

Investor



Hlavní město Praha, Odbor strategických investic MHMP

Vyšehradská 2075/51, 128 00 Praha 2
zastoupený mandatářem, VIS a.s.

Mandatář



VIS a.s. - inženýrská a projektová činnost

Bezová 1658/1, 147 00 Praha 4 - Braník
tel.: +420 244 466 111, fax: +420 244 462 512, www.vis.cz

Vyšší zhotovitel



SUBTERRA a.s.

Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8
tel.: +420 266 017 201, e-mail: info@subterra.cz, www.subterra.cz

Zhotovitel IG průzkumu



projektová, průzkumná a konzultační společnost

PUDIS a.s., Nad Vodovodem 2/3258, 100 31 Praha 10
tel.: +420 274 776 645, fax: +420 274 778 656, www.pudis.cz, info@pudis.cz

Vypracoval: Mgr. Libor Sílka RNDr. Radovan Chmelář, Ph.D. Ing. Boleslav Březina Mgr. Pavel Tůma	Ředitel PUDIS a.s.: Ing. Martin Höfler Odpovědný řešitel geologických prací: RNDr. Radovan Chmelář, Ph.D. Kontroloval: Ing. Petr Pokorný	Razítko:
Investor\Objednatel stavby: OSI MHMP, zastoupený mandatářem VIS a.s.	Číslo zakázky: 3-8198-0006-62	

Akce: Stavba č. 9567 – Radlická radiála JZM – Smíchov, podrobný inženýrskogeologický průzkum Díl I. Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA	Měřítko:	Formát:	Datum: 05/2017
	Příloha: TECHNICKÁ ZPRÁVA	Stupeň: ZZ IGP	Souprava:
	Číslo přílohy: 0		

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA PODROBNÉHO INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Díl I. Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly

**Stavba č. 9567 RADLICKÁ RADIÁLA JZM – SMÍCHOV –
podrobný inženýrskogeologický průzkum**

Investor:

OSI MHMP, zastoupený mandatářem VIS a.s.
Bezová 1658/1, Praha 4

Praha, květen 2017

OBSAH:

1 Úvod	5
1.1 Identifikační údaje stavby	5
1.2 Soupis provedených prací	6
1.3 Použité podklady	7
1.4 Výchozí normy, předpisy a vyhlášky	9
1.4.1 Zákony a prováděcí vyhlášky	9
1.4.2 Technické kvalitativní podmínky	10
1.5 Geomorfologické poměry	12
1.6 Geologické poměry	12
1.6.1 Horniny skalního podloží – předkvartérního podkladu	12
1.6.2 Podrobná charakteristika hornin skalního podloží	13
1.6.3 Tektonika skalního podloží	15
1.6.4 Předkřídové zvětrání a krasové jevy ve skalním podloží devonských vápenců	15
1.6.5 Relikty křídových sedimentů (nad JTT, nejsou v přímém nadloží průzkumné štoly)	16
1.6.6 Pokryvné útvary - KVARTÉR	16
1.7 Hydrogeologické poměry a agresivita prostředí	17
1.7.1 Hydrogeologické poměry	17
1.7.2 Agresivita prostředí	18
2 Vyhodnocení jednotlivých činností IGP	19
2.1 Inženýrskogeologické a geotechnické sledování výrubu průzkumné štoly	19
2.1.1 Metodika Inženýrskogeologického a geotechnického sledování výrubu	19
2.1.2 IG dokumentace hloubení těžní šachty	21
2.1.3 IG dokumentace ražby průzkumné štoly v STT	22
2.1.4 IG dokumentace ražby rozšíření štoly do JTT a rozšíření výrubu v STT	33
2.1.5 Laboratorní zkoušky hornin a zemin odebraných během ražeb a hloubení	35
2.1.6 Strukturní kinematická analýza horninového masivu (metoda klíčových bloků)	40
2.2. Bezpečnostní jádrové předvrtvy	45
2.2.1 Postup a metodika prací při realizaci bezpečnostních jádrových předvrtů	45
2.2.2 Vyhodnocení prací při realizaci bezpečnostních jádrových předvrtů	46
2.3 Průzkumné vrtvy ze štol v STT a JTT do oblasti jižního tunelu a do oblasti za koncem štol v STT a JTT	49
2.3.1 Postup a metodika prací při realizaci průzkumných vrtů	49
2.3.2 Vyhodnocení prací při realizaci průzkumných jádrových vrtů	52
2.4 Presiometrické vějíře z průzkumné štoly v STT a JTT	80
2.4.1 Postup a metodika prací při realizaci presiometrických vějířů	80
2.4.2 Vyhodnocení prací při realizaci presiometrických vějířů	88
2.5 Zatěžovací zkoušky deskou v průzkumné štole	124
2.5.1 Rozsah a metodika zkoušek	124
2.5.2 Výsledky zkoušek a jejich posouzení	126

2.6	Hydrogeologické sledování.....	129
2.6.1	Zlíčovský portál tunelu Radlice – oblast průzkumné štoly.....	129
2.6.2	Jinonický portál tunelu Radlice.....	131
2.6.3	Nově realizované hydrogeologické vrty	132
2.6.4	Měření celkového přítoku do průzkumné štoly	133
2.6.5	Chemické a fyzikální rozbory podzemních vod.....	134
2.6.6	Aktualizaci pasportizace studní a přirozených pramenů a repasportizace	136
2.7	Geofyzikální měření.....	139
2.7.1	Metodika a rozsah geofyzikálního měření.....	139
2.7.2	Závěry z geofyzikálního měření	139
2.8	Geoelektrický korozní průzkum.....	141
2.8.1	Metodika a rozsah geoelektrického korozního průzkumu	141
2.8.2	Závěry z geoelektrického korozního měření	141
3	Závěr.....	143

Přílohy vázané u zprávy:

1 Dokladová část

Evidenční list geologických prací

Evidenční list geologických prací rozšíření průzkumné štoly do JTT

Vyjádření odboru ŽP MHMP k projektu podrobného IGP

Potvrzení o provádění paleontologického dozoru

Přílohy volné u zprávy:

- 0 Závěrečná zpráva – technická zpráva
- 1 Situace s vyznačením prací IGP
- 2 Inženýrskogeologické řezy průzkumnou štolou v STT a rozšířením do JTT
 - 2.1 Horizontální geologický řez (důlní mapa) průzkumnou štolou v STT a rozšířením do JTT
 - 2.2 Podélný geotechnický řez průzkumnou štolou v STT
 - 2.3 Podélný geotechnický řez průzkumnou štolou rozšíření v JTT
 - 2.4 Rozvinutý geotechnický řez stěnami těžní šachty
 - 2.5 Příčné geotechnické řezy
 - 2.5.1 Příčný geotechnický řez 0+171 km STT (ul. Křížová)
 - 2.5.2 Příčný geotechnický řez 0+369 km STT (rozplet JTT)
 - 2.5.3 Příčný geotechnický řez 0+502 km STT (tunel. propojka č.6)
 - 2.5.4 Příčný geotechnický řez 0+513.6 km STT (kras)
 - 2.5.5 Příčný geotechnický řez 0+730 km STT (tunel. propojka č.5)
 - 2.5.6 Příčný geotechnický řez 0+884 km STT (stoka „P“)
 - 2.5.7 Příčný geotechnický řez 1+679 km JTT
- 3 Výběr protokolů inženýrskogeologické a geotechnické dokumentace čela výrubu
- 4 Výběr protokolů ze strukturní a kinematické analýzy horninového masivu výrubu štoly
- 5 Inženýrskogeologická dokumentace vrtných prací
 - 5.1 Inženýrskogeologická dokumentace bezpečnostních jádrových předvrtů
 - 5.2 Inženýrskogeologická dokumentace jádrových vrtů presiometrických vějířů
 - 5.3 Inženýrskogeologická dokumentace průzkumných vrtů ze štoly v STT a JTT
 - 5.4 Technická zpráva z vrtných prací
- 6 Výsledky laboratorních a terénních geotechnických zkoušek
- 7 Hydrogeologické sledování
 - 7.1 Měření hladiny podzemní vody v HG vrtech
 - 7.2 Aktualizace pasportizací a repasportizací studní a přirozených pramenů
 - 7.3 Měření celkového přítoku do průzkumné štoly
 - 7.4 Chemické analýzy podzemních vod
 - 7.5 Porovnání úrovně hladiny podzemní vody v HG vrtech a studních před ražbou štoly s HG mapou Prahy 1: 5000
- 8 Geofyzikální měření
- 9 Geoelektrický korozní průzkum

1 Úvod

Následující závěrečná zpráva za průzkumné práce (která je rozdělena na Díl I a Díl II), je vypracována na základě Smlouvy o dílo na provedení prací na Stavbě č. 9567 Radlická radiála JZM – Smíchov (podrobný inženýrskogeologický průzkum) číslo 1401053/01000760 (číslo smlouvy objednatele), resp. č. 3-Sd036/12 (číslo smlouvy zhotovitele) a jejího dodatku č. 1 ze dne 29.9.2016 mezi firmou PUDIS a.s. a firmou Subterra a.s.

Tato závěrečná zpráva je vypracována v souladu se Zadávací dokumentací IG průzkumu z roku 2011, Projektovou dokumentací průzkumných prací - Průzkumná štola – rozšíření do JTT 0 – 180 m a průzkumný vrt délky 95 m (VIS a.s., 4/2016) a též v souladu s Realizačním projektem geologických prací (PUDIS, 2014) a Aktualizací realizačního projektu geologických prací (PUDIS, 10/2015) a s Realizačním projektem geologických prací - Průzkumná štola – rozšíření do JTT 0 – 180 m a průzkumný vrt délky 95 m (PUDIS, 10/2016).

