního chemismu a zcela zvětralé granodiority. Základní geotechnické parametry pro geotyp KT1c jsou uvedeny v příloze A.3. Eluvia nabývající charakteru písčitých zemin (S5 SC a S4 SM) a jemnozrnných zemin s proměnlivou příměsí písčité frakce snižující plasticitu (F4 CS a F5 MS). Popsaná jádra vrtů potvrzují přítomnost úlomků matečné horniny.

Písčitá eluvia jsou dle popisu vrtných jader střednězrnná a hrubozrnná, ulehlá až velmi ulehlá.

Vzorky jemnozrnných zemin nabývají převážně pevné a tuhé konzistence. Výchozí hodnoty pro index konzistence zvětralin KT1c je $I_c = 1,3$ při průměrné hmotnosti vlhkosti 15 %, respektive pro $I_p = 17$ %.

Případné úlomky nebo pevnější polohy matečné horniny jsou charakterizovány pevností v prostém tlaku UCS = 1,5 MPa.

7.3 Překážky v horizontech zemin

Překážky v těženém materiálu by měly být předvídaný a Zhotovitel by měl disponovat prostředky a metodami pro jejich zdolání. Překážky jsou definovány jako: balvany, beton, asfalt, kov, cihly, dřevo, dřevo, plast nebo jakýkoli předmět nebo část předmětu v půdě, což má za následek zpoždění výkopu přesahující 2 hodiny v mělčích hloubkách, než je nejmělejší hranice skalního podloží naznačeného v podélném profilu ve výkresových přílohách v referenční dokumentaci.

Ve zvětralinovém plášti se mohou vyskytnout bloky pevné horniny o velikosti i 3 m. Výchozí hodnoty jejich výskytu jsou stanoveny níže, v jednotlivých kapitolách stavebních jam a ražby tunelu metodou TBM.

7.4 Rozhraní zemin a skalního podloží

Klasifikace geotechnických materiálů a jejich rozhraní jsou založeny na interpretaci záznamů z průzkumu prováděného vrtnými sondážními pracemi a souvisejících laboratorních testech. Vrstvy s příslušnými geotypy jsou zobrazeny na základě interpolace mezi vrty. Mocnosti jednotlivých vrstev jsou však ve své podstatě proměnlivé. Přechody mezi jednotlivými geotypy mohou být jak ostré, tak i pozvolné a postupně se měnící z jednoho geotypu do druhého. To platí stejně pro rozhraní zemin a skalního podloží.

Za rozhraní zemin a skalního podloží se považuje rozhraní mezi zcela zvětralou matečnou horninou (případně předkvartérním podkladem pokud zvětralin chybí) a horninou silně zvětralou. Stanovení rozhraní mezi nezpevněnou a zpevněnou materií je ztíženo pozvolným degradačním charakterem matečné horniny. V prezentovaném projektu se tedy za hranici skalního podloží považuje rozhraní mezi geotypy KT1c/p a KT2c/p. Pro účely výchozího stanovení rozhraní se předpokládá, že kontaktní čáry mezi vrstvami se mohou lišit do +/- 3 m od toho, co je v znázorněno ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

7.5 Geotechnické typy hornin

Tabulka 7.3 níže shrnuje výčet geotechnických typů, které byly použity pro klasifikaci materiálů charakteru hornin.

Zvětraliny matečných hornin byly klasifikovány jako zeminy (viz kapitola 7.2 výše). Byť na nich bylo provedeno omezené množství polních nebo laboratorních zkoušek specifických pro horniny, v přehledu hornin je neuvádíme.

Tabulka 7.3. Přehled geotechnických typů hornin

Označení	Popis
Metamorfované horniny svrchního proterozoika až spodního paleozoika - moldanubikum	
KT2p	ruly a žilné horniny silně zvětralé
KT3p	ruly a žilné horniny mírně zvětralé
KT4p	ruly a žilné horniny navětralé až technicky zdravé
Hlubinné vyvřelé horniny-biotitický granodiorit (ševětínský typ) - svrchní paleozoikum (karbon)	
KT2c	granodiority silně zvětralé
KT3c	granodiority mírně zvětralé
KT4c	granodiority navětralé až technicky zdravé
Sv. proterozoikum-sv. paleozoikum	
QTZ	žilný křemen mírně zvětralý až zdravý

Průzkumem byl zaznamenán výskyt žilných hornin v horninovém masívu rul. Jejich výskyt je pravděpodobnější v blízkosti tektonických struktur. Žilné horniny vykazují téměř vždy vyšší pevnosti než okolní horninový masív. Žilný křemen byl zaznamenán mírně zvětralý až zdravý (pevnostní třídy R2) v několika vrtech v blízkosti vjezdového portálu Dobřejovice.

Jako výchozí hodnoty pro výskyt žilných hornin a žilného křemene (QTZ) v masívu rul se považují prostorově omezené žíly jak jsou naznačeny v podélném profilu SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií.

Zájmové území je postiženo výraznou tektonickou činností, která zanechala poklesové a přesmykové zlomové struktury s opakovanými pohyby a s lokálními nevýraznými horizontálními posuny. Horniny jsou silně podrcené, s výrazně pozměněnými geomechanickými parametry, výraznější zlomová pásma jsou zvodnělá. Tektonicky postižené horniny nabývají charakteru štěrkovitých, štěrkovitopísčitých až písčitojílovitých zemin. Za výchozí hodnoty pro výskyt poruchových zón, ovlivňujících ražbu ve skalním prostředí se považují zvýrazněné čárkované čáry v podélném profilu s pořadovým číslem (1-12) a popsané v legendě (výkres RD č. SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií).

7.5.1 Silně zvětralé migmatity až pararuly KT2p

Do geotypu KT2p byly ve shodě s GT průzkumem zařazeny silně zvětralé migmatity až pararuly, které jsou drobně úlomkovitě až střípkovitě rozpadavé, s velmi vysokou hustotou diskontinuit, s písčito-prachovito-jílovitou mezerní hmotou.

Základní geotechnické parametry pro geotyp KT2p jsou uvedeny v příloze B.1.

Výchozí hodnoty jsou pro pevnost v prostém tlaku UCS = 2,9 MPa, respektive pro index RQD = 10 %.

Hodnota indexu JRC na foliaci se pohybuje v rozmezí od 7 do 10, s průměrnou hodnotou 9. Sklon popsán foliace se pohybuje mezi 10° a 30° s průměrem 22°.

Hodnota indexu JRC na puklinách se pohybuje v rozmezí od 7 do 11, s průměrnou hodnotou 10. Převažující sklon popsáných diskontinuit se pohybuje mezi 50° a 57° s průměrem 60°.

7.5.2 Mírně zvětralé migmatity až pararuly KT3p

Geotypem KT3p byly označeny mírně zvětralé migmatity až pararuly, které jsou středně rozpukané, úlomkovitě až kusovitě rozpadavé, s vysokou hustotou diskontinuit.

Základní geotechnické parametry pro geotyp KT3p jsou uvedeny v příloze B.2.

Výchozí hodnoty jsou pro pevnost v prostém tlaku $UCS = 7,6 \text{ MPa}$, respektive pro index $RQD = 15 \%$.

Hodnota indexu JRC na puklinách se pohybuje v rozmezí od 9 do 13, s průměrnou hodnotou 10,4. Sklon popsanych puklin se pohybuje převážně mezi 45° a 85° s průměrem 58° .

Hodnota indexu JRC na foliaci indikuje téměř výhradně hodnotu 9. Sklon popsané foliace se pohybuje od 17° do 30° .

7.5.3 Navětralé a zdravé migmatity až pararuly KT4p

Jako geotyp KT4p byly označeny navětralé a zdravé migmatity až pararuly, se středně hustotou diskontinuit. Pevnost v prostém tlaku zjištěná na vzorcích KT4p má široký rozsah od 10 do 177 MPa. Vyšší hodnoty pevností přísluší výskytům žilných horniny (erlání, mylonitů, tlakově postižených pegmatitů, žilných křemenů).

Základní geotechnické parametry pro geotyp KT4p jsou uvedeny v příloze B.3.

Výchozí hodnota pro pevnost v prostém tlaku je i s ohledem na výsledky zkoušek ovlivněných diskontinuitami stanovena na $UCS = 58 \text{ MPa}$. Výchozí hodnota pro index RQD je pro geotyp KT4p stanovena na $RQD = 50 \%$.

Hodnota indexu JRC na puklinách se pohybuje v rozmezí od 9 do 13, s průměrnou hodnotou 10,1 a směodatnou odchylkou 1,5. Sklon popsanych puklin se pohybuje převážně mezi 45° a 85° s průměrem 58° .

Hodnota indexu JRC na foliaci indikuje výhradně hodnotu 9. Sklon popsané foliace se drží hodnoty 25° .

7.5.4 Silně zvětralé karbonské granodiority KT2c

Do geotypu KT2c byly zařazeny silně zvětralé horniny granitoidního chemismu a granodiority, místy kaolinizované, všesměrně rozpukané, s velmi vysokou hustotou diskontinuit, drobně úlomkovitě až střípkovitě rozpadavé, s písčito-prachovito-jílovitou mezerní hmotou.

Základní geotechnické parametry pro geotyp KT2c jsou uvedeny v příloze B.4.

Výchozí hodnoty jsou pro pevnost v prostém tlaku $UCS = 4,6 \text{ MPa}$, respektive pro index $RQD = 15 \%$.

Hodnota indexu JRC na puklinách se pohybuje v rozmezí od 9 do 11 s průměrnou hodnotou 9,7. Sklon popsanych puklin se pohybuje převážně mezi 35° a 85° s průměrem 58° .

7.5.5 Mírně zvětralé karbonské granodiority KT3c

Geotypem KT3c byly označeny mírně zvětralé žilné horniny granitoidního chemismu a mírně zvětralé granodiority, se střední hustotou diskontinuit, úlomkovitě až kusovitě rozpadavé.

Základní geotechnické parametry pro geotyp KT3c jsou uvedeny v příloze B.5.

Výchozí hodnota je pro pevnost v prostém tlaku stanovena na $UCS = 41,1 \text{ MPa}$ při výchozí hodnotě indexu $RQD = 20 \%$.

Hodnota indexu JRC na puklinách se pohybuje v rozmezí od 6 do 12, s průměrnou hodnotou 9.

7.5.6 Navětralé a zdravé karbonské granodiority KT4c

Jako geotyp KT4c byly označeny navětralé a zdravé horniny granitoidního chemismu a granodiority, s malou hustotou diskontinuit, nebo lokálně kataklastické zóny silně podrcené, úlomkovitě až kamenitě rozpadavé.

Základní geotechnické parametry pro geotyp KT4c jsou uvedeny v příloze B.6.

Pevnost v prostém tlaku zjištěná na vzorcích KT4c má široký rozsah od 15 do 214 MPa. Výchozí hodnota pro pevnost v prostém tlaku je stanovena na UCS = 98,2 MPa. Výchozí hodnota pro index RQD je pro geotyp KT4c stanovena na RQD = 50 %.

Hodnota indexu JRC na puklinách se pohybuje v rozmezí od 5 do 11, s průměrnou hodnotou 9,1. Sklon popsanych puklin se pohybuje převážně mezi 45° a 90° s průměrem 61°.

7.5.7 Navětralé a zdravé žilné křemeny QTZ

Jako geotyp QTZ byly označeny navětralé až zdravé křemenné žíly, pevnostní třídy R3 až R2, převážně masivní, v rulách často více rozpukané, podrcené.

Základní geotechnické parametry pro geotyp QTZ jsou uvedeny v příloze B.7, byť s velmi omezenou vypovídací hodnotou z důvodu minimálního množství dostupných výsledků měření a zkoušek.

Pevnost v prostém tlaku zjištěná na dvou vzorcích QTZ má průměrnou hodnotou 88 MPa.

Výchozí hodnota pro pevnost v prostém tlaku je stanovena UCS = 90 MPa. Výchozí hodnota indexu CAI činí 4,0.

7.6 Strukturní analýza puklinatosti horninového masivu

Součástí geotechnického průzkumu (Dragoun, 2021 (rev 2023)) shrnutého do GDR byly karotážní polní zkoušky za účelem určení orientace zastižených diskontinuit ve vybraných vrtech. V rámci interpretace byly diskontinuity očištěny o záznamy mimo rozmezí relevantní pro tunel, tedy odfiltrovány byly diskontinuity nacházející se výše než 8 m nad tunelem a hlouběji než 6 m pod tunelem. Selektované diskontinuity ve vrtech byly vyneseny ve stereografické projekci. Výsledná zobrazení jsou obsahem přílohy C Stereografická projekce vybraných diskontinuit a vyneseny v podélném profilu (výkres RD č. SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií). Tato zobrazení lze využít při stanovení hodnot RMR, či jiného hodnocení kvality horninového masívu. Rovněž ukazují potenciální strukturní problémy s vypadávajícími bloky tvaru klínu ve stropě a na čelbě.

V okolí vrtu HJ1427 je indikováno zvýšené riziko vypadávání klínů. Proto je nutné, aby Zhotovitel během razících prací provedl strukturní analýzu a navrhl odpovídající délky kotvení.

7.7 Podzemní voda

Hydrogeologické poměry pro Chotýčanský tunel jsou podrobně popsány v GDR.

7.7.1 Hladina podzemní vody a hydrogeologické poměry

Proterozoické ruly a variské granity se z hydrogeologického pohledu chovají velmi podobným způsobem a dohromady tvoří hydrogeologický masiv. Proto není nutné je od sebe dále odlišovat. V moldanubických horninách se uplatňuje hlubší oběh s puklinovou propustností a s napjatou hladinou podzemní vody. Významnější oběh podzemních vod je obecně vázán na zvětralinový plášť a zónu podpovrchového rozpojení hornin, případně na tektonicky porušená pásma. Průzkumnými vrtly byla zjištěna hloubka zvětrání podstatně vyšší v rulách v úvodní části tunelu. Po staničení cca 16,3 km dosahuje silné zvětrání hloubek přes 40 m. Dále v tunelu začínají navětralé nebo mírně

zvětralé horniny již v hloubkách okolo 20 m pod terénem. Ustálená hladina podzemní vody je v území většinou do 10 m pod terénem s největším zaklesnutím zjištěném ve vrtu J413 kolem 20 m pod terénem. Souvislá hladina podzemní vody je zakreslena v podélném profilu tunelu v referenční dokumentaci (SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií).

7.7.2 Dynamika podzemních vod

Na základě hydrodynamických zkoušek se očekávají hodnoty hydraulické vodivosti dle tabulky 7.4.

Tabulka 7.4. Horninová charakteristika horninových celků (geotypů)

Kolektor	Hydraulická vodivost průměrná celého kolektoru (ms ⁻¹)
KT1c/p+KT2 c/p	1,0.10 ⁻⁶
KT2c/p +KT3c/p	4,0.10 ⁻⁶
KT3c/p	4,0.10 ⁻⁶
KT4c/p	1,0.10 ⁻⁷
Tektonické zóny	1,7.10 ⁻⁵

Pro posouzení dosahu drenážního účinku na hladinu podzemní vody a pro výpočet přítoků podzemní vody do tunelu během ražeb byl tunel rozdělen do tří hlavních částí. Vjezdovou (jižní) hloubenou část tunelu (HÚ1), výjezdovou (severní) hloubenou část tunelu po křížení D3 (HÚ2) a mezi nimi raženou část tunelu (RT1 – RT7).

Vzhledem k puklinovému prostředí hraje tektonické narušení hornin významnou úlohu jak v šíření deprese v hladině podzemní vody, tak i ve velikosti přítoků podzemní vody do tunelu.

Vypočtené přítoky uvedené níže v tabulce jsou ustálené a jedná se o celkové přítoky pro uvedenou oblast. Při otevření puklinových struktur budou dočasně vyšší. Podle mocnosti zóny se mohou tyto bodové přítoky pohybovat od 0,5 do až 8 l/s. Přítoky z tektonických struktur budou časem poměrně rychle slábnout až do vyprázdnění statické zásoby vody.

