

Vypracování přípravné dokumentace "Modernizace trati Nemanice I - Ševětín" je spolufinancováno Evropskou unií z programu TEN-T ve výši 1 685 000 EUR, což je 50% z celkových nákladů na projekt.



Správa železniční dopravní cesty

1.	Zpracování připomínek technického řešení	05/2011	Dle příloh
č.změny	Text změny - odůvodnění	Datum	Podpis



Olšanská 1a
130 80 Praha 3
Česká republika
tel.: 224 227 168
fax: 224 230 316
faxmodem: 267 094 364
E-mail : praha@sudop.cz



Jirsíkova 5/538
186 00 Praha 8
Česká republika
tel.: 255 733 111
fax: 255 733 605
E-mail : info@ikpce.com
Http : www.ikpce.com

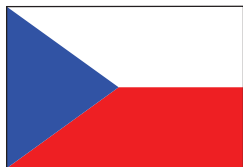
OBJEDNATEL	SŽDC s.o., Dlážděná 1003/7, Praha 1 Stavební správa Praha, Sokolovská 1955/278, Praha 9		
STŘEDISKO	207 GEOTECHNIKY	GENERÁLNÍ ŘEDITEL ING. TOMÁŠ SLAVÍČEK	
VEDOUcí STŘEDISKA	ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT STAVBY	ODPOVĚDNÝ PROJ. OBJ., PS	EXTERNÍ SUBDODAVATEL
RNDr. PETR VITÁSEK <i>P. Vitásek</i>	ING. MILOŠ KRAMEŠ <i>M. Kráměš</i>	RNDr. PETR VITÁSEK <i>P. Vitásek</i>	----
KRAJ	JIHOČESKÝ		MÚ/OÚ/POVĚŘENÁ OBEC ČESKÉ BUDĚJOVICE, HLUBOKÁ NAD VLTAVOU
Modernizace trati Nemanice I - Ševětín Geotechnický průzkum			ÚČEL PD
SO 38-25-70 Chotýčanský tunel - varianta Goliáš			DATUM 11/2010
			ČÁST B
			PŘÍL. 7.2.4.2

Za tuto publikaci odpovídá pouze její autor. Evropská unie nenese odpovědnost za jakékoli využití informací v ní obsažených.

Modernizace trati Nemanice I – Ševětín GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

B.7.2.4.2 SO 38-25-70 Chotýčanský tunel – varianta Goliáš

- B.7.2.4.2 Souhrnná zpráva
 - B.7.2.4.2.1 Přehledná situace (součást souhrnné zprávy)
 - B.7.2.4.2.2 Podrobná situace
 - B.7.2.4.2.3 Podrobná inženýrskogeologická mapa
 - B.7.2.4.2.4 Schématický podélný profil kvazihomogenními typy
 - B.7.2.4.2.5 Vysvětlivky
 - B.7.2.4.2.6 Podélný profil
 - B.7.2.4.2.7 Příčné profily v oblastech portálů
 - B.7.2.4.2.8 Dokumentace sond
 - B.7.2.4.2.9 Geofyzikální průzkum
 - B.7.2.4.2.10 Karotážní měření
 - B.7.2.4.2.11 Výsledky laboratorních zkoušek
 - B.7.2.4.2.12 Petrologický popis hornin
 - B.7.2.4.2.13 Předběžný hydrogeologický průzkum
 - B.7.2.4.2.14 Technická zpráva o vrtání



Vypracování přípravné dokumentace "Modernizace trati Nemanice I - Ševětín" je spolufinancováno Evropskou unií z programu TEN-T ve výši 1 685 000 EUR, což je 50% z celkových nákladů na projekt.



Správa železniční dopravní cesty

1.	Zpracování připomínek technického řešení	05/2011	
č.změny	Text změny - odůvodnění	Datum	Podpis



Olšanská 1a
130 80 Praha 3
Česká republika
tel.: 224 227 168
fax: 224 230 316
faxmodem: 267 094 364
E-mail : praha@sudop.cz



Jirsíkova 5/538
186 00 Praha 8
Česká republika
tel.: 255 733 111
fax: 255 733 605
E-mail : info@ikpce.com
Http : www.ikpce.com

OBJEDNATEL	SŽDC s.o., Dlážděná 1003/7, Praha 1 Stavební správa Praha, Sokolovská 1955/278, Praha 9		
STŘEDISKO	207 GEOTECHNIKY	VEDOUcí STŘEDISKA RNDr. PETR VITÁSEK	GENERÁLNÍ ŘEDITEL ING. TOMÁŠ SLAVÍČEK
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT STAVBY	ODPOVĚDNÝ PROJ. OBJ., PS	NAVRHL, VYPRACOVAL	KONTROLOVAL
ING. MILOŠ KRAMEŠ 	RNDr. PETR VITÁSEK 	RNDr. FRANTIŠEK DRAGOUN 	RNDr. PETR VITÁSEK
KRAJ	JIHOČESKÝ	MÚ/OÚ/POVĚŘENÁ OBEC	ČESKÉ BUDĚJOVICE, HLUBOKÁ NAD VLTAVOU
Modernizace trati Nemanice I - Ševětín Geotechnický průzkum Chotýčanský tunel Souhrnná zpráva		ÚČEL	PD
		DATUM	11/2010
		MĚŘÍTKO	----
		FORMÁTY	----
		ČÁST	PŘÍL.
		B	7.2.4.2

Za tuto publikaci odpovídá pouze její autor. Evropská unie nenese odpovědnost za jakékoli využití informací v ní obsažených.

Objednatel : Správa železniční dopravní cesty, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Zhotovitel : SUDOP PRAHA a.s.
středisko 207 Geotechniky
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Název stavby : Modernizace trati Nemanice I - Ševětín
Zakázka číslo : 09-357.201.207

SO 38-25-70 Chotýčanský tunel Varianta Goliáš

Geotechnický průzkum

Zpracoval :

RNDr. František Dragoun

Odpovědný řešitel geologických prací :

RNDr. Petr Vitásek

Praha, září 2010

Obsah :

1. Základní údaje.....	3
2. Podklady.....	3
3. Popis stavby, směrové a výškové vedení tunelu	5
4. Rozsah a metodika průzkumných prací.....	6
5. Geologická a hydrogeologická charakteristika území.....	11
5.1. Geomorfologie	11
5.2. Geologická stavba území	12
MOLDANUBIKUM	15
Biotitická a sillimanit-biotitická pararula, místy s muskovitem.....	15
Migmatizovaná sillimanit-biotitická pararula.....	15
SVRCHNÍ PALEOZOIKUM – karbon.....	17
MEZOZOIKUM – svrchní křída.....	18
Klikovské souvrství	18
TERCIÉR - neogén.....	18
Mydlovarské souvrství	18
5.3. Kvartérní pokryv	18
5.4. Hydrogeologické poměry	19
5.5. Tektonika území, mezoskopické struktury	20
6. Výsledky průzkumu	28
6.1. Geomechanické charakteristiky hornin.....	28
6.2. Vyhodnocení geofyzikálního průzkumu	30
6.3. Vyhodnocení karotážního průzkumu	34
6.4. Výsledky hydrogeologického průzkumu.....	35
7. Členění horninového prostředí do charakteristických typů	38
7.1. Geotechnické typy v prostoru hloubených úseků tunelu.....	38
7.2. Kvazihomogenní typy v prostoru ražené části tunelu	41
8. Podmínky ražby tunelu, zhodnocení jednotlivých úseků	42
8.1. Těžitelnost a vrtatelnost zemin a hornin	50
8.2. Použitelnost rubaniny	52
9. Analýza rizik	53
10. Geotechnický monitoring, doporučení průzkumných prací pro další etapu....	55
11. Závěr.....	57

Přílohy :

B.7.2.4.2.1	Přehledná situace (vázaná ve zprávě)
B.7.2.4.2.2	Podrobná situace
B.7.2.4.2.3	Podrobná inženýrskogeologická mapa
B.7.2.4.2.4	Schématický podélný profil kvazihomogenními typy
B.7.2.4.2.5	Vysvětlivky
B.7.2.4.2.6	Podélný profil
B.7.2.4.2.7	Příčné profily v oblastech portálů
B.7.2.4.2.8	Dokumentace sond
B.7.2.4.2.9	Geofyzikální průzkum
B.7.2.4.2.10	Karotážní měření
B.7.2.4.2.11	Výsledky laboratorních zkoušek
B.7.2.4.2.12	Petrologický popis hornin
B.7.2.4.2.13	Předběžný hydrogeologický průzkum

B.7.2.4.2.14 Technická zpráva o vrtání

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

- Název stavby:** Modernizace trati Nemanice - Ševětín
- Charakteristika stavby:** Předmětem stavby je tunel mezi obcemi Dobřejovice a Ševětín, který je předběžně pojmenován Chotýčanský tunel.
- Varianty sledované projekčními pracemi :
- SO 38-25-30 Chotýčanský tunel – varianta David (dva jednokolejné tunely)
- SO 38-25-70 Chotýčanský tunel – varianta Goliáš (jeden dvoukolejný tunel)
- Průzkumné práce byly po dohodě (11/2009) s investorem a geotechnickou konzultační firmou (dále GKF) realizovány pro variantu David, tzn. dva jednokolejné tunely v ose koleje č. 1.
- Dne 7.9.2010 bylo Odbornou komisí SŽDC stanoveno, že pro SO 38-25-70 - Chotýčanský tunel bude realizován ve variantě Goliáš, tzn. jeden dvoukolejný tunel.
- Varianta Goliáš – jeden dvoukolejný tunel o délce 4464 m a teoretické ploše výrubu 102,5 m² (105,3 m²), s jednotným sklonem 0,7511%. Trasa tunelu je vedena přes katastrální území obcí Dobřejovice u Hosína, Chotýčany a Vitín.
- Účel průzkumu:** Účelem prací bylo vypracování geotechnického průzkumu a stanovení geotechnických vlastností horninového prostředí pro potřeby zpracování přípravné dokumentace stavby.
- Rozsah a charakter průzkumných prací geotechnického průzkumu byl částečně stanoven Zadávacími podmínkami zpracovanými GKF a dále na základě studia archivních materiálů, geofyzikálních měření a realizační dokumentace GTP.
- Na vstupní poradě (11/2009) bylo rozhodnuto, že průzkum bude realizován v ose první koleje varianty David. Získaná geologická, inženýrskogeologická, geotechnická a hydrogeologická data lze po částečných úpravách interpolovat jak pro kolej č. 2, varianty David, tak i pro variantu Goliáš, která je nyní sledována. Úpravy se týkají zejména výškového vedení zvětralínových zón horninových masívů a tektonických poruch.

2. PODKLADY

- Černý P. (2001) Vyhledání starých důlních děl na území českobudějovického

- kraje, Stavební geologie GEOTECHNIKA a.s., Geofond 101169
- Hrdlička Z., Šilhan L. (1987) Zpráva o geologickém průzkumu akce „Ševětín – Neplachov – zdvoukolejnení“, Státní ústav dopravního projektování, Pardubice, Geofond P 058612
- Hrdlička Z., Šilhan L. (1988) Zpráva o geologickém průzkumu akce „Chotýčany – Ševětín – zdvoukolejnení trati“, Státní ústav dopravního projektování, Pardubice, Geofond P 058614
- Hrdlička Z., Šilhan L. (1989) Doplnující geologický průzkum akce „JHSD – Zdvoukolejnení trati Chotýčany – Ševětín“, Státní ústav dopravního projektování, Pardubice, Geofond P 073802
- Janoušek V. Vrána S., Erban V. (2002) Petrology, geochemical character and petrogenesis of a Variscan post-orogenic granite: case study from the Ševětín Massif, Moldanubian Batholith, Southern Bohemia, Journal of the Czech Geological Society 47/1.2
- Mrázek A. (1960) Svrchní křída a terciér jihočeských pánví, Ústřední ústav geologický Praha, Geofond P 012010
- Malecha A. a kolektiv spolupracovníků (1966) Vysvětlivky k základní geologické mapě 1:50000 list M-33-101-D (Hluboká n.Vltavou), Ústřední ústav geologický, Praha, Geofond P 018881
- Novotný P. (1987) Podrobný inženýrskogeologický průzkum pro trasu vodovodu z Chotýčan u Českých Budějovic do Čekaníc u Tábora, Stavební geologie Praha, závod České Budějovice, Geofond P 056401
- Ort M. (1982) Závěrečná zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu pro přeložku I/3 Neplachov-Borek-Č.Budějovice II. Část, km 103.350 – 109.000, Pragoprojekt, Praha, Geofond P 030505
- Šimek J., Zuzánek B. (1964) Závěrečná zpráva s výpočtem zásob Dobřejovice lignit, křemelina, Geologický průzkum Praha, závod České Budějovice, Geofond FZ003041
- Tomášek J. (2006) Závěrečná zpráva předběžného inženýrskogeologického průzkumu; Hosín - tunel, IV.koridor ČD, varianta D, verze D2, úsek Hrdějovice - Dobřejovice , SGS Czech Republic, s.r.o., Praha , Geofond P115398
- Vrána S. (1987) The Ševětín astroblem, southern Bohemia, Czechoslovakia, Geologische Rundschau 76/2, Stuttgart
- Zíma K. (1962) Hydrogeologický průzkum severní části Třeboňské pánve v okolí Horusického rybníka, Vodní zdroje, Praha, Geofond P 014990
- kolektiv autorů Pragoprojekt Praha (2009) D3 309/II Ševětín – Borek, podrobný geotechnický průzkum, Pragoprojekt Praha, Geofond – č. není přiděleno
- kolektiv autorů SG Zpráva o výsledcích geologickoprůzkumných prací: Dálnice D

Geotechnika (2006)	3 – 0309/II – Ševětín-Borek-DUR, Stavební geologie - Geotechnika, Geofond P 115356
kolektiv autorů ČGS	Základní geologická mapa 1:25 000, list Hluboká nad Vltavou 22-443
kolektiv autorů ČGS	Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSFR 1:25 000, list Hluboká nad Vltavou 22-443
kolektiv autorů ČGS	Základní geologická mapa 1:25 000, list Ševětín 22-444
kolektiv autorů ČGS	Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSFR 1:25 000, list Ševětín 22-444

- předpisy SŽDC S3 a SŽDC S4

- Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah (kapitoly 3, 6, 7 a 18)

ČSN EN ISO 14689-1 Pojmenování a zařizování hornin

ČSN 73 7508 Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů

ÖNORM B 2203

- ČSN, na které se výše uvedené předpisy odvolávají a ČSN, které souvisejí s prováděnými průzkumnými pracemi

3. POPIS STAVBY, SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ VEDENÍ TUNELU

Projektovaný tunel Chotýčany byl původně navržen ve dvou možných variantách:

SO 38-25-30 Chotýčanský tunel – varianta David (dva jednokolejné tunely) o délce 4700 m

SO 38-25-70 Chotýčanský tunel – varianta Goliáš (jeden dvoukolejný tunel) o délce 4668 m

Původně se uvažovalo o dvou variantách způsobu ražby :

- ražba tunelovacím razícím strojem (TBM)
- ražba novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM)

Dne 7.9.2010 bylo Odbornou komisí SŽDC stanoveno, že Chotýčanský tunel bude realizován ve variantě Goliáš. Pro variantu GOLIÁŠ raženou konvenčně pomocí NRTM je použit podkovovitý profil dvoukolejného tunelu založeného na patkách o teoretické ploše výrubu 102,5 m² (pro rychlost do 160 km/h.), resp. 105,3 m² (pro rychlost do 200 km/h) s předpokládanou minimální tloušťkou ostění 350 mm. V oblasti jižního raženého portálu tunelu jsou vzhledem k předběžným výsledkům inženýrsko-geologického průzkumu navrženy bloky se spodní klenbou.

Jižní hloubený portál (vjezdový) je dán staničením km 15,932, jižní (vjezdový) ražený portál pak staničením km 15,992. Jižní hloubený úsek má délku 60 m.

Severní ražený portál (výjezdový) je dán staničením km 20,456, severní hloubený (výjezdový) portál pak staničením km 20,600. Severní hloubený úsek má délku 144

m. Celková délka raženého úseku tunelu je 4 464 m. Celková délka tunelové trouby Chotýčanského tunelu je 4 668 m.

Trasa tunelu je v koleji č. 1 navržena ze dvou po sobě jdoucích pravosměrných oblouků o poloměrech 4 004 m (délka 1 450 m) a 16 004 m (délka 1 283 m), které spojuje přechodnice. Na ně navazuje přes přechodnici levosměrný oblouk o poloměru 4 000 m délky 812 m. A v oblasti severního portálu tunelu přechází trasa přes přechodnici do dalšího levosměrného oblouku o poloměru 16 000 m délky 669 m. Výškově je trasa tunelu navržena v jednotném sklonu 0,7611%, Niveleta trasy stoupá od jižního (vjezdového) portálu k severnímu (výjezdovému). Trasa tunelu prochází přibližně v žkm 20,600 do 20,730 pod tělesem současné dálnice D3, respektive jejím jedním stávajícím pruhem. Převýšení kolejí je max. 40 mm.

Možné oblasti, které mohou být dotčeny/ohroženy poklesovou kotlinou a kde se vyskytuje zástavba, se nalézají v chatové oblasti u Chotýčan (Na Libochové) a na jižním okraji obce Vitín.

Tabulka č. 3.1 – Staničení tunelů

SO 38-25-70 Chotýčanský tunel varianta Goliáš		Staničení (km)	Délka (TM)
Vjezdový portál	Hloubený portál	-	60
	Ražený portál	-	4464
Výjezdový portál	Ražený portál	-	
	Hloubený portál	-	144
Délka celkem (m)			4668

4. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Přehled realizovaných prací podle časového sledu :

1. zpracování realizační dokumentace GTP
2. archivní rešerše
3. geofyzikální měření s vytipováním území určených pro vrtný průzkum
4. vrtné práce – inženýrskogeologické a hydrogeologické vrty
5. dokumentace, fotodokumentace vrtných jader, odběr laboratorních vzorků
6. karotážní měření na vybraných vrtech
7. čerpací zkoušky v oblasti portálů
8. skartace vrtného jádra a protokolární předání zástupci geotechnické konzultační firmy (dále jen GKF)

9. předpis laboratorních zkoušek a jejich realizace
10. dokumentace skalních výchozů v okolí projektovaných tunelů
11. inženýrskogeologické mapování
12. hydrogeologické posouzení území
13. pasportizace vodních zdrojů dotčených ražbou
14. analýza získaných terénních a laboratorních dat
15. zpracování zprávy o průzkumu
16. předložení zprávy o průzkumu geotechnice konzultační firmě k připomínkám
17. zpracování připomínek a předání čistopisu

Na základě dostupných archivních údajů a vyhodnocení geofyzikálních měření byla vytipována klíčová stanoviště, kde bylo realizováno celkem 14 jádrových vrtů o celkové délce 661,5 bm – viz tab. č. 4.1.

V kvartérním pokryvu a zvětralých či tektonicky porušených zónách předkvartérního podkladu byly vrty hloubeny tvrdokovovými korunkami nasucho, v pevných horninách dvojitou jádrovkou a diamantovými korunkami s použitím vodního výplachu. O způsobu vrtání, resp. Přechodu z vrtání nasucho na vrtání pomocí diamantových korunek rozhodoval odpovědný řešitel na základě průběžného vyhodnocování vrtného jádra. Rozhodujícím faktorem bylo získání maximálně kvalitního vrtného jádra vhodného pro odběr vzorků na laboratorní zkoušky. Průměr vrtů hloubených pomocí diamantových korunek byl 76 mm, pouze úvodní úseky byly odvrtny větším průměrem a zapaženy ocelovou pažnicí o průměru 89 mm. Vrtné práce provedla v subdodávce firma Stavební geologie – IGHG, spol. s.r.o.

Umístění vrtů je patrné ze situace v příloze B.7.2.4.2.2., jejich geologická a technická dokumentace vrtů je uvedena v příloze B.7.2.4.2.8. Jako příloha B.7.2.4.2.14. je přiložena technická zpráva o vrtání.

V souladu s požadavky projektanta tunelů byly z vrtného jádra odebrány sady vzorků k laboratornímu stanovení následujících geomechanických parametrů :

- objemová přirozená hmotnost
- objemová hmotnost nasyceného prostředí
- objemová tíha
- tíhová vlhkost
- stupeň nasycení
- pórovitost
- nasákavost
- bobtnavost
- filtrační součinitel
- rozbídivost
- pevnost v prostém tlaku

- modul přetvárnosti a pružnosti
- úhel pevnosti
- počáteční smyková pevnost
- pevnost v prostém tahu a příčném tahu
- Poissonovo číslo
- pevnost v tahu za ohybu
- rychlostí šíření podélných a příčných seismických vln
- abrazivnost
- základní klasifikační rozbor u vzorků z portálových úseků

Ve vybraných vrtech J404, J405 a J409 byla provedena následující karotážní měření (ve vrtu J408 byla provedena jen úvodní část karotážních měření, vrt při provádění měření zhavaroval, od dalších měření proto bylo upuštěno). I když nebyly tyto částečné výsledky, na základě jednání s investorem a GKF požadovány, jsou z důvodů kompletnosti zprávy dále prezentovány :

- gamakarotáž GR (přirozená radioaktivita hornin)
- neutron-neutron karotáž XNN
- hustotní karotáž XGGDP vyjádřená v jednotkách hustoty
- karotáž magnetické susceptibility MS
- elektrokarotáž EK (potenciálové uspořádání o délkách 0.1 a 0.41 m)
- indukční karotáž IK (stanovení vodivosti hornin)
- akustická karotáž AK (klasická tříprvková sonda, měření rychlosti podélných akustických vln a jejich útlumu)
- vlnová akustická karotáž AKFWS – čtyřprvková sonda (metoda registruje úplné vlnové obrazy, které umožnily stanovení rychlosti podélných a příčných vln). Z nich, při vstupu hustoty získané hustotní karotáží, byly vypočteny hodnoty Poissonova čísla, Youngova modulu pružnosti a některých dalších geomechanických modulů)
- kavernometrie DIA
- inklinometrie IM
- fotometrie FM
- termometrie TM
- soubor rezistivimetrických měření metodou filtrace (ředění označené kapaliny) a metodou konstantního čerpání.

Výše uvedené metody poskytly/zpřesnily následující údaje:

- ověření litologického profilu sestavený na základě výnosu jádra
- stanovení stupně porušení hornin a stupně navětrání horninového masivu

- stanovení základních fyzikálních vlastností hornin v profilu vrtu s krokem 5 cm
- vyhodnocení geomechanických vlastností hornin in situ v celém profilu vrtů s krokem 5 cm příp. v segmentech o mocnosti 0.5 (příp. 1.0) m. Byly stanoveny hustoty, rychlosti podélných a příčných akustických vln
- stanovení Poissonova čísla, Youngova modulu pružnosti a pevnosti v prostém tlaku dynamickou akustickou metodou
- ověření hydrodynamických poměrů ve vrtech, tj. režim proudění za ustálených poměrů (přítoky, ztráty)
- stanovení koeficientu filtrace při porušení hydrodynamické rovnováhy nálevem (celkový a dílčí koeficient filtrace pro jednotlivé zjištěné propustné polohy)
- ověření technického stavu vrtů – zapažení, průměry vrtů a kaverny a prostorový průběh vrtů.