Obdobně jako ve zmíněných projektech jsou činnosti inženýrskogeologického průzkumu rozděleny na dvě základní části (díly):

- Díl I. Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly
- Díl II. Průzkum pro celou trasu Radlické radiály z povrchu terénu

Inženýrskogeologický průzkum v celém svém rozsahu (včetně průzkumné štoly) byl ohlášen a pod číslem 649/2014 zaevidován 21.3.2014 u České geologické služby – Geofondu a dne 4.5.2016 bylo zaevidováno rozšíření geologických prací a rozšíření průzkumné štoly do JTT 0 – 180 m a průzkumný vrt délky 95 m pro tunel Radlice.

Dne 12.5.2014 bylo získáno kladné vyjádření odboru životního prostředí MHMP k předloženému projektu geologických prací - Podrobný inženýrskogeologický průzkum Radlická radiála (viz vázaná Příloha č. 1 této zprávy – Dokladová část).

V průběhu ražby průzkumné štoly a realizace vrtů z průzkumné štoly byl prováděn paleontologický dozor pracovníky ČGS a AV ČR (viz vázaná Příloha č. 1 této zprávy – Dokladová část).

Tato závěrečná zpráva shrnuje výsledky inženýrskogeologického průzkumu pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly (tj. Dílu I).

1.1 Identifikační údaje stavby

<u>Název stavby:</u>	Stavba č. 9567 Radlická radiála JZM – Smíchov – podrobný IGP
<u>Místo stavby:</u>	Hlavní město Praha, městské části Praha 5 a Praha 13
<u>Investor:</u>	Magistrát hl. m. Prahy Odbor strategických investic, Vyšehradská 51, Praha 2 v zastoupení VIS a.s., Bezová 1658, Praha 4 – Braník
<u>Vyšší dodavatel:</u>	Subterra a.s. (divize 1) Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8 – Libeň
<u>Dodavatel průzkumných prací:</u>	PUDIS a.s. (Nad Vodovodem 2/3258, 100 31 Praha 10)
<u>Zhotovitel RDS průzkumné štoly:</u>	SATRA, spol. s.r.o. (Sokolská 32, 120 00 Praha 2)
<u>Projektant DUR:</u>	Sdružení PUDIS-SATRA

1.2 Soupis provedených prací

V rámci dílu I („průzkumná štola“) práce byly provedeny tyto:

- inženýrskogeologické a geotechnické sledování při ražbě průzkumné štoly
- průběžné sestavování horizontálního geologického řezu
- průběžné sestavování vertikálního geologického řezu
- průběžný odběr a provádění laboratorních zkoušek na vzorcích hornin z čela výrubu
- průběžné provádění strukturální kinematické analýzy horninového masivu
- hydrogeologické sledování
 - monitorování hydrogeologických vrtů v oblasti zlíčovského portálu tunelu Radlice - oblast průzkumné štoly
 - monitorování hydrogeologických vrtů v oblasti jinonického portálu tunelu Radlice
 - monitorování nově realizovaných hydrogeologických vrtů v rámci IGP (HJ 233, HJ 234, HJ 235 a HJ 244)
 - sledování přítoků na čele výrubu
 - měření technologické vody a čerpaného množství balastních vod
- geofyzikální měření v předpolí ražby měřené z povrchu terénu
- realizace presiometrických vějířů (PP-1 až PP7 – průzkumná štola v STT a PP-8 a PP-9 – rozšíření průzkumné štoly do JTT) v rámci této činnosti byly provedeny tyto práce:
 - vrtné práce
 - geodetické práce – vytyčení a zaměření jednotlivých vrtů
 - vyhodnocení geologické dokumentace – popis jader
 - terénní presiometrické zkoušky včetně vyhodnocení
 - laboratorní zkoušky na vzorcích hornin z presiometrických vrtů
 - geofyzikální měření ve vrtech (georadar, tomografie, seizmocarotáž)
- realizace 24 bezpečnostních jádrových předvrtů (ŠJ 1 až ŠJ 14 – průzkumná štola v STT a ŠJ 16 až ŠJ 25 – rozšíření průzkumné štoly do JTT). V rámci realizace těchto bezpečnostních jádrových předvrtů byly provedeny tyto práce:
 - vlastní vrtné práce
 - vyhodnocení geologické dokumentace – popis jader
 - laboratorní zkoušky na vzorcích hornin odebraných z tohoto vrtu
 - geofyzikální měření ve vrtu (georadar, seizmická tomografie)
- na konci štoly v STT (st. km 0,933.10) proběhla realizace subhorizontálního jádrového vrtu ŠJ 101 (délky 69,6 m). Dále na konci štoly v JTT, st. 1674,78; 179,5 tm proběhla realizace subhorizontálního jádrového vrtu ŠJ 103 (délky 75,5 m) a ve st. JTT 1795,46 m; 58,82 tm proběhla realizace subhorizontálního vrtu ŠJ 102 (délky 65,0 m). V rámci těchto vrtů byly dále provedeny následující práce:
 - vrtné práce
 - geodetické práce – vytyčení a zaměření vrtu
 - vyhodnocení geologické dokumentace – popis jader
 - terénní presiometrické zkoušky včetně vyhodnocení v počátečním úseku délky 20 m
 - laboratorní zkoušky na vzorcích hornin z tohoto vrtu
 - geofyzikální měření ve vrtu

- realizace vrtného profilu VG 3 (což jsou 4 vrty délky 50 m situované do jižního tunelu), vrtného profilu VG 2 (což jsou 2 vrty délky 65 m situované do jižního tunelu) a vrtného profilu VG 1 (což jsou 2 vrty délky 75 m situované do jižního tunelu). Dále byl realizován vrtný profil VG 4 (což jsou 2 vrty, vrt VG4/J1 délky 47 m situovaný do jižního tunelu - TGC východ a vrt VG4/J2 délky 29,0 m situovaný do raženého portálu rampy J) a vrtný profil VG 5 (což jsou 2 vrty, vrt VG5/J1 délky 14,5 m situovaný v rozšíření STT před odbočením do JTT a vrt VG5/J2 délky 15,0 m situovaný také v rozšíření STT před odbočením do JTT). V rámci realizace těchto vrtných profilů byly dále provedeny následující práce V rámci realizace těchto vrtných profilů byly dále provedeny tyto práce:
 - vrtné práce
 - geodetické práce – vytyčení a zaměření jednotlivých vrtů
 - vyhodnocení geologické dokumentace – popis jader
 - terénní presiometrické zkoušky včetně vyhodnocení v počátečním úseku délky 20 m
 - laboratorní zkoušky na vzorcích hornin z tohoto vrtu
 - geofyzikální měření ve vrtu
- měření bludných proudů a rezistivity v rámci průzkumné štoly v STT a rozšíření do JTT (korozní geoelektrické měření)
- geofyzikální měření v průzkumné štolě v STT a rozšíření do JTT po jejím celém vyražení

1.3 Použité podklady

- a) Archivní rešerše – Inženýrskogeologické a geotechnické poměry stavby Radlická radiála JZM – Smíchov, segregovaná varianta nově upravené trasy k 06.2003 (Vorel et al., 2003, PUDIS a.s.)
- b) Podrobná inženýrskogeologická mapa Prahy 1:5000, list č. 7-3 (Kleček. 1970, PUDIS)
- c) Základní geologická mapa ČSSR 1:25000 12-243, Praha – sever (Králík et al. 1984, ÚÚG Praha).
- d) Nadsídlíštní splaškový sběrač v úseku Hlubočepy - Radlice - Doplňující inženýrskogeologický průzkum prováděný v průběhu stavby (Habrnál 1983, PÚDIS)
- e) Křídové sedimenty v krasové depresi na Dívčích hradech - Český kras (Beroun), 10: 51-55 (Zelenka, 1984).
- f) Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro MO Zlíchov - Radlická (Březina et al. 1997, PUDIS)
- g) Stavba č.9567 Radlická radiála JZM – Smíchov – podklady EIA – hydrogeologie, hydrologie, klimatika (Kessl – Jäger 2006, AQH s.r.o.)
- h) Vyjádření Obvodního báňského úřadu v Kladně k projektu akce „Radlická radiála – zpracování EIA a projednání průzkumné štoly (Ullmann, OBÚ Kladno 2006)