Dosah ovlivnění hladiny drenážním účinkem tunelu a přítoky stanoveny ve vyhodnocení GTP (podrobněji viz GDR) jsou uvedeny v následující tabulce 7.5.

Tabulka 7.5. Stanovené výchozí přítoky vody do tunelu

Úsek	Staničení	HPV nad počvou		Přítok PV Q	Přítok PV přepočtený na 10 m tunelu Q _{T10}
		maximum	průměr		
	(km)	(TM)	(m)	(m)	(ls ⁻¹)
HÚ1	15,932-15,993	0 - 61	9	7.5	1.33/8.00
RT1	15,993-16,478	61 - 546	27	18	28.7
RT2	16,478-18,470	546 - 2538	66	33	6.15
RT3	18,470-18,575	2538 - 2643	33	30	9.91
RT4	18,575-19,987	2643 - 4055	35	30	4.09
RT5	19,987-20,160	4055 - 4228	28	28	1.92
RT6	20,160-20,215	4228 - 4258	28	28	0.15
RT7	20,215-20,457	4258 - 4525	27	22	2.13
HÚ2	20,457-20,600	4252 - 4669	18	16	0.95/8.00
HÚ2.2	20,600-20,726	4669 - 4795	13	11	0.95/8.00

7.7.3 Chemismus podzemních vod

V rámci hydrogeologického průzkumu byl zhodnocen chemismus podzemních vod na základě odebraných vzorků vrtů i některých dotčených studen. Pro projekční účely byla vyhodnocena agresivita podzemní vody na betonové konstrukce dle (ČSN EN 206+A2, 2021). Výsledky jsou obsahem tabulky 7.6.

Tabulka 7.6. Vyhodnocení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce dle ČSN EN 206

vrt	SO ₄ ²⁻	pH	CO ₂ agr.	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	celková agresivita
HJ1402	neagresivní	XA1	XA3	neagresivní	neagresivní	XA3
HJ1410	neagresivní	neagresivní	XA2	neagresivní	neagresivní	XA2
HJ1422	neagresivní	neagresivní	XA1	neagresivní	neagresivní	XA1
HJ1427	neagresivní	neagresivní	neagresivní	neagresivní	neagresivní	neagresivní
HJ1449	neagresivní	neagresivní	XA1	neagresivní	neagresivní	XA1

Požadavek na trvalé betonové konstrukce dle agresivity vody je uveden v Požadavcích Objednatele.

7.8 Hustota a charakter diskontinuit

Pukliny v masivu rul jsou svrchu převážně vyplněny jílovitopísčitou mezerní hmotou tuhé až pevné konzistence, hlouběji se pak mezerní hmota vytrácí. Pukliny jsou 3 mm rozevřené a vykazují převážné sklony v rozmezí 65-80°. Kromě puklinatosti jsou horniny postiženy zejména v místě vjezdového portálu výraznou foliací. Foliace vykazuje převážně S-SV směr a směr sklonu v rozpětí 10-20° a zapříčiňuje v kombinaci s tektonickým postižením a puklinatostí drobný střípkovitý až lupenitý rozpad – extrémně malá až velmi malá vzdálenost diskontinuit. Ve směru staničení foliace pozvolna vyznívá. Hlouběji horniny vykazují malou vzdálenost diskontinuit, nejhlubšími vrty zastižené horniny lze označit jako horniny se střední až nízkou vzdáleností diskontinuit.

Pukliny v masivu granodioritů jsou svrchu převážně vyplněny jílovitopísčitou mezerní hmotou tuhé až pevné konzistence, hlouběji se pak mezerní hmota vytrácí. Pukliny jsou cca 3 mm rozevřené (rozevřenost klesá až na cca 0,2 mm). Svrchní část horninového masivu se vyznačuje extrémně malou až velmi malou vzdáleností diskontinuit. Hlouběji pozvolna přechází v malou vzdálenost diskontinuit. Vzhledem k nepravidelnému průběhu zvětralinového pláště a kataklastickému postižení granodioritu byly jen ojediněle zastiženy polohy hornin, které lze hodnotit jako horniny se střední vzdáleností diskontinuit.

Podrobněji hustota diskontinuit podle RQD a vlastnosti puklin interpretovaných dle statistické analýzy podle jednotlivých geotypů je uvedeno v kapitole 7.5.

8 Stanovení výchozích podmínek (Baselines) – Stavební jámy

Morfologie terénu a geotechnické podmínky na obou portálových koncích tunelu neumožňují zahájit ražbu ve skalních horninách bez předstihových výkopů v zajištěných jámách.

Zhotovené jámy budou po vyražení tunelu sloužit pro výstavbu hloubených částí tunelů s definitivním vjezdovým portálem Dobřejovice, respektive výjezdovým portálem Ševětín.

Na stavební jámu výjezdového portálu Ševětín volně navazuje stavební jáma pro zajištění bezpečného křížení se stávající dálnicí D3.

Minimální požadavky na rozměry portálových jam a jámy pro křížení s dálnicí D3 jsou definovány v Požadavcích objednatele (část 3 těchto zadávacích podmínek). Zhotovitel může upravit rozměry jam tak, aby vyhovovaly jeho prostředkům a metodám v mezích tam uvedených.

Stanovené výchozí geotechnické charakteristiky pro realizaci otevřených jam jsou stanoveny v kapitole 7 a podrobně zobrazeny na listech v Přílohách A a B.

Výchozí podmínky pro těžitelnost a vrtatelnost očekávaných geotypů jsou shrnuty do tabulky 8.1.

Tabulka 8.1. Těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin podle geotypů

Charakteristika hornin	Třída těžitelnosti podle ČSN 73 6133 / TKP SŽDC	Třída vrtatelnosti podle VC 800-2
Geotyp Qd	I.	I.
Geotyp KT1p	I.	II.
Geotyp KT2p	I.	II.
Geotyp KT3p	II.	III.
Geotyp KT4p	III.	IV.
Geotyp KT1c	I.	II.
Geotyp KT2c	I.	II.
Geotyp KT3c	II.	III.
Geotyp KT4c	III.	V.
Geotyp QTZ	III.	VI.

Pro hloubení jam jsou definovány následující klíčové výchozí parametry:

1. Procentuálního zastoupení geotypů;
2. Úrovně rozhraní jednotlivých geotypů pomocí kontaktních čar;
3. Celkové přítoky podzemní vody do stavební jámy;
4. Počet překážek nebo nadměrných balvanů.

Souhrn stanovených výchozích podmínek je obsahem přílohy 12.

V případě zastižení odlišných geologických jednotek, které nejsou definovány v předkládaném GBR, budou tyto posuzovány jako jejich kvalitativně shodné jednotky v tomto GBR definované.

8.1 Stavební jáma vjezdového portálu Dobřejovice (SPO 38-25-70.01)

Výška původního terénu v oblasti stavební jámy se pohybuje přibližně v rozmezí 451 až 460 m n. m. – levá část stavební jámy ve směru staničení, resp. v rozmezí 442 až 448 m n. m. – pravá část stavební jámy ve směru staničení. Stávající terén je tedy svažité, svah klesá jižně. Maximální hloubka jámy k TK je 24 m.

8.1.1 Očekávané geotechnické podmínky

Kvartérní sedimenty o mocnosti cca do 2,0 m. Skalním podkladem jsou moldanubické pararuly ve třech stupních zvětrání (KT1p, KT2p a KT3p). V části u raženého portálu se očekává výskyt mírně zvětralé aplitické žilné žuly (geotyp KT3c) o mocnosti do 1 m. Pro účely stanovení výchozího geotechnického profilu pro otevřenou jámu byly stanoveny mocnosti jednotlivých geotypů v následující sekvenci od stávajícího povrchu hlouběji:

- Qd v mocnosti 1 m,
- KT1p v mocnosti 5 až 10 m,
- KT2p v mocnosti 0 až 15 m,
- Aplitická žilná žula KT3c v prostorově omezeném rozsahu o mocnosti do 1 m.

Značně nepravidelný výskyt žilného křemene do mocnosti 1 m není pro účely stanovení výchozích geotechnických podmínek uvažován.

Očekávané geotechnické podmínky jsou zobrazeny ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

8.1.2 Výkopové práce a zajištění jámy

Pro hloubení jámy bude možno použít běžné až středně výkonné mechanismy a impaktory, použití trhacích prací se může použít na zmáhání odkrytých mocnějších vrstev aplitické žilné žuly, případně žilného křemene. Na základě přiřazení tříd těžitelnosti k jednotlivým geotypům zřejmého z tabulky 8.1 jsou stanoveny výchozí podmínky pro těžbu (podle ČSN 73 6133 / TKP SŽDC) následovně:

- Třída těžitelnosti I. 98 %
- Třída těžitelnosti II. 1 %
- Třída těžitelnosti III. 1 %

Procentuální míry těžitelnosti jsou stanoveny na základě výpočtu kubatur těžené jámy podle jednotlivých geotypů, dle projektu PDPS.

Na základě tabulky 8.1 byly určeny i výchozí podmínky pro vrtatelnost s ohledem na nutnost realizace portálové stěny. Výchozí podmínky pro vrtatelnost tak byly stanoveny v souladu s klasifikací VC 800-2 následovně:

- Třída vrtatelnosti I – 10 %
- Třída vrtatelnosti II – 83 %
- Třída vrtatelnosti III – 5 %
- Třída vrtatelnosti IV – 1 %
- Třída vrtatelnosti VI – 1 %

Procentuální míry vrtatelnosti podle jednotlivých geotypů jsou stanoveny na základě výpočtu předpokládaných délek vrtů pro mikropilotový deštník nebo pro případné zajištění jámy po obvodu jámy svislým pažením vyžadující vrtnou technologii do hloubek 1,5násobku hloubky jámy.

8.1.3 Přítoky podzemní vody

Hladina podzemní vody bude kolísat v závislosti na vydatnosti srážek. Průzkumnými vrty zastižena v úrovni cca 3,0-10,0 m pod terénem. Po otevření stavební jámy bude do výkopu voda prosakovat písčitymi zvětralinami a hluboko zasahujícími puklinami.

Stanovené hladiny podzemní vody jsou zobrazeny ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Hydrodynamické vlastnosti základové půdy jsou shrnuty v kapitole 7.7.2. Hladiny podzemní vody se budou lišit sezónně a podle množství aktuálně spadlých srážek, ale na základě tabulky 7.4 a tabulky 7.5 je stanovena výchozí hodnota pro přítoky vody do jámy v hodnotách:

- 8,0 l/s při zahájení hloubení jámy do vyčerpání statických zásob podzemní vody,
- přibližně po půl roce bude docházet k poklesu drénovaného množství vody a ustálení na přítoku 1,3 l/s.

8.1.4 Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu

Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu jsou zřejmé z následující tabulky.

Tabulka 8.2. Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu vjezdového portálu Dobřejovice

Stavební jáma vjezdového portálu Dobřejovice (SPO 38-25-70.01)											
Geotyp	[-]	Qd	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v objemu jámy	[%]	5%	43%		50%			1%			1%
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	-	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Index konzistence	[-]	1.0	1.5	1.3	-	-	-	-	-	-	-
Index plasticity	[-]	10-30, Průměr 21	5-17, Průměr 11	5-25, Průměr 17	-	-	-	-	-	-	-
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody do jámy	[l/s]	1.33/8.00									
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky (+trhacípráce)									
* minimální hodnota je 0.5 MPa											
¹ pevnost intaktní horniny, průměrná honota (*- směrodatná odchylka).											

8.2 Stavební jáma výjezdového portálu Ševětín (SPO 38-25-70.02)

Součástí stavební jámy je i vjezdová rampa do prostoru jámy sloužící přístup do stavební jámy, bez omezení fází výstavby jámy v místě křížení D3. Na severu jáma přímo navazuje na stavební jámu pro hloubení tunel pod dálnici D3 (SPO 38-25-70.13). Maximální hloubka jámy k TK bude činit cca 20 m.

Stanoveným prostorovým omezením pro jámu je staničení km 20,600 420, kde bude následně na jámu navazovat jáma pro hloubení tunel křížící dálnici D3 (SPO 38-25-70.13). Výška původního terénu v oblasti stavební jámy se pohybuje přibližně v rozmezí 486 až 490 m n.m. – levá část stavební jámy ve směru staničení, resp. v rozmezí 489 až 490 m n.m. – pravá část stavební jámy ve směru staničení. Stávající terén je tedy svažité, svah klesá severovýchodně.

Podél vjezdové rampy do jámy bude z důvodu omezení hranice záboru nutné uvažovat s vhodnou formou dočasného pažení.

Mezi jednotlivými jámami SPO 38-25-70.02 a SPO 38-25-70.13 bude pravděpodobně nutné realizovat dělicí stěnu z vhodného dočasného pažení, aby bylo možno realizovat jámu výjezdového portálu Ševětín v předstihu před hloubením jámy pro křížení s dálnicí D3.

8.2.1 Očekávané geotechnické podmínky

Kvartérní zeminy o mocnosti do 1,0-3,5 m s nepravidelnými denudačními relikty křídových hornin mocnosti max. 2,5 m a skalním podkladem ve třech stupních zvětrání – od zcela zvětralé horniny KT1c, přes silně zvětralé KT2c, po v nehlubších partiích stavební jámy zastížené horniny mírně zvětralé KT3c. Při těžbě existuje riziko výskytu blokovitého zvětrávání granitoidních hornin podle predisponovaných puklinových systémů tvořících bloky několikametrových rozměrů. Pevná tělesa jsou převážně řazena do typu KT3c. Takové bloky jsou z hlediska výkopů hodnoceny jako překážky (definice viz 7.3).

Pro účely stanovení výchozího geotechnického profilu pro otevřenou jámu byly stanoveny mocnosti jednotlivých geotypů v následující sekvenci od stávajícího povrchu hlouběji:

- Qd v mocnosti 1 až 2 m,
- KT1c v mocnosti 4 až 10 m,
- KT2c v mocnosti 4 až 15 m,
- KT3c v mocnosti 0 až 2 m,
- KT4c v mocnosti do 1 m.

Očekávané geotechnické podmínky jsou zobrazeny ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

8.2.2 Výkopové práce a zajištění jámy

Pro hloubení jámy bude možno použít běžné až středně výkonné mechanismy a impaktory, použití trhacích prací se může použít na zmáhání odkrytých vrstev zdravých granodioritů.

Ve zvětralinovém plášti se však můžou vyskytnout bloky pevné horniny o velikosti až 3 m. Pro účely stanovení výchozí hodnoty činí celkový předpoklad na stavební jámě portálu Ševětín dohromady 5 překážek během mechanického hloubení jámy.

Na základě přiřazení tříd těžitelnosti k jednotlivým geotypům zřejmého z tabulky 8.1 jsou stanoveny výchozí podmínky pro těžbu (podle ČSN 73 6133 / TKP SŽDC) následovně:

- Třída těžitelnosti I. 94 %
- Třída těžitelnosti II. 5 %
- Třída těžitelnosti III. 1 %

Procentuální míry těžitelnosti jsou stanoveny na základě výpočtu kubatur těžené jámy podle jednotlivých geotypů, dle projektu PDPS.

Na základě tabulky 8.1 byly určeny i výchozí podmínky pro vrtatelnost s ohledem na možnost realizace portálové stěny a pažení vyžadující vrtné práce. Výchozí podmínky pro vrtatelnost tak byly stanoveny v souladu s klasifikací VC 800-2 následovně:

- Třída vrtatelnosti I. 6 %
- Třída vrtatelnosti II. 90 %
- Třída vrtatelnosti III. 2 %
- Třída vrtatelnosti V. 2 %

Procentuální míry vrtatelnosti podle jednotlivých geotypů jsou stanoveny na základě výpočtu předpokládaných délek vrtů pro mikropilotový deštník nebo pro případné zajištění jámy po obvodu jámy svislým pažením vyžadující vrtnou technologii do hloubek 1,5násobku hloubky jámy.