Dále bylo provedeno geofyzikální měření metodou dipólového odporového profilování (DOP) a mělké refrakční seismiky (MRS) a to v celé podélné ose budoucího tunelu. Dále byla provedena doplňující geofyzikální měření metodami mělké refrakční seismiky, vertikálního elektrického sondování (VES) a odporové tomografie (MEU) v místech portálových úseků (metoda MEU byly provedena pouze u vjezdového portálu). Měření byla provedena v prostoru vjezdového portálu a dále 30 m před portály a 30 m za portály, tj. v km 15.894, 15.924, 15.954. U výjezdového portálu byly použity příčné profily realizované v rámci projektu dálnice D3. Při výjezdovém portálu byly řešeny příčné řezy ve staničních km 20.630, 20.660, 20.700 a 20,735. Podrobný metodický popis postupu měření a interpretované výsledky jsou součástí přílohy B.7.2.4.2.9.

Na vybraných vrtech v portálových úsecích tunelu byly prováděny hydrogeologické čerpací zkoušky. Cílem předběžných hydrogeologických prací je ověření ovlivnění hydrogeologických poměrů, případně ohrožených objektů v blízkosti stavby, stanovení přítoků do portálových zářezů tunelu a předběžné, orientační zhodnocení přítoků podzemních vod do tunelu.

V následující tabulce jsou uvedeny průzkumné práce provedené v rámci podrobného geotechnického průzkumu. Podrobná dokumentace, včetně technické dokumentace a skartačních protokolů tvoří přílohu B.7.2.4.2.8.

Tabulka č. 4.1. – Přehled vrtných a laboratorních prací

Objekt	Hloubka vrtu (m)	Staničení (km)	Vzorky P / H* / V (ks)	Y - JTSK	X - JTSK	Z – Bpv m n. m.
HJ400	14	15.874	1 / - / -	752508.53	1156161.36	441.06
J401	20	15.924	1 / 1 / -	752468.86	1156129.79	446.93
J402	42	16.150	1 / 4 / -	752283.35	115598364	470.27
J403	55	16.525	- / 6 / -	751972.39	1155776.64	487.14
J404	79	16.960	- / 6 / -	751591.99	1155571.39	516.93
J405	85,5	17.310	- / 10 / -	751281.97	1155426.96	523.43
J406	53,4	17.860	- / 6 / -	750757.45	1155261.57	496.59
J407	63	18.045	- / 5 / -	750580.19	1155205.11	507.68
J408	52	18.900	- / 3 / -	749750.49	1155000.34	503.81
J409	41	19.217	- / 6 / -	749442.81	1154922.99	494.35
J410	44	19.480	- / 9 / -	749182.41	1154857.18	497.73
J411	35	20.215	1 / 3 / -	748496.72	1154605.94	496.95
J412	22	20.625	1 / 4 / -	748129.51	1154418.37	486.13
J413	21	20.730	3 / 2 / -	748035.25	1154371.93	485.77
HJ414	14	15.874	- / 1 / -	752508.53	1156161.36	441.06

* u horninových vzorků byla odebírána horninová sada, tzn. počet neznačí jeden vzorek ale jednu horninovou sadu. Výsledky laboratorních zkoušek jsou uvedeny v příloze B.7.2.4.2.11.

Tabulka č. 4.2. – Přehled dokumentačních bodů

Dokumentační bod	Popis/lokalizace	Staničení (km)	Y - JTSK	X - JTSK	Z – Bpv m n. m.
DB7	opuštěný lůmek	-	752592	1156735	cca 456
DB8	zářez žel. trati (skalní defilé)	staničení stávající žel. tratě km 16,050-16,250	751918	1155606	-
DB9	opuštěný lom Vitín	18,900	749753	1155052	cca 494
DB10	zářez žel. trati (skalní defilé)	staničení stávající žel. tratě v okolí km 21,200	747678	1154098	cca 486

Dále byly při terénní rekognoscaci zběžně posouzeny erozní rýhy, a další opuštěné staré lůmky v širším okolí stavby. V těchto výchozech byly převážně pozorovány jen zcela eluviálně rozložené horniny charakteru zemin a deluviální zeminy. Některé lůmky byly zavezeny částečně komunálním odpadem, který znemožňoval případnou dokumentaci.

Tabulka č. 4.3. – Přehled archivních sond

Sonda	Hloubka vrtu (m)	Staničení (cca km)	Y - JTSK	X - JTSK	Z – Bpv m n. m.
J110/P030505	10,0	20.740	748060	1154305	-
J111/P030505	11,0	20.640	748107	1154442	-
J112/P030505	11,0	20.520	748171	1154583	-
V13/P058614	10,0	-	749125,65	1154999,94	494,76
V14/P058614	10,0	19.510	749117,33	1154996,49	494,65
V15/P058614	5,0	19.590	749050,65	1154922,73	495,99
V16/P058614	5,2	19.690	748972,06	1154837,66	496,97
V17/P058614	5,4	19.800	748886,03	1154750	497,77
V18/P058614	4,7	19.920	748798,99	1154663,45	499,24
V19/P058614	10,2	19.960	748764,78	1154630,86	499,79
W18/P056401	4,2	21.170	748554,2	1154592,3	498,73
J27/P115356	6,0	20.720	748064,59	1154352,7	485,82
HJV142	9,0	20.275	748026,55	1154309,94	485,74
JV143	7,0	20.680	748106,13	1154353,63	486,01
JV144	7,0	20.743	748043,32	1154378,74	485,68
JV145	6,0	20.630	748126,82	1154416,67	485,91
JV146	6,0	20.700	748055,01	1154414,73	485,25

Získaný soubor údajů z vrtných prací, geofyzikálních a karotážních měření a laboratorních zkoušek byl využit pro konstrukci podélného geotechnického řezu a vypracování tabulky geotechnických vlastností. Průzkumem zjištěné poznatky o podmínkách ražby jsou komentovány v kapitole č. 8.

5. GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

5.1. GEOMORFOLOGIE

Zájmové území leží na rozhraní třeboňské a českobudějovické kotliny. Kotliny 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, eolickodeluviálních, deluviálních a fluviálních sedimentů. Dnešní reliéf je výsledkem selektivní eroze a denudace. Podle geomorfologického členění ČR na <http://geoportal.cenia.cz> náleží území na začátku části stavby mezi Hrdějovicemi a Dobřejovicemi náleží do :

Celek – Třeboňská pánev

Podcelek – Lišovský práh

Konec stavby mezi Dobřejovicemi a Ševětínem náleží do:

Oblast – Středočeská pahorkatina
Celek – Táborská pahorkatina
Podcelek – Písecká pahorkatina
Okresek – Ševětínská vrchovina

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.

Podle ČSN EN 1998-1 (73 0036) náleží zájmové území do oblastí s malou seizmicitou, hodnoty referenčního zrychlení základové půdy a_{gR} nepřesahují v dané oblasti 0,06 g. Doporučujeme na základě mapy seismických oblastí uvažovat s referenčním zrychlením základové půdy a_{gR} 0,04-0,06g. Slabá zemětřesení, která zde byla zaznamenána, mají úzký vztah k alpsko-karpatské zóně.

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.

5.2. GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMÍ

Z regionálně-geologického hlediska je zájmové území součástí českého moldanubika a třeboňské pánve. Trasa tunelu prochází metamorfovanými horninami moldanubika, hlubinnými vyvřelými horninami ševětínského granodioritu. Při výjezdovém portálu mohou být v hloubené části tunelu zastíženy i svrchnokřídové sedimenty a horniny klikovského souvrství.

Metasedimentární horniny moldanubika svým charakterem náležejí k jednotvárné (monotónní) sérii. Struktury charakteristické pro starší tektonickou stavbu se vyznačují mladšími strukturami refoleace, při níž vznikla monoklinální stavba s plochami foliace generálního směru SV-JZ a s mírným až středním úklonem k SZ. Tělesa muskovit-biotitické pararuly s turmalínem a tělesa leukokratního migmatitu existovala v metasedimentárním plášti již v období ražení starších struktur směru SZ-JZ.

Mladší než tyto deformační a metamorfní pochody jsou křemenné žíly, vyplňující poruchy orientované převážně ve směru blanické brázdy (SSV-JJZ). Podél blanické brázdy došlo v závěru variského vrásnění k výstupu diskordantního, většinou však konformního tělesa pozdně tektonických až posttektonických granodioritů a to do hloubek v rozmezí 4-8 km.

Horninový masiv je intrudován několika generacemi nepravidelně vyvinutých žil. Z žilných hornin byly vrtnými pracemi zastíženy erlány, a tlakově postižené pegmatity. Jedná se převážně o premetamorfní tělesa, která byla ovlivněna výraznou metamorfózou dané oblasti. Dále byly zastíženy i mylonity, jsou to horniny vznikající při vyšším metamorfním postižení primární horniny. I když nejsou mylonity typické žilné horniny, autor je pro zjednodušení řadí do žilných hornin. Důvodem je obdobný charakter umístění, tvar a plošný rozsah. V lokalitě se vyskytují mylonity ve velmi pokročilém stádiu mylonitizace, vizuálně je lze tedy charakterizovat jako „žilné horniny“.

Principy metamorfózy a jí ovlivňující faktory jsou velmi složité a nejsou předmětem této zprávy, pro laickou veřejnost jsou těžko pochopitelné. Žilná tělesa vytváří v mateřských horninách rigidnější tělesa, která jsou obtížněji deformovatelná. Vlivem mladších tektonických procesů dané oblasti byly deformovány převážně okolní mateřské horniny, žilná tělesa pak byla deformována jen křehce, s nižší intenzitou.

Horniny skalního podkladu jsou v trase projektovaného tunelu postiženy prakticky všemi stupni zvětrání. Jeho dosah a intenzita nejsou rovnoměrné a jejich vymezení v rámci geotechnického řezu je nutno považovat za schematizované, podmíněné bodovým vrtným průzkumem. Mocnosti zvětralinových zón výrazně umocňuje nepravidelné tektonické postižení horninového masívu.

Přípovrchová zóna zvětralých hornin skalního podkladu (moldanubické metamorfované horniny a granitoidy) se vyznačuje převážně hnědým, rezavohnědým, šedohnědým zbarvením, lokálně se šedými nebo bělošedými prolohami a smouhami. Horniny nabývají charakteru silně ulehlého až slabě stmeleného písku až štěrku s ostrohrannými úlomky, střípky až klasty zvětralé matečné horniny, které jsou do sebe vzájemně zaklíněny. U granodioritů dochází ke kaolinizaci živců – chemický rozpad živců na jílové minerály. Pro granitoidy v okolí Ševětína je charakteristické nepravidelné blokované zvětrávání a dále výrazné rychlé změny v mocnosti zvětralinové pláště. Tyto změny jsou vyvolávány deformačním členěním, orientací intruze, úhlem konvergence a teplotními podmínkami v intruzi a dále zejména variabilitami chemismu primárního magmatu.







Mocnosti zvětralinových zón v horninových masívech jsou dále ovlivněny i přítomností předkvartérních zvětrávacích procesů. Tyto procesy, byly vlivem rozdílného klimatu mnohem výraznější než dnes, zejména dominovalo chemické zvětrávání na fyzikálním. Mocnější zvětralinové zóny se vyskytují v granitoidních horninách cca od staničení km 19,300 až výjezdový portál tunelu, kde zcela zvětralé horniny mohou zasahovat až do hloubek 12 m, ojediněle při konci tunelu až 20 m. Tyto zvětralinové zóny zasahují v místě výjezdového portálu až pod úroveň dna budoucí nivelety tunelu.

Hluběji se v hornině setkáváme s drobně hrudkovitým až úlomkovitým rozpadem. Jednotlivé hrudky lze v ruce rozemílat nebo rozlamovat na menší střípky a drtit. Při bázi této polohy již má hornina makroskopicky habitus původní horniny a částečně v ní lze dokumentovat diskontinuity (v písčitéch zvětralinách jsou nezřetelné, nezjistitelné). Tato zóna může v granodioritech zasahovat do značných mocností, jako např. v sondě J412, kde byl pod zcela zvětralými horninami od hloubky cca 10 m až do cca 31 zaznamenán jejich výskyt. Jejich obvyklá mocnost granodioritech kolísá mezi 6-12 m. V prostředí moldanubických metamorfovaných hornin jsou mocnosti takto zvětralých hornin podstatně menší. Obvyklá mocnost nepřesahuje 5 m, pouze v blízkosti výrazných tektonických struktur může dosahovat až mocnosti kolem 15 m. Geologie v místě výjezdového portálu je výrazně ovlivněna systémem poklesových zlomů dobřejovické pánve.

Generálně porušení horniny diskontinuitami s hloubkou slábne, hornina je odlučná do nepravidelných kamenů, hlouběji do drobných bloků, nejhluběji zastižené partie hornin až do kvádrů. Horniny (moldanubické horniny, granodiority) jsou vzhledem ke složitějšímu staršímu tektonometamorfnímu ovlivnění a mladším tektonickým deformacím lokálně silně postižené – viz. kapitola č. 5.5.

S pevnou, blokovitě odlučnou horninou se setkáváme v rámci zájmového území velmi nepravidelně, u moldanubických hornin od úrovně cca 5-30 m pod povrchem terénu, u ševětínského granitoidu od úrovně cca 3 a více než 45 m pod terénem (neplatí pro místa s výskytem tektonických poruch).

HODNOTENIE TVARU BLOKOV A ÚLOMKOV

Typ	Názov	Charakteristika	Tvar	Typ	Názov	Charakteristika	Tvar
Po	Polyedrické bloky (polyhedral blocks)	Nepřavidelné a nepříběžné pukliny bez uspořádání do výrazných systémů		Eq	Kockovité bloky (equidimensional blocks)	Tri prevládajúce navzájom približne kolmé systémy puklín vytvárajúce kockovité (ortogonálne-ekvidimenzionálne) tvary	
Ta	Doskovité bloky (tabular blocks)	Jeden prevládajúci systém puklín (napr. vrstevnatosti) a neusporiadané, nepříběžné pukliny; hrúbky blokov doskovitého a lavcovitého tvaru sú značne menšie než ich dĺžka a šírka		Rh	Kosohľadá bloky (rhomboidal blocks)	Tri alebo viac systémův príbežných puklín vzájomne kosých, vytvárajúcich kosohľadá (romboidné) tvary blokov	
Pr	Hranolovité bloky (prismatic blocks)	Dva prevládajúce navzájom kolmé systémy puklín a ďalšie nepravidelné pukliny vytvárajú hrany rôznej dĺžky		Co	Stĺpcovité bloky (columnar blocks)	Systémy puklín paralelných smerův (viac ako tri) vytvárajú stĺpcovité formy blokov. Ich dĺžka je podstatne väčšia než iné rozmery	

Při vjezdovém a výjezdovém portálu tunelu mohou být lokálně zastíženy relikty neogenních (terciárních) hornin/sedimentů mydlovarského souvrství (vjezdový portál) a křídových hornin/sedimentů klikovského souvrství (výjezdový portál).

Ve svrchní křídě působením saxonské tektoniky, jež byla odrazem orogenní činnosti v alpsko-karpatské oblasti, vznikl sedimentační prostor, v němž se uložily jezerní a říční sedimenty klikovského souvrství. Materiál křídových sedimentů/hornin pochází ze zvětralin krystalinických hornin. Generální směr přínosu byl právě ze S a SZ a odvodňovací osa směřovala k J až JV.

V terciéru – neogénu dochází k sedimentaci mydlovarského souvrství, Sedimentace spadá do období maxima poklesu Českého masívu v tortonu. Nerovnoměrný synsedimentární pokles území vedl ke kolísání vodní hladiny. V klidnějších stádiích vývoje se vytvářela uhlotvorná rašelinistě, místy však chybí, ekvivalentem jsou sedimenty mělkého jezera. Poklesový vývoj se několikrát opakoval s různou, nepravidelnou intenzitou. Mocnost tohoto souvrství nepřesahuje cca 60 m. Mydlovarské souvrství je členěno na spodní část (včetně uhelných sedimentů) a svrchní část, mladší než uhelné sedimenty. Do spodní části náležejí bazální zelenošedé, písky, písčité jíly, jíly a slabě diageneticky zpevněné jílovce, prachovce, ojediněle i pískovce a lignitové sloje a uhelné jíly a jílovce. Ke svrchní „nadslojové“ části řadíme typické diatomové jíly až křemeliny, šedozelené jíly, jílovité písky a písky bez křemitých organismů.

MOLDANUBIKUM

Biotitická a sillimanit-biotitická pararula, místy s muskovitem

Pararuly představují nejrozšířenější metasedimentární horniny krystalinika. V typickém vývoji je pararula jemnozrnná až středně zrnitá, šedá nebo hnědošedá, složená z oligoklasu, křemene, biotitu, akcesorického apatitu, případně rudních minerálů. Pararuly jsou místy lokálně zbřidličnatělé, dále mohou být zastiženy i horniny charakteru kvarcitické sillimanit-biotitické pararuly. Kvarcitická biotitická pararula, přecházející do biotitického a muskovit-biotitického kvarcitu. Pukliny jsou svrchu převážně vyplněny jílovitopísčitou mezerní hmotou tuhé až pevné konzistence, hlouběji se pak mezerní hmota vytrácí, pukliny jsou cca max. 0,3 cm rozevřené, s drsností podle Bartona JRC = 4-10. Kromě puklinatosti jsou horniny postiženy zejména v místě vjezdového portálu výraznou foliací. Ta vykazuje převážně S-SV směr a směr sklonu v rozmezí 10-20°, a zapříčiňuje v kombinaci s tektonickým postižením drobný střípkovitý až lupenitý rozpad – extrémně malá až velmi malá vzdálenost diskontinuit (dokumentační bod DB8). Dále ve směru staničení filiace pozvolna vyznívá. Hlouběji horniny vykazují malou vzdálenost diskontinuit, nejhlubšími vrty zastižené horniny lze pak označit jako horniny se střední* vzdáleností diskontinuit.

Migmatizovaná sillimanit-biotitická pararula

Migmatizace se vyskytuje v rámci pararul velmi nepravidelně. Pararula zde obsahuje proměnlivé množství mobilizátu, převážně v ložních páscích nebo čočkách. Mobilizát má složení biotitického granodioritu nebo žuly, zcela lokálně může i převládat nad substrátem. Častější ložní polohy usměrněného nebo zbřidličnatělého granodioritu anebo žuly (lokálně s nodulemi sillimanitu a křemene) jsou doprovázeny slabou migmatizací jen v některých případech, jindy je okolní horninou nemigmatizovaná pararula. Pukliny jsou svrchu převážně vyplněny jílovitopísčitou mezerní hmotou tuhé až pevné konzistence, hlouběji se pak mezerní hmota vytrácí, pukliny jsou cca 0,2 cm rozevřené s drsností podle Bartona JRC = 2-8. Svrchní části horninového masívu se vyznačují extrémně malá až velmi malá vzdáleností diskontinuit. Hlouběji pozvolna přechází v malou vzdálenost diskontinuit, pouze nejhlubšími vrty zastižené horniny lze označit jako horniny se střední* vzdáleností diskontinuit.

Erlan

Tyto horniny vytvářejí v rámci těles pararul a migmatitů nepravidelná žilná tělesa. Je to drobně zrnitá šedozelená hornina s výraznou foliací. Rozevření puklin je značně variabilní, závislé na tektonickém postižení horniny. Na základě zastižených hornin ve vrtech jsou cca 0,05-0,5 cm rozevřené, s drsností podle Bartona JRC = 2-6. Na puklinách je lokálně hojná sekundární minerální výplň (chlority apod.), zelenavé, žlutozelené barvy, místy rozložená na jíl. Vrty zastižené horniny se vyznačovaly převážně malou až střední vzdáleností diskontinuit, lokálně v hlubších partiích horninového masívu pak vykazují až velkou* vzdálenost diskontinuit.

Mylonit

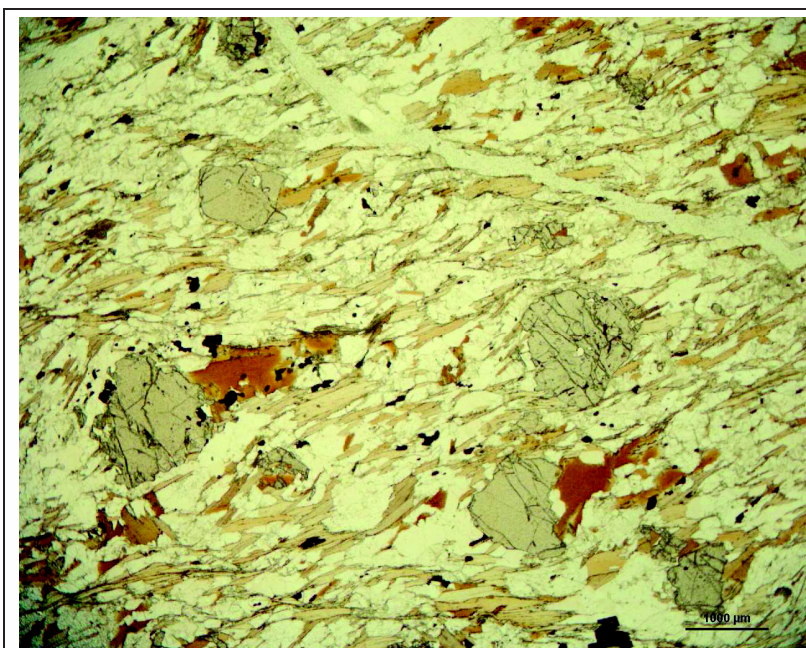
Tento horninový typ vzniká při vyšším metamorfním postižení horninového masívu. Mylonity byly do žilných hornin přiřazeny pouze schématicky vzhledem k obdobnému charakteru vmístění, tvaru a plošnému rozsahu. V lokalitě se vyskytují mylonity ve velmi pokročilém stádiu mylonitizace, vizuálně a pro zjednodušení je lze

tedy charakterizovat jako žilné horniny. V dokumentovaných sondách byl popisován jako šedozeleňá, bíle páskovaná hornina (křemen), s výraznou paralelní texturou. Rozevření puklin je rovněž značně variabilní, závislé na tektonickém postižení horniny. Na základě zastižených hornin ve vrtech jsou cca 0,05-0,3 cm rozevřené, s drsností podle Bartona $JRC = 2-6$. Na puklinách je lokálně hojná sekundární minerální výplň (chlority apod.), zelenavé, žlutozelené barvy, místy rozložená na jíl. Ve vrtech zastižené horniny se vyznačovaly převážně malou až střední vzdáleností diskontinuit, místy v hlubších partiích horninového masívu pak vykazují až velkou* vzdálenost diskontinuit.