- i) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567 – tunel Radlice – podrobný IG průzkum – průzkumná štola. E. Projekt inženýrskogeologického průzkumu, 2006
- j) Odborné vyjádření k problematice akce „Průzkumná štola pro Radlickou radiálu (Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc, 2006)
- k) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567 – návrh dokumentace k žádosti o vydání rozhodnutí o umístění stavby. G.1 Inženýrskogeologický průzkum (Vorel et al., 2007, PUDIS a.s.)
- l) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567 – tunel Radlice – odborné posouzení variant inženýrskogeologického průzkumu (Prof. Ing. Jaroslav Pašek, DrSc, 2007)
- m) Vrtný průzkum nebo průzkumná štola? Odborné vyjádření k problematice inženýrskogeologického průzkumu jižního úseku tunelu Radlice (Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc, 2008)
- n) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567, tunel Radlice - průzkumná štola, předběžný inženýrskogeologický pro průzkumnou štolu tunelu Radlice, PUDIS a.s., 2009, Praha.
- o) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567, tunel Radlice - průzkumná štola, doplňující předběžný inženýrskogeologický pro průzkumnou štolu tunelu Radlice v oblasti Dívčích hradů, PUDIS a.s., 2009 Praha
- p) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567, tunel Radlice - průzkumná štola - Podrobný hydrogeologický průzkum pro průzkumnou štolu tunelu Radlice, PUDIS a.s., 2009, Praha
- q) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567, tunel Radlice - průzkumná štola - Doplnující hydrogeologický průzkum pro průzkumnou štolu tunelu Radlice v oblasti Dívčích hradů, PUDIS a.s., 2009, Praha
- r) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567, tunel Radlice - Podrobný hydrogeologický průzkum v oblasti Jinonického portálu, PUDIS a.s., 2009, Praha
- s) Radlická radiála JZM-Smíchov, stavba č. 9567, tunel Radlice – Doplnující předběžný geotechnický průzkum v oblasti Jinonického portálu, PUDIS a.s., 2009, Praha
- t) Zadávací dokumentace podrobného inženýrskogeologického průzkumu pro stavbu č. 9567 Radlická radiála JZM – Smíchov, 2011
- u) Odborný posudek na průzkumnou štolu Radlice pro stavbu Radlická radiála JZM - Smíchov (Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc, 2011)
- v) Odborné geotechnické posouzení zadávací dokumentace pro Stavbu č. 9567 Radlická radiála JZM – Smíchov (Prof. Ing. Jaroslav Pašek, CSc, 2011)
- w) Vyjádření Obvodního báňského úřadu pro území Hlavního města Prahy a kraje Středočeského k projektové dokumentaci ražeb průzkumné štoly – stavba č. 9567 Radlická radiála JZM-Smíchov (Ing. Tichý, OBÚ 2012)

- x) Odborné stanovisko ČGS ke způsobu inženýrskogeologického průzkumu pro stavbu č. 9567 Radlická radiála JZM-Smíchov, tunely Radlice (Ing. Kycl, RNDr. Zelenka, ČGS, 2012)
- y) Znalecký posudek Posouzení realizace průzkumné štoly a inženýrsko-geologického průzkumu Radlické radiály (Prof. Ing. Jindřich Cigánek, CSc, 2012)
- z) Radlická radiála JZM - Smíchov, stavba č. 9567, Podrobný inženýrskogeologický průzkum. Díl II: Průzkum realizovaný z povrchu terénu, Realizační projekt průzkumu. (URBAN, J. a kol., 2014: PUDIS a.s., Praha)
- aa) Radlická radiála JZM - Smíchov, stavba č. 9567, Podrobný inženýrskogeologický průzkum. Díl I: Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly, Realizační projekt geologických prací (Chmelař, R. a kol. 2014:, PUDIS a.s., Praha)
- bb) Radlická radiála JZM - Smíchov, stavba č. 9567, Podrobný inženýrskogeologický průzkum. Díl I: Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly, Aktualizace realizačního projektu geologických prací (Chmelař, R. a kol. 2014:, PUDIS a.s., Praha)
- cc) Kalabis, P. 4/2016. Radlická radiála JZM – Smíchov, stavba č. 9567 tunel Radlice, podrobný IGP. Průzkumná štola – rozšíření do JTT 0 – 180 m a průzkumný vrt délky 95 m. Projektová dokumentace průzkumné části. VIS a.s., Praha
- dd) Radlická radiála JZM - Smíchov, stavba č. 9567, podrobný IGP. Průzkumná štola – rozšíření do JTT 0 – 180 m a průzkumný vrt délky 95 m. Realizační projekt geologických prací. (Chmelař, R. a kol. 10/2016: PUDIS a.s., Praha)
- ee) Radlická radiála JZM - Smíchov, stavba č. 9567, podrobný IGP. Čtvrtletní etapové zprávy. Díl I: Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly a Díl II: Průzkum realizovaný z povrchu terénu. (Síla, L. a kol. 3Q/2014 až 1Q/2016 a 4Q/2016 a 1Q/2017: PUDIS a.s., Praha)

1.4 Výchozí normy, předpisy a vyhlášky

1.4.1 Zákony a prováděcí vyhlášky

- **Zákon č. 62/1988 Sb. O geologických pracích** ve znění zákona č. 543/1991Sb., zákona č. 366/200 Sb. (úplné znění bylo vyhlášeno pod č. 66/2001 Sb.) zákona č.320/2002 Sb., zákona č. 18/2004 Sb. a zákona č.3/2005 Sb.
- **Prováděcí vyhláška MŽP č. 206/2001 Sb.**, o osvědčení odborné způsobilosti projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce
- **Prováděcí vyhláška MŽP č. 282/2001 Sb.**, o evidenci geologických prací
- **Prováděcí vyhláška MŽP č. 368/2004 Sb.**, o geologické dokumentaci
- **Prováděcí vyhláška MŽP č. 369/2004 Sb.**, o projektování, provádění, a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek

- **Zákon č. 61/1988 Sb. O hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě** ve znění pozdějších předpisů (Zákon č. 184/2011 Sb - Zákon, kterým se mění zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů)
- **Vyhláška ČBÚ č. 55/1996 Sb, o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí**, ve znění vyhlášky č. 238/1998 Sb., vyhlášky č. 144/2004 Sb., vyhlášky č. 298/2005 Sb. a vyhlášky č. 265/2012 Sb.
- **Vyhláška č. 298/2005 Sb.**, o požadavcích na odbornou kvalifikaci a odbornou způsobilost při hornické činnosti nebo činnosti prováděné hornickým způsobem a o změně některých právních předpisů

1.4.2 Technické kvalitativní podmínky

- **TKP (Technické kvalitativní podmínky) staveb pozemních komunikací**, kapitola 7, Tunely, podzemní objekty a galeri, MD-OI, 2006
- **TKP (Technické kvalitativní podmínky) staveb pozemních komunikací**, kapitola 24, Tunely, MD-OI, 2006.
- **TP 76 část C (Technické podmínky) Geotechnický průzkum pro navrhování a provádění tunelů pozemních komunikací**, MD-OI, 2008
- **TP 124 (Technické podmínky) Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací** - MDS, 1999

ČSN EN 1997-1 (73 1000)	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN EN 1997-2 (73 1000)	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy
ČSN EN ISO 14688-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatříd'ování zemin – část 1: Pojmenování a popis
ČSN EN ISO 14688-2	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatříd'ování zemin – část 2: Zásady pro zatříd'ování
ČSN EN ISO 14689-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatříd'ování hornin – část 1: Pojmenování a popis
ČSN EN ISO 22475-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Odběry vzorků a měření podzemní vody – Část 1: Zásady provádění
ČSN CEN ISO 22476-2	Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky - Část 2: Dynamická penetrační zkouška
ČSN CEN ISO 17892-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 1: Stanovení vlhkosti zemin
ČSN CEN ISO 17892-2	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 2: Stanovení objemové hmotnosti jemnozrnných zemin

ČSN CEN ISO 17892-3	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částí zemin
ČSN CEN ISO 17892-4	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti zemin
ČSN CEN ISO 17892-6	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 6: Kuželová zkouška
ČSN CEN ISO 17892-7	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 7: Zkouška pevnosti v prostém tlaku u jemnozrn. zemin
ČSN CEN ISO 17892-10	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 10: Krabicová smyková zkouška
ČSN CEN ISO 17892-12	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 12: Stanovení konzistenčních mezí zemin
ČSN EN 206-1	Beton-Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN 72 1004	Presiometrická zkouška
ČSN 72 1006	Kontrola zhutnění zemin a sypaní
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 6190	Statická zatěžovací zkouška podloží a podklad. vrstev vozovek
ČSN P 73 1005	Inženýrskogeologický průzkum
Technické podmínky:	
TP 76 A, B	Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace
TP 76 C	Geotechnický průzkum pro navrhování a provádění tunelů
TP 170	Navrhování vozovek pozemních komunikací
TKP 4	Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 4 Zemní práce

1.5 Geomorfologické poměry

Sledované zájmové území geomorfologicky patří k Pražské plošině. Povrch území je velmi členitý. Tento členitý reliéf je výsledkem denudace křídové paroviny a eroze Vltavy a jejích přítoků. Reliéf křídové paroviny zůstal zachován při jihovýchodním okraji území v prostoru Dívčích hradů.

Vedle erozivní a akumulační činnosti Vltavy se na členitosti území podílela i různá odolnost předkvartérního podkladu vůči erozi a denudaci. V tvrdých, zvětráním odolnějších horninách, zejména vápencích, vznikly strmé svahy a ostře zaříznutá údolí, kdežto mělká, širší, údolí jsou charakteristická pro méně odolné horniny. Značná členitost území je mnohde setřena akumulační činností Vltavy, kdy značné terasové uloženiny vyrovnávají výškové rozdíly a také sprašové návěje a i svahové uloženiny zmírňují strmost svahů. Původní morfologie terénu je také narušena vlivem lidské činnosti, jako jsou např. navážky pro terénní úpravy a výstavbu, rozsáhlé vápencové lomy a hlinišťe, zářezy a násypy železničních tratí. Nejvyšší nadmořská výška území se pohybuje kolem 335 m n. m. a nejnižší na Zlíčovské straně 225 m n. m.