8.2.3 Přítoky podzemní vody

V úseku hloubené jámy pro výjezdový portál Ševětín je souvislá hladina podzemní vody vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu, reliktů křídových hornin a ve svrchních částech zvětralínového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje průlinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 0,3-2,0 m pod terénem.

Stanovené hladiny podzemní vody jsou zobrazeny ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Hydrodynamické vlastnosti základové půdy jsou shrnuty v kapitole 7.7.2. Hladiny podzemní vody se budou stanovená výchozí hodnota pro přítoky vody do jámy v hodnotách:

- 8,0 l/s při zahájení hloubení jámy do vyčerpání statických zásob podzemní vody
- přibližně po půl roce bude docházet k poklesu drénovaného množství vody a ustálení na přítoku 1,0 l/s.

8.2.4 Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu

Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu jsou zřejmé z následující tabulky.

Tabulka 8.3. Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu výjezdového portálu Ševětín

Stavební jáma výjezdového portálu Ševětín (SPO 38-25-70.02)											
Geotyp	[-]	Qd	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v objemu jámy	[%]	5%		50%		39%		5%		1%	
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	-	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Index konzistence	[-]	1.0	1.5	1.3	-	-	-	-	-	-	-
Index plasticity	[-]	10-30, Průměr 21	5-17, Průměr 11	5-25, Průměr 17	-	-	-	-	-	-	-
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody do jámy	[l/s]	0.95/8.00									
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky (+trhacípráce)									
* minimální hodnota je 0.5 MPa											
¹ pevnost intaktní horniny, průměrná honota (*- směrodatná odchylka).											

8.3 Stavební jáma pro hloubený tunel pod dálnicí D3 (SPO 38-25-70.13)

Předmětem stavebního podobjektu SPO 70.13 je stavební jáma pro přesypávaný hloubený tunel, který bude podcházet těleso provozované dálnice D3. Objekt sníženého hloubeného tunelu je ohraničen definitivním výjezdovým portálem Ševětín v km 20,738.39 na severní straně a dělicí hranicí k přilehající stavební jámě SPO 38-25-70.02 v km 20,600.42 na jižní straně.

Tunelový tubus má v předmětné stavební jámě předepsaný obdélníkový profil. Tubus bude podcházet dálniční těleso o 4 jízdních pružích s celkovou šířkou 26,4 m v úhlu křížení cca 41°.

Stavební jáma pro podchod D3 bude mít délku cca 143 m s proměnlivou hloubkou mezi cca 11 až 14,5 m nad TK.

Mezi jednotlivými jámami SPO 38-25-70.02 a SPO 38-25-70.13 bude nutné realizovat dělicí stěnu z vhodného dočasného pažení, aby bylo možno realizovat jámu výjezdového portálu Ševětín v předstihu před hloubením jámy pro křížení s dálnicí D3.

8.3.1 Očekávané geotechnické podmínky

Kvartérní zeminy o mocnosti do 1,0-3,5 m s nepravidelnými denudačními reliktů křídových hornin mocnosti max. 2,5 m a skalním podkladem ve dvou stupních zvětrání – od zcela zvětralé horniny KT1c po silně zvětralé KT2c.

Při těžbě existuje riziko výskytu blokovitého zvětrávání granitoidních hornin podle predisponovaných puklinových systémů tvořících na bloky několikametrových rozměrů. Pevná tělesa jsou řazena do typu KT3c. Takové bloky jsou z hlediska výkopů hodnoceny jako překážky (definice viz 7.3). Očekávané geotechnické podmínky jsou zobrazeny ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Pro účely stanovení výchozího geotechnického profilu pro otevřenou jámu byly stanoveny mocnosti jednotlivých geotypů v následující sekvenci od stávajícího povrchu hlouběji:

- Qd v mocnosti 0,5 až 2 m (v místě křížení se budou vyskytovat antropogenní navážky tvořící dálniční těleso mocnosti max 2 m),
- KT1c v mocnosti 3 až 10 m,
- KT2c v mocnosti 0 až 10 m.

8.3.2 Výkopové práce a zajištění jámy

Pro hloubení jámy bude možno použít běžné až středně výkonné mechanismy a impaktory, použití trhacích prací se nepředpokládá. Ve zvětralinovém plášti se však můžou vyskytnout bloky pevné horniny o velikosti až 3 m. Pro účely stanovení výchozí hodnoty činí celkový předpoklad na stavební jámě pro podchod dálnice D3 na celkem 3 překážky během mechanického hloubení jámy.

Na základě přiřazení tříd těžitelnosti k jednotlivým geotypům zřejmého z tabulky 8.1 jsou stanoveny výchozí podmínky pro těžbu (v souladu s klasifikací ČSN 73 6133 / TKP SŽDC) následovně:

- Třída těžitelnosti I. 100 %

Procentuální míry těžitelnosti jsou stanoveny na základě výpočtu kubatur těžené jámy podle jednotlivých geotypů.

Na základě tabulky 8.1 byly určeny i výchozí podmínky pro vrtatelnost s ohledem na nutnost realizace pažení. Výchozí podmínky pro vrtatelnost tak byly stanoveny v souladu s klasifikací VC 800-2 následovně:

- Třída vrtatelnosti I – 5 %
- Třída vrtatelnosti II – 90 %
- Třída vrtatelnosti III – 5 %

Procentuální míry vrtatelnosti podle jednotlivých geotypů jsou stanoveny na základě výpočtu předpokládaných délek vrtů pro případné zajištění jámy po obvodu jámy svislým pažením vyžadující vrtnou technologii do hloubek 1,5násobku hloubky jámy.

8.3.3 Přítoky podzemní vody

V úseku hloubené jámy pro křížení s dálnicí D3 je souvislá hladina podzemní vody vázána na bázi zemin kvartérního pokryvu, reliktů křídových hornin a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu, kde se uplatňuje průlinový systém proudění – hloubka podzemní vody cca 1,0-4,0 m pod terénem.

Stanovené hladiny podzemní vody jsou zobrazeny ve výkresových přílohách Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Hydrodynamické vlastnosti základové půdy jsou shrnuty v kapitole 7.7.2. Hladiny podzemní vody se budou stanovena výchozí hodnota pro přítoky vody do jámy v hodnotách:

- 8,0 l/s při zahájení hloubení jámy do vyčerpání statických zásob podzemní vody
- přibližně po půl roce bude docházet k poklesu drénovaného množství vody a ustálení na přítoku 1,0 l/s.

8.3.4 Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu

Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu jsou zřejmé z následující tabulky.

Tabulka 8.4. Stanovené výchozí podmínky pro stavební jámu pro hloubený tunel pod dálnicí D3

Stavební jáma pro hloubený tunel pod dálnicí D3 (SPO 38-25-70.13)											
Geotyp	[-]	Qd	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v objemu jámy	[%]	5%		65%		30%					
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	-	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Index konzistence	[-]	1.0	1.5	1.3	-	-	-	-	-	-	-
Index plasticity	[-]	10-30, Průměr 21	5-17, Průměr 11	5-25, Průměr 17	-	-	-	-	-	-	-
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody do jámy	[l/s]	0.95/8.00									
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky (+trhacípráce)									
* minimální hodnota je 0.5 MPa											
¹ pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+/- směrodatná odchylika).											

9 Stanovení výchozích podmínek (Baselines) – Tunel

9.1 Varianta ražby metodou NRTM

Technologie výstavby v této variantě je předpokládána pomocí Nové rakouské tunelovací metody (NRTM), jejíž snahou je optimalizovat spolupůsobení ostění a horninového masivu. Deformace horniny v počátečních fázích příznivě ovlivňuje přeskupování koncentrací napětí okolo ostění. Deformace v okolí výrubu musí být řízené a sledované tak, aby hornina byla zatížena maximálně, ale pod mez její únosnosti.

Ostění tunelu je tvořeno primárním ostěním z vyztuženého stříkaného betonu. Dle technologických tříd výrubu je ostění doplněno radiálními kotvami, případně předstihovými opatřeními (mikropiloty, jehly, trysková injektáž) a zajištěním čelby.

Pro chování horninového masivu jsou zásadními ukazateli:

- charakteristika geotypu horniny
- podzemní voda
- hustota a charakter diskontinuit
- tektonická a poruchová pásma

Pro potřeby ověřování rozsahu inženýrských tříd v referenční dokumentaci bude během ražby každá čelba zaříděna na základě poměrného zastoupení jednotlivých geotypů KT1 – KT4 a klasifikována pomocí hodnoty RMR.

Toto zařídění bude sloužit k usnadnění uplatnění a vyřízení nároku na kompenzaci z důvodu zastižení odlišných podmínek v základové půdě pomocí měření skutečného rozsahu jednotlivých inženýrských tříd po délce tunelu.

Pro ražbu NRTM jsou definovány následující klíčové výchozí hodnoty:

1. procentuálního zastoupení geotypů
2. hodnota RMR
3. přítoky podzemní vody do tunelu
4. počet poruchových zón

Podmínky dle bodů 1 a 2 budou použity ke stanovení skutečně zastižené inženýrské třídy a měření délky jejího skutečného výskytu.

Podmínky dle bodů 3 a 4 budou posuzovány jako samostatné výchozí hodnoty.

9.1.1 Charakteristika Geotypů

Geotyp KT1 – zcela zvětralé horniny

KT1p: zcela zvětralé ruly, viz 7.2.2.

KT1c: zcela zvětralé granodiority, viz 7.2.3.

Geotyp KT2 – silně zvětralé horniny

KT2p: ruly a žilné horniny silně zvětralé, viz 7.5.1.

KT2c: granodiority silně zvětralé, viz 7.5.4.

Geotyp KT3 – mírně zvětralé horniny

KT3p: ruly a žilné horniny mírně zvětralé, viz 7.5.2.

KT3c: granodiority mírně zvětralé, viz 7.5.5.

Geotyp KT4 – navětralé až zdravé horniny

KT4p: ruly a žilné horniny navětralé až technicky zdravé, viz 7.5.3.

KT4c: granodiority navětralé až technicky zdravé, 7.5.6.

Geotyp QTZ – navětralý až zdravý žilný křemen

Žilný křemen mírně zvětralý až zdravý, viz 7.5.7. V místě čelby tunelu se vyskytuje pouze ojediněle a na způsob chování masivu a tedy zatřídění do inženýrských tříd nemá vliv. Není tedy pro jednotlivé inženýrské třídy kvantifikován. Nicméně zvolený postup výstavby a mechanizace ražby musí být schopné zmáhat horninové prostředí o vlastnostech odpovídajících tomuto geotypu.

9.1.2 Klasifikace RMR

Klasifikace je založena na následujících šesti parametrech:

- Pevnost neporušené horniny v jednoosém tlaku
- Kvalita horniny vyjádřená indexem RQD
- Vzdálenost ploch nespojitosti
- Charakter ploch nespojitosti
- Podzemní voda
- Orientace ploch nespojitosti

9.1.3 Postup při zatřídění do inženýrské třídy

Návrh zatřídění do inženýrských tříd provede geolog Zhotovitele geotechnického monitoringu (GTM) na základě geologické dokumentace čelby a výpočtu RMR.

Pro dokumentaci každé čelby (včetně dílčích výrubů členěné čelby) musí být zpracován protokol. Ten musí obsahovat náčrtek čelby ve formě geotechnického pasportu čela výrubu ve vhodném měřítku (např. 1:100), kde budou graficky znázorněny:

- litologická a stratigrafická rozhraní,
- systémy diskontinuit (plochy vrstevnatosti, pukliny, ohlazové plochy, tektonické poruchy a poruchová pásma s šířkou nad 1 m),
- přítoky podzemní vody, a
- místa odběrů vzorků hornin.

Obsahem textové části geologické dokumentace čelby musí být následující údaje:

- petrografický popis hornin, stratigrafické zařazení, stav hornin (zvětrávání), pevnost (UCS).
- orientace (směr a sklon) hlavních systémů diskontinuit.
- popis jednotlivých systémů diskontinuit (rozteč, průběžnost, drsnost a tvar povrchu, rozevření, výplň a zvodnění) a stanovení indexové klasifikace RMR,
- přítoky podzemní vody (soustředěnost a vydatnost).

V protokolu dokumentace čelby musí geolog jednoznačně zatřídít a graficky vyznačit jednotlivé zastížené geotypy. Procentuální zastoupení geotypu bude dopočítáno po vyražení celého profilu tunelu.

Výpočet RMR bude vyhodnocen na protokolu dle obrázku 2.

Hodnota pevnosti v prostém tlaku intaktní horniny bude na čelbě měřena pomocí Schmidtova kladívka (anebo přesněji laboratorní zkouškou pevnosti na odvrtní z čelby) na minimálně 5 místech (vzorcích) rovnoměrně rozložených po čelbě a zároveň minimálně na 2 místech (vzorcích) pro každý geotyp zastoupený na čelbě. Kvalita vrtného jádra RQD bude uvažována dle geotypu podle tohoto GBR (průměrná hodnota, kapitola 7.5). Směr a sklon hlavního systému diskontinuit budou měřeny geologickým kompasem s přesností na 5°.

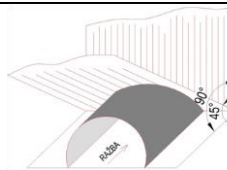
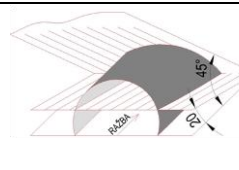
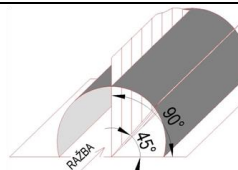
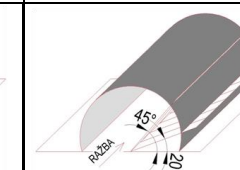
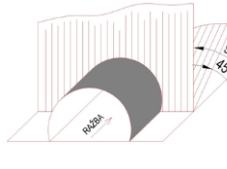
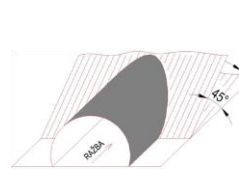
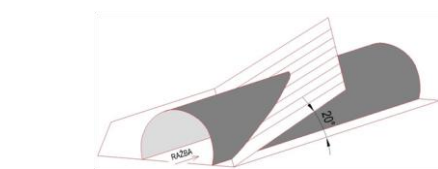
Návrh na změnu zatřídění může být nárokován v případě, že bude procentuální zastoupení geotypů nebo hodnota RMR, anebo oboje, mimo stanovené výchozí podmínky.

Dokumentace čeleb, včetně návrhu zatřídění horniny do předepsaných inženýrských tříd, musí kancelář GTM předávat přímo na stavbě odpovědnému zástupci Zhotovitele a neprodleně pak ukládat do IDS (interaktivní databázový systém monitoringu).

Stanovení nebo změnu konkrétní inženýrské třídy na návrh geologa Zhotovitele GTM posoudí a doporučí vedoucí GTM. Spolu se Správcem stavby a zástupcem Zhotovitele vypracují protokol o odsouhlasení inženýrské třídy.

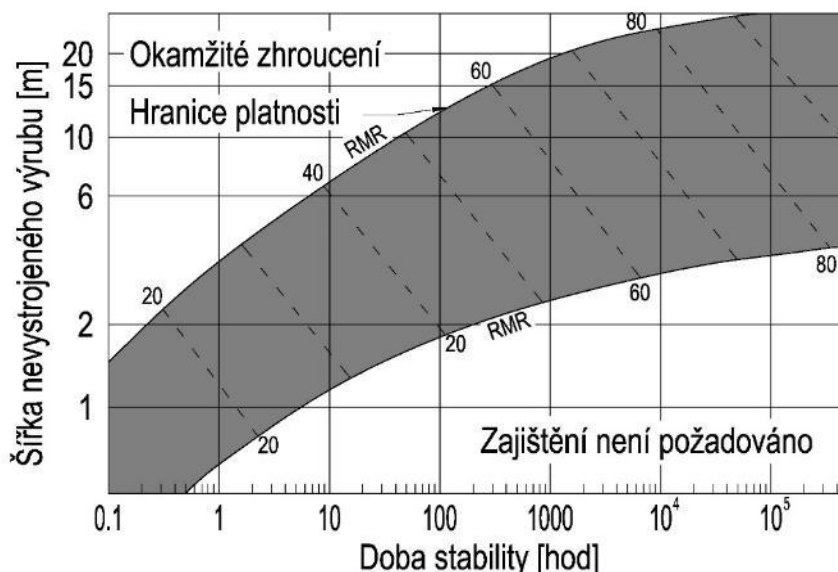
V případě neshody bude vedoucím GTM svolána bezodkladně Rada geotechnického monitoringu (RAMO).