Pegmatit tlakově postižený

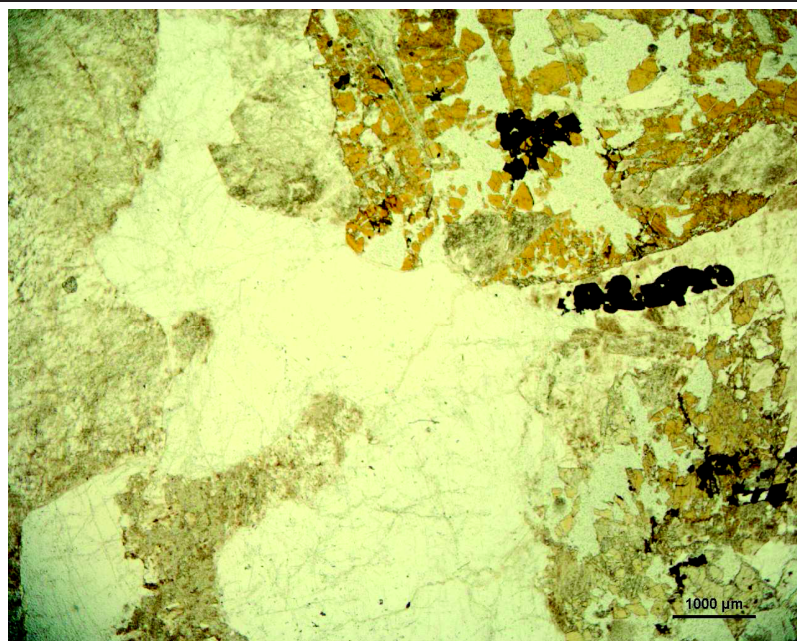
Makroskopicky se jedná o světle šedou, bělošedou jemnozrnnou až hrubozrnnou horninu, bez zřetelného usměrnění. Hornina bývá často silně porušená křehkými deformacemi. Rozevření puklin je rovněž značně variabilní, závislé na tektonickém postižení horniny. Na základě zastižených hornin ve vrtech jsou cca 0,05-0,6 cm rozevřené, s drsností podle Bartona $JRC = 4-8$. Ve vrtech zastižené horniny se vyznačovaly převážně malou až střední* vzdáleností diskontinuit.

Erlány, mylonity a tlakově postižené pegmatity jsme zastihly pouze v hlubokých tunelových vrtech. Lokálně je na tyto horniny, nebo jejich blízké okolí vázána slabá rudní minerální výplň (pyrit, arzenopyrit, titanit, pravděpodobně i ojed. uraninit, atd.)



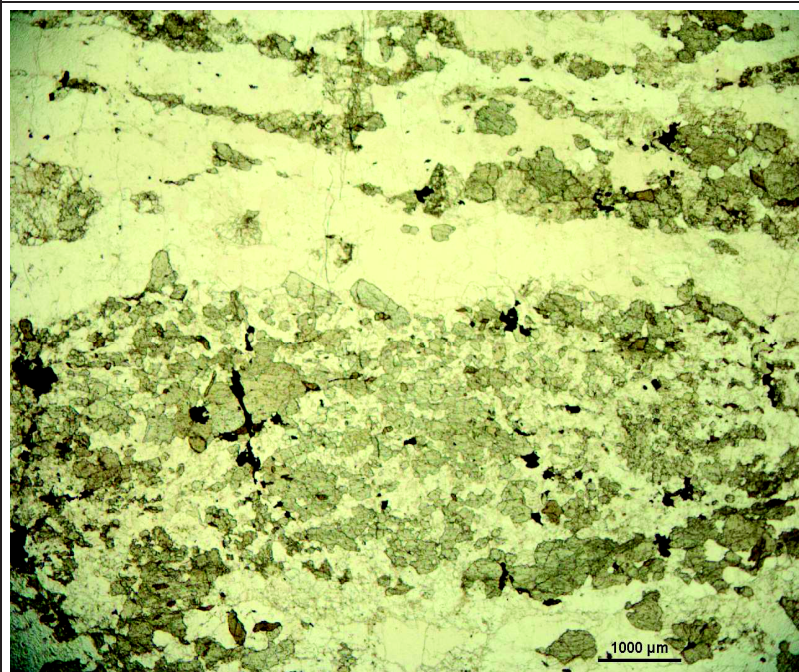
Pararula (granáticko-biotitická)

Makroskopicky šedozeleňá jemnozrnná hornina se zřetelnou paralelní texturou a viditelnými mm lupínky biotitu a zrnky granátu foliačních plochách. Granát dosahuje velikosti až 5 mm. Mikroskopicky je hornina tvořena sítí biotitu, uzavírá 0,1-0,5 mm zrna křemene a živce. Biotit je místy baueritizován („vybělen“ odnosem Fe), místy chloritizován. Uzavírá četný opakní minerál a zirkon. Zrna křemene jsou jinak po celém výbruse, jednak tvoří protáhlé nodule ve foliačních plochách. Zrna granátu jsou rozpraskaná a rozeseta po celé hornině. Ve výbruse jsou velikosti 0,1–0,5 mm.



Tlakově postižený pegmatit až granit (turmalinický pegmatit).

Makroskopicky hrubozrnná všesměrná bělošedá hornina s nádechem do růžova. Jsou dobře rozeznatelné zrna (cca 1 cm) růžového živce, šedého křemene a tmavohnědých až černých hnízd turmalínu, v průměru 0,5cm. Po celé hornině je přítomen sekundární pyrit, vtroušená zrna nebo žilky. Mikroskopicky je obsažen K-živec (perthitický, argilitizovaný), plagioklas, křemen, turmalín a titanit.



Erlán. *Makroskopicky jemnozrnná světle šedá hornina s nádechem do zelena se střídajícími polohami světle a tmavěji šedé. V tmavších polohách jsou patrné lupínky biotitu, viditelné zvláště na foliačních plochách. Po celé hornině jsou rozseta mm zrna pyritu. Mikroskopicky jsou světlejší polohy tvořené pásy hrubozrnnějšího, až 2 mm velkého, silně undulózniho křemene. Tmavší polohy jsou pak jemnozrnnou směsí rozložených živců (především plagioklasu), křemene, baueritizovaného biotitu, chloritu, opakního minerálu, akcesoricky je přítomen titanit. Napříč texturou jsou patrné (zejména ve zkrřížených nikolech) zrna pyroxenu. Lupínky rezavě hnědého (čerstvého) biotitu a rudní minerál, pravděpodobně pyritu jsou též po celé hornině. Erlány tvoří v moldanubiku čočky a budiny v rulách.*

SVRCHNÍ PALEOZOIKUM – karbon

Biotitický granodiorit – ševětínský typ

Biotitický granodiorit je zastížen cca v poslední třetině projektovaného tunelu. Typická hornina je světle šedá, bělošedá, rovnoměrně zrnitá, drobné až střední velikosti zrna, bez patrné přednostní orientace, masivní.

Vedle základní odrůdy je v ševětínském masívu ještě řada odrůd dalších, které ukazují, že celkové složení typu je dosti nerovnoměrné, i když změny nejsou příliš nápadné a týkají se převážně strukturních jevů. Místy se vyskytují odrůdy se značně nerovnoměrným vývojem zrna, místy odrůdy jemnozrnné. Jemnozrnnější a

nerovnoměrně zrnité odrůdy jsou vázány hlavně na drobnější výskyty a žíly. Pukliny jsou svrchu převážně vyplněny jílovitopísčitou mezerní hmotou tuhé až pevné konzistence, hlouběji se pak mezerní hmota pozvolna vytrácí, pukliny jsou ve svrchních částech horninového masívu cca 0,2 cm rozevřené, směrem do hloubky se pukliny uzavírají (rozevřenost puklin klesá až na cca 0,02 cm), s drsností podle Bartona JRC = 4-10, směrem do hloubky pak přechází do stupně JRC 2-6. Svrchní části horninového masívu se vyznačují extrémně malou až velmi malou vzdáleností diskontinuit. Hlouběji pozvolna přechází v malou vzdálenost diskontinuit. Vzhledem k nepravidelnému průběhu zvětralinového pláště a kataklastickému poškození granodioritu byly jen ojediněle zastiženy polohy hornin, které lze hodnotit jako horniny se střední* vzdáleností diskontinuit.

**Při hodnocení vzdálenosti diskontinuit je nutné vždy přihlídnout k tektonickému porušení horninového masívu.*

MEZOZOIKUM – svrchní křída

Klikovské souvrství

V prostoru výjezdového portálu byly tyto nezpevněné až slabě diageneticky zpevněné sedimenty zastiženy převážně archivními sondami a vrtem HJ414. Jedná se o denudační relikt vyplňující deprese v předkřídovém skalním podkladu. Jejich mocnost převážně nepřesahuje 2,0 m, ojediněle dosahuje max. 3,1 m. Převážně se jednalo o jílovitopísčité a písčitojílovité, lokálně o písčité nezpevněné, až slabě diageneticky stmelené sedimenty s variabilní příměsí drobného valounového materiálu. Sedimenty/horniny jsou převážně silně zvodnělé. Sedimenty se vyznačují pestrým – bělavým, žlutavým, hnědým, červenohnědým nebo fialovým zbarvením, případně mramorováním. Charakteristické pro tyto bazální křídové sedimenty je nestejně zrnitostní složení, které se často velmi rychle mění ve vertikálním a horizontálním směru, hojně jsou přechody až ve slepence s různým stupněm zpevnění, závislým na druhu tmelu.

TERCIÉR - neogén

Mydlovarské souvrství

sedimenty/poloskalní horniny tohoto souvrství byly zastiženy pouze vrtem HJ109 u výjezdového portálu tunelu. Nelze proto vyloučit jejich lokální výskyt v hloubené části tunelu. Pokud budou zastiženy, bude se jednat o písčité jíly až slabě stmelené písčité jílovce až jílovité pískovce. Zastižení reliktu lignitové sloje, respektive uhelných jílu nepředpokládáme. Na základě provedených geofyzikálních měření metodou MEU předpokládáme, že maximální mocnost těchto sedimentů nepřesáhne 3,0 m (pokud budou vůbec zastiženy).

5.3. KVARTÉRNÍ POKRYV

Kvartérní pokryv bude dotčen ražbou pouze v portálových úsecích. Kvartérní zeminy v místech výjezdového a výjezdového portálu nepřesahují cca 2,0 m. Jedná

se výhradně o deluviální svahové sedimenty, které zejména v geologické minulosti vznikaly různými pomalými svahovými pohyby (soliflukce, plížení a hákování vrstev, stékání atd.). Deluvia na obou portálech jsou i vzhledem k odlišným mateřským horninám obdobného charakteru. Převážně se jedná o písčitohlinité, písčitojílovité zeminy a hlinité a jílovité písky, tuhé, převážně však pevné až velmi pevné konzistence s variabilním podílem úlomků matečné horniny. Písčité zeminy jsou převážně středně ulehlé. Podíl úlomků směrem k bázi narůstá, deluvia tak velmi pozvolna přecházejí do zcela zvětralých hornin skalního podkladu – eluvium. Deluviální zeminy lze podle ČSN EN ISO 14688-2 definovat jako saSi, saciSi, sasiCl, saCl, ciSa, siSa grciSa grsiSa, podle ČSN 73 6133 pak převážně jako F3/MS, F4/CS, F5/ML,MI, S4/SM, S5/SC s variabilní příměsí úlomků podložních hornin.

Mocnost humózních vrstev se pohybuje v rozmezí 0,20 - 0,30 m.

V kvartéru se v zájmovém území uložily a vytvářely především soliflukční sedimenty, které jsou nejhojněji zastoupeny v oblasti krystalinika lišovského prahu (Rudolfovská hrášt'). Jedná se o redeponované zvětralinové hornin skalního podkladu pomalými svahovými pohyby (soliflukce, plížení vrstev, hákování vrstev atd.), často za součinnosti vodního ronů posouvány po skalním podkladu. 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 zvětralinové hornin skalního podkladu a redeponované deluviální sedimenty. Tyto kvartérní sedimenty v zájmovém území nepřesahují mocnosti cca 4,0 m, jen ojediněle mohou dosáhnout 6,0 m - vrt J404

5.4. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Na základě potřeb zjištění hydrogeologických poměrů, byl v zájmovém území prováděn, v rámci projektované stavby tunelu Chotýčany, předběžný hydrogeologický průzkum. Cílem předběžného průzkumu bylo charakterizovat hydrogeologické podmínky v projektované trase a jejím okolí, posoudit vliv stavby na jakost a režim podzemních vod a navrhnout opatření do dalších etap průzkumu. Předběžný hydrogeologický průzkum provedla firma GESTEC, s.r.o.. Rozsah prací předběžného hydrogeologického průzkumu byl přizpůsoben požadavkům dle Technických podmínek TP 76.

Na základě prozatím provedených průzkumných prací a zkoušek lze konstatovat následující :

- zájmové území spadá do hydrogeologických rajonů :
 - 6320 Krystalinikum v povodí Střední Vltavy
 - 2151 Třeboňská pánev

Z hydrogeologického hlediska můžeme rozlišit následující základní jednotky :

- moldanubické horniny (granity, pararuly, ortoruly, migmatity) - hlubší oběh s puklinovou propustností v rozpukaných horninách
- kvartérní sedimenty – průlinová propustnost

V moldanubických a granitoidních horninách je významnější oběh podzemních vod obecně vázán na zvětralinový plášť a zónu podpovrchového rozpojení hornin, zasahující obvykle do hloubek několika desítek metrů, příp. tektonicky porušená pásma. Na základě vyhodnocení čerpacích a stoupacích zkoušek provedených na vrtech HJ110 (granit) a HJ400 (rula) se koeficient filtrace v přípovrchové zóně navětrání moldanubických a granitoidních hornin a v tektonicky oslabených oblastech pohybuje v řádech 10^{-5} až 10^{-6} m/s, transmisivita dosahuje hodnot v řádech 10^{-4} až 10^{-5} m²/s. Karotážním měřením na vrtu J305 (kompaktní masiv), který se nachází ve stejné geologické jednotce, ale v jiné části modernizovaného úseku Nemanice – Ševětín, byl zjištěn koeficient filtrace v řádu 10^{-8} m/s.

V proterozoických a paleozoických horninách je významnější oběh podzemních vod obecně vázán na zvětralinový plášť a zónu podpovrchového rozpojení hornin, zasahující obvykle do hloubek několika desítek metrů.

Křídové sedimenty tvořené střídáním pískovců, prachovců a jílovců (klikovské souvrství) představují systém kolektorů a izolátorů, kdy voda proudí převážně v pískovcích s průlinovo-puklinovou propustností.

5.5. TEKTONIKA ÚZEMÍ, MEZOSKOPICKÉ STRUKTURY

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. Jde zřejmě o zónu tektonicky labilní po dlouhé období geologického vývoje, založenou již synmetamorfně. Prokazatelné je předgranodioritové stáří některých poruch, do nichž následně pronikl ševětínský granodiorit. Variského stáří je také část méně významných příčných dislokací. K pohybům a vzniku dalších zlomů docházelo ještě během permokarbonu i později, prakticky až do kvartéru. Z výškových rozdílů pánevních bází lze soudit, že od vzniku žul do konce sedimentace permu poklesla V kra podél drahotěšické poruchy nejméně o 500 m a naopak Z kra od konce křídové sedimentace dodnes zhruba o 400 m. I když mnohé z těchto mladších zlomů nejsou přímo paralelní s blanickou brázdou – mají spíše směr S-J až SSZ-JJV, jejich vzájemná souvislost je nepochybná.

Významným systémem dislokací jsou příčné poklesy celkového směru Z-V. 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. Přesmykové dislokace jsou nevelkého rozsahu, zejména co se týče směrné délky. Jsou vázány na jednotlivé kry, omezené staršími poklesy. Tyto kry reagovaly na tangenciální tlaky jako samostatné jednotky a vzájemně se srážely, natáčely a byly do sebe zatlačovány.

Zhruba v období tektogenetických fází, probíhajících v čelní části alpsko-karpatské předhlubně, docházelo ve víceméně již konsolidované jižní části Českého masívu k novým pohybům většinou po starších dislokacích směru SSV-JJZ a SZ-JV.

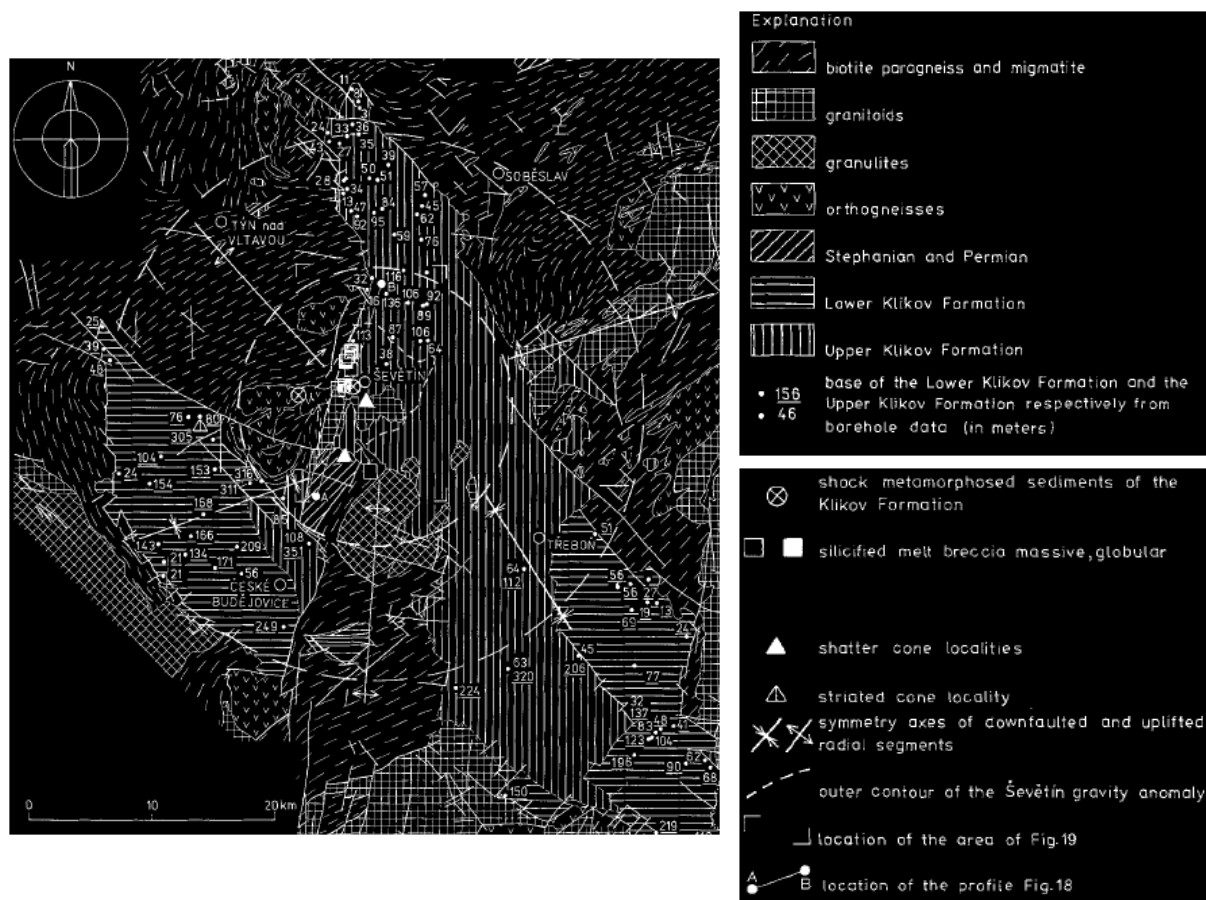
Pohyby po těchto liniích, opakovaných v několika časových intervalech, byly podnětem sedimentace v křídové a miocenní třeboňské a českobudějovické pánve.

Posloupnost a stáří pohybů podél jednotlivých tektonických linií nelze zcela bezpečně stanovit. Pohyby byly pravděpodobně většinou současné podél zlomů obou směrů, v různé intenzitě. Pomiocenní pohyby měly nejen poklesový, ale i horizontální charakter s tendencí k SZ.

Dnešní tvar třeboňské i českobudějovické pánve byl vytvořen mladými tektonickými pohyby v období po pliocenní sedimentaci. Tehdy došlo k relativnímu vyzvednutí krystalinika Lišovského prahu a současně k poklesu budějovické pánve proti třeboňské zhruba o 50-100 m. **Recentně je v oblasti jihočeských pánví prokázána poklesová tendence, tzn. území je tektonicky stále aktivní.**

Na základě provedeného vrtného a geofyzikálního průzkumu, lze usuzovat, že v oblasti vjezdového portálu se může vyskytovat **tektonicky rozvolněný skalní masív**. I když v terénu nejsou patrné žádné indicie nasvědčující svahovým deformacím, nelze vyloučit, že při otevření zářezu a zahájení ražby tunelu může dojít k jejich iniciaci či oživení. Tento předpoklad je nutné ověřit v další etapě geologicko-průzkumných prací. Inkriminované území je vyznačeno v příloze č. B.7.2.4.2.2 a B.7.2.4.2.6.

Širší oblast okolo Ševětína může být podle některých autorů duktilně porušena/postižena i netektonickými procesy. Podle studovaných archivních materiálů může být území součástí staršího astroblému, který je v současné době více méně zastřen terciárními a kvartérními geologickými procesy. Úvahy jsou založeny zejména na výskytu šokově metamorfovaných hornin, silicifikovaných globulárních brekcií a tzv. „shatter cone“ vyskytujících se v okolí Ševětína a na geofyzikálních měření (např. geoelektrická, gravimetrická měření apod). Oblast Ševětína pak představuje tzv. centrální uplftovou část astroblému o průměru cca 21 km. Toto netektonické postižení nereflektuje zjištěnou i předpokládanou tektonickou stavbu širšího okolí zájmového území. Na základě některých autorů, lze přisuzovat silnou kataklázu ševětínského granodioritu i okolních hornin právě těmto procesům.



Tektonické postižení, ale i postižení netektonickými procesy, horninového masívu v místech projektovaného tunelu je značné. Tyto struktury výrazně ovlivňují celkovou pevnost a zejména stabilitu horninového masívu, dále v místě tektonických struktur narůstá mocnost zcela zvětralých hornin až na desítky metrů (max. 30-40 m). V oblasti vjezdového portálu se může vyskytovat tektonicky rozvolněný skalní masív.