V zájmovém území se vyskytuje chráněná přírodní památka:

- 09 - Přírodní památka **Ctirad** – S. okraj návrší Děvín nad Zlíchovem včetně zářezu silnice u Dívčích Hradů a opuštěného lomu pod železnicí. K.ú. Radlice, Smíchov. V: 6,44 ha, n. v.: 250 - 300 m. Z: vyhláška NVP č. 5/1988 Sb. NVP ze 4.7.1988. Důvodem vyhlášení této přírodní památky jsou významné odkryvy silurem a devonem Barrandienu s opěrnými geologickými profily a nalezišti zkamenělin (bylo zde klasické naleziště zkamenělin J. Barranda), skalní a stepní vegetace, krajinný prvek. Území patří do areálu přírodního parku Prokopské a Dalejské údolí. Ochranné pásmo přírodní památky Ctirad je ze zákona 50 m od jeho hranic. Přírodní památka Ctirad je v zájmovém území spolu s jejím ochranným pásmem vyznačena ve volné příloze č. 1 Situace s vyznačením prací IGP této zprávy

1.6 Geologické poměry

1.6.1 Horniny skalního podloží – předkvartérního podkladu

Zájmové území průzkumné štoly pro tunel Radlice leží severně od osy barrandienského synklinoria, které probíhá ve směru JZ-SV. Skalní podloží je v zájmovém území zastoupeno silurskými a devonskými horninami. Dále také částečně i relikty křídových sedimentů. Změny sedimentačního prostředí se odrazily v pestrém strukturním složení, které činí potíže při stratigrafickém hodnocení jednotlivých útvarů. Pro potřeby technické praxe se jeví výhodnější hodnocení litostratigrafické.

V následující tabulce je uvedeno stratigrafické členění hornin zájmového území:

Geol. útvar	oddíl	stupeň	značka	stratigrafická jednotka
KŘÍDA	svrchní	CENOMAN	K2C	perucké souvrství
DEVON	spodní	PRAG	DVP	pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence
		LOCHKOV	LCK	lochkovské souvrství
SILUR	svrchní	PŘÍDOL LUDLOW	BZL	bazalt, granulát, diabas
			PRD KPN	přídolské (požárské) souvrství kopaninské souvrství
	spodní	WENLOCK	LIT	liteňské souvrství

Tab. 1: Stratigrafické členění hornin zájmového území

1.6.2 Podrobná charakteristika hornin skalního podloží

1.6.2.1 SILUR (tektonická kra)

LIT - souvrství liteňské (tektonická kra) Liteňské souvrství představuje nejstarší horniny silurského stáří v oblasti Barrandienu. Vyskytují se ve východní části zájmového území. Zastoupeny jsou tence deskovitě vrstevnatými, ve zdravém stavu tmavě šedými až černými jílovitými, slabě vápnitými a prachovitými břidlicemi, ve svrchní části vápnitými břidlicemi středně až silně rozpukanými, místy tektonicky postiženými, ojediněle s polohami vápenců, třídy R2-R3. Vlastní liteňské břidlice jsou ve zdravém stavu třídy R3-R4, převážně tence vrstevnaté, s velmi hojnou graptolitovou faunou na vrstevních plochách, s hustotou diskontinuit převážně velkou. Liteňské břidlice a vápence (liteňské souvrství) zvětrávají na povrchu až na jílovitou hlínu s ostrohrannými úlomky a střípky hornin.

KPN - souvrství kopaninské (tektonická kra) je velmi faciálně rozmanité. Je budováno buď střídáním vápnitých břidlic a vápenců nebo tufitickými jílovitými břidlicemi a bazaltovými tufy. Spodní část je vyvinuta jako černé vápnité břidlice, jejichž zvětralé partie bývají hnědě zbarvené. Břidlice obsahují hojné polohy, čočky a konkrece bituminozních vápenců, při bázi i tufitickou příměs. Jílovité břidlice jsou vápnité, (mírně zvětralé, navětralé – třída R4-R5), zdravé, tmavě hnědošedé – třída R3-R4, deskovitě vrstevnaté s vložkami mikritických vápenců, šedých, třídy R2, deskovitě vrstevnatých. Na rozhraní liteňského a kopaninského souvrství je vyvinuta poloha hraničních paleozoických submarinních tufitických bazaltů (granulátů). V našem případě je kopaninské souvrství silně tektonicky namoženo a tvoří velké poruchové pásmo s horninami třídy R5-R6 a tvoří kluznou plochu násunu siluru na devon.

Toto liteňské a kopaninské souvrství (silur) je zde tektonicky nasunutě na mladší devonské dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství, což je v tomto případě tektonická stratigrafická inverze.

1.6.2.2 DEVON

DVP - pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence je zastoupeno v nižších polohách kalovými, zřetelně hlíznatými světle šedými vápenci, třídy R2, deskovitě až lavicovitě vrstevnatými s hustotou diskontinuit převážně střední a jsou bez souvislých tmavě šedých břidličnatých vložek. Ve svrchních polohách tohoto souvrství nalézáme lavicovitě až deskovitě, tmavší šedé vápence, převážně třídy R2, s vložkami šedočerných vápnitých jílovitých břidlic (třídy R4-R5), s hustotou diskontinuit velkou až střední. Dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství (společně s lochkovskými vápenci) patří k jedněm z nejpevnějších a nejtuzších typům skalního podloží v zájmové oblasti. Ve dvorecko-prokopských vápencích, lochkovských vápencích a silurských vápencích byla zjištěna (geofyzikálním průzkumem) v oblasti paroviny Dívčích hradů možnost hlubokých krasových depresí a krasových dutin.

LCK - lochkovské souvrství je zastoupeno světle šedými biodetritickými a dolomitickými vápenci, třídy R2, deskovitě vrstevnatými s tenkými vložkami tmavě šedých břidlic, třídy R4. Vápence jsou intenzivně krasově alterované, málo až středně rozpukané. Obdobně jako u dvorecko-prokopských vápenců pražského souvrství. Lochkovské vápence jsou podobně jako dvorecko-prokopské vápence jedním z nejpevnějších a nejtuzších typů skalního podloží v zájmové oblasti. Stejně jako ve dvorecko-prokopských vápencích, tak i v lochkovských vápencích byla zjištěna (geofyzikálním průzkumem a ražbou samotné průzkumné štoly) v oblasti paroviny Dívčích hradů možnost hlubokých krasových depresí a krasových dutin.

Na rozhraní lochkovského a přídolského souvrství byla v oblasti Dívčích hradů při ražbě kmenového sběrače „P“ v roce 1981 zastižena poloha (výplň krasové deprese) rezavě šedých až šedých středně zrnitých písků, silně zvodnělých, s vložkami černých jílu a černých silně porušených jílovitých břidlic. Šíře této zóny byla cca 30 m. Písky a jíly se objevovaly nejdříve jako kapsy a výplně dutin v černých, silně tektonicky porušených jílovitých břidlicích a vápencích, střední část zkrasovatělé poruchové zóny obsahovala výhradně písky a jíly žluté a šedé barvy. Dále se objevovaly kry a bloky šedých a šedohnědých vápenců, kterých přibývalo, až čelbu tvořily vápence s dutinami vyplněnými stejným rezavým pískem a jílem.

1.6.2.3 SILUR

PRD - souvrství přídolské (požárské) zastupuje nejmladší horniny siluru na daném území. Je tvořeno šedými bituminózními vápenci, třídy R2, deskovitě vrstevnatými, s hojnými vložkami vápnitých břidlic, třídy R4, s velmi četnými vápencovými konkracemi. Vyskytují se v úzkých navzájem nesouvisejících pružích. Hranice vůči podložnímu kopaninskému souvrství je ostrá, vápence nasedají přímo na ortocerovou lavici nejvyšších poloh vápencové facie kopaninského souvrství. Obdobně jako u pražského a lochkovského souvrství je u těchto hornin možnost intenzivního a hlubokého zkrasování.

KPN - souvrství kopaninské je velmi faciálně rozmanité. Je budováno buď střídáním vápnitých břidlic a vápenců nebo tufitickými jílovitými břidlicemi a bazaltovými tufy. Spodní část je vyvinuta jako černé vápnité břidlice, jejichž zvětralé partie bývají hnědě zbarvené. Břidlice obsahují hojné polohy, čočky a konkrace bituminózních vápenců, při bázi i tufitickou příměs. Jílovité břidlice jsou vápnité, tmavě hnědošedé, ve zdravém stavu třídy R3-R4, deskovitě vrstevnaté s vložkami mikritických vápenců, šedých, třída R2, deskovitě vrstevnatých. Na rozhraní liteňského a kopaninského souvrství je vyvinuta poloha hraničních paleozoických submarinních tufitických bazaltů (granulátů), stratigraficky je řadíme do

liteňského souvrství. Jedná se o polohy jílovité tufitické břidlice, vápnité, tmavě hnědošedé, (zdravé - třída R3-R4) s většími polohami bazaltových tufů (granulátů), zelenošedých, třídy R2, deskovitě až lavicovitě vrstevnatých. Granuláty jsou v tomto případě produkty granulace, tj. rozpadu horké a málo viskózní, do vody prudce vytékající lávy s určitým podílem plynů. Mezerní hmotu mezi jednotlivými fragmenty lávy tvoří kalcit.

LIT - souvrství liteňské - zastoupeny jsou tence deskovitě až lavicovitě vrstevnatými tmavě šedými až černými vápnitými jílovitými a jílovitoprachovitými břidlicemi třídy R3-R4, s podřadnými polohami bituminózních **vápenců**, třídy **R2**, deskovitě vrstevnatými. Břidlice jsou s velmi hojnou graptolitovou faunou na vrstevních plochách. Liteňské břidlice a vápence zvětrávají až na jílovitou hlínu s ostrohrannými úlomky a střípky hornin.

Pozn: Dále na trase tunelů budou následně zastíženy horniny ordoviku (kosovské, královské a bohdalecké souvrství).

Dosah zvětrání horninového masivu je patrný ve volných přílohách č. 4.2.6 a 4.2.7 Dílu II (Podélné geotechnické řezy).

1.6.3 Tektonika skalního podloží

Silurské a devonské horniny byly během variského vrásnění nejprve zvrásněny a posléze zlomově porušeny. V oblasti průzkumné štoly Radlice je patrné zvrásnění hornin do antiklinály na Dívčích hradech.