Požadavky na geotechnický monitoring a jeho organizaci jsou podrobněji uvedeny v Požadavcích Objednatele.

A. Klasifikační parametry a jejich ohodnocení											
1	Pevnost neporušené horniny	Pevnost při bodovém zatížení	[MPa]	> 10	4 – 10	2 - 4	1 - 2	V tomto rozsahu se preferuje pevnost v tlaku			
		Pevnost v tlaku	[MPa]	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1	
	Ohodnocení			15	12	7	4	2	1	0	
2	Kvalita jádrového vrtu RQD		[%]	90 - 100	75 – 90	50 - 75	25 - 50	<25			
	Ohodnocení			20	17	13	8	3			
3	Vzdálenost diskontinuit		[m]	> 2	0,6 – 2	0,2 - 0,6	0,06 - 0,2	< 0,06			
	Ohodnocení			20	15	10	8	5			
4	Charakter diskontinuity (podrobněji viz průvodce)			velmi drsný povrch	nepatrně drsný povrch	nepatrně drsný povrch	ohlazený povrch nebo výplň < 5 mm	měkká výplň > 5 mm			
				nesouvislé	nesouvislé	nesouvislé	souvislé	souvislé			
				neodlučné	odlúčnost <1 mm	odlúčnost <1 mm	odlúčnost 1 - 5 mm	odlúčnost > 5 mm			
				nezvětralé	navětralé	zvětralé					
				Ohodnocení		30	25	20	10	0	
	Průvodce pro klasifikaci stavu diskontinuity										
	Délka diskontinuity (stálost)		[m]	< 1	1 – 3	3 - 10	10 - 20	> 20			
	Ohodnocení			6	4	2	1	0			
	Odlučnost (štěrbinatost)		[mm]	není	< 0,1	0,1 - 1	1 - 5	> 5			
	Ohodnocení			6	5	4	1	0			
	Drsnost		[-]	velmi hrubé	hrubé	málo hrubé	hladké	uhlazené			
	Ohodnocení			6	5	3	1	0			
	Výplň (žlábkování)		[-]	není	tvrdá < 5 mm	tvrdá > 5 mm	měkká < 5 mm	měkká > 5 mm			
	Ohodnocení			6	4	2	1	0			
	Zvětrání		[-]	nezvětralé	navětralé	mírně zvětralé	zvětralé	rozložené			
	Ohodnocení			6	5	3	1	0			
5	Podzemní voda	Přítok na 10 m tunelu	[l/s]	není	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125			
		(tlak vody v puklině) / (hlavní napětí σ)	-	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5			
		obecný popis	-	celkově sucho	vlhký	mokvý	kapání	proudění			
	Ohodnocení			15	10	7	4	0			
B. Ohodnocení vlivu orientace diskontinuity (Směr a sklon diskontinuit vzhledem k ražbě)											
Tunely a doly	kolmo na osu tunelu			rovnoběžně s osou tunelu							
	se sklonem 45 - 90°			se sklonem 20 - 45°			se sklonem 45 - 90°			se sklonem 20 - 45°	
											
	velmi příznivé			příznivé			velmi nepříznivé			uspokojivé	
Ohodnocení		0	-2			-12			-5		
Tunely a doly	proti sklonu 45 - 90°			proti sklonu 20 - 45°			sklon 0 - 20° bez ohledu na směr				
											
	uspokojivé			nepříznivé			uspokojivé				
	Ohodnocení		-5	-10			-5				
C. Třída horninového masivu dle celkového ohodnocení (A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + B)											
Hodnota RMR			100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 – 21		< 21
Třída			I		II		III		IV		V
Kvalita horniny			Velmi dobrá		Dobrá		Uspokojivá		Špatná		Velmi špatná
D. Význam horninových tříd											
Třída			I		II		III		IV		V
Průměrná stabilita výrubu			20 let		1 rok		1 týden		10 hodin		30 minut
			pro rozpětí 15 m		pro rozpětí 10 m		pro rozpětí 5 m		pro rozpětí 2,5 m		pro rozpětí 1 m
Soudržnost masivu [kPa]			> 400		300 - 400		200 - 300		100 – 200		< 100
Úhel vnitřního tření masivu [°]			> 45		35 - 45		25 - 35		15 – 25		< 15

Obrázek 2. Klasifikace horninového prostředí s diskontinuitami RMR (Bieniawski, 1973)

Doba stability výrubu závisí na efektivní šířce nevystrojeného výrubu, která je definována jako šířka díla nebo vzdálenost od čelby k poslední výztuži (co je větší). Vztah mezi dobou stability a šířkou nevystrojeného výrubu ve vztahu ke klasifikaci RMR ukazuje následující obrázek 3.



Obrázek 3. Doba stability nevystrojeného výrubu dle šířky výrubu

9.1.4 Podzemní voda

Předpokládané přítoky do tunelu jsou uvedeny v tabulce 7.5 v kapitole 7.7.2, respektive v tabulkách pro jednotlivé inženýrské třídy.

Nadměrné přítoky vody

Měření přítoku podzemní vody bude prováděno pomocí odměrných nádob osazovaných přímo na místo přítoku vody do tunelu, případně se přítoky soustředí a měří se na přepadu.

Zároveň bude prováděno měření na portálu tunelu k ověření celkového přítoku do již vyraženého tunelového díla.

Při měření průtoku vody na přepadu je nutné zajistit, aby byly měřeny pouze přítoky podzemní vody a nikoli také technologická voda. To znamená, že je nutno odečíst spotřebu technologické vody na přírodních potrubích technologické vody pomocí vodoměrů.

V případě, že bodové (částečně plošné) přítoky nebudou slábnout po uplynutí 3 dnů a jejich intenzita bude přesahovat hodnotu 15 l/s bude nutné přistoupit k omezení přítoků pomocí injektáží. V délce tunelu je identifikováno 12 výrazných poruchových zón o průměrných mocnostech 10 m. Jako výchozí hodnota je stanoveno, že ve 2 případech bude nutné přistoupit k omezení nadměrných přítoků v poruchové zóně injektážemi.

V případě, že budou celkové přítoky stanovené pro jednotlivé inženýrské třídy přesahovat hodnoty uvedené v tabulkách tříd má Zhotovitel nárok na kompenzaci zvýšených nákladů.

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je vynesena ve všech podélných i příčných profilech modrou čárkovanou čarou – viz Referenční dokumentace, jejíž seznam se nachází v Obsahu v úvodu tohoto GBR.

Zvýšená agresivita podzemních vod

Chemismus podzemních vod shrnuje kapitola 7.7.3

Podzemní voda vykazuje slabou (XA1) až vysokou agresivitu (XA3) vůči betonu dle ČSN EN206+A2. Agresivní účinky jsou způsobeny vysokým obsahem agresivního oxidu uhličitého.

9.1.5 Hustota a charakter diskontinuit

Podrobněji hustota diskontinuit podle RQD a vlastností puklin dle popisu z vrtů viz popis geotypů kapitola 7.5. Histogramy naměřených výsledků RQD jsou obsahem datových grafů v příloze B.

9.1.6 Poruchová zóna

Lokálně byla geofyzikálním průzkumem zjištěna poruchová pásma nižších řádů. Při přiblížení k těmto poruchám bude docházet k oslabení horninového masivu. Jedná se o poklesové a přesmykové zlomové struktury, s opakovanými pohyby, s lokálními nevýraznými horizontálními posuny, horniny jsou silně podrcené, s výrazně pozměněnými geomechanickými parametry, výraznější zlomová pásma jsou zvodnělá. Hornina nabývá charakteru štěrkovitých, štěrkovito-písčitých až písčito-jílovitých zemin charakteru R6/SC,CS,CI,MI. Přítoky z těchto porušených zón se podle mocnosti zóny budou pohybovat od 0,5 do až 8 l/s.

Významnější poruchové zóny jsou znázorněny na geologickém podélném profilu tunelu čárkovanou čarou v podélném profilu (výkres RD č. SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií).

Jako výchozí hodnota počtu poruchových zón, jsou uvažovány ty zóny, které probíhají v inženýrské třídě C, kde tunel prochází prostředím hornin a kde budou poruchová pásma vyžadovat dodatečná stabilizační opatření, nad rámec opatření definovaného třídou. Předpokládáme 12 výraznějších poruchových pásem s mocností do 20 m (délka průchodu čelby poruchou). Tyto jsou na uvedeném výkresu výrazně tučně a označeny pořadovým číslem (1-12).

Poruchové pásmo v místě křížení více poruch, predikované v TM 1923 – 2011 je pokryto předepsaným chováním pro třídu C-1.

9.1.7 Ostatní podmínky ražby

Rozpojování hornin

Výchozí podmínky pro rozpojování hornin podle jednotlivých geotypů jsou shrnuty tabulky 8.1. Těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin podle geotypů.

Nadvýrub

Technologický nadvýrub i nahodilý (geologicky podmíněný) nadvýrub jsou určeny technickým návrhem dle GDR a není pro ně stanovena výchozí hodnota.

9.1.8 Inženýrské třídy podle NRTM

Z hlediska chování masivu při ražbě metodou NRTM je tunel po délce rozdělen do inženýrských tříd. Každá třída představuje soubor předpokládaných parametrů, při jejichž zastižení se ražba chová shodným / stejným způsobem.

Pro chování masivu během ražby je zásadním parametrem charakter prostředí v oblasti čelby a v jejím bezprostředním okolí. V tomto ohledu inženýrské třídy určíme následovně:

- Třída A – čelba v zeminách (resp. rozložených horninách pevnostní třídy R6)
- Třída B – čelba ve smíšených podmínkách zemin a hornin (mixed face)
- Třída C – čelba v horninách (horniny pevnostní třídy R5 a lepší)
- Třída L – zvláštní třída stanovena pro litologické rozhraní (Drahotěšická porucha) mezi formací rul a granodioritů

Procentuální zastoupení jednotlivých inženýrských tříd a jejich kumulativní délky jsou shrnuty do tabulky 9.1

Tabulka 9.1. Zastoupení inženýrských tříd

Inženýrská třída	Délka [m]	zastoupení [%]
Třída A	205	4,6
Třída B-1	245	5,5
Třída B-2	109	2,4
Třída C-1	300	6,7
Třída C-2	3575	80,1
Třída L	30	0,7

Předpokládaná délka ražené části tunelu vychází z projektové dokumentace DSP/PDPS.

Prodloužení ražených úseků na do hloubených částí je přístupné, ale bez nároku na navýšení ceny.

Rozložení tříd po délce tunelu je zobrazeno v podélném profilu referenční dokumentace, SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií.

9.1.8.1 Inženýrská třída A

Jedná se o inženýrskou třídu, která je charakteristická „dominantně“ zeminovým chováním masivu v oblasti ražby, které je definováno smykovými a deformačními parametry. Tunelový profil prochází prostředním zcela zvětřalých hornin KT1p resp. KT1c pevnostní třídy R6 s menšinovým zastoupením geotypů KT2p, resp. KT2c do 10 % plochy čelby pevnostní třídy R5.

Tato třída je předpokládána v oblasti zcela zvětřalých rul v TM 135 – 230 respektive v oblasti zcela zvětřalých granodioritů v TM 4265 – 4335 a 4370 – 4410. Přesný rozsah je patrný z referenční dokumentace z podélného profilu ve výkresu SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií.

Ražba tunelu je v celé délce třídy pod hladinou podzemní vody, přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,6 l/s na 10 metrů tunelu.

Pro ražbu tunelu bude nutné zajistit stabilitu předstihovými opatřeními po celém obvodu tunelu, podporu čelby kaloty a profil uzavírat spodní klenbou. Bez stabilitních opatření dojde ke ztekucení zemin a jejich průvalu do tunelu. Stabilita konstrukce je dána kapacitou ostění ze stříkaného betonu bez spolupůsobení horninového masivu.

Klasifikace RMR se nestanovuje, hornina je charakteru zeminy.

Tabulka 9.2. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu A

Inženýrská třída	A		Rozsah v délce tunelu: 205 m TM 135 - 230, 4268 - 4335, 4370 - 4410					RMR	-		
Geotyp	[-]	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ	
Zastoupení v ploše výrubu	[%]	90 - 100%		< 10%		0%		0%		< 3%	
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)	
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.	
Přítoky podzemní vody na 10 m tunelu	[l/s]	0.6									
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky									
* minimální hodnota je 0.5 MPa											
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+- směrodatná odchylka),											

9.1.8.2 Inženýrská třída B

Inženýrská třída B je charakteristická smíšenými podmínkami na čelbě. Ve směru ražby od portálu tunelu postupně od počvy zvětšuje podíl kvalitnějších hornin. Dle poměru zastoupení zeminy/horniny na čelbě je třída dále rozdělena na třídu B-1 a B-2.

Ve třídě B-1 jsou stále dominantně zastoupeny zeminy neboli zcela zvětralé horniny KT1 pevnostní třídy R6 a to do 80 % plochy čelby. Dále jsou doplněny silně zvětralými horninami KT2 pevnostní třídy R5. Součet zastoupení těchto dvou geotypů na čelbě je od 70 do 100 % plochy. Zároveň je podíl mírně zvětralých až zdravých hornin (KT3 + KT4) do 30 % plochy čelby.

Tato třída je předpokládána v oblasti zastižení jak zeminových tak horninových geotypů zcela zvětralých až silně zvětralých rul v TM 105 – 135, 265 – 370 respektive zcela zvětralých až silně zvětralých granodioritů v TM 4100 – 4155, 4335 – 4370 a 4410 – 4430.

Ražba tunelu je v celé délce třídy pod hladinou podzemní vody, přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,6 l/s na 10 metrů tunelu.

Pro ražbu tunelu bude nutné zajistit stabilitu předstihovými opatřeními po obvodu kaloty a opěří, podporu čelby kaloty a profil uzavírat spodní klenbou. Bez stabilizačních opatření v místech zasažení zemin ražbou dojde ke ztekucení zemin a jejich průvalu do tunelu. Stabilita konstrukce je dána kapacitou ostění ze stříkaného betonu bez spolupůsobení horninového masivu.

Klasifikace RMR se stanovuje v rozmezí 21 – 34.

Tabulka 9.3. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu B-1

Inženýrská třída	B-1		Rozsah v délce tunelu: 245 m TM 105 - 135, 265 - 370, 4100 - 4155, 4335 - 4370, 4410-4430				RMR	21 - 34		
Geotyp	[-]	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v ploše výrubu	[%]	< 80%		-		0-30%				< 3%
		70-100%								
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody na 10 m tunelu	[l/s]	0.6								
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky								
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+- směrodatná odchylka), * minimální hodnota je 0.5 MPa										

Ve třídě B-2 jsou zastoupeny zeminy nebo zcela zvětralé horniny KT1 pevnostní třídy R6 od 10 do 60 %. Dále jsou doplněny silně zvětralými horninami KT2 pevnostní třídy R5 v zastoupení 5 až 45 % plochy čelby, mírně zvětralými horninami KT3 pevnostní třídy R4/R3 do 20 % plochy čelby a navětralými až zdravými horninami KT4 pevnostní třídy R3/R2 v rozsahu 10 – 60 % plochy čelby.

Tato třída je předpokládána v oblasti zastižení jak zeminových tak horninových geotypů zcela zvětralých až zdravých granodioritů v TM 4250 – 4265 a 4430 – 4524.