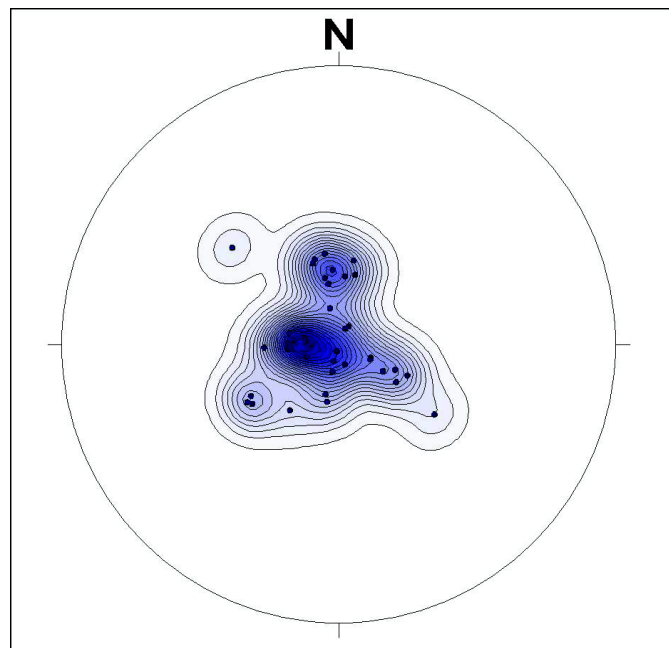
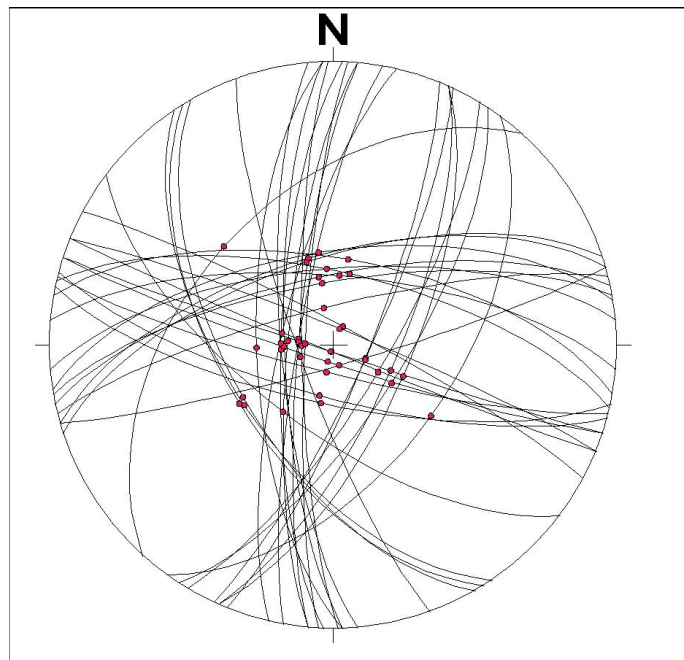
Mezoskopické struktury v horninách ševětínského granodioritu.**Opuštěný lom Vitín u silnice II/603**

pukliny:

282/83	198/85	240/60
13/96	192/73	268/68
126/55	195/75	283/75
112/80	198/88	238/58
194/82	28/84	91/63
346/79	164/84	250/80
344/64	202/88	272/75
217/66	22/85	236/59
312/47		

Lambertova plochojevná projekce, s vnesenými póly puklinových ploch. Puklinové systémy jsou převážně vertikální až subvertikální s orientací V-Z, SSZ-JJV, SZ-JV a SV-JZ.

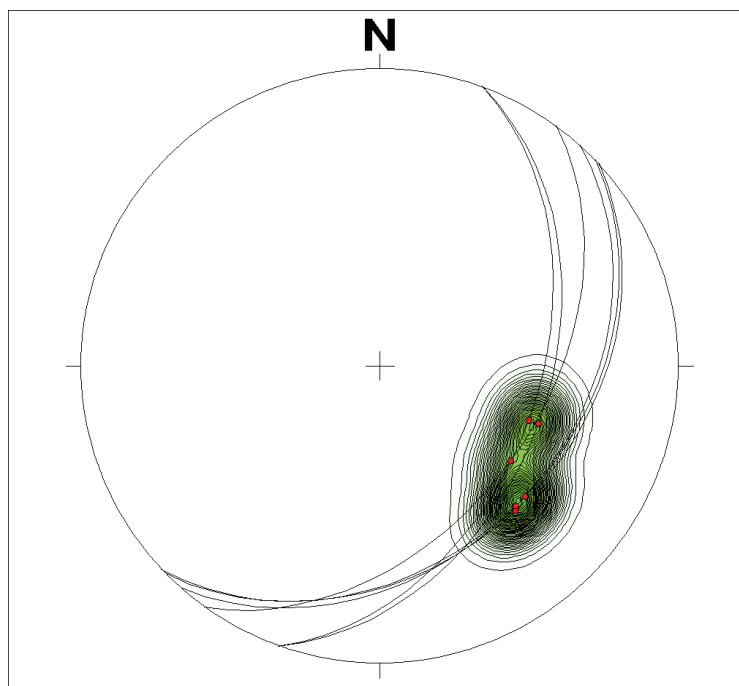
Konturový diagram pólů puklinových ploch jasně ukazuje vertikální až subvertikální sklony puklin



Zlomové plochy:

Výrazné zlomové plochy, ve směru SSV-JJZ až SV-JZ, se zakreslenými póly zlomových ploch – sklony zlomových ploch jsou v rozpětí 34-46°. Na zlomových plochách jsou hojně vyvinuty syntektonické minerály, zelenavé barvy. Z kinematických indikátorů lze usuzovat, že se jedná o systém násunovo-poklesových zlomů. Vzdálenosti jednotlivých zlomových ploch jsou cca 0,5-1,0 m. Zlomové struktury jsou cca shodného směru jako výrazný, asymetrický zlom Blanické brázdy – nadregionální struktura o délce min. 150 km

134/38	110/43	136/35
132/35	110/46	
137/34	126/45	

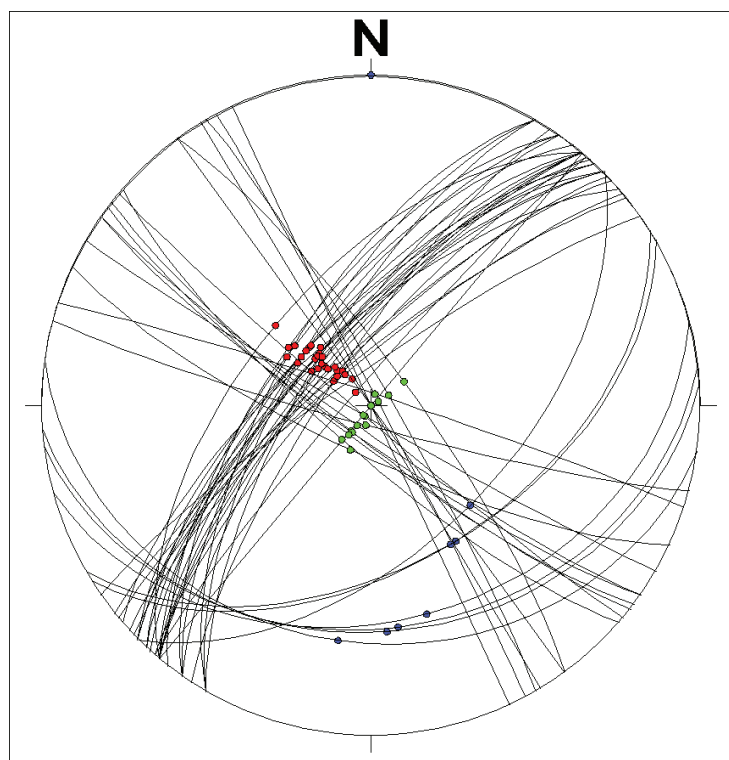


Zářez žel. trati cca ve st. km 21,200

Lambertova plochojevná projekce, s vnesenými póly puklinových ploch. Zlomové plochy nebyly v dané lokalitě pozorovány

systém SZ-JV, s vertikálními až subvertikálními sklony

305/70	305/69	320/80
300/73	300/66	315/69
310/75	300/69	317/77
311/85	310/69	319/71
303/79	315/72	310/72
305/74	316/78	311/79
310/74	325□8	313/72
	2	
312/72	321/79	315/73
313/69	305/65	310/90
308/66	310/59	310/76



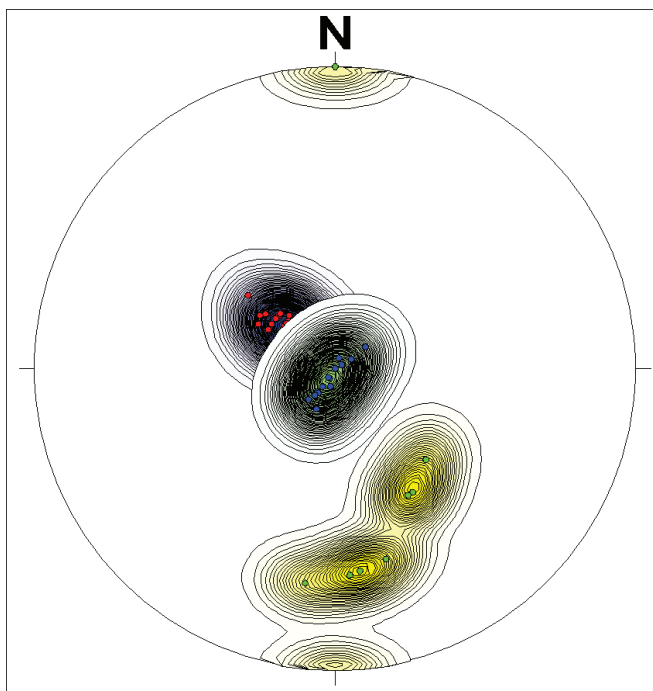
system SV-JZ, s vertikálními až subvertikálními sklony

54/90	65/90	220/87
62/88	22/79	215/82
60/85	21/84	18/87
59/90	195/85	217/81
54/80	210/87	218/82
20/78		

system SV-JZ až V-Z, se středními sklony až subhorizontálními sklony ploch v rozmezí 29-55°

180/37	173/33
176/32	135/55
188/29	148/50
165/35	150/50

Konturový diagram pólů puklinových ploch – strmé, vertikální až subvertikální sklony puklin – zelená, modrá, pukliny se středními sklony až subhorizontálními sklony - žlutá



Vznik těchto diskontinuit souvisí jednak s tuhnutím granitoidního magmatu, dále s výrazným tektonickým postižením horniny již v pevném stavu, a v neposlední řadě, lze na základě nalezených struktur usuzovat, i na netektonické postižení uvedené v předchozím textu.

Mezoskopické struktury v horninách moldanubika

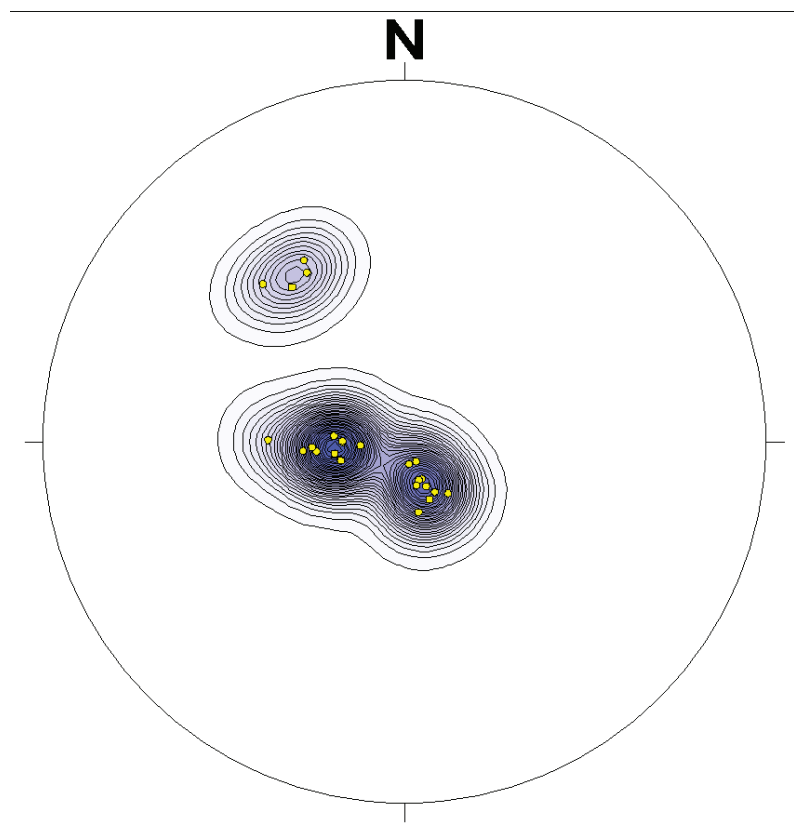
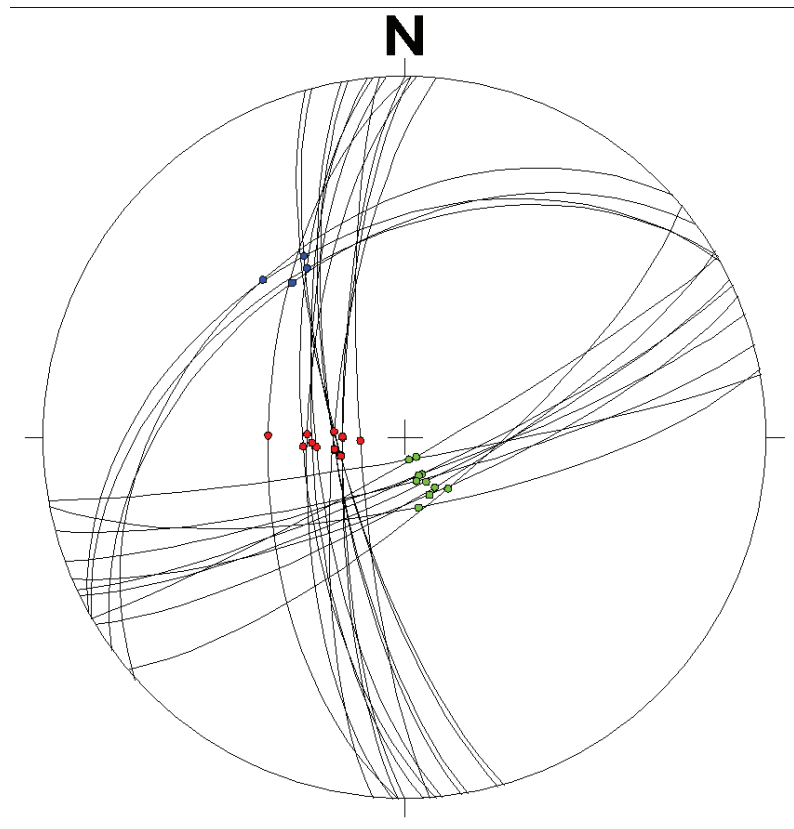
Zářez žel. trati cca ve st. km
16,050-16,250

Lambertova plochojevná projekce, s vynesnými směry sklonu a póly puklinových ploch. Dva puklinové systémy jsou převážně vertikální až subvertikální (póly ploch červené a zelené), třetí puklinový systém má převážně střední sklon (modré póly ploch). Směry sklonu jsou V-Z, SSZ-JJV, SZ-JV.

272/68	271/59	136/35
260/74	275/74	155/81
270/76	264/70	160/81
270/76	267/69	149/77
255/75	261/74	165/80
266/80	265/67	169/74
271/76	170/85	157/76
254/75	150/85	330/45
154/79	140/75	318/41
324/46	331/42	

Konturový diagram pólů puklinových ploch – převažující vertikální až subvertikální sklony puklin, méně časté pukliny se středními sklony.

Foliace hornin nebyla na této lokalitě pozorována.

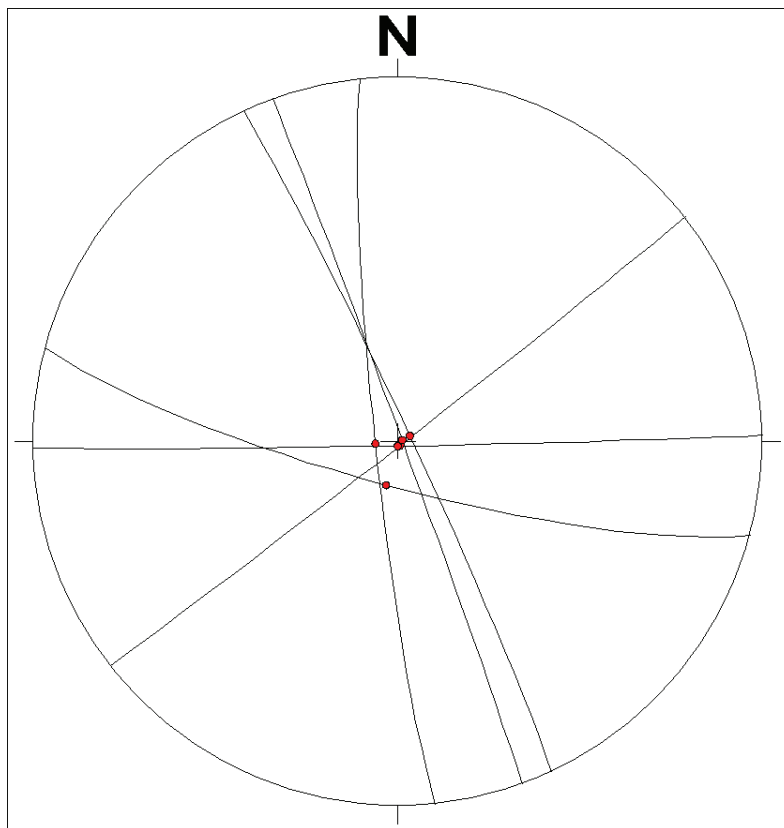


Opuštěný lom

$x = 1\ 156\ 735$, $y = 752\ 563$

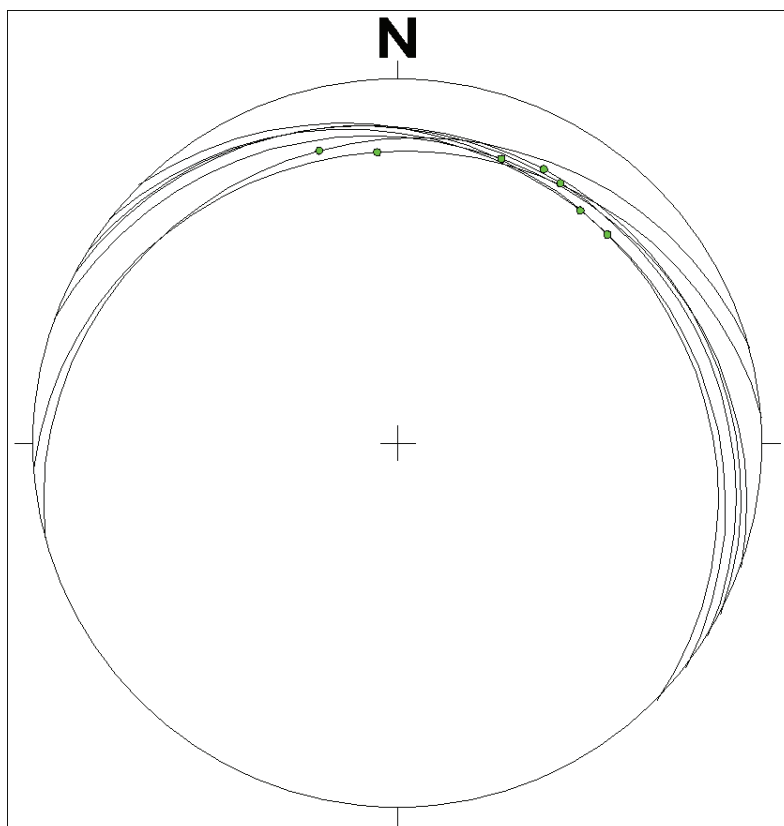
Lambertova plochojevná projekce, s vnesenými charakteristickými směry sklonu a póly puklinových ploch. Všechny změřené puklinové systémy jsou převážně vertikální až subvertikální. Z projekce je patrné všesměrné puklinové poškození hornin skalního masívu.

142/89	70/89
179/89	195/80
264/85	65/87



Lambertova plochojevná projekce, s vnesenými směry sklonu a sklony ploch foliace. Foliace je převážně subhorizontální a reflektuje širší tektonickou stavbu zájmového území. Ve směru staničení tunelu foliace hornin pozvolna vyznívá.

45/20	38/20	28/16
32/17	345/18	20/18
356/21		



6. VÝSLEDKY PRŮZKUMU

6.1. GEOMECHANICKÉ CHARAKTERISTIKY HORNIN

Z vrtného jádra byly odebírány sady vzorků k laboratornímu stanovení objemové přirozené hmotnosti, objemové hmotnosti nasyceného prostředí, objemové tíhy, tíhové vlhkosti, stupni nasycení, pórovitosti, nasákavosti, bobtnavosti, filtračního součinitele, rozbídnivosti, pevnosti v prostém tlaku, modulu přetvárnosti a pružnosti, úhlu pevnosti, počáteční smykové pevnosti, pevnosti v prostém tahu a příčném tahu, Poissonova čísla, pevnosti v tahu za ohybu, rychlostí podélných a příčných seismických vln a abrazivnosti, z portálových úseků i vzorky k základnímu klasifikačnímu rozboru. Výše uvedené laboratorní zkoušky byly požadovány projektanty tunelových objektů.

Na základě makroskopického popisu lze konstatovat, že horniny mají v navětralém až neztvětralém stavu převážně střední až vysokou pevnost (třída R3 a R2). V okolí poruchových zón se jejich pevnost snižuje, a to na střední až nízkou (třída R3 – R4). Poruchové zóny jsou často vyplněny horninovou drtí, zvodnělé pak až písčitém materiálem, s variabilním zastoupením jílovité frakce.

Horninový masiv je podle výsledků geofyzikálního průzkumu porušen četnými diskontinuitami vyššího řádu, v rámci kterých je hornina intenzivně mechanicky porušena a vzhledem k migraci vodního prostředí i zvětralá. Výskyt tektonických poloh byl zaznamenán všemi realizovanými vrty, a to velmi nepravidelně, v různých hloubkových úrovních a s velmi rozdílnou intenzitou. Tektonická pásma lze předpokládat na základě vyhodnocení geofyzikálních měření. Vrtnými pracemi byly zaznamenány v oblasti ražby tunelu hojně, převážně vertikální až subvertikální zdrsnělé pukliny. Podle klasifikace drsnosti (Barton) je řadíme převážně do JRC= 4-10, v žilných horninách pakl převážně do JRC 2-8.