Zlomové porušení se zde projevilo násunem silurských hornin liteňského a kopaninského souvrství na dvorecko-prokopské devonské vápence ve východní části zájmového území (pásmo „Barrandovského zlomu“) a také vznikem jednotlivých menších tektonických poruch, patrných i na výchozech ve dvorecko-prokopských vápencích.

1.6.4 Předkřídové zvětrání a krasové jevy ve skalním podloží devonských vápenců

Na několika místech v lokalitě Dívčí hrady (cca 190 m jižně od průzkumné štoly) byly již dříve dokumentovány depresní tvary hluboké až 120 m, zčásti nepochybně korozního (krasového) původu, vyplněné svrchnokřídovými uloženinami a předcenomanskými zvětralinami. Nafárání těchto krasových jevů je reálným rizikem pro ražbu průzkumné štoly a následně i silničních tunelů. *Varovný je příklad **havárie nadsídlíštního spleškového sběrače „P“ v úseku Hlubočepy – Radlice z roku 1981**. Tato štola (o průřezu cca 3,5 m x 3 m) je v úseku Dívčích hradů více než 100 m pod povrchem a kolmo protíná trasu budoucích tunelů Radlice ve staničení průzkumné štoly km 0,884 (tedy 48 m od jejího konce).*

Archivní vrty, realizované v místě závalu sběrače „P“ v rámci doplňujícího IG průzkumu pro nadsídlíštní sběrač „P“ v úseku Hlubočepy - Koulka (PUDIS, 1983) potvrdily existenci velmi hluboké krasové deprese v devonských vápencích na Dívčích hradech. Deprese jsou poměrně úzké a jsou vyplněny zvodněnými nesoudržnými křídovými sedimenty. Tyto svislé dutiny, typu geologických varhan vznikaly v Českém krasu pozvolnou korozí (krasověním) podél predisponovaných puklin. Předpokládá se jejich existence již v terciéru a sahaly hluboko pod erozní bázi. Při realizaci tohoto doplňujícího IG průzkumu pro nadsídlíštní sběrač „P“ v úseku Hlubočepy-Koulka (PUDIS, 1983) byly dokumentovány v cca 100 m

hlubokých vrtech v devonských vápencích i další krasové dutiny vyplněné zvodněnými písky a jíly – rozložené pískovce a jílovce.

Ve staničení STT 0,516.8 km průzkumné štoly v severní tunelové troubě byla dne 9.5.2015 zastižena výrazná tektonická porucha (zlom) podél které došlo k mimořádně silnému, soustředěnému výronu podzemních vod (iniciální přítok až 20 l/s) v pravé spodní části výrubu. Za touto poruchou přešla ražba do vápenců lochkovského souvrství. Ražbou rozšířeného profilu průzkumné štoly v STT v těchto místech (z důvodu další ražby do JTT) byla v pravém boku dokumentována krasová dutina až 3 m šířky, která pokračovala pod počvu štoly. Byla vyplněna jílem písčitém (F4/CS), tuhé konzistence a vodou.

1.6.5 Relikty křídových sedimentů (nad JTT, nejsou v přímém nadloží průzkumné štoly)

V oblasti paroviny Divčích hradů jsou nad JTT, tj. jižně až jihozápadně od průzkumné štoly v nadloží devonských a silurských hornin subhorizontálně uloženy relikty křídových hornin. V přímém nadloží průzkumné štoly nebyly tyto relikty křídů doposud dokumentovány.

Ze stratigrafického sledu české křídly je ve sledovaném území zastoupeno **perucké souvrství K2C PRC**. Je tvořeno šedými, žlutošedými a tmavě šedými jílovci a jemně písčitémi jílovci se zuhelnatělými zbytky rostlin (náznaky uhelných slojek) a hojnými zbytky rostlin (chráněná oblast na Vidouli), které se střídají s proplásky až polohami okrových a rezavých pískovců. Zastoupení pískovců se místo od místa mění. Vložky pískovců přivádějí do souvrství podzemní vodu a způsobují zvětrávání původních jílovců v jejich blízkosti na jíly tuhé a místy až měkké konzistence. Perucké souvrství vyplňuje ploché deprese, netvoří pevné výchozy. Jeho svrchní hranice je však výrazným vodonosným horizontem s řadou pramenů na svazích výšin.

1.6.6 Pokryvné útvary - KVARTÉR

Vzhledem k mocnosti a rozšíření jsou významným geologickým útvarem zájmového území pokryvy kvartérního stáří, ležící na horninách skalního podloží. Vyskytují se zde především deluviální a eolické sedimenty, dále fluviální sedimenty Vltavy a antropogenní uloženiny - navážky.

AN - antropogenní uloženiny - navážky – recent. Zrnitostním složením a litologickým zastoupením jsou antropogenní uloženiny horizontálně i vertikálně nejvariabilnějším útvarem celého pokryvu zájmového území. Jedná se převážně o tmavě šedé hlíny písčité F3-Y, tuhé a štěrky písčité G3-Y s valouny a kameny různé velikosti, převážně křemene, křemence, konstrukční vrstvy komunikací a různý stavební odpad, kypré, středně ulehlé až ulehlé.

DL - deluviální sedimenty - přemístěné převážně zvětralinou hornin skalního podloží – jedná se jednak o svahové hlíny a sutě pleistocénního stáří. Členitost území a různorodost petrografického složení se odráží v plošném rozmístění a jejich složení. Jejich rozložení na území je velmi nepravidelné, vyskytují se hlavně na pozvolných svazích budovaných horninami skalního podkladu. Klastickou složku tvoří úlomky těchto hornin.

Na svazích s větší reliéfovou energií netvoří deluviální sedimenty souvislý pokryv převážně sutí, tvořených úlomky vápenců 3 – 10 cm, ale často se na několika metrech střídají výchozy skalních hornin a deluviální sedimenty.

V prostoru mezi ul. Křížová a ul. Nový Zlíčov soliflukcí přemístěné svahové hlíny jsou tvořené polohami žlutohnědého jílu se střední plasticitou (F6/CI) měkké konzistence, žlutohnědou hlínou písčitou pevné konzistence (F3/MS) s úlomky vápenců 1 – 7 cm a v oblasti ul. Křížová tvoří deluviální, soliflukcí přemístěné, hnědé hlíny písčité, pevné konzistence (F3/MS) s úlomky vápenců 1 – 7 cm v eolických sedimentech (spraších a sprašových hlínách) výrazné 2 – 3 m polohy. Mocnost deluviálních sedimentů v zájmovém území je přibližně u sutí od 1 do 2 m a u svahových hlín v oblasti ul. Křížová až cca 6 – 9 m.

EO - eolické sedimenty - pleistocén - zastoupené převážně sprašemi a sprašovými hlínami tvoří závěje, návěje i plošné pokryvy. Původní rozšíření a mocnost těchto sedimentů byla zmenšena různými terénními úpravami a stavebními pracemi, takže v současné době dosahují mocnosti průměrně 2 – 7 m jen nad nerovnostmi skalního. Spraš je světle hnědá a rezavě hnědá, kávově hnědá siltová zemina s proměnlivým obsahem CaCO₃. Svrchní, mladší spraše obsahují více CaCO₃, spodní spraše méně, příp. jsou i odvápněné. CaCO₃ se vyskytuje v konkracích (cicvárech) a v žilkových výkvětech, vysrážených na svislých puklinách i jako makroskopická nezřetelná příměs. Spraše obsahují značnou písčitou příměs a místy přecházejí až do jemných vátých písků. Spraše jsou zde tvořeny jílem se střední plasticitou F6/CI až jílem s nízkou plasticitou F6/CL tuhé až pevné konzistence či jílem písčitým F4/CS. Ve spodních polohách obsahuje spraš i oválené úlomky okolních hornin a přechází ve sprašové hlíny.

Sprašové hlíny převážně třídy F5/ML – hlína s nízkou plasticitou, jsou nevápnité sedimenty eolického původu, kdy vyluhováním srážkové nebo podzemní vody ztrácí spraš obsah CaCO₃.

Charakteristickou vlastností spraší a sprašových hlín je vertikální odlučnost, proto se ve spraši udrží dlouho svislé stěny. Naproti tomu jsou pórovité, značně stlačitelné, rozbrřidavé a namrzavé. Při navlhčení vodou se tyto nepříznivé vlastnosti ještě zhoršují.

FL- fluviální sedimenty - pleistocénní terasové náplavy Vltavy - se vyskytují ve východní části zájmového území. Jedná se pravděpodobně o zbytek terasy veltruské (či ve starším pojetí terasy Karlova náměstí) s erozní bází 196 -198 m n. m. Rozdíl v úrovni báze terasových sedimentů v blízkých vrtech HJ 2 a HJ 2a lze interpretovat tak, že při úpatí svahu probíhalo v terase veltruské (dříve terasa Karlova náměstí) přehloubené koryto. Toto zjištění je v souladu s vysvětlivkami podrobné IG mapy 1:5000 Praha 7-3, kde je též zmínka o přehloubeném korytě v této terase u ul. Křížová. Terasa veltruská (dříve Karlova náměstí) je zde tvořena šterky s příměsí jemnozrné zeminy (G3/G-F) s valouny o velikosti 2 - 6 cm mocnosti kolem 2 m. V oblasti mezi vstupní šachtou do průzkumné štoly a nádražím ČD přechází tento relikt vyšší terasy Vltavy postupně do nejmladší terasy maninské – to znamená, že zde i klesá úroveň povrchu skalního podloží.