Ražba tunelu je v celé délce třídy pod hladinou podzemní vody, přítok do tunelu je odhadován na 0,08 l/s na 10 metrů tunelu.

Pro ražbu tunelu bude nutné zajistit stabilitu předstihovými opatřeními po obvodu kaloty, podporu čelby kaloty a profil uzavírat spodní klenbou. Bez stabilizačních opatření v místech zasažení zemin ražbou dojde ke ztekucení zemin a jejich průvalu do tunelu. Stabilita konstrukce je dána kapacitou ostění ze stříkaného betonu s částečným spolupůsobením horninového masivu ve dně případně opěří tunelu.

Klasifikace RMR se stanovuje v rozmezí 32 – 45.

Tabulka 9.4. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu B-2

Inženýrská třída	B-2		Rozsah v délce tunelu: 109 m TM 4250 - 4265, 4430 - 4524				RMR	32 - 45		
Geotyp	[-]	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v ploše výrubu	[%]	10 - 60%		5 - 45%		0 - 20%		10 - 60 %		0%
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody na 10 m tunelu	[l/s]	0.08								
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky								
* minimální hodnota je 0.5 MPa										
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+- směrodatná odchylka),										

9.1.8.3 Inženýrská třída C

Inženýrská třída C je stanovena pro horninového prostředí bez výrazné přítomnosti zeminových geotypů (do 5 % plochy čelby). Dle míry zvětrání je třída dále rozdělena na třídu C-1 a C-2.

Ve třídě C-1 jsou zastoupeny silně zvětralé horniny KT2 pevnostní třídy R5 v rozsahu 30 – 100 % plochy čelby. Dále jsou doplněny mírně zvětralými horninami KT3 pevnostní třídy R4/R3 a navětralými až zdravými horninami KT4 pevnostní třídy R3/R2 v součtu 0 – 70 % plochy čelby.

Tato třída je předpokládána v oblasti zastižení horninových geotypů silně zvětralých až zdravých rul v TM 60 – 105, 230 – 265, 370 – 480, výrazného poruchového pásma v TM 1910 – 2010 a v silně zvětralých až zdravých granodioritech v TM 4155 – 1465.

Ražba tunelu je v celé délce třídy pod hladinou podzemní vody, přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,6 l/s na 10 metrů tunelu.

Pro ražbu tunelu bude nutné zajistit stabilitu předstihovými opatřeními po obvodu kaloty, podporu čelby kaloty, případně radiálním kotvením a profil uzavírat spodní klenbou. Stabilita konstrukce je dána kapacitou ostění ze stříkaného betonu s částečným spolupůsobením horninového masivu ve dně případně opěří tunelu.

Klasifikace RMR se stanovuje v rozmezí 40 – 53.

Tabulka 9.5. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu C-1

Inženýrská třída	C-1		Rozsah v délce tunelu: 300 m TM 60-105, 230-265, 370-480, 1910-2010, 4155-4195				RMR	40 - 53		
Geotyp	[-]	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v ploše výrubu	[%]	< 5%		30 - 100%		0 - 70%				0%
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody na 10 m tunelu	[l/s]	0.6								
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky / trhací práce								
* minimální hodnota je 0.5 MPa										
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+ - směrodatná odchylka),										

Ve třídě C-2 jsou zastoupeny silně zvětralé horniny KT2 pevnostní třídy R5 v rozsahu do 30 % plochy čelby. Dále jsou doplněny mírně zvětralými horninami KT3 pevnostní třídy R4/R3 a navětralými až zdravými horninami KT4 pevnostní třídy R3/R2 v součtu 70 – 100 % plochy čelby.

Tato třída je předpokládána v oblasti zastižení horninových geotypů silně zvětralých až zdravých rul v TM 480 – 1910 respektive silně zvětralých až zdravých granodioritů v TM 2580 – 4100 a 4165 – 1465.

Ražba tunelu je v celé délce třídy pod hladinou podzemní vody, přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,6 l/s na 10 metrů tunelu.

Pro ražbu tunelu bude nutné zajistit stabilitu místy předstihovými opatřeními po obvodu kaloty a radiálním kotvením. Stabilita konstrukce je dána kapacitou ostění ze stříkaného a spolupůsobícího horninového masivu.

Klasifikace RMR se stanovuje v rozmezí 50 – 65.

Tabulka 9.6. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu C-2

Inženýrská třída	C-2		Rozsah v délce tunelu: 3575 m TM 480-1910, 2010-2550, 2580-4100, 4165-4250				RMR	50 - 65		
Geotyp	[-]	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v ploše výrubu	[%]	0%		0 - 30%		70% - 100%				0%
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody na 10 m tunelu	[l/s]	0.6								
Způsob rozpojování	[-]	trhací práce								
* minimální hodnota je 0.5 MPa										
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+- směrodatná odchylka),										

9.1.8.4 Inženýrská třída L

Tunel bude procházet drahošetickou poruchou, jedná se o nadregionální výraznou tektonickou strukturu. V daném úseku se na základě GTP očekává výskyt silně tektonicky porušených hornin a dále skokovou litologickou změnu hornin. Horniny typu KT4p s grafitickou příměsí přecházejí do podrcených, stmelených hornin, charakteru tektonické brekcie s úlomky o velikosti 0,3 – 8 cm, pojené kalcitovým a křemenným tmelem. Tyto brekcie jsou do hloubky 16,7 m jsou silně až zcela zvětřelé. Horniny nabývají pevnostní třídy R4/R3. V tektonickém kontaktu lze očekávat výskyt hornin KT2p, postupně až KT1p. Komplikovaný styk s horninami ševětínského granodioritu lze prověřit pouze ražbou. Silně tektonicky porušené granodiority mají charakter středně zrnitého, slídnatého stmeleného kaolinizovaného písku, s nepravidelnými pevnějšími polohami matečné horniny o mocnosti do 5 cm. Horniny KT1c a KT2c lze zatřídit do pevnostní třídy R5, resp. R6.

Ražba tunelu je v celé délce třídy pod hladinou podzemní vody, přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 1,0 l/s na 10 metrů tunelu.

Pro ražbu tunelu bude nutné zajistit stabilitu ražby předstihovými opatřeními a profil uzavírat spodní klenbou. Stabilita konstrukce je dána kapacitou ostění ze stříkaného betonu a částečného spolupůsobení horninového masivu (dle zastiženého charakteru rozhraní).

Klasifikace RMR se stanovuje menší než 21.

Tabulka 9.7. Stanovené výchozí podmínky pro inženýrskou třídu L

Inženýrská třída	L		Rozsah v délce tunelu: 30 m TM 2550 - 2580				RMR	< 21		
Geotyp	[-]	KT1p	KT1c	KT2p	KT2c	KT3p	KT3c	KT4p	KT4c	QTZ
Zastoupení v ploše výrubu	[%]	> 90 %				< 10 %		< 10 %		0%
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	<1.5	<1.5	2.9 (+/-2.0)	4.6* (+/-9.1)	7.6 (+/-6.1)	41.1 (+/-29.7)	58.0 (+/-33.2)	98.2 (+/-45.6)	88.3 (+/-1.7)
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		I.	I.	I.	I.	II.	II.	III.	III.	III.
Přítoky podzemní vody na 10 m tunelu	[l/s]	1.0								
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky								
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+ - směrodatná odchylka), * minimální hodnota je 0.5 MPa										

9.2 Varianta ražby pomocí Tunelovacího Razícího Stroje (TBM)

V současné době neexistuje projekt ani technické specifikace pro variantu TBM. Dostupná studie předpokládá využití konvertibilního stroje, jež bude osazen současně jak šnekovým, tak pásovým

dopravníkem s možností pracovat jak v otevřeném (skalním) tak uzavřeném (EPB/bentonitový štít) módu. V EPB (bentonitový štít) konfiguraci je pak možné razit i v alternativních módech (otevřený a polouzavřený).

Během ražby budou zastiženy zóny (typicky ražba v zeminách, poruchových zónách či v oblasti geologických zlomů) při jejichž průchodu budou vyžadována opatření pro zajištění stability čelby - ražba v uzavřeném módu či jiná opatření jako například předstihové injektáže.

Ostění tunelu bude tvořit betonové segmentové ostění o vnitřním průměru 12,3 m.

Návrh ostění stejně jako volba a návrh stroje bude plně v gesci vybraného Zhotovitele a budou provedeny na základě požadavků objednatele.

Pro potřeby referenčních podmínek jsou orientačně uvažovány následující základní parametry razícího stroje:

- Průměr stroje TBM $\varnothing 13,75$ m
- Tloušťka ostění 500 mm

Pro konečný výběr a návrh razícího stroje, návrh ostění a pro potřeby ražby jsou zásadní následující ukazatele:

- Charakteristika geotypu horniny
- Podzemní voda
- Tektonická a poruchová pásma
- Délka ražby

Pro potřeby stanovení referenčních podmínek pro ražbu TBM je, s ohledem na geologické podmínky, trasa tunelu rozdělena na sedm referenčních úseků. Pro každý úsek je stanoveno procentuální zastoupení jednotlivých geotypů na čelbě (KT1 – KT4, viz kapitoly 7.2 Geotechnické typy zemin a 7.5 Geotechnické typy hornin), počet a rozsah poruchových zón a režim podzemní vody. Pro každý geotyp jsou dále definovány referenční geotechnické parametry určující pro ražbu TBM.

Výše uvedené zatřídění bude sloužit, podobně jako v případě ražby NRTM, k usnadnění uplatnění a vyřízení nároku na kompenzaci z důvodu zastižení odlišných podmínek v základové půdě pomocí měření skutečného rozsahu jednotlivých referenčních tříd po délce tunelu.

Pro ražbu TBM jsou stanoveny následující klíčové výchozí hodnoty:

1. Procentuální zastoupení geotypů (s tolerancí ± 5 %) pro daný úsek.
2. Hodnoty klíčových geotechnických parametrů pro daný geotyp
3. Přítoky podzemní vody do tunelu
4. Velikost tlaku podzemní vody.
5. Počet a parametry poruchových zón.

9.2.1 Stratigrafický profil

Výchozí stratigrafický profil pro tunel Chotýčany je zřejmý z referenční dokumentace – viz výkres SO382570_2_070 Ražený tunel - podélný profil s geologií. Rozhraní mezi jednotlivými zobrazenými vrstvami jsou znázorněna jako ostrá, nicméně ve skutečnosti budou, vzhledem k přirozeným geologickým procesům, postupná. V hloubce, tloušťce a rozsahu jednotlivých vrstev mohou nastat odchylky oproti vyobrazenému stavu, a to jak v podélném, tak příčném směru vzhledem k ose tunelu. Výchozí podmínky pro polohu každého rozhraní jsou stanovena ± 3 m proti vyobrazenému stavu.

9.2.2 Geotypy a výchozí geotechnické parametry pro ražbu TBM

V oblasti ražby budou zastiženy následující geotypy, pro které byly stanoveny výchozí hodnoty klíčových parametrů. Výchozí hodnoty vycházejí z datových analýz uvedených v přílohách A. Datové grafy pro zeminy a B. Datové grafy pro horniny.

Geotyp KT1p – Zcela zvětralé migmatity až pararuly

Viz 7.2.2. Další výchozí parametry viz tabulka 9.8

Tabulka 9.8. Výchozí specifické TBM parametry pro zeminy geotypu KT1p

Geotechnické parametry	Výchozí hodnoty
Neodvodněná pevnost, S_u (kPa)	100–250; Průměr 175
Přirozená vlhkost, w_n (%)	7.4–27; Průměr 15.2
Objemová tíha (kN/m^3)	19.2–19.8; Průměr 19.5
Index plasticity I_p (-)	5.01–17.65; Průměr 11.24
Vlhkost na mezi tekutosti, w_l (%)	27.95 to 53.36; Průměr 35.1
Potenciál pro zalepování nástrojů	Nízké riziko

Geotyp KT2p – Silně zvětralé migmatity až pararuly

Viz 7.5.1. Další výchozí parametry viz tabulka 9.9.

Tabulka 9.9. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT2p

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Pevnost v prostém tlaku UCS (MPa)	0.46–10.84; Průměr 2.76
Přirozená vlhkost, w_n (%)	3.06–7.2; Průměr 4
Objemová tíha (kN/m^3)	24.44–25.25; Průměr 24.76
Pevnost v příčném tahu (MPa)	0.24–0.24; Průměr 0.24
Abrázivita CAI (-)	0.85–0.85; Průměr 0.85
RQD (%)	0–70; Průměr 1.33

Geotyp KT3p – Mírně zvětralé migmatity až pararuly

Viz 7.5.2. Další výchozí parametry viz tabulka 9.10

Tabulka 9.10 Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT3p

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Pevnost v prostém tlaku UCS (MPa)	1.42–19.04; Průměr 7.2
Přirozená vlhkost, w_n (%)	3.7–3.7; Průměr 3.7
Objemová tíha (kN/m^3)	23–24; Průměr 23.5
Pevnost v příčném tahu (MPa)	
Abrázivita CAI (-)	3.3–3.3; Průměr 3.3
RQD (%)	0–85; Průměr 14.1

Geotyp KT4p – Navětralé a zdravé migmatity až pararuly

Viz kapitola 0. Další výchozí parametry viz tabulka 9.11.

Tabulka 9.11. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT4p

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Pevnost v prostém tlaku UCS (MPa)	9.62–177.86; Průměr 57.98
Přirozená vlhkost, w_n (%)	0.09–0.91; Průměr 0.38
Objemová tíha (kN/m ³)	25.7–28.09; Průměr 26.73
Pevnost v příčném tahu (MPa)	3.08–14.14; Průměr 8.03
Abrázivita CAI (-)	1.81–4.64; Průměr 3.17
RQD (%)	0–100; Průměr 44.06

Geotyp KT1c – Zcela zvětralé karbonské granodiority

Podrobný popis viz kapitola 7.2.3. Další výchozí parametry viz tabulka 9.12.

Tabulka 9.12. Výchozí specifické TBM parametry pro zeminy geotypu KT1c

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Neodvodněná pevnost, S_u (kPa)	75–275; Průměr 175
Přirozená vlhkost, w_n (%)	7.4–27; Průměr 15.2
Objemová tíha (kN/m ³)	19.5–20; Průměr 19.8
Index plasticity I_p (-)	4.79–44; Průměr 16.86
Vlhkost na mezi tekutosti, w_l (%)	22.35–67; Průměr 37.67
Potenciál pro zalepování nástrojů	Nízké riziko

Geotyp KT2c – Silně zvětralé karbonské granodiority

Podrobný popis viz kapitola viz 7.5.4. Další výchozí parametry viz tabulka 9.13.

Tabulka 9.13. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT2c

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Pevnost v prostém tlaku UCS (MPa)	0.33–37.64; Průměr 4.61
Přirozená vlhkost, w_n (%)	1.53–13.4; Průměr 7.44
Objemová tíha (kN/m ³)	21.33–25.1; Průměr 23.03
Pevnost v příčném tahu (MPa)	0.1–1.22; Průměr 0.56
Abrázivita CAI (-)	2.24–2.24; Průměr 2.24
RQD (%)	0–95; Průměr 17.29

Geotyp KT3c – Mírně zvětralé karbonské granodiority

Podrobný popis viz kapitola 7.5.5, další výchozí parametry viz tabulka 9.14.

Tabulka 9.14. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT3c

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Pevnost v prostém tlaku UCS (MPa)	0.74–104.28; Průměr 39.64
Přirozená vlhkost, w_n (%)	0.3–14.1; Průměr 3.11
Objemová tíha (kN/m ³)	22.62–26.5; Průměr 25.44
Pevnost v příčném tahu (MPa)	7.43–11.84; Průměr 8.66
Abrazivita CAI (-)	1.71–3.96; Průměr 2.88
RQD (%)	0–88; Průměr 16.1

Geotyp KT4c – Navětralé a zdravé karbonské granodiority

Podrobný popis viz kapitola 7.5.6. Další výchozí parametry viz 9.15.