Hodnota RQD dosahuje v realizovaných vrtech v prostředí navětralých až neztvětralých granodioritů hodnot 40-55% (průměrně 48%). V prostředí mírně zvětralých granodioritů dosahuje cca průměru 23 %, v horninách silně zvětralých pak cca 4 %.

V prostředí metamorfovaných navětralých až neztvětralých moldanubických hornin dosahuje hodnota RQD hodnot 55-68% (průměrně 60%). Vyšší hodnoty RQD byly zjištěny v žilných horninách charakteru erlánů a dále v mylonitech. V prostředí mírně zvětralých hornin dosahuje cca průměru 27 %, v horninách silně zvětralých pak max. 3 %.

V místech tektonických poruch dosahovala jen ojediněle hodnota RQD 2-3%, převážně se však pohybovala na 0 %.

Celkově se jedná se o hodnoty indikující i přes relativně vysoké hodnoty pevnosti jednotlivých částí jádra špatnou kvalitu hornin s vysokou intenzitou porušení masivu. Případná porušení představují odlučnosti po plochách diskontinuit (zlomy, pukliny u rul pak i foliace).

Kromě výše popsanych diskontinuit procházejí trasou projektovaného tunelu také poruchy vyššího řádu, které nelze bodovým vrtným průzkumem zaznamenat, a proto byly detekovány pomocí geofyzikálních metod. Jedná se o subvertikální tenké zóny, lokální tektonické dislokace, v rámci kterých je hornina intenzivně mechanicky

porušena a zvětrána. Tyto podcenené zóny zasahují i pod úroveň počvy tunelu. Jejich předpokládaný výskyt je zakreslen v příloze B.7.2.4.2.4 i B.7.2.4.2.

Tabulka č. 6.1.1 - Zatřídění hornin podle pevnosti

ČSN 73 1001 (neplatná)		Pevnost σ_c (MPa)	ČSN EN ISO 14689-1	
třída	pevnost		název	třída
R1	velmi vysoká	> 250	extrémně pevná	RS0
		250 – 150	velmi pevná	RS1
R2	vysoká	150 – 100		
		100 – 50		
R3	střední	50 – 25	středně pevná	RS3
		25 – 15	měkká	RS4
R4	nízká	15 – 5		
R5	velmi nízká	5 – 1,5		
R6	extrémně nízká	1,5 – 1,0	extrémně nízká	RS6
		1,0 – 0,5		
		< 0,5		

Vysvětlivka : RS (rock strenght) – vzhledem k absenci označení tříd autor zavedl vlastní označení

V následujícím textu uvádíme pro přehlednost tabulky, které obsahují hodnocení horninového masívu podle stupně zvětrání a podle vzdálenosti diskontinuit ve smyslu normy ČSN EN ISO 14689-1 – Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídění hornin – Část 1: Pojmenování a popis (ČSN 72 1005) z 10/2004. Tato klasifikace pak byla použita v dalším textu zprávy a v příloze B.7.2.4.2.6.

Tabulka č. 6.1.2 – Stupeň zvětrání podle ČSN EN ISO 14689-1

Název	Popis	Stupeň
Zdravá	Bez viditelných znaků zvětrání horninového materiálu; možné nepatrné odbarvení na povrchu hlavní diskontinuity	0
Slabě zvětralá	Odbarvení indikuje zvětrání horninového materiálu a povrchu diskontinuity	1
Mírně zvětralá	Méně než polovina horninového materiálu je rozložena nebo rozpadnutá. Zdravá nebo odbarvená hornina je přítomna buď jako nesouvislý systém nebo jako nezvětralý balvan	2
Velmi zvětralá	Více než polovina horninového materiálu je rozložena nebo rozpadnuta. Zdravá nebo odbarvená hornina je přítomna buď jako nesouvislý systém nebo jako nezvětralý balvan	3
Zcela zvětralá	Veškerý horninový materiál je rozložen a/nebo se změnil na zeminu. Charakteristika masívu je převážně ještě neporušená	4
Eluvium	Veškerý horninový materiál je přeměněn na zeminu. Stavba masívu struktura materiálu jsou zničeny. Jsou zde velké změny v objemech, ale zemina nebyla ještě významně transportována	5

Tabulka č. 6.1.3 – Vzdálenost diskontinuit podle ČSN EN ISO 14689-1

Název	Vzdálenost (mm)	Stupeň
velmi velká	> 2 000	1
velká	2 000 – 600	2
střední	600 – 200	3
malá	200 – 60	4
velmi malá	60 – 20	5
extrémně malá	< 20	6

6.2. VYHODNOCENÍ GEOFYZIKÁLNÍHO PRŮZKUMU

Interpretace provedeného geofyzikálního průzkumu spočívala v dílčí interpretaci použitých metod a v syntéze výsledků těchto metod. Výstupem jsou seismické a odporové řezy a odporové křivky. Při interpretaci výsledků geofyzikálního měření byly využity i údaje z nově realizovaných vrtů.

Metoda DOP velmi přesně indikuje ostré anomální projevy strmých vodičů a v kombinaci s metodou MRS dává velmi dobré výsledky o tektonické stavbě. Touto metodou byly na základě zdánlivých (měřených) měrných odporů diferencovány horniny na podélném profilu (příl. 2). Ruly v první části profilu se vyznačují poměrně stabilními měrnými odpory kolem 100 Ω m. Jak se profil přibližuje ke kontaktu s žulou, měrné odpory se postupně zvyšují na 200 Ω m a blíže k *drahotěšické poruše* (protíná podélný profil P1 kolem km 2,7) až k 500 Ω m jako projev kontaktní metamorfózy. Žuly se vyznačují měrnými odpory většinou kolem 300 Ω m, místy až 600 Ω m (možná žíly v žule). Přibližně od km 3,7 tunelu na žuly začínají místy nasedat křídové sedimenty o velmi malých mocnostech a o měrných odporech kolem 80 Ω m (např. vrt HJ 414), ale na konci tunelu opět vystupuje žula až k povrchu. Žula je v úseku 3,7 – 4,9 km většinou silně zvětralá (nízké seismické rychlosti i měrné odpory).

Tabulka č. 6.2.1. Orientační zatřídění hornin do tříd těžitelnosti a tříd pevnosti podle seismických rychlostí

Seismická rychlost (m/s)	Třída těžitelnosti	Pevnost ČSN 731001
400 - 600	I	-
600 - 1 200	I	R6
1 200 - 1 800	I	R5
1 800 - 2 400	II	R4
2 400 - 3 200	III	R3

Seismická rychlost (m/s)	Třída těžitelnosti	Pevnost ČSN 731001
přes 3 200	III	R2

Metodou MRS byly horniny klasifikovány podle seismických rychlostí (příl. 3). Ruly mají zpočátku nízké seismické rychlosti 1 500 - 2 000 m/s (R5 - R4, tř. těžitelnosti II). Směrem k drahotěšické poruše se ruly zpevňují a mají seismické rychlosti 2 500 - 3 000 m/s (R3, tř. těžitelnosti III), místy i vyšší. Žuly se vyznačují vysokými seismickými rychlostmi 3 000 - 5 000 m/s (R3 - R2, tř. těžitelnosti III). Křídlové horniny a pod nimi žuly mají nízké seismické rychlosti 1 500 - 2 000 m/s (R5, tř. těžitelnosti II), pouze místy tvoří žuly pevnější polohy.

Orientačně byly určeny ze seismických rychlostí třídy těžitelnosti hornin a pevnost hornin v závislosti na seismických rychlostech (kvalifikovaný odhad). Výsledkem je pak tabulka 6.2.1. uvedená výše.

Metodou DOP i MRS byly v horninovém masívu lokalizovány také porušené zóny a tektonické linie jako místa s velmi nízkými měrnými odpory a také sníženými seismickými rychlostmi. Obě metody vykazují výraznou shodu v lokalizaci poruch, jak je patrné z příl. 2 a 3. Poruchy jsou klasifikovány v odporovém profilování až do čtyř kategorií podle svého významu, daného intenzitou geofyzikální anomálie: velmi výrazné porušené zóny jsou v přílohách zakresleny čtyřmi strmými přerušovanými liniemi, výrazné - třemi liniemi, méně výrazné dvěma a nevýrazné jednou přerušovanou linií. V seismickém řezu jsou zakresleny poruchy jen ve dvou kategoriích - výrazné a méně výrazné -, výjimečně je uvedena i třetí velmi výrazná porucha třemi liniemi.

Interpretované poruchy jsou zobrazeny v seismickém řezu v příl. 3. MRS je lokalizuje do hloubek kolem 40 m, vhodným interpretačním postupem lze je však extrapolovat strmě do hloubek až k niveletě tunelu. V příloze 3 přílohy č. B.7.2.4.2.9. je takto reinterpretovaný seismický řez prezentován. Je jasné, že čím větší hloubka průzkumu, tím více ubývá strukturních detailů, které je možné v daných hloubkách vyzkoumat.

V přehledné tabulce 6.2.2. níže jsou uvedena místa, kde poruchy protínají podélný profil P1.

Tab. 6.2.2. Přehled interpretovaných poruch na profilu P1 podle DOP a MRS

geofyz. metráž	kilometráž trasy	subjekt. význam	geofyz. metráž	kilometráž trasy	subjekt. význam
0	15.800	3	2580	18.380	2
115	15.915	1	2690	18.490	1
210	16.010	2	2730	18.530	3
325	16.125	3	2850	18.650	2
400	16.200	2	3170	18.970	2-3
500-550	16.300-16.350	2	3285	19.085	1-2
670	16.470	2	3650-3690	19.450-19.490	3
880	16.680	1	3850-3870	19.650-19.670	2
980	16.780	1	3960	19.760	2
1050	16.850	1-2	4055	19.855	1
1125-1150	16.925-17.000	1	4120	19.920	1
1190-1200	16.990-17.000	2-3	4240	20.040	1
1300	17.100	1	4310	20.110	2-3
1420	17.220	2	4480	20.280	2-3
1480	17.280	1	4590	20.390	1
1700	17.500	1	4620	20.420	1
1870	17.670	2	4700	20.500	1
1950	17.770	1	4750	20.550	1
2033-2040	17.830-17.840	3	4800	20.600	1-2
2220-2260	18.020-18.060	2	4930	20.730	1
2430	18.230	1	5020	20.820	2

Pozn: Geofyzikální metráž je uvedena v m a je zaokrouhlena na 5 m, kilometráž odpovídá staničení projektované trasy v km. Subjektivní význam anomálie je průměr kvalitativního ohodnocení v metodách DOP a MRS. Rostoucí význam může znamenat vyšší kontrast ve fyzikálních vlastnostech porušeného pruhu hornin, které jsou vztaženy k parametru ovlivněném stupněm porušení hornin nebo větší mocnost šířku.

V prostoru vjezdového portálu byly změřeny kromě podélného profilu tři příčné profily v km 15.894, 15.924 a 15.954 (situace viz příloha 4 přílohy č. B.7.2.4.2.9., profily jsou označené P+kilometrží, např. P15.894) metodami MRS, VES a MEU. Délka profilů MRS byla 92 m, profilů MEU 120 m.

Horninové prostředí se v prostoru vstupního portálu jeví jako silně tektonicky porušené. Mocnost kvartérních sedimentů a eluvia rul charakteru písčité zeminy je v prostoru portálu kolem 2 m, na profilu v km 15.954 místy až 4 m. Ruly jsou silně zvětralé zejména na SZ od osy trati, kde jsou seismické rychlosti pouze 1 000 - 1 400 m/s (R6 - R5, tř. těžitelnosti I). Směrem k JV jsou ruly pevnější se seismickými

rychlostmi 1 600 - 2 200 m/s (R5, tř. těžitelnosti I - II podle ČSN 73 6133). Podle měrných odporů se zdá, že při povrchu rul je tenká jílovitá vrstva, která může být rizikem pro svahové deformace. Hluběji jsou měrné odpory 100 - 200 Ω m, tedy horniny střední pevnosti.

Ve vrtu HJ400 byl zjištěn neogenní sedimenty, které jsou velmi prudce ukončeny pravděpodobně tektonicky kolem km 15.840-50. Příčně na tuto tektonickou linii probíhají další tektonické linie v krystaliniku.

Podrobně jsou výsledky geofyzikálních průzkumů přiloženy jako příloha č. B.7.2.4.2.9.

Širší oblast vjezdového portálu tunelu je tektonicky porušena výraznými poklesovými zlomy. Horninový masív je místy silně tektonicky ovlivněn (podrcen), nelze vyloučit ani výskyt reliktních neogenních jílovitých hornin, které mohou v krajním případě, podmínit vznik nových smykových ploch.

Ve vrtu HJ400 byly zjištěny neogenní sedimenty, které jsou velmi prudce ukončeny pravděpodobně tektonicky (cca kolem km 15.840-50). Příčně na tuto tektonickou linii probíhají další tektonické linie. Jejich korelace mezi profily osovým a příčnými nemusí být však zcela přesná. Na základě výsledků vrtného a geofyzikálního průzkumu zde lze předpokládat výskyt tektonicky rozvolněného skalního masívu. Tento předpoklad je nutné v rámci další etapy ověřit průzkumnými pracemi a navrhnout případná sanační opatření.

V oblasti výjezdového portálu byly zastiženy silně zcela až silně zvětralé granodiority, drobně písčité až drobně úlomkovitě rozpadavé, kaolinizované. Rozsah mocnosti zvětralinové zóny je značně variabilní. Na základě provedených geofyzikálních měření a IG sond lze konstatovat, že zcela až silně zvětralé horniny zasahují do hloubky 15- cca 22 m pod povrch stávajícího terénu, tzn. zasahují cca až 10 m pod počvu tunelové stavby. Dalším nepříznivým faktorem je značně vysoká hladina podzemní vody, s vyšší vydatností. Hladina podzemní vody je dotována z místních vodotečí a dále je zejména závislá na poměrně velké infiltrační oblasti.

Výše uvedeným komplexem geofyzikálních metod byly zjištěny seismické rychlosti a měrné odpory hornin do hloubek odpovídajících délce daného uspořádání či roztažení: Pro odporové profilování DOP to činí asi 20 m, u odporové tomografie MEU a odporového sondování VES asi 30 m. Tyto hloubkové dosahy odpovídají běžným nepříliš pestrým geologickým podmínkám. Ve skutečnosti závisí hloubkový dosah i na fyzikálním kontrastu sledovaných geologických struktur vůči okolí a na jejich relativní velikosti vůči hloubce. Lze proto z mělkého seismického refrakčního měření s délkou rozložení geofonů 92 m např. interpretovat struktury s kontrastně vyššími rychlostmi (tvrdé polohy) nebo naopak nižšími (rozvolněné, rozpukané polohy - tektonické poruchy - do hloubek vyšších než je deklarovaný hloubkový dosah tohoto položení (polovina uspořádání, tj. 45 m). Interpretační software dovoluje sestavit seismické řezy až do hloubek rovných délce uspořádání (tj. 90 m), ale v hlubších částech řezu je seismický obraz méně jasný a přesný, přesto se zobrazí všechny výrazné struktury. Proto jsou seismické řezy zakresleny místy do hloubek až 100 m, aby podaly obraz o podmínkách v hloubkách pod niveletou projektovaného tunelu.

Při porovnání výsledků měření MRS a DOP je patrné, že i v horninách s vysokými rychlostmi (i přes 5000 m/s) jsou indikovány tektonické poruchy. Plochy tektonických

poruch (diskontinuit) jsou velmi sevřené, a velmi často vyplněné sekundárními minerály. Sevření ploch diskontinuit a sekundární minerální výplň má pak za následek, že dochází k minimálnímu útlumu seismických vln při metodě MRS. Z těchto důvodů je pro přesnější lokalizaci poruch, dán při hodnocení vyšší důraz metodě DOP.

6.3. VYHODNOCENÍ KAROTÁŽNÍHO PRŮZKUMU

Celkem bylo karotážní měření provedeno ve čtyřech vrtech. Dva vrty (J404 a J405) zastihly metamorfované horniny: pararuly, migmatity, mylonity, erlány a tlakově postižené pegmatity (původně popisované jako metadiority a aplity). Další dva vrty (J408 a J409) byly realizovány v horninách Ševětínského granodioritu. V případě metamorfítů klesá porušení a stoupá pevnost s hloubkou. Ve vrtu J404 vykazují pararuly, nacházející se v horní polovině vrtu, rychlost podélné seismické vlny 2000-3000 m/s, migmatity, nalézající se pod pararulami, vykazují rychlost 4000 m/s. Pevnější migmatity mají oproti pararulám vyšší Poissonovo číslo. Poissonovo číslo, určené karotáží, je stejně jako Youngův modul a pevnost v prostém tlaku dynamickou geomechanickou proměnnou. Hodnoty těchto parametrů, stanovené na vzorcích v laboratoři, nemusejí odpovídat hodnotám zjištěným z akustické karotáže. Akustická karotáž používá řádově menší deformace vzorků. Ve vrtu J404 dosahuje Poissonovo číslo u migmatitů hodnoty 0,27 oproti 0,16-0,25 pro pararuly. Migmatity mají také vyšší průměrnou hustotu 2,55 g/ccm, zatímco pararuly mají hustotu 2,25-2,48 g/ccm. Metamorfity zastižené vrtem J405 vykazují podobné rychlosti podélné seismické vlny jako metamorfity zastižené vrtem J404. Erlány a mylonity dosahují 3600 m/s a migmatity 4500 m/s. Porušenější horniny se nacházející v horní polovině vrtu J405, mají oproti migmatitům nalézajícím se v dolní polovině vrtu nižší Poissonovo číslo 0,20-0,25. Migmatity zastižené vrtem J405 vykazují stejnou průměrnou hodnotu Poissonova čísla 0,27, jako v případě vrtu J404. Z průměrných hodnot geomechanických parametrů hornin v profilu vrtu J405 se vymykají tlakově postižené pegmatity, které mají vysokou rychlost podélné vlny 5000-5500 m/s a vysoké Poissonovo číslo 0,28-0,30.

Granitické horniny, zastižené vrty J408 a J409 vykazují rychlost podélné seismické vlny v rozmezí 2600-4300m/s. Rychlost podélné vlny stoupá s klesajícím zvětráním a porušením žul. Oproti metamorfítům zcela neplatí, že stupeň zvětrání a porušení klesá s narůstající hloubkou. V případě obou vrtů (J408 a J409) bylo zjištěno, že se pod relativně méně zvětralou a porušenou žulou nachází žula opět více zvětralá a porušená. Vrt J408 zastihl méně zvětralou žulu v intervalu 5,6-10,9 m a pak u dna vrtu v intervalu 28,8-35,4 m. Mezi hloubkou 16,5 m a 28,8 m je žula naopak nejvíce porušená a zvětralá. Vrt J409 zastihl nejméně zvětralé a porušené žuly v hloubkovém intervalu 10,4-31,1 m, konečná hloubka vrtu je přitom 51,15 m. Měrná objemová hmotnost žuly je v průměru v obou vrtech rovna 2,62 g/ccm. Sevření stěn vrtu J408 během karotážního měření a malý průměr polyetylenové pažnice, kterou byl vystrojen vrt J409, neumožnily ve vrtech, které zastihly granitické horniny, provést digitální akustickou karotáž. Z tohoto důvodu nebyla v granitech provedena interpretace Poissonova čísla. Nicméně hodnoty Youngova modulu a pevnosti v prostém tlaku byly pro granitické horniny vyhodnoceny z analogové akustické karotáže a jsou zobrazeny na grafických přílohách. Vrty v metamorfovaných horninách vykazovaly řádově vyšší propustnost, než vrty v granitu.

Hydraulická vodivost (koeficient filtrace), vztažená na hloubkový interval od první po poslední propustnou puklinu ve vrtu, činí pro vrt J404 $K_f=8 \cdot 10^{-7}$ m/s, pro vrt J405 $K_f=5,3 \cdot 10^{-7}$ m/s, ale pro vrt J409 jen $6,2 \cdot 10^{-8}$ m/s. Vrty v metamorfovaných horninách jsou nejen propustnější, ale dochází v nich na rozdíl od vrtu J409 (v granitech) k přirozenému proudění podzemní vody. Vrty v metamorfovaných horninách drénují podzemní vodu z výše do níže položených propustných puklin. Ve vrtu J404 dosahuje sestupné přirozené proudění podzemní vody maximálního objemu 250 l/den. Ve vrtu J405 je maximální objem sestupně proudící vody 150 l/den. Neexistuje závislost mezi litologickým typem metamorfovaných hornin a propustností. Zatímco ve vrtu J405 jsou propustnější mylonity, ležící nad méně propustnými migmatity, ve vrtu J404 je to naopak a migmatity ve spodní polovině vrtu jsou propustnější, než nad nimi ležící pararuly. Propustnost je vázána na lokální rozpukání hornin. V případě vrtu J409, který zastihl žulu, je nejpropustnější svrchní část vrtu, kde se vyskytují nejvíce zvětralé žuly.

Úklon vrtů je malý. Vzdálenost ústí od čelby vrtů, promítané kolmo na terén, činí 0,6 m (J409), 1,2 m (J404) a 1,9 m (J405).

Podrobně i s grafickými přílohami jsou výsledky karotážního průzkumu přiloženy jako příloha č. B.7.2.4.2.10.

6.4. VÝSLEDKY HYDROGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Hydrodynamické zkoušky (HDZ), provedené ve 2 sondách (HJ110 a HJ400) na lokalitě Ševětín sestávaly z následujících testů :

- z individuální čerpací zkoušky (ČZ), provedené v každé sondě metodou odběru konstantního množství podzemní vody v každé z realizovaných depresí
- návazné stoupací zkoušky (SZ)

Pro interpretaci výsledků HDZ provedených ve výše uvedených sondách na lokalitě Ševětín byl použit program AquiferTest Pro, do něhož byla zadána relevantní data a s jehož pomocí byl graficko - početní metodou vykreslen pokles či vzestup hladiny podzemní vody v průběhu ČZ a SZ a vypočítány příslušné hydraulické parametry.

- koeficient transmisivity T testovaného zvodnělého systému se pohybuje ve 3 řádech – a sice v řádech 10^{-4} m²/s - 10^{-6} m²/s,
- koeficient filtrace k zvodnělého prostředí se pohybuje rovněž v rozpětí 3 řádů – a sice 10^{-5} m/s - 10^{-7} m/s,
- na základě klasifikace **Krásného** lze transmisivitu zvodnělého horninové prostředí charakterizovat jako střední (třída transmisivity III) až velmi nízkou (třída transmisivity V) a na základě klasifikace **Jetela** lze testovaný zvodnělý systém označit jako mírně propustný (třída propustnosti IV) až slabě propustný (třída propustnosti VI).

Chemické složení podzemních vod v moldanubických horninách všeobecně odpovídá typu kalcium-magnézium-hydrogenkarbonátovému. Jedná se o měkké

vody, málo mineralizované. Celková mineralizace v moldanubických horninách kolísá mezi 50-250 mg/l.