1.7 Hydrogeologické poměry a agresivita prostředí

1.7.1 Hydrogeologické poměry

Generelně lze podzemní vodu v zájmovém území řadit ke dvěma typům:

- podzemní voda v prostředí s **průlinovou propustností** (v kvartérních prokryvných útvech) - předpokládána kvartérní zvodeň v deluviálních sedimentech v oblasti

ul. Křížová nebyla při hydrogeologickém průzkumu a dlouhodobém měření ve vrtu HJ 2a prokázána

- podzemní voda v prostředí s **puklinovou propustností** v horninách skalního podloží

Terasové sedimenty, jako i další pokryvné útvary (spraše, deluviální sedimenty apod.) byly v nejnižší části trasy bez vody (na základě HG průzkumu a na základě měření mezi roky 2014-2017 ve vrtu HJ 2a). Nebyla tedy zastižena žádná zavěšená zvedeň v pokryvných útvarech, která byla předpokládána z archivních materiálů. Všeobecně je ustálená hladina podzemní vody až ve skalním podloží.

V prostředí s puklinovou propustností nelze hovořit v pravém slova smyslu o souvislém horizontu podzemní vody, neboť voda se pohybuje pouze v otevřených odlučných spárách. Poměrně nejspolehlivěji lze úroveň hladiny podzemní vody interpretovat v polohách navětralé, úlomkovitě až kusovitě rozpadavé horniny. V hlubších partiích, kde se komunikační cesty pozvolna uzavírají je pohyb omezen již jen na významnější pukliny, zkrasovatělé pukliny, příp. tektonická pásma. V horninách skalního podloží je velmi malá zásoba vody a dochází proto obvykle k rychlému poklesu vydatnosti během čerpání.

Hydrogeologické poměry jsou tedy poměrně komplikované. Skalní podloží má charakter horninového masivu, kde oběh podzemních vod je vázán na pukliny, často proto rozšířené krasovými jevy. Ve dvorecko-prokopských vápencích pražského souvrství je uvažována jednak zvedeň, která je drénovaná směrem do údolí Vltavy a jednak v oblasti vyvýšeniny Dívčích hradů - pravděpodobně s touto zvodní nesouvislá „připovrchová zvedeň Dívčích hradů“, jež částečně vyvěrá např. pramenem „Karlštejnka – P2“ v blízkosti položené dráhy ČD.

Předpokládaný průběh hladiny podzemní vody je patrný ve volných přílohách č. 4.2.6 a 4.2.7 Dílu II (Podélné geotechnické řezy).

1.7.2 Agresivita prostředí

Z chemicko-fyzikálních rozborů podzemních vod odebraných v rámci podrobného inženýrskogeologického průzkumu ve štole vyplývá, že zastižené podzemní vody **ve skalním podloží devonských hornin (převážně vápenců) a silurských hornin (břidlice s polohami vápenců)** jsou dle ČSN PENV 206 -1 v kategorii **slabé agresivity XA1 až střední agresivitu XA2**.

Pro návrh konstrukce tunelů Radlice doporučujeme v celé jejich délce uvažovat se střední agresivitou XA2.

2 Vyhodnocení jednotlivých činností IGP

2.1 Inženýrskogeologické a geotechnické sledování výrubu průzkumné štoly

2.1.1 Metodika Inženýrskogeologického a geotechnického sledování výrubu

Metodika inženýrskogeologického sledování vychází z metodiky důlního geologického mapování, která je detailně popsána v dnes již klasickém díle Geologické mapování (Pouba, 1959). Geologická dokumentace byla vedena ve smyslu Technických kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací, kapitola 24 – Tunely, dále ve smyslu vyhl. ČBÚ č. 55/1996 Sb., resp. novelizované vyhl. - č. 265/2012.

Základním prvkem geologické dokumentace čeleb byl **nákres čela výrubu** ve formě **inženýrskogeologického pasportu čela** (popřípadě nezakrytých boků) s grafickým měřítkem, kde byly graficky znázorněny s procentuálním zastoupením jednotlivé geotechnické horninové typy a dále:

- litologická a stratigrafická rozhraní
- systémy diskontinuit (plochy vrstevnatosti, pukliny, ohlazové plochy, tektonické poruchy, kaverny)
- přítoky podzemní vody
- místa odběru vzorků hornin nebo podzemní vody

Obsahem textové části geologické dokumentace čeleb budou následující údaje:

- petrografický popis hornin, s litologií, genezí a statigrafii, stupeň pevnosti horninového materiálu
- hustotu diskontinuit, stupeň rozpukání nebo tektonického porušení
- orientaci (směr a sklon) hlavních systémů diskontinuit
- popis jednotlivých systémů diskontinuit dle doporučení ISRM (rozteč, průběžnost, drsnost a tvar povrchu, rozevření, výplň, zvodnění apod.)
- přítoky podzemní vody (soustředěnost, vydatnost apod.) na čele výrubu
- dokumentaci odebraných vzorků hornin a podzemní vody

Tyto údaje spolu s nákresem horninového masivu na čele výrubu tvořily vstupní parametry pro klasifikační systém QTS.

Směr a sklon hlavních systémů diskontinuit byly měřeny geologickým kompasem. V případě výskytu podzemní vody v soustředěných přítocích, byly odebírány její vzorky za účelem stanovení chemismu a případné agresivity na stavební konstrukce.

Podle technických možností (přístupnost, viditelnost čelby) byla pořizována fotografická dokumentace čelby, případně i jejích detailů.

Z technologických údajů se při inženýrskogeologické a geotechnické dokumentaci čelby zaznamenávaly další údaje:

- velikost a tvar příčného profilu výrubu podzemního díla
- délka záběru (volená podle stability čela výrubu a podle definovaných technologických tříd NRTM v projektu)
- délka nevyztužené části čela výrubu (doporučuje se na základě stability čela výrubu)
- stabilita nezajištěné části výrubu po dobu technologického cyklu a okamžitá krátkodobá stabilita výrubu
- geologicky podmíněné (nezaviněné) či technologické nadvýlomy. Nadvýlomy byly měřeny digitálním laserovým dálkoměrem a vizuálně dokumentovány se zákresem do geologického pasportu čelby a také zápisem jejich rozměrů.
- zvláštní opatření, mimořádné události

Při ražbě metodou NRTM představovalo sledování kvality horniny a jejích vlastností na čele výrubu mimořádně důležité měření s vysokými nároky nejen na přesnost a odbornost dokumentace, ale i na její okamžité zpracování a stanovení potřebných doporučení pro další postup a způsob ražby. Důležitým úkolem inženýrskogeologického a geotechnického sledování při ražení průzkumné štoly bylo poskytnout informace o kvalitě horniny z hlediska tunelování prostřednictvím inženýrskogeologické dokumentace čel výrubu (čeleb) a zařídování horniny do technologických tříd NRTM.

Součástí prací inženýrskogeologického a geotechnického sledování výrubu bylo i průběžné zpracovávání **horizontálního geologického řezu** (důlní geologické mapy – viz volná příloha 2.1 této zprávy), **podélných geotechnických řezů** (viz volná příloha 2.2, resp. 2.3 této zprávy) a **příčných geotechnických řezů** (viz volná příloha 2.5 této zprávy). Horizontální geologický řez byl zpracováván průběžně metodou horizontálního průmětu (viz. Pouba, 1959). U této metody promítáme na vodorovnou průmětnu geologickou situaci, jaká se vyskytuje na ploše myšleného rovinného řezu, vedeného osou tunelu (popřípadě v úrovni počvy budoucí kaloty). Podélný geotechnický řez se sestavuje analogicky, eventuálně je doplněn svislými průzkumnými díly, například průmětem hydrogeologických vrtů či výsledky geofyzikálních měření.

Inženýrskogeologický popis hornin (popř. zemin krasových výplní) byl proveden standardně dle dnes platné normy ČSN P 73 1005 (Inženýrskogeologický průzkum), popřípadě dle pojmenování v dnes již zrušené ČSN 72 1001 (Pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii). Toto pojmenování hornin a zemin (včetně indexů) je z této normy přejeté do současně platné normy ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005.

V průběhu hloubení těžní šachty, ražeb v průzkumné štolě v STT a v rozšíření do JTT byla průběžně (každý záběr) prováděna geotechnická a geologická dokumentace.