Tabulka 9.15. Výchozí specifické TBM parametry pro horniny KT4c

Geotechnické parametry	Referenční hodnoty
Pevnost v prostém tlaku UCS (MPa)	5.94–214.74; Průměr 96.16
Přirozená vlhkost, w_n (%)	0.13–0.76; Průměr 0.43
Objemová tíha (kN/m ³)	25.91–26.32; Průměr 26.12
Pevnost v příčném tahu (MPa)	3.41–12.73; Průměr 7.25
Abrazivita CAI (-)	1.67–4.46; Průměr 3.02
RQD (%)	0–100; Průměr 36.72

Geotyp QTZ – Navětralé a zdravé žilné křemeny

Podrobný popis viz kapitola 7.5.7.

9.2.3 Podzemní vody

Ražba bude prováděna pod hladinou podzemní vody. Její ustálená hladina je většinou přibližně 10 m pod terénem s největším zaklesnutím ve vrtu J413 přibližně 20 m pod terénem. Jako výchozí hodnota je stanoven průběh čáry HPV zakreslený do Podélného profilu v Referenční dokumentaci.

Stanovená výchozí hodnota přítoku do tunelu je určena pro každý referenční úsek tunelu.

Měření přítoku podzemní vody bude prováděno na čerpacím potrubí stroje TBM.

Při měření je nutné zajistit, aby byly měřeny pouze přítoky podzemní vody a nikoli také technologická voda. To znamená, že je nutno odečíst spotřebu technologické vody na přívodních potrubích technologické vody pomocí vodoměrů.

V případě, že bodové (částečně plošné) přítoky nebudou slábnout po uplynutí 3 dnů a jejich intenzita bude přesahovat hodnotu 15 l/s bude nutné přistoupit k omezení přítoků pomocí injektáží. V délce tunelu je identifikováno 12 výrazných poruchových zón o průměrných mocnostech 20 m.

V případě, že budou celkové přítoky stanovené pro jednotlivé referenční úseky přesahovat hodnoty uvedené v tabulkách tříd má Zhotovitel nárok na kompenzaci zvýšených nákladů.

9.2.4 Referenční úseky pro ražbu TBM

ÚSEK 1, tunelové staničení TM 60 – TM 480 (ražba částečně v zeminách částečně v horninách, předpokládá se ražba v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT1p – 29 %
- KT2p – 65 %
- KT3p – 2 %
- KT4p – 2 %
- KT3c – 2 %
- QTZ – méně než 1 %, očekávaný výskyt – koruna tunelu mezi TM 190 – TM 230.

Poruchové zóny: na úseku 1 je zdokumentováno 7 poruchových zón (definice a popis 9.1.6 – dále jen referenční poruchová zóna). Celkově bude ražba v poruchových zónách tvořit maximálně 10 % z celkové délky úseku 1. Vzhledem, povaze horninového prostředí v úseku 1 se neočekává významný dopad na náročnost a rychlost ražby.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 1 je 33 m, což odpovídá neredukovanému tlaku 3,3 bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou 0,6 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

ÚSEK 2, tunelové staničení TM 480 – TM 530 (ražba částečně v zeminách částečně v horninách, přechodová oblast, 50 % úseku bude raženo v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT2p – 4 %
- KT3p – 22 %
- KT4p – 74 %

Poruchové zóny: Výchozí hodnota = bez poruchových zón v tomto úseku.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 2 je 30 m, což odpovídá neredukovanému tlaku 3 bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,60 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

ÚSEK 3, tunelové staničení TM 530 – 2540 (ražba horninách, 15 % úseku bude raženo v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT2p – 5 %
- KT4p – 90 %
- KT4c – 5 %

Poruchové zóny: na úseku 3 je zdokumentováno 15 referenčních poruchových zón. Celkově bude ražba v poruchových zónách a v oblasti tektonických zlomů v tunelovém staničení TM 1900 – 2100 tvořit maximálně 10 % z celkové délky úseku.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 3 je 66 m, což odpovídá neredukovanému tlaku 6,6 Bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,60 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

ÚSEK 4, tunelové staničení TM 2540 – TM 2620 (ražba částečně v zeminách, částečně v horninách, předpokládá se ražba v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

V tomto úseku ražba prochází Drahošetickou poruchou. Jedná se o nadregionální výraznou tektonickou strukturu mezi formací rul a granodioritů. V daném úseku se na základě GTP očekává výskyt silně tektonicky porušených hornin a dále skokovou litologickou změnu hornin. Tato oblast je detailně popsána např. v kapitole 9.1.8.4.

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT1p / KT2p / KT1c / KT1p >90 %
- KT3c / KT3p <10 %
- KT4c / KT4p <10 %

Poruchové zóny: vzhledem k povaze úseku se neuvádí.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 4 je 35 m, což odpovídá tlaku neredukovanému 3,5 bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,60 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

ÚSEK 5, tunelové staničení TM 2620 – TM 3490 (ražba v horninách, 10 % úseku bude raženo v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT4c – 100%

Poruchové zóny: na úseku 5 je zdokumentováno 8 referenčních poruchových zón. Celkově bude ražba v poruchových zónách staničení tvořit maximálně 5 % z celkové délky úseku.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 5 je 35 m, což odpovídá neredukovanému tlaku 3,5 bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,60 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

ÚSEK 6, tunelové staničení TM 3490 – TM 4060 (ražba v horninách, 10 % úseku bude raženo v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT3c – 19%
- KT4c – 81%

Poruchové zóny: na úseku 6 je zdokumentováno 5 referenčních poruchových zón. Celkově bude ražba v poruchových zónách staničení tvořit maximálně 5 % z celkové délky úseku.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 6 je 36 m, což odpovídá neredukovanému tlaku 3,6 bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,60 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

ÚSEK 7, tunelové staničení TM 4060 – TM 4520 (ražba částečně v zeminách, částečně v horninách, předpokládá se ražba v podmínkách vyžadující opatření pro zajištění stability čelby)

Geotypy zastižené v oblasti ražby a jejich procentuální zastoupení:

- KT1c – 33%
- KT2c – 21%
- KT3c – 7%
- KT4c – 39%

Poruchové zóny: na úseku 7 jsou zdokumentovány 3 referenční poruchové zóny. Celkově bude ražba v poruchových zónách tvořit maximálně 4 % z celkové délky úseku 7. Vzhledem, povaze horninového prostředí v úseku 7 se neočekává významný dopad na náročnost a rychlost ražby.

Ostatní překážky: na úseku 7 se mohou ve vrstvách odpovídajícím geotypům KT1c a KT2c vyskytovat plovoucí balvany s kvalitativními parametry odpovídajícími geotypu KT3c. Za výchozí pomníky se považuje výskyt 8 kusů volně plovoucích balvanů do velikosti 3 m³ při současné platnosti ostatních definovaných výchozích podmínek.

Podzemní voda: nejvyšší hladina pozemní vodou nad počvou tunelu v úseku 7 je 30 m, což odpovídá neredukovanému tlaku 3,0 bar. Přítok do tunelu je stanoven výchozí hodnotou na 0,60 l/s na 10 metrů nezajištěného tunelu.

10 Stanovení výchozích podmínek (Baselines) – Technologické prostory

10.1 Technologické komory a technologická chodba

Ražba technologických komor a technologické chodby bude realizováno ve stejných inženýrských třídách, jaké jsou stanoveny pro hlavní tunel a platí pro ně stejné výchozí podmínky.

Procentuální zastoupení jednotlivých inženýrských tříd a jejich kumulativní délky jsou shrnuty do tabulky 10.1

Tabulka 10.1. Zastoupení inženýrských tříd pro ražbu technologických komor a chodeb

Technologické prostory	Inženýrská třída	Délka [%]
Tech. komora č. 1	C-2	100 %
Tech. komora č. 2	C-2	100 %
Tech. komora č. 3	C-2	100 %
Tech. komora č. 4	C-1	100 %
Tech. chodba	C-1	30 %
	C-2	70 %
Tech. komora č. 5	C-2	100 %
Tech. komora č. 6	C-2	100 %
Tech. komora č. 7	C-2	100 %
Tech. komora č. 8	C-2	100 %
Tech. komora č. 9	A	100 %

Podélné profily technologickými komorami jsou součástí Referenční dokumentace.

10.2 Technologická šachta

10.2.1 Očekávané geotechnické podmínky

Kvartérní sedimenty o mocnosti cca do 2,0 m. Skalním podkladem jsou moldanubické pararuly ve třech stupních zvětrání (KT1p, KT2p a KT4p). Pro účely stanovení výchozího geotechnického profilu pro šachtu byly stanoveny mocnosti jednotlivých geotypů v následující sekvenci od stávajícího povrchu hlouběji:

- Qd v mocnosti 2,5 m,
- KT1p v mocnosti 1 m,
- KT2p v mocnosti 8 m,
- KT4p od KT2p níže.

Očekávané geotechnické podmínky jsou zobrazeny v podélném profilu v referenční dokumentaci na (výkres č. SO382570_2_070 Ražený tunel–podélný profil s geologií).

10.2.2 Výkopové práce a zajištění jámy

Pro hloubení/ražbu šachty bude možno použít běžné až středně výkonné mechanismy a impaktory, použití trhacích prací se předpokládá ve vrstvě Kt4p. Na základě přiřazení tříd těžitelnosti k jednotlivým geotypům zřejmého z tabulky 8.1 jsou stanoveny výchozí podmínky pro těžbu (podle ČSN 73 6133 / TKP SŽDC) následovně:

- Třída těžitelnosti I. 20 %
- Třída těžitelnosti II. 5 %
- Třída těžitelnosti III. 75 %

Procentuální míry těžitelnosti jsou stanoveny na základě výpočtu kubatur těžené šachty podle jednotlivých geotypů, dle projektu PDPS.

10.2.3 Přítoky podzemní vody

Hladina podzemní vody bude kolísat v závislosti na vydatnosti srážek. V místě šachty je v úrovni 3,0 m pod terénem. Po otevření šachty bude do výkopu voda prosakovat písčitými zvětralinami a hluboko zasahujícími puklinami.

Hladiny podzemní vody zjištěné ve vrtech jsou podrobně prezentovány v GDR a na podélném profilu v referenční dokumentaci (SO382570_2_070 Ražený tunel–podélný profil s geologií).

Hydrodynamické vlastnosti základové půdy jsou shrnuty v kapitole 7.7.2. Hladiny podzemní vody se budou lišit sezónně a podle množství aktuálně spadlých srážek, ale na základě tabulky 7.4 a tabulky 7.5 je stanovena výchozí hodnota pro přítoky vody do celé šachty odborným odhadem na 0,7 ls⁻¹.

10.2.4 Stanovené výchozí podmínky pro technologickou šachtu

Tabulka 10.2. Stanovené výchozí podmínky pro technologickou šachtu

Technologická šachta						
Geotyp	[-]	Qd	KT1p	KT2p	KT3p	KT4p
Zastoupení v objemu šachty		< 2%	7%	15%	<2%	75%
Pevnost v prostém tlaku ¹	[MPa]	0.05	0	0	0	0
Index konzistence	[-]	-	<1.5	2.9 (+/-2.0)	7.6 (+/-6.1)	58.0 (+/-33.2)
Index plasticity	[-]	1.00	1.50	-	-	-
Těžitelnost (dle ČSN 736133)		10-30, Průměr 21	I.	I.	II.	III.
Přítoky podzemní vody do šachty	[l/s]	0.7				
Způsob rozpojování	[-]	mechanicky (+trhacípráce)				
* minimální hodnota je 0.5 MPa						
1 pevnost intaktní horniny, průměrná honota (+- směrodatná odchylka).						

11 Nakládání s vytěženým materiálem

Nakládání s vytěženým materiálem řeší Požadavky objednatele v kapitole 3.9.8, respektive stanovené zvláštní technické podmínky (ZTP).

12 Souhrn výchozích podmínek

Označení / Název výchozí podmínky		Výchozí hodnota
Stavební jáma Dobřejovice		
S-1	Procentuální zastoupení geotypů	viz tab.8.2.
S-2	Kontaktní čáry mezi vrstvami geotypů	+/- 3 m
S-3	Celkové přítoky do stavební jámy (ustálené / maximální)	1,3 / 8,0 l/s
Stavení jáma Ševětín		
S-1	Procentuální zastoupení geotypů	viz tab.8.3.
S-2	Kontaktní čáry mezi vrstvami geotypů	+/- 3 m
S-3	Celkové přítoky do stavební jámy (ustálené / maximální)	0,95 / 8,0 l/s
S-4	Balvan o objemu 3 m ³	5 ks
Stavební jáma křížení dálnice D3		
S-1	Procentuální zastoupení geotypů	viz tab.8.4.
S-2	Kontaktní čáry mezi vrstvami geotypů	+/- 3 m
S-3	Celkové přítoky do stavební jámy	0,95 / 8,0 l/s
S-4	Balvan o objemu 3 m ³	3 ks
Tunel – varianta NRMT		
T-1	Rozsah inženýrských tříd	A: 205 m, B-1: 245 m, B-2: 109 m, C-1: 300 m, C-2: 3575 m, L: 30 m
T-2	Procentuální zastoupení geotypů	Tab. Inženýrských tříd
T-3	Klasifikace RMR	Tab. Inženýrských tříd
T-4	Nadměrné přítoky vody	Tab. Inženýrských tříd / bodové 15 l/s, neslábnuocí, trvalé
T-5	Poruchová pásma	12 pásem šířky 20 m
T-6	Přítok podzemní vody do tunelu	Tab. Inženýrských tříd
T-7	Omezení přítoku podzemní vody	2 poruchové zóny
Tunel – varianta TBM		
T-11	Procentuální zastoupení geotypů	Dle referenčních úseků +/- 5 %
T-12	Geotechnické parametry	Dle tabulky v kap. 9.2
T-13	Nadměrné přítoky vody	Dle referenčních úseků
T-14	Tlak podzemní vody	Dle referenčních úseků
T-15	Poruchová pásma	12 pásem šířky 20 m
T-16	Balvan o objemu 3 m ³	8 ks
Technologické prostory – komory a štola		
T-1	Rozsah inženýrských tříd	Viz tab. 10.1
T-2	Procentuální zastoupení geotypů	Definice dle Inženýrské třídy
T-3	Klasifikace RMR	Rozsahy dány pro každou inženýrskou třídou
T-4	Nadměrné přítoky vody	15 l/s, neslábnuocí, trvalé
T-5	Poruchová pásma	0 pásem
T-6	Přítok podzemní vody do tunelu	Definice dle Inženýrské třídy

Označení / Název výchozí podmínky		Výchozí hodnota
T-7	Omezení přítoku podzemní vody	0 poruchových zón
Technologické prostory šachta		
Š-1	Procentuální zastoupení geotypů	Viz tab. 10.2
Š-2	Celkové přítoky do šachty	0,7 l/s

13 Instrumentace a geotechnický monitoring

Požadavky na instrumentaci a geotechnický monitoring jsou definovány v Požadavcích Objednatele.

14 Seznam zdrojů

Bieniawski, Z., 1973. *Engineering classification of jointed rock masses*. s.l., South African Council of Scientific and Industrial Research, pp. 335-344.

Bouška, M. & Pícha, P., 2021. *Modernizace trati Nemanice I - Ševětín, část B. E.2.1.1.2.2.3 PŘELOŽKA ŠEVĚTÍN. Inženýrskogeologický průzkum pro zemní těleso přeložky trati Ševětín*, Praha: GeoTec-GS, a.s..

Dragoun, F., 2010. *SO 38-25-70 Chotýčanský tunel. Varianta Goliáš. Geotechnický průzkum*, Praha: SUDOP PRAHA a.s..

Dragoun, F., 2021 (rev 2023). *SO 38-25-70 Chotýčanský tunel. Geotechnický průzkum*, Praha: SUDOP PRAHA a.s..

Dragoun, F., 2021. *Podrobný geotechnický průzkum pro přeložku v úseku stavby výjezdový portál tunelu Hosín – vjezdový portál tunelu Chotýčany*, 2021: SUDOP PRAHA a.s. .