Hladina podzemní vody byla průzkumnými IG vrty zastižena v hloubkách do 16,65 m pod terénem a to pouze v počátečním úseku do km 17,0, ostatní průzkumné vrty hladinu podzemní vody nezastihly. Přítoky do tunelu byly zjišťovány pro hloubené úseky a pro ražený úsek zvlášť. Dále byla ražená část tunelu rozdělena v důsledku výrazného tektonického oslabení hornin v počátečním úseku na 3 podčásti, které mají odlišné hydraulické parametry. Celkové očekávané přítoky do tunelu dosahují velikosti cca 20 l/s, viz tabulka 6.4.1. Pro zjištění kolísání hladiny podzemní vody a zpřesnění výpočtů přítoků do tunelu bylo v portálech tunelu započato režimní měření (březen 2010) na vystrojených vrtech HJ109, HJ110, HJ400 a HJ414. Dle dosud provedených záměrů kolísá hladina podzemní vody na lokalitě v rozmezí 0,5 m. Doporučujeme uvažovat s *nepříznivým vodním režimem*.

Hladina podzemní vody je v okolí celé trasy převážně volná a vzhledem k morfologii terénu závislá zejména na infiltraci srážek, pouze v údolí místních vodotečí má hydraulickou spojitost s povrchovými toky.

Průzkumem byly zjištěny složité hydrogeologické poměry v trase plánovaného Chotýčanského tunelu. Stavba bude zahloubena pod ustálenou hladinu podzemní vody, a tudíž očekáváme přítoky až v desítkách l/s.

Co se týká zmapovaných jímacích objektů (studní), hrozí ovlivnění jejich vydatností zejména na lokalitách Chotýčany – u nádraží, Vitín a dále osamocené studny č. 17 (k.ú. Dobřejovice).

V souvislosti se stavbou může hrozit ovlivnění kvality vod v případě havárií spojených s únikem škodlivých látek. U zmapovaných objektů v okolí Chotýčanského tunelu považujeme riziko ovlivnění za minimální, a pokud se výrazně nezmění niveleta nebo vedení trasy, nepovažujeme za nutné se jimi podrobně zabývat v dalších etapách průzkumů.

Podrobně jsou výsledky hydrogeologického průzkumu uvedeny v příloze č. B.7.2.4.2.13.

Tabulka 6.4.1. Výsledky výpočtu přítoků do Chotýčanského tunelu

úsek trasy			Chotýčanský tunel			
			hloubený úsek		ražený úsek	
staničení	(km)		15.925-16.000		16.000-20.475	20.475-20.625
geologie			proterozoikum; zvětralé a tektonicky porušené ruly	proterozoikum; zvětralé a tektonicky porušené ruly km 16.000-16.220	proterozoikum; ruly; km 16.220 - 18.450 paleozoikum; granity; km 18.450 - 20.475	paleozoikum; zvětralé granity
PARAMETRY:						
koeficient filtrace	k	(m/s)	1.20E-05	1.20E-05	3.40E-08	1.00E-06
délka	l	(m)	75	220	4255	150
snížení	s	(m)	2	8	25	9.5
dosah deprese	R	(m)	20.78	83.14	13.25*	28.50
VÝPOČTY:						
přítok - 1 stěna	Q1	(l/s)	0.173	2.032	6.822	0.475
přítok - 2 stěny	Q2	(l/s)	0.346	4.065	13.645	0.950
POZNÁMKY:						
* pro výpočet dosahu deprese byl v místech raženého tunelu použit koeficient filtrace pro kompaktní masiv, tj. $k=3,4 \cdot 10^{-8}$ m/s, v porušených zónách však předpokládáme výraznější přítoky, které budou mít vliv i na dosah deprese. Pro případné ovlivnění okolních studní doporučujeme uvažovat maximální dosah hydraulické deprese v okolí ražené části tunelu cca 10x větší.		Pro výpočet přítoku byl použit koeficient filtrace získaný z vyhodnocení hydrodynamické zkoušky na vrtu HJ400. Podle geofyzikálního průzkumu se jedná o tektonicky oslabenou oblast, což potvrzuje i relativně vysoká hodnota zjištěného koeficientu filtrace.	Pro výpočet přítoku byl použit koeficient filtrace získaný z vyhodnocení hydrodynamické zkoušky na vrtu HJ400. Podle geofyzikálního průzkumu se jedná o tektonicky oslabenou oblast, což potvrzuje i relativně vysoká hodnota zjištěného koeficientu filtrace.	Ve většině průzkumných vrtů nebyla zastížena hladina podzemní vody, předpokládáme tedy, že horninový masiv bude převážně suchý. Pouze po puklinách a v tektonicky oslabených místech lze očekávat přítoky, které mohou dosahovat vydatnosti jednotek l/s, celkové přítoky do tunelu mohou dosahovat velikosti desítek l/s. Tektonické poruchy byly geofyzikálním průzkumem indikovány v cca km 16.500; 17.050; 18.400. Koeficient filtrace kompaktního masivu byl zvolen dle výsledků karotážního měření z vrtu HJ305 (Hosínský tunel), který zastíhl stejnou geologickou jednotku v blízké elevaci, tj. proterozoické pararuly. Chotýčanský tunel prochází kromě pararul i paleozoickými granity, které mají z hydrogeologického hlediska obdobné parametry, což potvrdil i geofyzikální průzkum. Z těchto důvodů jsou počítány přítoky do této části tunelu souhrnně.	Pro výpočet přítoku byl použit koeficient filtrace získaný z vyhodnocení hydrodynamické zkoušky na vrtu HJ110. V průzkumném vrtu HJ413 byla zjištěna pouze naražená hladina podzemní vody, předpokládáme však, že se ustálená hladina se nachází v obdobné hloubce jako v blízkém vrtu HJ414, tj. cca 1.5 m pod terénem.	

7. ČLENĚNÍ HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ DO CHARAKTERISTICKÝCH TYPŮ

Na základě výsledků vrtného, karotážního a geofyzikálního průzkumu a na základě zhodnocení geotechnických parametrů zemin a horninového masivu, geomechanických vlastností, stupně porušení a vlastností kvartérních zemin rozčleněny do 15 geotechnických typů a 8 kvazihomogenních typů, za 9. kvazihomogenní typ lze považovat tektonické poruchy.

Geotechnickými typy jsou hodnoceny zeminy vyskytující se v předportálových a portálových úsecích tunelu a dále v hloubené části tunelu (část tunelu realizovaná otevřenou stavební jámou). Při realizaci jámy je nutné uvést podrobnější rozdělení zemin a hornin podle geomechanických vlastností, tak aby bylo možné navrhnout optimální zabezpečení jejích stěn, atd. Dále v textu uvádíme všechny typy zemin a hornin, u kterých předpokládáme, že mohou být v portálových oblastech tunelu zastiženy, byť v mocnostech nepřesahující 1,0 m.

Kvazihomogenními typy jsou pak hodnoceny horniny v ražené části tunelu. Pro raženou část tunelu pomocí NRTM (variantně dříve uvažované TBM) jsou potřebné odlišné geomechanické a geotechnické parametry. Ty jsou přehledně uvedeny v podkapitole č. 7.2.

7.1. GEOTECHNICKÉ TYPY V PROSTORU HLOUBENÝCH ÚSEKŮ TUNELU

V této podkapitole uvádíme soupis geotechnických typů pro předportálovou, portálovou a zejména hloubenou část tunelu. Pro zachování kontinuity s ostatními součástmi průzkumu je zachováno shodné označení geotypů. Číselné označení geotypů proto nemusí být kontinuální (geotypy které nebyly ve výše uvedených oblastech zastiženy nejsou uvedeny). Geotechnické vlastnosti mohou být dále v rámci vymezených intervalů lokálně proměnné, s ohledem na bodové vstupní údaje z vrtů.

Tabulka č. 7.1.1. - Přehled geotechnických typů hornin a zemin

Kvartér (Q)	
Humózní a organické zeminy (O)	Hlína písčítá, tuhá, humózní (saorCl, saorSi)
Antropogen-navážky (Y)	Různorodé navážky, konstrukční vrstvy komunikací (část dálnice D3)
Geotechnický typ Q1d	Hlína písčítá až jíla písčítý, tuhý až velmi pevný, s občasnými úlomky matečné horniny (saSi, saclSi, sasiCl, saCl)
Geotechnický typ Q2d	Hlína až jíla s nízkou až střední plasticitou tuhé až velmi pevné konzistence, s občasnými úlomky prachovce a jílovce (Si, clSi, siCl, Cl)
Geotechnický typ Q4	Písky s prachovitou příměsí, středně ulehlé, s variabilním podílem úlomků podložních hornin (Sa, siSa, grSa)
Geotechnický typ Q5d	Písek hlinitý až písek jílovitý, středně ulehlý, tuhý až velmi pevný, s úlomky podložních hornin (clSa, siSa grclSa grsiSa)
Terciér – neogén	
Geotechnický typ N1	Uhlonosné jíly, tuhé až pevné konzistence, s polohami lignitu (clSi, siCl, Si,

	Cl +or)
Geotechnický typ N6a	Jílovec zcela zvětralý charakteru jílovito-prachovité, slabě písčité zeminy, (R6/saclSi, sasiCl, clSi, siCl)
Geotechnický typ N6b	Jílovec silně zvětralý, slabě diageneticky zpevněný, s velmi vysokou hustotou diskontinuit, drobně střípkovitě rozpadavý (R5)
Mezozoikum – sv. křída	
Geotechnický typ K1	Jíl písčitý, tuhý až velmi pevný, s občasnými valounky křemene (saSi, sacSi, sasiCl, saCl)
Geotechnický typ K3	Písky špatně zrněné, velmi ulehlé, lokálně slabě stmelené, často zvodnělé (Sa, grSa)
Geotechnický typ K5	Jílovité písky a písky s výraznou prachovitou příměsí, silně ulehlé, lokálně slabě stmelené, místy s variabilní valounovou příměsí (clSa, siSa, grsiSa, grclSa)
Sv. paleozoikum - karbon	
Geotechnický typ C1a	Granodiorit zcela zvětralý charakteru jílovito-prachovito-písčité zeminy, s drobnými měkkými úlomky matečné horniny (R6/saSi, sacSi, sasiCl, saCl, clSa, siSa grclSa grsiSa)
Geotechnický typ C1b	Granodiorit silně zvětralý, všesměrně rozpukaný, drobně úlomkovitě až střípkovitě rozpadavý, s písčito-prachovito-jílovitou mezerní hmotou, s velmi nízkou pevností (R5, lokálně s přechody do R6)
Sv. proterozoikum-sp. paleozoikum - moldanubikum	
Geotechnický typ P1a	Pararula zcela zvětralá, charakteru jílovito-prachovito-písčité zeminy, lokálně s hojnými úlomky matečné horniny (R6/ clSa, grclSa grsiSa, sacSi, sasiCl, sasiGr, sacGr)
Geotechnický typ P1b	Pararula silně zvětralá, drobně úlomkovitě až střípkovitě rozpadavá, s písčito-prachovito-jílovitou mezerní hmotou, s velmi nízkou pevností (R5, lokálně s přechody do R6)
Geotechnický typ P1c	Pararula mírně zvětralá, středně rozpukaná, úlomkovitě až kusovitě rozpadavá (R4, lokálně R3)

Tabulka č. 7.1.2. - Místní charakteristiky základových púd (platné pouze v předportálových a portálových oblastech a v hloubené části tunelové stavby)

Geotechnický typ	KVARTÉR						TERCIÉR - NEOGÉN				MEZOZOIKUM - SVRCHNÍ KŘÍDA			SVRCHNÍ PALEOZOIKUM - KARBON		SV. PROTEROZOIKUM-SP.PALEOZOIKUM – MOLDANUBIKUM		
	O+Y		Q1	Q2	Q4	Q5	N1	N6		K1	K3	K5	C1		P1			
	Y	O	Q1d	Q2d		Q5d		N6a	N6b				C1a	C1b	P1a	P1b	P1c	
Státografie a geneze zemin	antropogen - navážky	deluvio-fluviální sedimenty	deluviální sedimenty	deluviální sedimenty	deluvio-fluviální sedimenty	deluviální sedimenty	limnické a limnicko-fluviální slabě diageneticky zpevněné a nezpevněné sedimenty (horniny)				limnické a limnicko-fluviální sedimenty a slabě diageneticky zpevněné horniny (horniny)			intruzivní magmatické granitoidní horniny		silně metamorfované horniny - pararuly až migmatity		
Charakteristik a souvrství	různorodé navážky, konstruk. vrstvy žel. traté a komunikací	humózní a organické zeminy	píščito-hlinité a písčito-jílovité zeminy	hlíny a jíly s nízkou až střední plasticitou	pisky s prachovitou příměsí	hlinité a jílovité pisky	lignit, uhlonosné jíly	prachovec a jílovec zcela zvětralý charakteru jílovito-prachovité slabě písčité zeminy	prachovec a jílovec silně zvětralý	píščito-prachovité a jílovité zeminy	pisky	prachovité a jílovité pisky	granodiorit zcela zvětralý charakteru jílovito-prachovito-písčité zeminy	granodiorit silně zvětralý drobě úlomkovitě rozpadavý	zcela zvětralé pararuly (ojed. migmatity) charakteru zeminy	silně zvětralé migmatity a pararuly	mírně zvětralé migmatity a pararuly	
Třídy zemin podle ČSN 73 1001 a ČSN 73 6133	Y	O	F3/MS F4/CS	F5/ML,MI F6/CL,CI	S3/S-F	S4/SM S5/SC	U+O F6, F7, F8	R6/MS, CS, CL, CI, ML, MI	R5/R6	F3/MS F4/CS	S1/SW S2/SP	S4/SM S5/SC	R6/MS, CS, SM, SC	R6/R5	R6/SM, SC, CS, ojed. GC	R5/R6	R4/R3	
ČSN EN ISO 14688-2	-	-	saSi, saclSi, sasiCl, saCl	Si, clSi, siCl, CI	Sa, siSa, grSa,	clSa, siSa, grclSa, grsiSa	clSi, siCl, Si, Cl	saSi, saclSi, sasiCl, saC, Si, clSi, siCl, Cl	-	saSi, saclSi, sasiCl, saCl	Sa, grSa	clSa, siSa, grsiSa, grdSa	saSi, saclSi, sasiCl, saCl, clSa, siSa, grdSa, grsiSa	-	clSa, siSa, grclSa, grsiSa, saclSi, sasiCl, saCl, siGr, sasiGr, saclGr	-	-	
Konzistence / ulehlost (obvyklé až rozpětí)	měkká až velmi pevná / středně až ulehlé	tuhá až pevná	tuhá až velmi pevná	pevná až velmi pevná	středně ulehlý	tuhá až pevná / středně ulehlý	tuhá až velmi pevná / ulehlé	pevná až velmi pevná	-	tuhá až velmi pevná	velmi ulehlé	tuhé až velmi pevné / velmi ulehlé	velmi pevná / velmi ulehlé, stmelené	-	tuhá až velmi pevná / velmi ulehlé, stmelené	-	-	
γ (kN.m ⁻³)	15,0-18,0	16,0-17,5	18,0	19,0	17,5	18,0	10,5 – lignit 15,0 – uheľné jíly	19,7	20,5	18,5	19,3	18,5	19,0	20,5	19,0	21,5	24,0	
I_c^* / I_D^{**}	0,8*/ 20-80**	0,6-1,0*	1,0* (0,51-1,5)	0,9* (1,17)	0,6**	0,75*/ 0,6**	1,0** (0,75-1,4)	1,15* (0,98-1,32)	-	1,5* (1,4-1,6)	100**	1,2* (0,5-1,7) / 100**	1,8* (1,3-2,0) / 95**	-	1,1* / 90**	-	-	
E_{def} (MPa)	-	4	6	5	15	10	5	8	10	10	50	12	11	min.60	13	30	min. 200	
ν ¹⁾	0,30-0,40	0,35-0,40	0,35	0,40	0,30	0,33	0,42	0,37	0,35	0,35	0,28	0,34	0,35	0,25	0,30	0,27	0,20	
ϕ_u (°)	-	-	2	2	-	-	0	3	-	7	-	-	0 (SM, SC); 5 (MS, CS)	-	5	-	-	
c_u (kPa)	-	-	60	60	-	-	65	70	-	65	-	-	65	-	60	-	-	
ϕ_{ef} (°)	-	-	25	19	29	28	17	22	-	26	37	28	27	-	29	-	-	
c_{ef} (kPa)	-	-	16	15	0	8	13	15	-	18	0	9	9 (SM, SC); 20 (MS, CS)	-	20	-	-	
Vřtatelnost pro piloty (VC 800–2)	I.-II.	I.	I.	I.	I.	I.	I.-II.	I.	I.	I.	I.	I.	I.	I.-II.	I.	I.-II.	IV.	
Těžitelnost dle TKP – SŽDC / ČSN 73 6133	I.-II./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I.-II./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	I./I.	II.-III./II.-III.	
$U_{v, tab}$ (kN)	-	-	630		480		-	630	830	650	1000	900	480	630	480	630	1250	
Koeficient filtrace k_f	-	-	cca 3.10 ⁻⁸	cca 1.10 ⁻⁸	cca 5.10 ⁻⁴	cca 1.10 ⁻⁹	cca 1.10 ⁻⁶ - 1.10 ⁻⁹	cca 9.10 ⁻⁷	cca 3.10 ⁻⁸	cca 3.10 ⁻⁸	cca 5.10 ⁻⁴	cca 4.10 ^{-8 2)}	1.10 ⁻⁷ - 3.10 ⁻⁸	cca 4.10 ^{-8 2)}	2.10 ⁻⁵ - 5.10 ⁻⁷	cca 4.10 ^{-8 2)}	cca 1.10 ^{-8 2)}	

7.2. KVAZIHOMOGENNÍ TYPY V PROSTORU RAŽENÉ ČÁSTI TUNELU

V této kapitole uvádíme rozdělení hornin v ražené části tunelu na kvazihomogenní typy. Rozdělení proběhlo na základě vyhodnocení vrtných, geofyzikálních a karotážních prací. Celkem bylo vyčleněno 8 kvazihomogenních typů, za 9 typ lze pak považovat tektonické poruchy a struktury.

Tabulka č. 7.2.1. - Přehled kvazihomogenních typů zemin a hornin pro ražené části tunelu

Metamorfované horniny svrchního proterozoika až spodního paleozoika - moldanubikum	
KT1p	kvartérní sedimenty a zcela zvětralé ruly, převážně charakteru jílovitopísčité až jílovitohlinité zeminy, s měkkými střípky a úlomky podložních hornin, s extrémní hustotou diskontinuit, třídy pevnosti R6/MS,CS
KT2p	ruly a žilné horniny silně zvětralé, drobně úlomkovitě rozpadavé, s velmi vysokou hustotou diskontinuit, převážně pevnosti R5
KT3p	ruly a žilné horniny mírně zvětralé, vysokou hustotou diskontinuit, úlomkovitě až drobně kusovitě rozpadavé, převážně třídy pevnosti R4
KT4p	ruly a žilné horniny navětralé až technicky zdravé, středně rozpukané, třídy pevnosti R3-R2, lokálně i R1 - platí zejména pro žilné horniny (erlány, mylonity a tlakově postižený pegmatit, žilný křemen), žilné horniny vykazují malou hustotu diskontinuit
	<i>Pozn.: výskyt žilných hornin v horninovém masívu rul je zcela nepravidelný, žilné horniny nelze vzhledem k jejich malým rozměrům relevantně vymapovat. Tyto horniny vykazují téměř vždy vyšší pevnosti než okolní horninový masív, jejich výskyt je pravděpodobněji v blízkosti tektonických struktur). Do staničení cca km 16,800 mají horniny výraznou foliaci, která ve svrchních partiích horninového masívu zapříčiňuje drobně úlomkovitý rozpad</i>
Hlubinné vyvěřelé horniny-biotitický granodiorit (ševětínský typ) - svrchní paleozoikum (karbon)	
KT1c	kvartérní (ojediněle křídové) sedimenty a zcela zvětralé granodiority, převážně charakteru jílovitopísčité až jílovitohlinité zeminy, s měkkými střípky a úlomky podložních hornin, s extrémní hustotou diskontinuit, třídy pevnosti R6/MS,CS, SC
KT2c	granodiority silně zvětralé, drobně úlomkovitě rozpadavé, s velmi vysokou hustotou diskontinuit, částečně kaolinizované převážně pevnosti R5
KT3c	granodiority mírně zvětralé, vysokou hustotou diskontinuit, úlomkovitě až drobně kusovitě rozpadavé, převážně třídy pevnosti R4
KT4c	granodiority navětralé až technicky zdravé, se střední až malou hustotou diskontinuit, třídy pevnosti převážně R2 (místy R1 a R3) - R3 platí zejména v místech výskytu hlubších průběžných puklin
Tektonická porucha	v zájmovém území se jedná 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, štěrkovitopísčitých až písčitojílovitých zemin.

8. PODMÍNKY RAŽBY TUNELU, ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ÚSEKŮ

Na základě doposud provedených prací a zhodnocení získaných archivních podkladů musíme hodnotit zájmové území tunelu Chotýčany jako velmi složité. Silné tektonické porušení horninového masívu, se značným hloubkovým dosahem velmi nepříznivě ovlivňuje budoucí realizaci tunelu. Velmi nepříznivě hodnotíme cca první polovinu stavby vázanou na pararulový horninový základ. Hloubkový dosah zvětrání dosahuje v blízkosti tektonických poruch až 40 m, a lokálně zasahuje až do úrovně projektovaného tunelu.

V magmatických horninách ševětínského granodioritu jsou cca v první třetině (ve směru staničení od drahotěšické poruchy) podmínky ražby příznivější. Ve zbývající části tunelu opět dochází k výraznému zhoršení podmínek ražby. Hluboké zvětralinové zóny zasahují do úrovně tunelu, ve třetí třetině pak i hluboko pod počvu (i více než 10 m).

Na základě zhodnocení souboru geologických, inženýrskogeologických a geotechnických údajů o zájmovém území získaných průzkumnými pracemi byly horniny rozčleněny na **8 kvazihomogenních typů**, za 9 kvazihomogenní typ lze považovat tektonické linie. Avšak vzhledem k jejich nepravidelnému výskytu, průběhu a orientaci jej nelze relevantně vynést do projekčních podkladů (profilu). Na základě výše uvedených 8 kvazihomogenních typů členíme tunel Chotýčany do 6 úseků, které se liší svými inženýrskogeologickými a geotechnickými podmínkami výstavby. Rozsah úseků je znázorněn v příloze B.7.2.4.2.4 společně s tabulkou geomechanických a geotechnických vlastností masívu v dané části staveniště.

- Úsek č. 1, km 15,925 – 16,000 (hloubený úsek).