2.1.2 IG dokumentace hloubení těžní šachty

Při hloubení šachty byly zastiženy a popsány následující horniny:

Číslo vrstvy: Popis:

1. hlína písčitá až štěrkovitá, světle hnědá, místy s úlomky cihel a betonu, konzistence tuhá, třída těžitelnosti 2 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) – NAVÁŽKY
2. štěrk hlinitý, beton, suť, kusy a úlomky betonu a cihel, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - NAVÁŽKY
3. hlína písčitá až štěrkovitá, tmavě hnědá až šedočerná, s úlomky cihel a betonu, konzistence tuhá, třída těžitelnosti 2 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) – NAVÁŽKY
4. betonová deska s ocelovými I-profily, beton, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - NAVÁŽKY
5. hlína písčitá - sprašová hlína, světle hnědá, konzistence tuhá až pevná, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) - EOLICKODELUVIÁLNÍ SEDIMENTY
6. hlína jemně písčitá - spraš, žlutohnědá s cicváry a místy s vápnitými žilkami, konzistence tuhá až pevná, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) - EOLICKÉ SEDIMENTY
7. písek štěrkovitý s valouny a opracovanými balvany, světle hnědožlutý, středně ulehlý, podíl kamenů a valounů cca do 10%, místy přechody do hlíny písčité až štěrkovité s valouny a místy do štěrku hlinitého s valouny, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) - FLUVIÁLNÍ SEDIMENTY - VELTRUSKÁ TERASA – PLEISTOCÉN
8. prachovitá břidlice, hnědošedá až okrová, vápnitá, s povlaky Fe oxidů, charakteru střípkovitě rozpadavého jílu, zcela zvětralá W5, třídy R6, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005), s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, silně až mírně zvětralých (W4-W3), třídy R3, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR
9. prachovitá břidlice, hnědošedá až okrová, vápnitá, s povlaky Fe oxidů, silně zvětralá W4, tenké deskovitě vrstevnatá, třídy R5, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005), s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, silně až mírně zvětralých (W4-W3), třídy R3, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - hustota diskontinuit horninového masivu velmi velká až velká - LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR

10. prachovitá břidlice, hnědošedá, vápnitá, s povlaky Fe oxidů, mírně zvětralá W3, tence deskovitě vrstevnatá, třídy R5-R4, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005), s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, navětralých až mírně zvětralých (W2-W3), třídy R3, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) - hustota diskontinuit horninového masivu velká - LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR
11. prachovitá břidlice, hnědošedá, vápnitá, s povlaky Fe oxidů, navětralá W2, deskovitě vrstevnatá, třídy R4, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a I-II (ČSN P 73 1005), s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, navětralých (W2), třídy R2-R3, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - hustota diskontinuit horninového masivu velká až střední - LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ - SILUR

Hloubku rozhraní jednotlivých geologických vrstev ve stěnách šachty přehledně uvádí Tab. 2.

	Stěna	A	B	C	D	E	F	G	třídy těžitelnosti		třídy vrtatelnosti
	Zápora č.	3	8	12	16	19	21	2	ČSN 73 3050	ČSN P 73 1005	katalog 800-2
Vrstva č.	1	1.0	0.4	1.4	-	0.6	0.7	1.1	2	I	I
	2	-	0.5	-	3.0	-	-	1.3	5	II	III
	3	-	0.9	2.0	-	0.9	1.3	1.2	2	I	I
	4	-	-	-	4.8	-	-	-	6	III	V
	5	1.7	1.8	3.5		1.7	1.7	1.7	3	I	I
	6	3.8	3.9	5.2		3.5	3.6	3.8	3	I	I
	7	4.2	4.5	6.3	-	4.4	4.4	4.3	3	I	III
	8	6.6	6.8	8.6	-	7.0	6.8	6.6	3	I	I
	9	9.6	9.8	11.0	-	9.3	9.5	9.6	3	I	I
	10	10.7	10.9	12.5		10.5	10.8	10.7	4	I	I
	11	11.5	11.6	13.4		11.5	11.5	11.5	4	I-II	I

Tab. 2: Hloubka bází geologických vrstev v úrovních jednotlivých zápor

Hladina podzemní vody byla zastižena v úrovni 189,7 m n. m. Od této úrovně byly stěny šachty vlhké a byla dokumentována podzemní voda na počvě.

Rozvinutý geotechnický řez stěnami těžní šachty je ve volné Příloze č. 2.4. této zprávy.

2.1.3 IG dokumentace ražby průzkumné štoly v STT

Ražba pod deskami MO

Inženýrskogeologická dokumentace ražby pod objekty městského silničního okruhu (dále MO) začala 26. 7. 2014. V první fázi byla realizována ražba pod železobetonovou deskou MO, rozčleněná horizontálně na několik etáží. V první etáži ražby (úroveň počvy 192,4 m n. m.) byla dokumentována do staničení cca 11,5 m **hlína písčité až štěrkovitá**, tmavě hnědá až šedočerná, s úlomky cihel a betonu, místy valouny a kusy břidlic, světle hnědé písčité vložky, konzistence tuhá, třída těžitelnosti 2 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) – **NAVÁŽKY**. Od staničení 11,5 m do konečného staničení 18,5 m byla

ve dně výrubu dokumentována **prachovitá břidlice**, hnědošedá až okrová, vápnitá, s povlaky Fe oxidů, **silně zvětralá W4**, tence deskovitě vrstevnatá, třídy R5, místy překopaná - nesoudržná, třída těžitelnosti 2 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) – **NAVÁŽKY**. Výrub byl suchý.

V druhé etáži (úroveň počvy 189,9 m n. m.) byla dokumentována **prachovitá břidlice**, hnědošedá až okrová, vápnitá, s povlaky Fe oxidů, **zcela zvětralá až silně zvětralá W5-W4**, tence deskovitě vrstevnatá, třídy R6, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005), **s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců**, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, **silně až mírně zvětralých (W4-W3)**, třídy R3, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - hustota diskontinuit horninového masivu velmi velká až velká - **LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**. Orientace ploch vrstevnatosti byla cca 150°/40° s průměrnou roztečí v rozmezí 5-150 mm. Tyto plochy byly zcela průběžné, zvlněné, hladké s rozevřením do 5 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Dále byly dokumentovány dva systémy puklin. První měl orientaci 155°/70° s průměrnou roztečí 100-200 mm. Plochy tohoto systému byly částečně průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 5 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Druhý systém měl orientaci 280°/70° s průměrnou roztečí 100-200 mm. Plochy tohoto systému byly částečně průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 5 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Výrub byl mokrá s přítoky podzemní vody pod podzemní stěnou. Na počvě výrubu byl dokumentován výskyt podzemní vody.

V třetí etáži (úroveň počvy 188,2 m n. m.) byla dokumentována **prachovitá břidlice**, hnědošedá až okrová, místy vápnitá, s povlaky Fe oxidů na diskontinuitách, **silně až mírně zvětralá W4-W3**, deskovitě vrstevnatá, třídy R6-R5, třída těžitelnosti 3 až 4 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005), **s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců**, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, **silně až mírně zvětralých (W4-W3)**, třídy R3, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) – hustota diskontinuit horninového masivu velká až střední - **LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**. Orientace ploch vrstevnatosti byla 155°/30° až 175°/35° s průměrnou roztečí v rozmezí 60-200 mm. Tyto plochy byly zcela průběžné, zvlněné, hladké. Dále byly dokumentovány dva systémy puklin. První měl orientaci 260°/75° až 245°/85° s průměrnou roztečí 200-500 mm. Plochy tohoto systému byly průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 5 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Druhý systém měl orientaci 45°/60° až 80°/70° s průměrnou roztečí 200-300 mm. Plochy tohoto systému byly částečně průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 2 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Výrub byl mokrá s přítoky podzemní vody pod podzemní stěnou. Na počvě výrubu byl dokumentován výskyt podzemní vody.

Ve čtvrté etáži (úroveň počvy 187,3 m n. m.) byla dokumentována **prachovitá břidlice**, hnědošedá až okrová, místy vápnitá, s povlaky Fe oxidů na diskontinuitách, **mírně zvětralá až navětralá W3-W2**, deskovitě vrstevnatá, třídy R5-R4, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a I a II (ČSN P 73 1005), **s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců**, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, **mírně zvětralých až navětralých (W3-W2)**, třídy R3-R2, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) – hustota diskontinuit horninového masivu velká až střední - **LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ - SILUR**. Orientace ploch vrstevnatosti byla 140-145°/30-35° s průměrnou roztečí v rozmezí 60-200 mm. Tyto plochy byly zcela průběžné, zvlněné, hladké. Dále byly dokumentovány dva systémy puklin. První měl orientaci 230-270°/75-85° s průměrnou roztečí 200-500 mm. Plochy tohoto systému byly průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 5 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Druhý systém měl orientaci 310-20°/70-75° s průměrnou roztečí 200-300 mm. Plochy tohoto systému byly částečně průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 2 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Výrub byl

mokrý s přítoky podzemní vody pod podzemní stěnou. Na počvě výrubu byl dokumentován výskyt podzemní vody.

V páté etáži (úroveň počvy 186,5 m n. m.) byla dokumentována **prachovitá břidlice**, hnědošedá až okrová, místy vápnitá, s povlaky Fe oxidů na diskontinuitách, **navětralá W2**, deskovitě vrstevnatá, třídy R5, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a I-II (ČSN P 73 1005), **s polohami deskovitých mikritických kalových vápenců**, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, **mírně zvětralých až navětralých (W3-W2)**, třídy R3, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) – hustota diskontinuit horninového masivu velká až střední - **LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ - SILUR**. Orientace ploch vrstevnatosti byla 140-150°/30-35° s průměrnou roztečí v rozmezí 60-200 mm. Tyto plochy byly zcela průběžné, zvlněné, hladké. Dále byly dokumentovány dva systémy puklin. První měl orientaci 280-300°/70-80° s průměrnou roztečí 200-500 mm. Plochy tohoto systému byly průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 5 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Druhý systém měl orientaci 50-60°/70-80° s průměrnou roztečí 200-300 mm. Plochy tohoto systému byly částečně průběžné, hladké, rovné s rozevřením do 2 mm s výplní jílu a Fe-oxidů. Výrub byl mokrý se slabými přítoky podzemní vody pod podzemní stěnou. Na počvě výrubu byl dokumentován výskyt podzemní vody.

Od staničení 18,5 tm následovala ražba pod železobetonovou deskou Podjezd městského okruhu (objekt 06). Na začátku ražby tohoto úseku byla na levé straně výrubu dokumentována tektonická porucha šířky 1-1,5 m s nesoudržnou výplní charakteru štěrku dobře zrněného GW/G1. V úseku staničení **18,5 m – 45,8 tm** probíhala ražba v **prachovitých břidlicích**, hnědošedých, vápnitých, s povlaky Fe oxidů, deskovitě vrstevnatých, **navětralých až mírně zvětralých W2-W3**, při počvě až zdravých (W1), třídy R5-R4, třída těžitelnosti 4 (ČSN 73 3050) a I-II (ČSN P 73 1005), místy s polohami deskovitých **mikritických kalových vápenců**, šedých s limonitovými povlaky, rozpukaných, mírně zvětralých až navětralých (W3-W2), třídy R2-R3, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II-III (ČSN P 73 1005) - **LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**.