Hollmann, F. & Thewese, M., 2013. Assessment method for clay clogging and disintegration of fines in mechanised tunnelling. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Svazek 37, pp. 96-106.

Hrdlička, Z. & Šilhan, L., 1988. *Zpráva o geologickém průzkumu akce Chotýčany – Ševětín – zdvoukolejnění trati*, Pardubice: Státní ústav dopravního projektování.

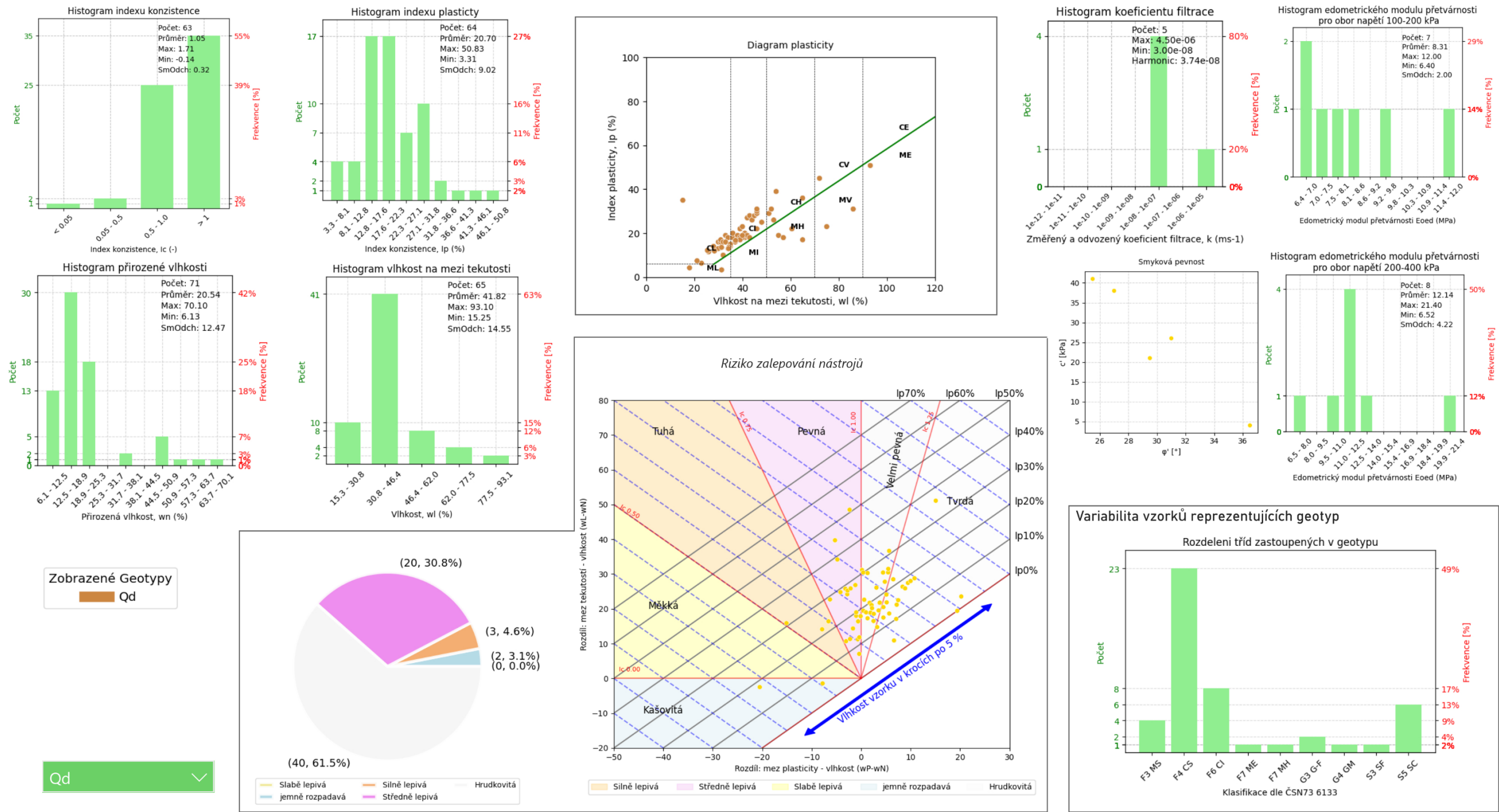
Ort, M., 1982. *Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro přeložku I/3 Neplachov-Borek-Č.Budějovice II. Část, km 103.350 – 109.000*, Praha: Pragoprojekt.

Tomášek, J., 2006. *Závěrečná zpráva předběžného inženýrskogeologického průzkumu; Hosín - tunel, IV.koridor ČD, varianta D, verze D2, úsek Hrdějovice - Dobřejovice*, Praha: SGS Czech Republic, s.r.o..

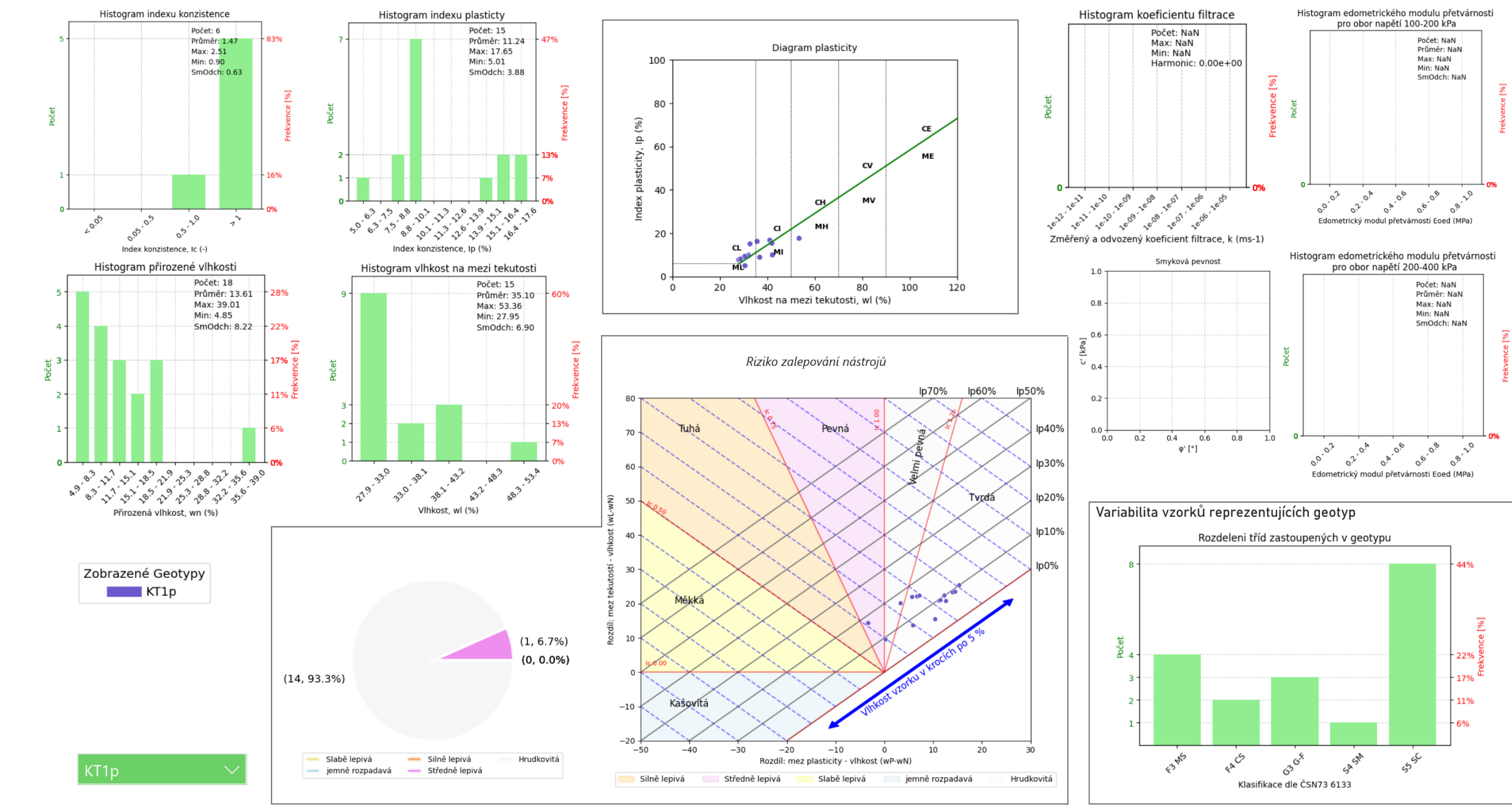
Přílohy

A. Datové grafy pro zeminy

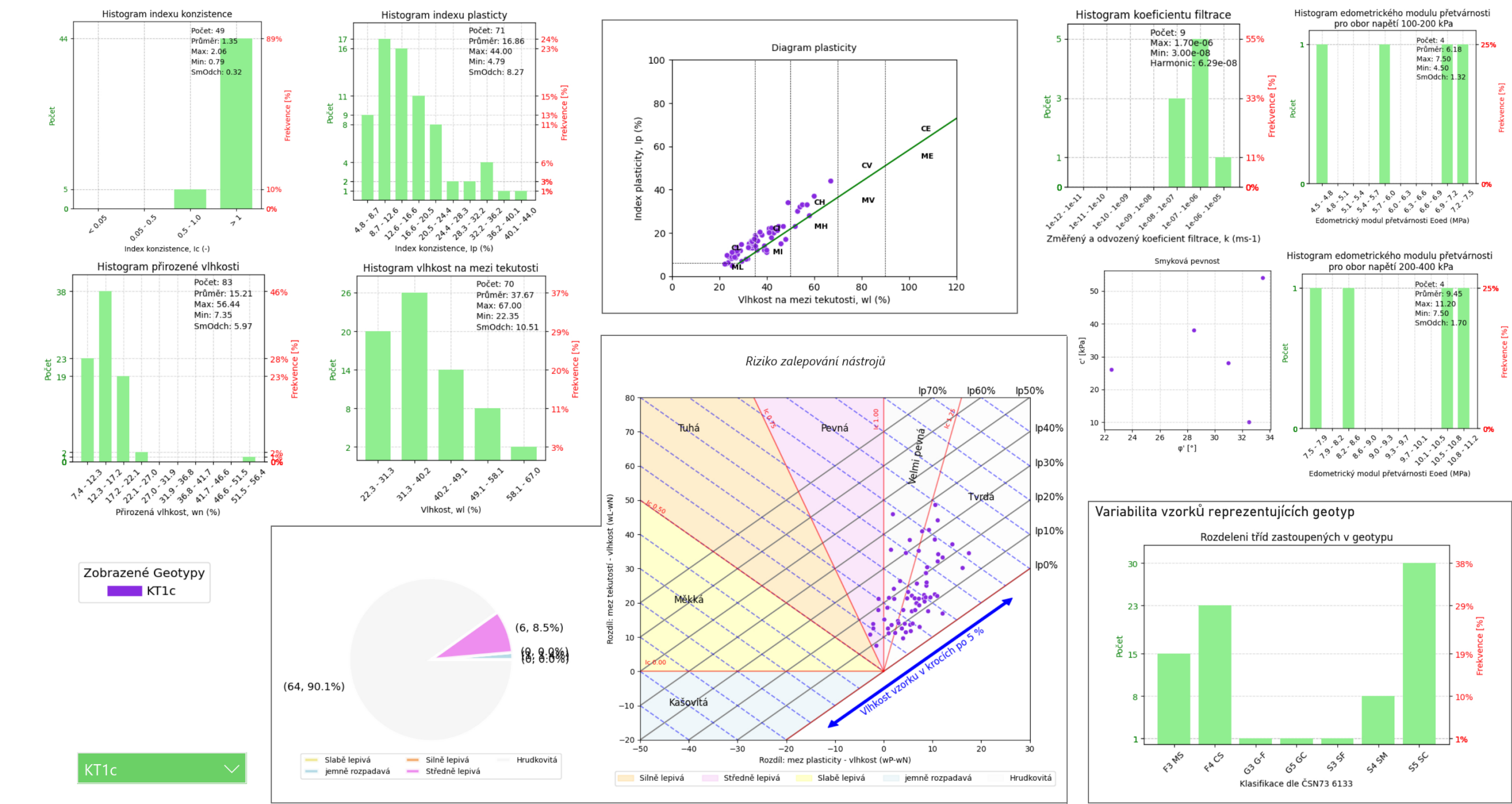
A.1 Datové grafy geotypu Qd – Deluviální sedimenty