Hloubka výkopu dosáhne 8,0 – 18,0 m. Geologické poměry úseku budou reprezentovány kvarténními zeminami o mocnosti cca do 2,0 m, dále pak mohou být lokálně zastíženy relikty neogenních jílovitých sedimentů. Skalním podkladem ve třech všech stupních zvětrání jsou moldanubické pararuly, označené kvazihomogenními typy - KT1p od zcela zvětralé horniny, přes KT2p silně zvětralé horniny a KT3p mírně zvětralé horniny. Z velmi nízkých rychlostí seismických vln a téměř 0 podílu RQD usuzujeme, že se v tomto úseku nachází velmi nekvalitní, silně až zcela zvětralá hornina, s velmi vysokou až extrémní hustotou diskontinuit.

Podle ČSN 14689-1 klasifikujeme horninu převážně jako RS5 a RS6 (R5 a R6), lokálně i jako RS4 (R4), se stupněm zvětrání 3 a 4, jen ojediněle 2, a indexem RMR = 12. Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou C2, hodnotou Q – Barton < 0,03. Jelikož se jedná o hloubený úsek, nelze jej klasifikovat podle NRTM. Pro ražbu bude možno použít výkonné mechanismy a impaktory, použití trhacích prací nepředpokládáme (doporučujeme však v případě nepředvídané nutnosti s nimi počítat cca v rozsahu 5%).

Horninový masív v tomto úseku stavby je silně porušen poklesovými zlomy. V místě portálového úseku lze předpokládat, na základě vrtného a geofyzikálního průzkumu, výskyt tektonicky rozvolněného skalního masívu. Ten by mohl být neuváženým zásahem do stávajícího stavu aktivován tak, že by mohlo dojít v krajním případě ke svahovým deformacím.

Hladina podzemní vody byla průzkumnými vrty zastížena v úrovni cca 3,35-9,10 m pod terénem. Po otevření stavební jámy bude do výkopu voda prosakovat

písčitymi zvětralinami a hluboko zasahujícími puklinami. Její předpokládaný iniciální přítok do stavební jámy je na základě provedených hydrodynamických zkoušek v tomto úseku do 0,35 l/s. (pozn.: vzhledem ke konfiguraci terénu a velikosti stavební jámy doporučujeme uvažovat s cca 0,5 l/s).

K hloubení bude možno v celém úseku použít k rozpojování hornin výkonnější mechanizaci, použití trhacích prací nepředpokládáme.

Podíl tříd těžitelnosti podle ČSN 73 6133 :

- ▶ Třída I - 40%
- ▶ Třída II - 60%

- Úsek č. 2, km 16,000 – 16,250 (ražený úsek).

Ražba tunelu v tomto úseku zastihne tektonicky silně porušené horniny. Jedná se o pevnostně oslabenou zónu, tektonicky predisponovanou, která byla interpretována na základě geofyzikálních měření a vrtného průzkumu. Popsané jako horniny zcela a silně zvětralé - kvazihomogenní typ KT1p a KT2p. Pevnost může lokálně kolísat právě v závislosti na tektonickém porušení – lokálně mohou být zastiženy i horniny typu KT3p). V závěru úseku, ve směru staničení, bude pevnost hornin narůstat. Podle provedených vrtných prací, se bude jednat o podrcené horniny charakteru ostrohranných úlomků, kamenů, ojediněle až bloků s velmi variabilní, lokálně dominující písčito-prachovitou a písčitojilovitou výplní, tuhé až pevné konzistence.

Z velmi nízkých rychlostí seismických vln a 0-20% podílu RQD usuzujeme, že se v tomto úseku nachází velmi nekvalitní, silně až zcela zvětralá hornina, s velmi vysokou až extrémní, ojediněle vysokou hustotou diskontinuit. V tomto úseku bude docházet k opadu horninového materiálu z přístropí.

V rámci tektonických poruch a zcela až silně zvětralých hornin lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu. Její iniciální přítok může dosahovat až cca 4,1 l/s. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru.

Podle ČSN 14689-1 klasifikujeme horninu převážně jako RS4 a RS5 (R5 a R4) s úlomkovitým až hrudkovitým, polyedrickým až kosoúhlým rozpadem, stupněm zvětrání 3 (pouze v blízkosti tektonických linií 4), a indexem RMR = 12. Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou C2, hodnotou Q – Barton 0,03. Dle NRTM klasifikujeme výrub třídou 4-5a. Pro ražbu bude možno použít výkonné mechanismy a impaktory, použití trhacích prací nepředpokládáme (doporučujeme však v případě nepředvídané nutnosti s nimi počítat cca v rozsahu 5%).

- Úsek č. 3, km 16,250 – 18,500 (ražený úsek).

Ražba v úseku č. 3 zastihne navětralé až zdravé moldanubické horniny – pararuly, migmatity s nepravidelnými „žilnými“ horninami - tlakově postižené pegmatity, erlány a mylonity. Celkově je hornina klasifikována kvazihomogenním typem KT4p. Ve smyslu normy ČSN 73 6133 se jedná zejména o horninu R3-R2 s malou až střední hustotou diskontinuit, ojediněle v polohách mylonitů a erlánů až velkou hustotou diskontinuit. Horninový masív je vzhledem ke svému tektonometamorfnímu a historicko-geologickému vývoji porušen četnými subvertikálními až vertikálními poruchami regionálního, v závěru úseku i nadregionálního řádu. Tyto poruchová pásma byla interpretována na základě geofyzikálních měření a nejvýraznější pak

ověřena pomocí vrtného průzkumu. Při přiblížení k těmto poruchám dochází k oslabení horninového masívu. Podle provedených vrtných prací, se bude jednat o podrcené horniny charakteru ostrohranných úlomků, kamenů, ojediněle až bloků s velmi variabilní, lokálně dominující písčito-prachovitou a písčitojilovitou výplní, tuhé až pevné konzistence.

Dále budou v rámci ražby nepravidelně zastiženy „žilné“ horniny. Předpokládaný výskyt jejich větších těles je, na základě geofyzikálních měření, graficky znázorněn v příloze č. B.7.2.4.2.6. Jejich zastižení realizovanými vrtnými pracemi je jen dílem náhody, jejich přesné vymapování v hloubkách 50-80 m pod terénem, bez patrných indicií na povrchu terénu je téměř nemožné.

Cca 250 m před koncem úseku očekáváme zastižení silně porušených hornin v souvislosti s průchodem přes drahotěšickou poruchu (resp. okrajový asymetrický zlom blanické brázdy). Zde lze předpokládat jak výrazné podrcení hornin, tak možnost výskytu žilného křemene několikametrových rozměrů (max. 15 m), i silicifikovaných hornin s velmi vysokou pevností. Dále budou horniny částečně ovlivněny kontaktní metamorfózou, což částečně i potvrzuje nárůst seismických rychlostí od staničení cca km 18,000 až cca konec úseku.

Z relativně vysokých rychlostí seismických vln a převládajícího 55-90% podílu RQD usuzujeme, že se v tomto úseku nachází pevná, kvalitní, pouze slabě navětralá až nezvětralá hornina, s malou až střední hustotou diskontinuit. V tomto úseku bude při nevhodně zvolené technologii ražby (trhacích prací) docházet k nadvýlomům. Jejich množství a velikost budou závislé na tektonickém porušení masívu a puklinových systémech (viz kapitola 5.5.).

Souvislá hladina podzemní vody je předpokládána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu – hloubka 3-15 m pod terénem. V rámci tektonických poruch lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu. Její iniciální přítok může dosahovat na základě provedených výpočtů a měření až cca 6,0 l/s. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru.

(pozn.: vzhledem ke konfiguraci nadloží a značnému nepravidelnému tektonickému porušení doporučujeme uvažovat s přítoky až 8 l/s).

Podle ČSN 14689-1 klasifikujeme horninu převážně jako RS2 a RS3, ojediněle RS1 (R2 a R3 podle ČSN 73 6133), s polyedrickým až kosoúhlým rozpadem, stupněm zvětrání 0 (pouze v blízkosti tektonických linií 2-4) a indexem RMR = 56 (neplatí pro tektonické poruchy). Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou B1-A2 (B3 pak platí pro tektonické poruchy), hodnotou Q – Barton 6,00 (0,89 platí pro tektonické poruchy). Dle NRTM klasifikujeme výrub třídou 2-3 (pro tektonické linie tř. 4). Pro ražbu předpokládáme nutnost nasazení trhacích prací, v místech tektonických poruch bude pak možno použít výkonnější mechanizaci.

- Úsek č. 4, km 18,500 – 19,550 (ražený úsek).

Ražba v úseku č. 4 zastihne již horniny kataklastického ševětínského granodioritu. V počátečním cca 150-200 m dlouhém úseku bude ražba probíhat v tektonické poruše a v silně tektonicky porušených horninách. V tektonické poruše lze hodnotit horniny jako zcela zvětralé charakteru zeminy s úlomky matečné horniny – kvazihomoigenní typ KT1c, lokálně pak jako typ KT2c – silně zvětralé granodiority.

Dále pak hornina velmi rychle přechází do typu KT4c – horniny navětralé až technicky zdravé. Ve smyslu normy ČSN 73 6133 se jedná zejména o horninu R3-R2, avšak vzhledem ke katakláze mají horniny velmi variabilní hustotu diskontinuit. Ta se pohybuje v rozmezí malá až střední, jen ojediněle v blízkosti vrtu J410 velká (viz kapitola č. 5.5.). Horninový masív je vzhledem ke svému tektono-deformačnímu a historicky-geologickému vývoji porušen cca ve 2/3 úseku zlomovými násunovo-poklesovými strukturami, s hojnou sekundární minerální výplní (různé typy chloritů až polotektonická hladká zrcadla, která snižují adhezi i kohezi jednotlivých bloků hornin viz kapitola č. 5.5.). Podél těchto ploch může docházet při ražbě tunelu k vyjíždění horninových bloků většího rozměru. To platí zejména v případě neuvážených, trhacích prací, kdy bude odstřelem „načechrána“ svrchní část hornin. Lokálně byla geofyzikálním průzkumem zjištěna poruchová pásma nižších řádů. Při přiblížení k těmto poruchám dochází k oslabení horninového masívu. Podle provedených vrtných prací, se bude jednat o podrcené horniny charakteru ostrohranných úlomků, kamenů, ojediněle až bloků s velmi variabilní, lokálně dominující písčito-prachovitou a písčitojílovitou výplní, pevné, ojediněle až tuhé konzistence (konzistence bude závislá na aktuálním obsahu vody).

Z relativně vysokých rychlostí seismických vln usuzujeme, že se v tomto úseku nachází pevná, kvalitní, pouze slabě navětralá až nezvětralá hornina. Podle podílu RQD 0 – 40 % se však v převážné části úseku jedná o horninu silně porušenou diskontinuitami, s velmi malou až malou hustotou diskontinuit. Vyšší podíly hodnoty RQD 40 – 70% lze očekávat v úseku staničení cca km 19,100-19,300. Tyto vyšší hodnoty lze vysvětlit patrně částečným odlišným chemickým složením ševětínského granodioritu.

Souvislá hladina podzemní vody je předpokládána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu – hloubka 3-10 m pod terénem. V rámci tektonických poruch lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu. Její iniciální přítok může dosahovat na základě provedených výpočtů a měření až cca 3,5 l/s. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru.

(pozn.: vzhledem ke konfiguraci nadloží a značnému nepravidelnému tektonickému porušení doporučujeme uvažovat s přítoky až 6 l/s).

Podle ČSN 14689-1 klasifikujeme horninu převážně jako RS2 a RS3, ojediněle RS1 (R2 a R3 podle ČSN 73 6133), s úlomkovitým až kusovitým (blokovitým), kostkovitým až kosoúhlým rozpadem, stupněm zvětrání 1 a 0 a indexem RMR = 63 (neplatí pro tektonické poruchy). Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou B1-A2 (B3 pak platí pro tektonické poruchy), hodnotou Q – Barton 6,40 (0,76 platí pro tektonické poruchy). Dle NRTM klasifikujeme výrub třídou 2-3 (pro tektonické linie tř. 4). Pro ražbu bude nutno použít trhacích prací, jen v oblastech silněji tektonicky porušených bude možné použít výkonnější mechanizaci – např. impaktory.

(Toto však neplatí pro počáteční cca 150-200 m dlouhý úsek, kde horninu hodnotíme převážně jako RS4 a RS5, ojediněle (R4 a R5 podle ČSN 73 6133), s drobně úlomkovitým až hrudkovitým rozpadem, stupněm zvětrání 3 a indexem RMR = 12. Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou C2, hodnotou Q – Barton 0,03. Pro ražbu bude možno použít výkonnější mechanizaci – např. impaktory). Dle NRTM klasifikujeme výrub tohoto úseku třídou 4-5a .

- Úsek č. 5, km 19,550 – 20,475 (ražený úsek).

Ražba v úseku č. 5 bude probíhat v horninách kataklázovaného ševětínského granodioritu. Ražba zastihne převážně horniny kvazihomogenních KT2c a KT3c (granodiority silně až mírně zvětralé). Ve smyslu normy ČSN 73 6133 se jedná zejména o horniny R4 až R5. Vzhledem ke katakláze mají horniny velmi malou až malou hustotu diskontinuit. Plochy diskontinuit jsou často vyplněny jílovitoprachovitou písčitou mezerní hmotou s úlomky matečné horniny. Lokálně byla geofyzikálním průzkumem zjištěna poruchová pásma nižších řádů. Při přiblížení k těmto poruchám dochází k oslabení horninového masívu – horniny lze pak charakterizovat až kvazihomogenním typem KT1c. Podle provedených vrtných prací, se bude v místě tektonických poruch jednat o písčité rozložené horniny s variabilní příměsí ostrohranných úlomků matečné horniny.

V tomto úseku bude při nevhodně zvolené technologii ražby (trhacích prací) docházet k nadvylomům. Jejich množství a velikost budou závislé na tektonickém porušení masívu a puklinových systémech (viz kapitola 5.5.), dále bude docházet k opadávání hornin z přístropí.

Na základě poklesu rychlostí seismických vln usuzujeme, že se v tomto úseku nachází méně kvalitní až nekvalitní, silně až mírně zvětralá hornina. Podle podílu RQD 0 – 10 % (ojed. 15%) se jedná o horninu velmi silně porušenou diskontinuitami, s velmi malou až malou hustotou diskontinuit.

Kvalitnější horniny, lze na základě zvýšení rychlostí seismických, předpokládat v úseku staničení km cca 19,800-20,100 a v blízkém okolí staničení km cca 20,400. Zde budou pravděpodobně do profilu tunelu zasahovat nepravidelně horniny kvazihomogenního typu KT4c. Na základě zvýšení rychlostí seismických vln usuzujeme, že se v tomto úseku nachází oproti okolnímu prostředí „kvalitnější“ navětralé horniny. Podle předpokládaného podílu RQD 20-43% (dle vrtu J411) se jedná o horninu silně porušenou diskontinuitami, ve svrchních partiích s velmi malou až malou hustotou diskontinuit (směrem k bázi se hustota diskontinuit snižuje až na střední, tyto horniny však patrně nebudou zastiženy). Tyto horniny nebudou zastiženy v celém profilu projektovaného tunelu, budou zastiženy cca jen do jeho spodní poloviny, výjimečně v kalotě.

Souvislá hladina podzemní vody je předpokládána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu – hloubka 3-8 m pod terénem. Zejména při ražbě v kvazihomogenním typu KT2c a v rámci tektonických poruch lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu. Její iniciální přítok může dosahovat na základě provedených výpočtů a měření až cca 4 l/s. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru.

(pozn.: vzhledem ke konfiguraci nadloží a značnému, nepravidelnému průběhu a mocnosti zvětralinového pláště a lokálnímu tektonickému porušení doporučujeme uvažovat s přítoky až 6 l/s. Zcela a silně zvětralé horniny – KT1c a KT2c se vyznačují kombinovaným prūlinově-puklinovým systémem zvodnění).

Podle ČSN 14689-1 klasifikujeme horninu převážně jako RS4 a RS5, (R4 a R5 podle ČSN 73 6133), s drobně úlomkovitým až úlomkovitým, kostkovitým až kosoúhlým rozpadem, s písčitou mezerní hmotou, stupněm zvětrání 3 a indexem RMR = 24 (neplatí pro tektonické poruchy). Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou B2-B3, hodnotou Q – Barton 0,03-0,76. Dle NRTM klasifikujeme výrub třídou 4-5a (v místech výskytu nepravidelných pevných elevací skalního podkladu 3). Pro

ražbu bude nutno použít výkonnější mechanizaci - impaktory, v úsecích cca km 19,800-20,100 a v okolí staničení cca km 20,400 bude nutné použít trhací práce.

- Úsek č. 6, km 20,475 – 20,625 (hloubený úsek).

Hloubka výkopu dosáhne 4,0 – 15,0 m. Geologické poměry úseku budou reprezentovány kvartérními zeminami o mocnosti do 1,5 m, nepravidelnými denudačními relikty křídových hornin o mocnosti max. 2,5 m a skalním podkladem v prvních třech stupních zvětrání – od zcela zvětralé horniny, přes silně zvětralé, po lokálně v nejhlubších partiích tunelu zastížené horniny mírně zvětralé – kvazihomogenní typ KT1c, KT2c a lokálně KT3c. V místě portálu zasahují silně zvětralé horniny až do hloubky 20,0 m pod terén (*závěru tunelu – výjezdový portál, mohou být zastíženy i zcela eluviálně rozložené, kaolinizované horniny, charakteru stmelých, kaolinických písků, pestrých barev – typ KT1c*).

Geofyzikální průzkum indikoval v tomto úseku výskyt méně kvalitní až nekvalitní, převážně silně zvětralé horniny (cca 75% úseku). Pouze cca v prvních 100 m bude nepravidelně zastížena i hornina mírně zvětralá. Podle podílu RQD 0 % se jedná o horninu s extrémně malou hustotou diskontinuit, respektive se v hornině jen ojediněle vyskytují pevnější úlomky o velikosti do 5 cm, které „plavou“ v silně zvětralé matečné hornině.

Pouze v prvních cca 100 m lze očekávat výskyt hornin vyšších kvalit, s velmi malou hustotou diskontinuit, podíl RQD 5-15 % (podle analogie s vrtem J412). Tyto horniny budou zastíženy cca jen v kalotě projektovaného tunelu.

Souvislá hladina podzemní vody je předpokládána na bázi zemin kvartérního pokryvu a ve svrchních částech zvětralinového pláště horninového masívu – hloubka 3-5 m pod terénem (v zářezu silnice I/3, resp. D3, je pozorován vývěr podzemních vod). Zejména při hloubení v kvazihomogenním typu KT2c a v rámci tektonických poruch lze očekávat přítoky podzemních vod do výrubu. Její iniciální přítok může dosahovat na základě provedených výpočtů a měření až cca 1 l/s. Vzhledem ke konfiguraci terénu budou přítoky dlouhodobého charakteru, dotované z místních vodotečí.

(pozn.: vzhledem ke konfiguraci nadloží a značnému, nepravidelnému průběhu a mocnosti zvětralinového pláště a lokálnímu tektonickému porušení doporučujeme uvažovat s přítoky až 2,5 l/s – platí zejména v období zvýšených klimatických srážek. Zcela a silně zvětralé horniny – KT1c a KT2c se vyznačují kombinovaným průlinově-puklinovým systémem zvodnění).

Podle ČSN 14689-1 klasifikujeme horninu převážně jako RS5 a RS6 (R5 a R6), ojediněle i RS4 (R4), se stupněm zvětrání 3 a 4, a indexem RMR = 12. Dle ÖNORM B 2203 výrub klasifikujeme třídou C2, hodnotou Q – Barton < 0,03. Jelikož se jedná o hloubený úsek, nelze jej klasifikovat podle NRTM. K hloubení bude možno využít výkonnější mechanizaci, použití trhacích prací nepředpokládáme. Ve zvětralinovém plášti se však může vyskytnout rigidní blok pevné horniny o velikosti i přes 10 m. S tímto možným jevem je nutno v rámci projektu počítat.

Podíl tříd těžitelnosti podle ČSN 73 6133 :

- ▶ Třída I - 30%
- ▶ Třída II - 67%

- ▶ Třída III - 3% platí jen v případě zastižení rigidních bloků hornin.

Geotechnické parametry horninového masívu a jednotlivé klasifikace pro ražbu tunelu jsou uvedeny v následující tabulce. č. 8.1.

Číslo úseku		1	2	3	4	5	6
Úsek v km (od-do)	km	15,925-16,000	16,000-16,250	16,250-18,500	18,500-19,550	19,550-20,475	20,475-20,625
Délka úseku	m	75	250	2250	1050	925	150
Výška horninového nadloží	m	0-8	8-33	18-64	10-47	5-20	0-8
Výška vodního sloupce nad klenbou	m	0-5	3-10	max. 61	8-35	3-16	0-5
Předpokládaný iniciální výskyt podzemní vody při ražbě	l/s	0,35	4,1	6,0	3,0	5,0	1,0
Homina – litologie / kvazihomogenní typ		pararuly, zcela až silně zvětralé, místy tektonicky porušené / KT1p, KT3p	pararuly, zcela až silně zvětralé, silně tektonicky porušené / KT1p, KT2p	pararuly, navětralé až zdravé, s nepravidelným výskytem žilných hornin, místy silně tektonicky porušené / KT4p	granodiorit navětralý až zdravý, místy silně tektonicky porušený - (prvních cca 150-200 m silně tektonicky porušený)* / KT3c, KT4c	granodiorit silně až mírně zvětralý, místy silně tektonicky porušený, s nepravidelným výskytem navětralých elevací hominového masívu / KT2c, KT3c, KT4c	granodiorit zcela a silně, ojediněle i mírně zvětralý, místy silně tektonicky porušený / KT1c, KT2c
Zatřídění podle ČSN EN ISO 14689-1	podle stupně pevnosti	RS3-RS5	RS4-RS5	RS2-RS3 (žilné hominy RS1)	RS2, ojed. RS3 a RS1 (* RS4-RS5)	RS4-RS5 (pevné elevace RS3)	RS5-RS6 (počátek úseku RS3)
	podle stupně zvětrání	2-3	3, 4	0 (v tekt.poruchách 2-4)	0-1 (* a v tekt.poruchách 3)	3 (pevné elevace 1-2)	3-4 (počátek úseku lokálně 2)
	podle vzdálenosti diskontinuit	5,6	5,6	3,4	4,5 (*5-6)	4,5 (pevné elevace 3)	5,6
Rychlost šíření seismických vln v masívu	m/s	do 1600	1500-2000	2500-5000 (žilné hominy až 6500)	4000-7000	2000-3300 (lokálně 4000)	1300-2500
Pevnost v prostém tlaku s_c	MPa	0,5	0,5 - 1,9	50	80	6 - 18	0,7
Pevnost v příčném tahu	MPa	0,1	0,1 - 0,2	7,0	7,5	0,8 - 1,2	0,1
Modul přetvámosti E_{def}	GPa	0,030	0,030 - 0,100	1,500	4,000	0,080 - 0,500	0,030
Modul pružnosti E	GPa	-	-	3,100	6,100	0,100	-
Poissonovo číslo n	1	0,40	0,40	0,16	0,23	0,30 - 0,35	0,40
Úhel pevnosti (úhel vnitřního tření)	°	28	28	35 (neplatí pro tektonické poruchy)	40 (neplatí pro tektonické poruchy)	30 - 35	30
Smyková pevnost hominového masívu	MPa	-	-	0,250	0,400	0,120 - 0,200	-
Abrazivnost	mg.m ⁻¹	-	-	2,25	0,65	-	-
RQD	%	0	0-20	55-90	0-40 (lokálně cca 60)	0-10	0
Charakter ploch nespojitosti		pukliny jsou vyplněny jílovitým povlakem, místy i výplní, jsou cca z 50% průběžné, rozevřené do 5 mm -tektonická porucha	pukliny jsou vyplněny převážně jílovitou výplní, místy povlakem, jsou cca z 65% průběžné, rozevřené do 5 mm - tektonická porucha	povrch mírně drsný, rozevřeni do 1 mm, pukliny ojediněle potaženy sekundárními minerály, charakteru jilu tuhé konzistence, mírně alterované povrchy, JRC 2-8, (neplatí pro tektonické poruchy)	povrch mírně drsný, tektonické ohlasy hladké, rozevřeni do 1 mm, pukliny místy potaženy sekundárními minerály - chlority, slabě alterované povrchy, diskontinuity průběžné (zejména zlomové plochy), JRC 2-6, neplatí pro tektonické poruchy	pukliny jsou vyplněny jílovitopísčítým povlakem, lokálně sekundárními minerály, jsou cca z 40% průběžné, rozevřené do 2-5 mm, povrch mírně drsný, tektonické ohlasy - hladké, alterované povrchy, JRC 4-10	horninový masív má charakter zeminy, s pevnými kusy a bloky hornin, ojedinělé pukliny jsou vyplněny jílovitopísčítým povlakem, rozevřené do 5 mm
Klasifikace RMR - Bieniawski		12	12	56 (neplatí pro tektonické poruchy)	63 (neplatí pro tektonické poruchy)	24 (neplatí pro tektonické poruchy)	12
Klasifikace ONORM B 2203		C2	C2	B1 - A2 / B3 tekt. poruchy	B1 - A2 / B3 tekt. poruchy	B2 - B3	C2
Klasifikace NRTM		-	4-5a	2-3 (tekt. poruchy 4)	2-3 (tekt. poruchy 4)	4-5a (pevné elevace 3)	-
Doba stability výrubu bez podepření		minimální	minimální	2 hod. - 2 dny / 2 hod.	2 hod. - 2 dny / 2 hod.	2 hod.	minimální
Hodnota Q - Barton		< 0,03	0,03	6,00 / 0,89 tektonické poruchy	6,40 / 0,76 tektonické poruchy	0,03 - 0,76	< 0,03
Těžitelnost podle ČSN 73 3050 (neplatná)		3-5	3-4	5-6	5-6	4-5	3-5
Těžitelnost podle TKP SŽDC kapitola 3 - Zemní práce	podle tříd těžitelnosti	I.-II.	I.-II.	II-III.	II-III.	I.-II.	převážně I. (lokálně II.)
	podle způsobu rozpojování	mechanismy	mechanismy	trhací práce tekt. poruchy - mechanismy	trhací práce/ tekt. poruchy - mechanismy	mechanismy v místech navětralých elevací nutno použít trhací práce	mechanismy

Tabulka č. 8.2. – Tabulka technologických tříd NRTM (v tabulce jsou uvedeny pouze technologické třídy, u kterých předpokládáme, že budou zastižené)

Technologická třída NRTM	Podmínky pro ražení				Zabezpečení ražení a provizorní výstroj		
	-	stabilita horniny v čase	délka nevystrojených částí výrubu	tvoření nadvýlomů	provizorní výstroj	členění výrubu	bezpečnost práce
2	-	2 dny - 2 týdny	omezená stabilita výrubu jen částečně (2,5 m)	ojedinělé (ohrožují pouze bezp. práce)	kotvení přístropí (kaloty), stříkaný beton 5-10 cm	u výšky tunelů nad 7 m horizontální	zajišťuje provizorní výstroj
3	zhoršené	2 hod – 2 dny	1,5 – 2,0 m	časté	stříkaný beton, kotvy, ocelová síť	u výšky tunelů nad 7 m horizontální	zajišťuje provizorní výstroj
4	nepříznivé	< 2 hod	1,0	u nesoudržných hornin velmi časté, částečné plastické přetváření	nosný věnec ze stříkaného betonu, kotev a ráků, zajištění čelby stříkaným betonem	horizontální	co nejrychlejší zajištění nevystrojené části výrubu
5a	velmi nepříznivé	minimální, hornina tlačivá	0	plastické přetváření	rámy, ocelová síť, stříkaný beton, místní hnané pažení, uzavření celého profilu, zajištění čelby stříkaným betonem	horizontální, příp. další dílčí výrubu po vertikále	okamžité zajištění nevystrojené části výrubu

8.1. TĚŽITELNOST A VRTATELNOST ZEMIN A HORNIN

Třídy těžitelnosti zemin a hornin podle ČSN 73 6133 a TKP SŽDC jsou uvedeny v geologické dokumentaci jednotlivých sond a v tabulce geotechnických parametrů jednotlivých typů zemin a hornin.

Zatřídění bylo zpracováno na základě geologické dokumentace vrtů, zejména popisu makroskopických znaků hornin, výsledků karotážního měření ve vrtech a s přihlédnutím k výsledkům geofyzikálního průzkumu a výsledkům laboratorních zkoušek.

Tabulka č. 8.1.1. Těžitelnost a vrtatelnost geologických prostředí v portálových úsecích

Charakteristika hornin	Třída těžitelnosti podle ČSN 73 6133 / TKP SŽDC	Třída vrtatelnosti podle VC 800-2
*Geotechnický typ O, Y, Q1d, Q2d, Q4, Q5d	I. / I.	I.
*Geotechnický typ N1, N6a, N6b	I. / I.	I.
*Geotechnický typ K1, K3, K5	I. / I.	I.
Geotechnický typ C1a	I. / I.	I.
Geotechnický typ C1b	I. / I.-II.	II. - III.
Geotechnický typ P1a	I. / I.	I.
Geotechnický typ P1b	I. / I.-II.	II. - III.
Geotechnický typ P1c	II. / II.-III.	IV.-V.

Tabulka č. 8.1.2. Těžitelnost a vrtatelnost geologických prostředí v tunelovém úseku

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

Tabulka 8.1.3. – Převod tříd těžitelnosti

ČSN 73 6133 Platná od 02/2010	ČSN 73 3050 Platnost ukončena 03/2010
I. třída	Těžba prováděná běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy). Jedná se o třídy 1 až 3, 4 a), b), c), f) podle ČSN 73 3050
II. třída	Pro těžbu a rozpojování horniny je nutné použít speciální rozpojovací mechanismy (rozrývače, skalní lžíce, kladiva). Jedná se o třídy 4 d), e), 5. třída podle ČSN 73 3050
III. třída	K rozpojování je nutné použít nejtěžší rozrývače, nejtěžší hydraulická kladiva nebo trhací práce. Jedná se o třídy 6 a 7 podle ČSN 73 3050

8.2. POUŽITELNOST RUBANINY

Při ražbě tunelu budou těženy moldanubické metamorfované a magmatické intruzivní horniny typu parararul, migmatitů a granodioritu. Lokálně pak budou zastížena zcela nepravidelně žilná tělesa charakteru erlánů, tlakově postižených pegmatitů a mylonitů, lokálně s polymetalickou minerální výplní. Rozpad hornin je závislý na hustotě diskontinuit a ploch odlučnosti, intenzitě zvětrání a na způsobu ražby. Horniny se rozpadají podél predisponovaných ploch na nepravidelné úlomky a bloky, v místech většího tektonického porušení na drobné, ostrohranné až poloopracované úlomky. V místech silně tektonicky porušených pak očekáváme zcela podrcené horniny charakteru písčitých štěrků až písků, s možnou až jílovitoprachovitou příměsí, která lokálně může dominovat.

Charakter rubaniny :

- přírodní kamenivo, které je získané těžebním a dále příp. upravené drcením beze změny minerálního a chemického složení,
- těžené kamenivo upravené těžbou a příp. následným drcením na :
 - drobné kamenivo zahrnující frakce v rozmezí 2 - 22 mm
 - hrubé kamenivo s velikostí zrna nad 22 mm

Podle ČSN 73 6133 „Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ bude těžebním materiál z horních partií portálových úseků a v místech tektonických linií odpovídat převážně měkkým skalním horninám. Z tunelu bude střídavě těžena rubanina náležející k tvrdým skalním horninám (navětralé horniny) pevnostní třídy R2, kdy velikost a tvar fragmentů bude zůstávat při zpracování do náspu a po jeho dokončení téměř nezměněna) a rubanina odpovídající podle výše citované normy k měkkým skalním horninám (mírně zvětralé horniny) pevnostní třídy R3, R4 a R5. Kamenité sypaniny z měkkých skalních hornin musí být složeny z navětralých a zvětralých hornin s odpovídajícími vlastnostmi.

Horniny místy obsahují rudní minerální výplň (zejména v blízkosti žilných těles). Ta může být komplikací při dalším vyžití těchto hornin – např.: uvolnění kyseliny sírové ze sulfidů železa za součinnosti zvětrávacích procesů.

S výjimkou jílovitopísčitých, hlinitopísčitých až štěrkovitójílovitých zemin z portálových úseků, lze veškerý vytěžený materiál použít jak do náspu, tak případně i na jiných stavbách, např. na různé podsypy, obsypy a zásypy.

Vlastnosti hornin bude nutné ověřit při zahájení ražby tunelů provozním průzkumem (viz čl. 7.8. ČSN 73 6133).

9. ANALÝZA RIZIK

V této kapitole uvádíme možná rizika stavby plynoucí z výsledků inženýrsko-geologického a geotechnického průzkumu.

- Úsek č. 1, km 15,925 – 16,000 (hloubený úsek).
 - možný výskyt tektonicky rozvolněného skalního masívu
 - velmi nekvalitní, mírně až zcela zvětralá hornina, s velmi vysokou až extrémní hustotou diskontinuit
 - dlouhodobé méně vydatné přítoky podzemních vod

- Úsek č. 2, km 16,000 – 16,250 (ražený úsek).
 - výrazná tektonická porucha
 - vydatné přítoky podzemních vod
 - očekávaný opad hornin s přístropí, nadvýlomy
 - velmi nekvalitní, silně až zcela zvětralá hornina, s velmi vysokou až extrémní, ojediněle vysokou hustotou diskontinuit

- Úsek č. 3, km 16,250 – 18,500 (ražený úsek).
 - pevná, kvalitní, pouze slabě navětralá až nezvětralá hornina, s malou až střední hustotou diskontinuit
 - velký počet tektonických poruch regionálního i nadregionálního řádu
 - nepravidelný výskyt „žilných“ hornin
 - v závěru úseku výskyt kontaktně metamorfovaných hornin
 - v samotném závěru možný výskyt žilného křemene
 - očekávaný opad hornin s přístropí, nadvýlomy
 - přítoky podzemních vod podél tektonických poruch

- Úsek č. 4, km 18,500 – 19,550 (ražený úsek).
 - mírně zvětralá až navětralá hornina
 - horniny s velmi malou až malou hustotou diskontinuit, vlivem těchto diskontinuit hodnotíme horninu jako méně kvalitní až nekvalitní
 - kvalitnější horniny lze očekávat v úseku staničení cca km 19,100-19,300
 - přítoky podzemních vod

- očekávaný opad hornin s přístropí, nadvýlomy, v úseku hrozí i pád hornin většího řádu – sjíždění bloků hornin po predisponovaných zlomových plochách
- nepravidelný možný výskyt více zvětralých hornin
- Úsek č. 5, km 19,550 – 20,475 (ražený úsek).
 - v tomto úseku nachází méně kvalitní až nekvalitní horniny
 - horniny velmi silně porušené diskontinuitami, s velmi malou až malou hustotou diskontinuit
 - bude docházet k opadávání hornin z přístropí
 - přítoky podzemních vod
 - nepravidelný možný výskyt pevných bloků navětralých hornin
- Úsek č. 6, km 20,475 – 20,625 (hloubený úsek).
 - méně kvalitní až nekvalitní, převážně silně zvětralé horniny, pouze nepravidelně bude zastížena hornina mírně zvětralá
 - hornina s extrémně malou hustotou diskontinuit, respektive se v hornině jen ojediněle vyskytují pevnější úlomky o velikosti do 5 cm, které „plavou“ v silně zvětralé matečné hornině
 - vydatné přítoky podzemních vod dotované z místních vodotečí

Na základě získaných vědomostí, lze konstatovat následující :

- geologická situace je v trase projektovaného tunelu velmi komplikovaná, zvětralinové zóny v horninách skalního podkladu dosahují hloubky až cca 30-42 m, tzn., že v některých případech zasahují až do úrovně tunelové trouby
- v horninách pararul se velmi nepravidelně vyskytují „žilná“ tělesa mylonitů, tektonicky postižených pegmatitů a erlánů. Žíly nabývají rozměrů cca prvních metrů až první desítka metrů. Jejich vymapování je v daném území a v hloubkové úrovni vedení tunelu zcela nemožné. Jejich zastížení novými vrtnými pracemi je jen otázkou náhody. V blízkosti drahotěšické poruchy pak může být zastížen žilný křemen o mocnosti až 10 m.
- tektonická stavba je velmi složitá, tektonický vývoj dané oblasti probíhá s dílčími přestávkami cca od ukončení variské orogeneze (cca 260-290 mil. let) do současnosti (do recentu). Tektonické porušení hornin výrazně oslabuje horninový masív. Horninový fundament je porušen i netektonickými procesy, jejichž směry a orientace nemusí korespondovat s předpokládaným/zjištěným stavem z vrtů a všeobecně uznávanou tektonickou koncepcí vývoje Českého masívu.

- širší zájmová oblast patří do území, které je seismicky aktivní
- plánovaná trasa tunelu prochází CHOPAV Třeboňská pánev
- zájmovou oblastí prochází ochranné pásmo vodních zdrojů. Jedná o OPVZ Opatovice – Úsilné (PHO2b), rozhodnutí č. Vod/3906/89/Ště z 12.12.1989 vydal ONV ČB. Vlastní zdroje podzemních vod se nachází mimo zájmovou oblast – tj. více než 500 m od osy plánované trasy železnice, tudíž nepředpokládáme negativní ovlivnění jejich kvality a vydatnosti.
- s ražbou průzkumné štoly bylo uvažováno v souvislosti s ražbou pomocí TBM. V případě ražby pomocí NRTM nemá ražba průzkumné štoly téměř žádné opodstatnění, neboť metoda NRTM je schopna aktivně reagovat na skutečně zastižené geologické podmínky. Pokud však bude v rámci stavby uvažováno s realizací boční únikové štoly, doporučujeme ji budovat s částečným předstihem. Tím by se předem ověřila geologická stavba pro ražbu vlastního tunelu. Zhotovitel tunelu by tak měl detailní informace o předpokládaných tektonických liniích a případných dalších problematických místech a mohl by se na ně připravit.
- v okolí staničení cca km 15.850 (okolí vjezdového, jižního portálu tunelu) je možný výskyt tektonicky rozvolněného skalního masívu
- chatová oblast u Chotýčan (Na Libochové) a jižní okraji obce Vitín může být dotčen/ohrožen poklesovou kotlinou. V těchto lokalitách budou ohroženy i stávající jímací objekty podzemní vody – studny (viz. příloha B.7.2.4.2.13)
- dále musí být velmi obezřetně budován výjezdový (severní) portál tunelu, a navazující „tunelový most“ v místě průchodu pod stávajícím jedním jízdním pruhem dálnice D3 (I/3)
- nejdůležitější informace jsou uvedeny v kapitolách č. 5 až 9. Bez uvážení těchto informací nelze odpovědně zpracovat projekt stavby.

10. GEOTECHNICKÝ MONITORING, DOPORUČENÍ PRŮZKUMNÝCH PRACÍ PRO DALŠÍ ETAPU

Projektovaný tunel řadíme z hlediska náročnosti konstrukce a zastižených geologických podmínek do **3. geotechnické kategorie** obtížnosti ve smyslu ČSN 73 7501. Patří tedy k nejnáročnějšímu typu podzemních staveb, u nichž je provádění geotechnických měření v průběhu výstavby závazné (čl. 6.2.9. ČSN 73 7501).

Vzhledem k uvažované metodě ražby tunelu pomocí NRTM (rozhodnuto dne 7.9.2010.), k postupu a podmínkám výstavby, doporučujeme projekt monitoringu založit na následujících typech měření:

- měření napětí v prvcích trvalé výztuže,
- měření kotevních sil ve svorníkových tyčích,
- měření deformací tvaru trvalého ostění,

- geodetická měření v tunelu,
- měření kotevních sil na portálech,
- inklinometrická měření v příportálových úsecích,
- zaznamenávat výrony vody do důlního díla,
- měření změn rozměrů výrubu – konvergence.

S ohledem na velmi složité geologické poměry a zvolenému trasování tunelu bude nutné, pro další stupeň projektové dokumentace, realizovat podrobný inženýrskogeologický a geotechnický průzkum. Ten je potřeba zaměřit na ověření průběhu systému veškerých diskontinuit, které zcela zásadně ovlivňují stabilitu horninového masívu. Dále na podrobnější zjištění vydatnosti přítoků podzemních vod do projektovaného tunelu. Bude nutné ověřit předpokládaný výskyt fosilního, tektonicky rozvolněného skalního masívu v oblasti vjezdového portálu tunelu.

Dále doporučujeme ověřit geotechnické a geomechanické vlastnosti hornin v blízkosti drahotěšické poruchy a zejména možnost existence žilného křemene.

V chatové oblasti u Chotýčan (Na Libochové) a v jižním okraji obce Vitín (lokality s potenciálně ohroženými jímací objekty podzemní vody) doporučujeme realizovat monitorovací hydrogeologicky vstrojené vrty.

Vzhledem ke komplikovanému historicko-geologickému, tektono-metamorfnímu a tektono-deformačnímu vývoji území bude nutné zvolit takovou metodiku průzkumu, která poskytne co nejvíce možných informací s vynaložením co nejnižších finančních nákladů. Realizace většího počtu průzkumných vrtů o průměru pouhých 78 mm je, vzhledem k vypovídajícím možnostem těchto vrtů, v rámci takto složitých geologických podmínek, diskutabilní. GKF by měla v rámci zadávacích podmínek doplňkového průzkumu navrhnout i jiné efektivnější metody průzkumu, případně jejich kombinace – např. geofyzikální metody průzkumu.

Provedené geofyzikální práce, realizované v osovém profilu metodou MRS a DOP, měly rekognoskační charakter s cílem určit mělkou stavbu horninového prostředí (pevnost hornin, tektonické linie, kvazihomogenní bloky hornin).

V detailním průzkumu doporučujeme uskutečnit další geofyzikální měření na profilu, příp. profilech paralelních s osovým profilem nad projektovaným tunelem. Je to proto, že poruchy nemusí být nezbytně příčné k ose tunelu a jen měření na paralelních profilech umožní určit jejich směr vůči ose. Pak se také vysvětlí, že v některých případech (ojedinělých) se místně neztotožňují polohy poruch interpretované podle DOP a MRS (většinou se jedná o jednotky, nejvýše první desítky metrů), které jsou způsobeny různým hloubkovým (u skloněných) dosahem do stran (u poruch k profilu obecně šikmých). Podobnou funkcí by sloužila i poměrně hustá síť příčných profilů, vedených s takovým krokem, aby nemohlo dojít k nezastižení některých z poruch.

Pro další etapu průzkumných prací doporučujeme následující geofyzikální metody:

- reflexní seismika je schopna sledovat horninová rozhraní do hloubek v prvních stovkách metrů i při použití kladiva jako zdroje seismického vlnění. Metoda se používá většinou v sedimentárních horninách, ale i v krystaliniku má svoje opodstatnění zejména pro sledování sklonu tektonických linií a kontaktů hornin,

- metodou vertikálního elektrického sondování lze určit průběh měrných odporů směrem do hloubky, přičemž hloubkový dosah metody je závislý na vzdálenosti proudových elektrod. S rostoucím hloubkovým dosahem, tj. s rostoucí vzdáleností proudových elektrod však klesá rozlišovací schopnost této metody a také přesnost určení hloubek jednotlivých geoelektrických rozhraní,
- tíhová měření mohou přispět k upřesnění kvazihomogenních bloků hornin, vymezení různých typů hornin a také k upřesnění významných tektonických linií a porušených zón (porušené linie se projeví vyšší porózitou a rozpukaností a v důsledku i snížením hustot takto porušených hornin). Porušené zóny se projevují jako místa záporných tíhových anomálií.

11. ZÁVĚR

Ve zprávě prezentujeme výsledky inženýrskogeologického a geotechnického průzkumu pro projektovanou stavbu tunelu Chotýčany v traťovém úseku České Budějovice – Veselí nad Lužnicí. Dne 7.9.2010 bylo Odbornou komisí SŽDC stanoveno, že SO 38-25-70 - Chotýčanský tunel bude realizován ve variantě Goliáš, tzn. jeden dvoukolejný tunel o délce 4464 m a teoretické ploše výrubu $102,5 \text{ m}^2$ ($105,3 \text{ m}^2$), s jednotným sklonem 0,7511%. Ražba tunelu bude provedena metodou NRTM (dříve uvažovaná metoda TBM nebude použita). Stavba je vedena z hlediska geologického vývoje velmi složitým územím. Tektonické projevy, které se vyskytují téměř v celé projektované trase, výrazným způsobem budou ovlivňovat podmínky ražby tunelu. Ražba pomocí NRTM je ve zjištěných geologických poměrech vhodnější, může pružně reagovat na předpokládané složité geologické poměry.

V předložené zprávě jsou zpracovány i výsledky méně známých autorů, kteří se věnují problematice historické, regionální, kvartérní a strukturní geologie, magmatické a metamorfní petrologie, geochemie magmatických a metamorfních procesů atd. (viz zejména kapitola 5). Tyto skutečnosti nejsou příliš známy široké odborné veřejnosti, neboť jsou většinou součástí dílčích výzkumných úkolů či grantů. Autor průzkumu je použil z důvodů komplexního pohledu na širokou problematiku výstavby podzemních děl.