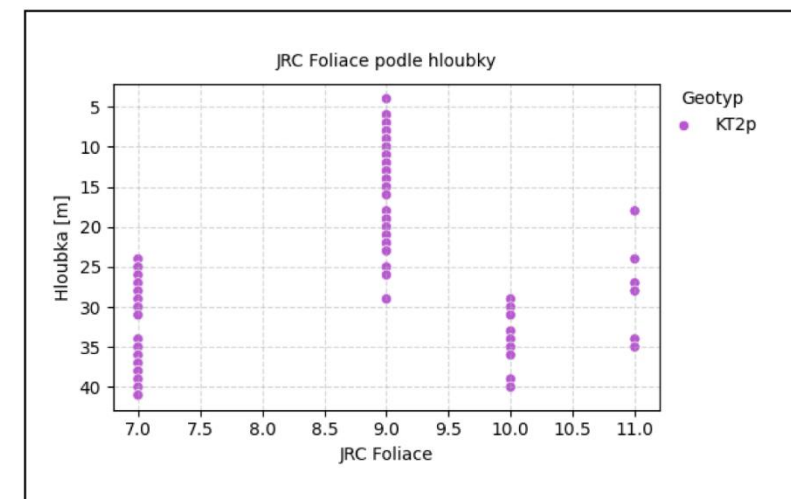
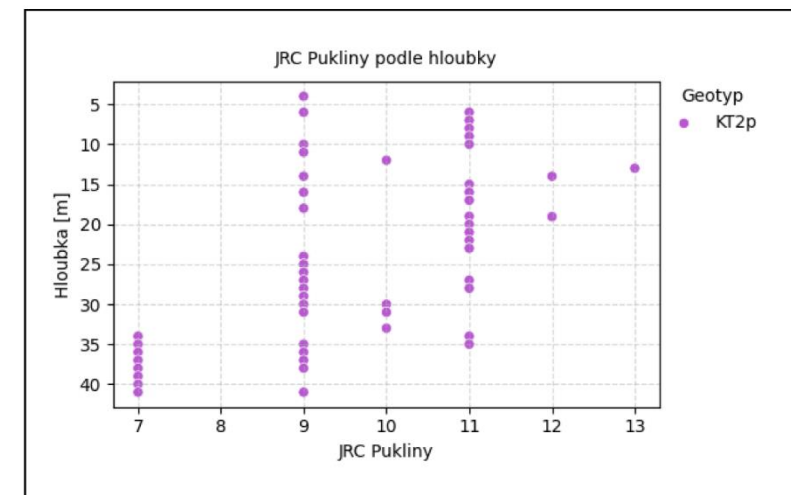
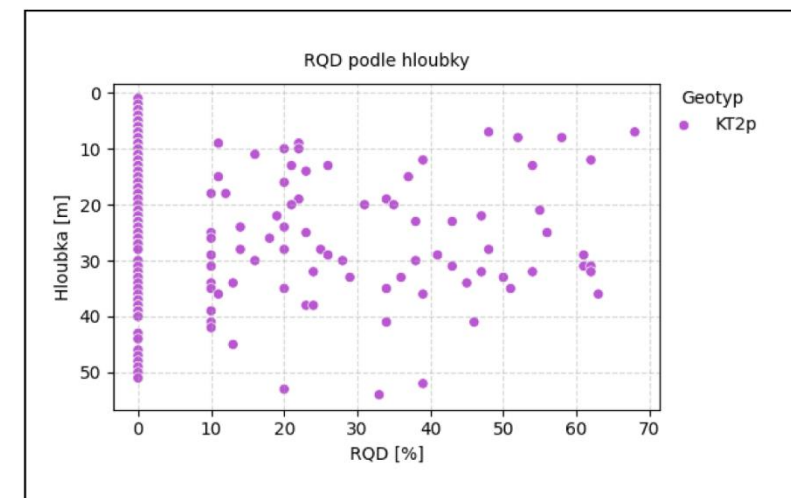
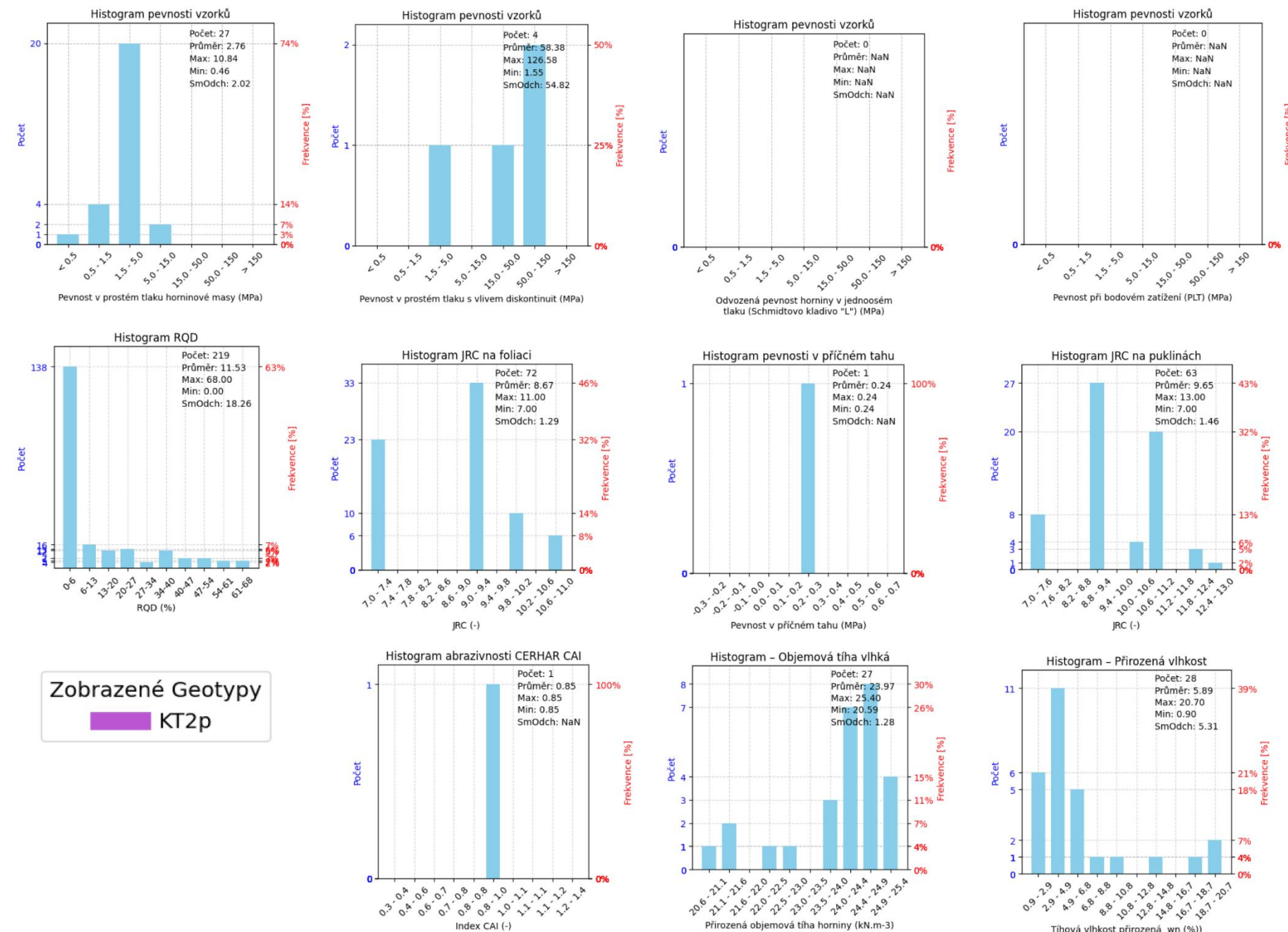
A.2 Datové grafy geotypu KT1p – Zcela zvětralé migmatity až pararuly

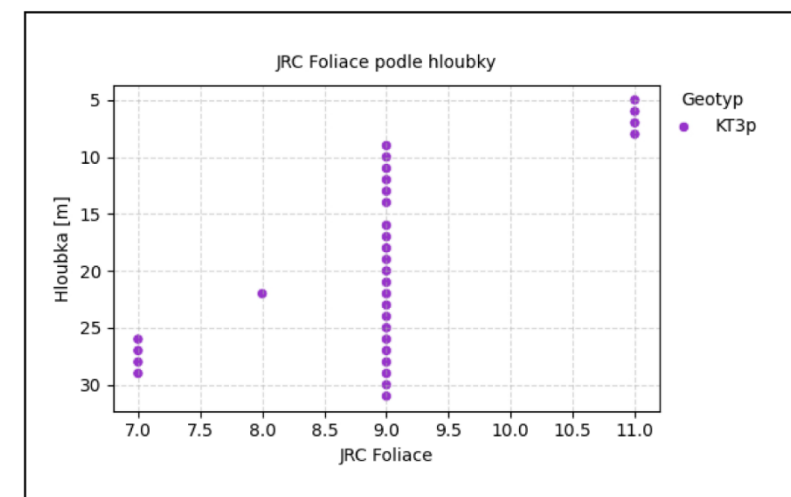


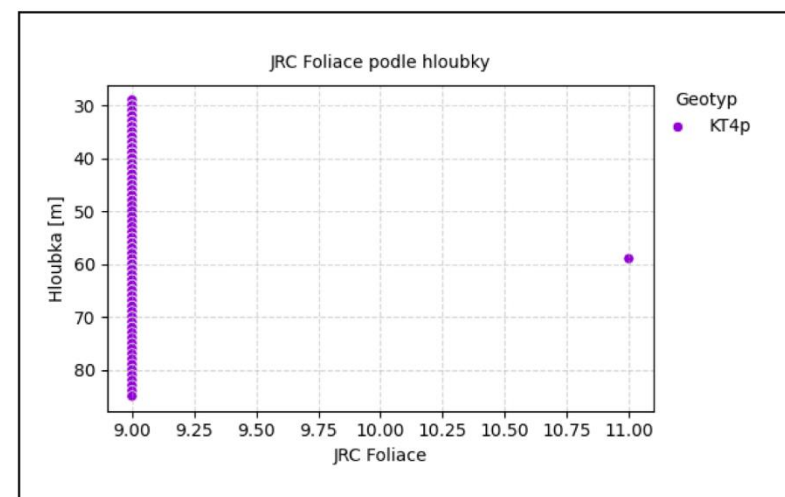
A.3 Datové grafy geotypu KT1c – Zcela zvětralé žilné horniny granitoidního chemismu a granodiority

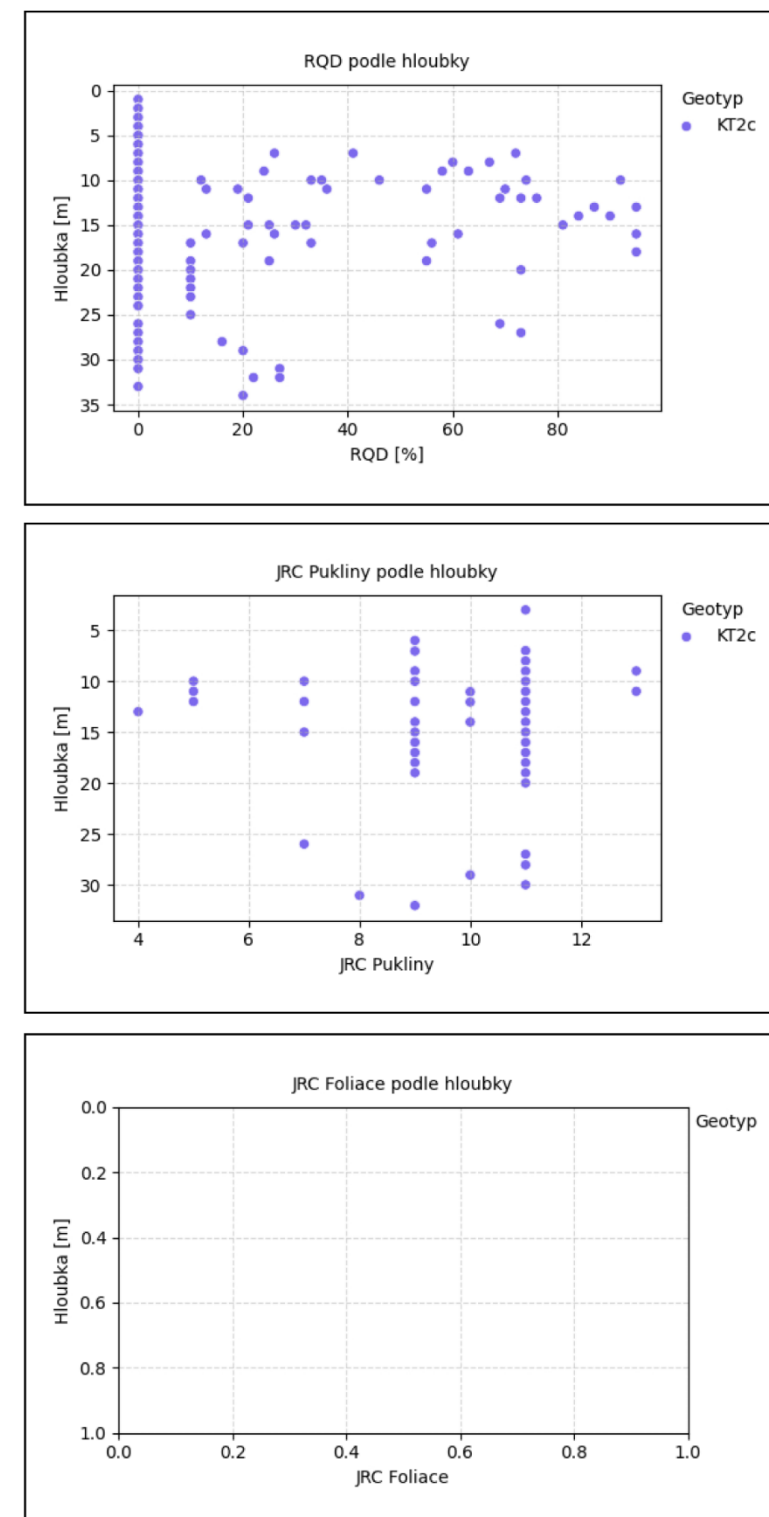


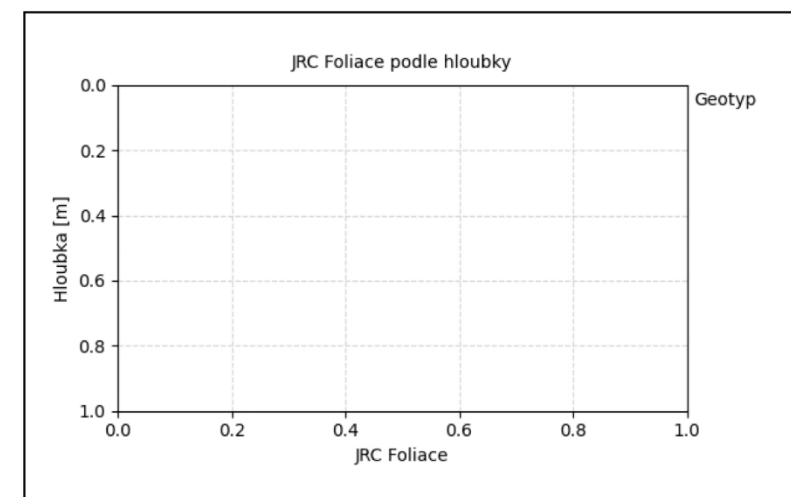
B.1 Datové grafy geotypu KT2p – Silně zvětralé migmatity až pararuly

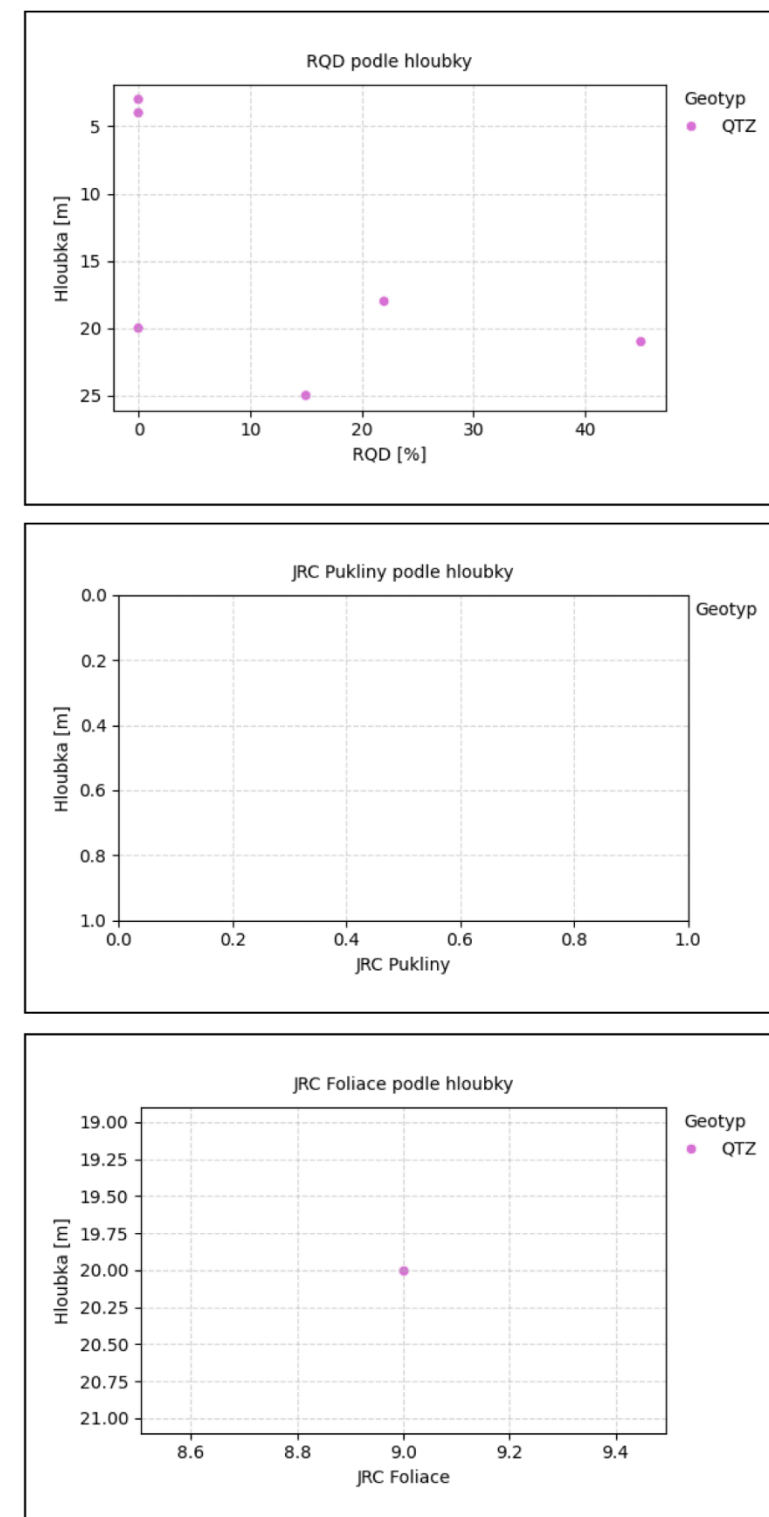












C. Stereografická projekce vybraných diskontinuit