Horninový masiv byl v tomto úseku porušen převážně 3-4 systémy diskontinuit. Nejvýraznějším systémem byla *vrstevnatost* hornin, která se pohybovala v rozmezí 145-185°/35-40°. Plochy vrstevnatosti byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné s průměrnou roztečí 80-250 mm, sevřené bez výplně.

Pukliny byly reprezentovány převážně dvěma až třemi systémy. Nejvýraznější systém byl 260-280°/80-85°, jehož plochy byly popsány jako hladké, rovné, průběžné s průměrnou roztečí 200-500 mm a rozevřením maximálně do 5 mm. Výplň tvořil jíl a Fe oxidy a hydroxidy. Druhý systém 10-40°/45-60° měl plochy hladké, rovné, částečně průběžné s průměrnou roztečí 200-300 mm a rozevřením maximálně do 2 mm bez výplně. Třetí pravidelný systém měl orientaci 110°/85°. Jeho plochy byly hladké, rovné, průběžné, s průměrnou roztečí 200-500 mm a maximálním rozevřením do 2 mm. Výplň tvořil jíl a Fe oxidy a hydroxidy.

Ve staničení 33,77 – 39,27 tm byl dokumentován výskyt *tektonických poruch* orientace 20-25°/40-50°. Jejich plochy byly popsány jako mírně zvlněné, hladké, průměrné šířky 100 mm. Výplň tvořila podrcené hornina. Ve staničení 39,27 – 41,97 tm se objevily tektonické poruchy orientace 130-150°/30-45°, se zvlněnými, hladkými a průběžnými plochami. Průměrná šířka těchto poruch se pohybovala okolo 250-300 mm. Výplň tvořila podrcená hornina. Ve staničení 43,47 – 45,87 tm byla dokumentována tektonická porucha

345-350°/40°. Její plochy byly rovněž zvlněné, hladké, průběžné s průměrnou šířkou do 40 mm. Výplň tvořila podrcená hornina.

Na základě těchto dokumentovaných geologických poměrů a především strukturní stavby horninového masivu (směr a sklon diskontinuit) hrozilo při ražbě pod deskou MO - Podjezd městského okruhu (úsek Zlíčovská – Radlická) vyjždění a zavalování horniny podél ploch diskontinuit do výrubu. Dále mohlo docházet k nestabilitě čela výrubu vlivem přítoků podzemní vody, která byla částečně zadržena konstrukcemi MO. Dle charakteru horniny a tektonické poruchy mohlo docházet vlivem podzemní vody i k rozbřídání a vyplavování jemnozrnného materiálu. Na základě predikce těchto geologických podmínek bylo na Kontrolním dni 4.0.2014 rozhodnuto, že tento zbývající úsek ražby pod deskou MO - Podjezd městského okruhu nebude ražen ve „vejčitém profilu“, ale se svislými kotvenými boky a ŽB stropem (deskou) MO.

Ražba podle zásad NRTM (tj. za deskou MO)

V úseku ražby 45,80 – 49,90 tm převažovaly deskovité **mikritické kalové vápence**, šedé s limonitovými povlaky, rozpukané, zdravé až navětralé (W1-W2), třídy R2, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II-III (ČSN P 73 1005) - **LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**.

Vrstevnatost se v tomto úseku pohybovala v rozmezí 100-120°/30-55°. Její plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 50-350 mm, sevřené, bez výplně.

Pukliny byly zastoupeny dvěma systémy. První měl orientaci 10-310°/50-75° s hladkými, rovnými a průběžnými plochami, s průměrnou roztečí 200-300 mm a rozevřením maximálně do 2 mm. Výplň byla tvořena jílem a Fe oxidy a hydroxidy. Druhý systém byl 225-260°/45-60°. Jeho plochy byly převážně zvlněné, drsné, částečně průběžné s průměrnou roztečí 200-500 mm a rozevřením do 2 mm. Výplň tvořil rovněž jíl s Fe oxidy a hydroxidy.

V tomto krátkém úseku byly dokumentovány dva systémy *tektonických poruch* orientace 125°/65° a 345°/40°. Jejich plochy byly zvlněné, hladké, průběžné s průměrnou šířkou 40 mm. Výplň tvořila podrcená hornina.

Rozpojování probíhalo mechanicky strojně pomocí impaktoru. Čelo výrubu bylo **vlhké**, se slabými soustředěnými přítoky podzemní vody do 0,1 l/s ve spodní části výrubu. Výrub byl hodnocen jako **dočasně stabilní**. **Výška skalního nadloží** se pohybovala okolo 0,5 m (celkové nadloží 8,7 – 9,0 m).

V úseku ražby 49,90 – 61,70 tm byl dokumentován **lávový granulát** (výlewná hornina brekciovitého vzhledu), tento granulát vznikl při rychlém ochlazení na dně silurského moře, je světle šedý až tmavě zelenošedý, struktura hrubozrnná, granulátová až masivní textura, klasty tvořeny alterovaným vápencem, značný podíl xenolitů alterovaných vápenců (mramory) a břidlic, **navětralý W2**, třídy R2-R3, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **PALEOZOICKÉ SUBMARINNÍ TUFITICKÉ BAZALTY (GRANULÁTY) - LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**.

Vrstevnatost se v tomto úseku pohybovala průměrně okolo 140°/45° (rozsah 100-175°/40-50°). Její plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné s průměrnou roztečí 50-350 mm.

Pukliny byly reprezentovány třemi systémy. První měl orientaci převážně 270-290°/55-75° s zvlněnými, drsnými, neprůběžnými plochami s průměrnou roztečí 200-600 mm a maximálním rozevřením do 3 mm. Výplň tvořil jíla s Fe oxidy a hydroxidy. Druhý systém měl orientaci 20-350°/60-80°. Plochy tohoto systému byly popsány jako zvlněné, drsné, neprůběžné s průměrnou roztečí 300-600 mm a maximálním rozevřením do 3 mm. Výplň tvořil jíla a Fe oxidy a hydroxidy. Třetí systém měl orientaci 70-75°/75°. Jeho plochy byly popsány obdobně jako u prvních dvou systémů.

V tomto úseku byly dokumentovány následující *tektonické poruchy*. Nejvýraznější měla orientaci 35-40°/50-80°. Její plochy byly mírně zvlněné, hladké, průběžné s průměrnou šířkou od 50-200 mm. Výplň tvořila podrcená hornina. Druhá tektonická porucha měla orientaci 115-160°/45-55°. Její plochy měly obdobný charakter jako u výše popsané tektonické poruchy.

Rozpojování probíhalo mechanicky strojně pomocí impaktoru. Čelo výrubu bylo **vlhké až mokré** s nesoustředěnými přítoky podzemní vody do 0,1 l/s ve spodní části výrubu a od staničení 58,80 tm také v levé horní části výrubu. Výrub byl hodnocen jako **dočasně stabilní**. **Výška skalního nadloží** rostla od 0,5 m do 6,0 m (celkové nadloží 9,0 – 11,0 m).

V úseku ražby 61,70 – 73,30 tm probíhala ražba v **prachovitojílovité břidlici**, vápnitě, šedočerné, zdravé W1, **silně tektonicky porušené s četnými vyhlazenými plochami - tektonické poruchové pásmo**, místy s jemně rozptýleným pyritem, kalcitové žilky, třídy R4-R5, tence deskovitě vrstevnaté, třída těžitelnosti 3-4 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005). Místy byly dokumentovány útržky a plovoucí bloky **mikritických vápenců až vápničných prachovců**, šedých, zdravých W1, tektonicky porušených, charakteru plovoucích bloků, s kalcitovými žilkami, patrné ohlasy, třídy R2-R3, deskovitě až lavicovitě vrstevnatých, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN 73 6133) – tyto třídy jsou pouze pro tyto plovoucí bloky, pro horninový masiv jako celek se musí uvažovat s třídami těžitelnosti třída těžitelnosti 3-4 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) - **PORUCHOVÉ PÁSMO - KOPANINSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**.

V tomto úseku nebylo vzhledem ke stupni tektonického porušení možné identifikovat pravidelné systémy diskontinuit. Byla naměřena pouze zdánlivá *vrstevnatost* 75-90°/75-80°, jejíž plochy byly popsány jako zvlněné, vyhlazené, částečně průběžné s průměrnou roztečí 20-200 mm. Výplň tvořila podrcená hornina.

Rozpojování probíhalo mechanicky strojně pomocí impaktoru. Čelo výrubu bylo **vlhké**, ve střední části **mokré** s nesoustředěnými přítoky podzemní vody do 0,1 l/s ve spodní a střední části výrubu a s úkapy vody v přístropí. Výrub byl hodnocen jako **dočasně stabilní**. Vzhledem k zastížené geologii byla prováděna uzavírka dna výrubu, které bylo rovněž geologicky dokumentováno. **Výška skalního nadloží** rostla od 6,0 m do 6,3 m (celkové nadloží 11,0 – 17,8 m).

V úseku ražby 73,30 – 82,05 tm (86,8 tm ve stropě výrubu) byla dokumentována **prachovitojílovitá břidlice**, vápnitá, šedočerná, zdravá W1, tektonicky porušená s četnými vyhlazenými plochami, místy s jemně rozptýleným pyritem, kalcitové žilky, třídy R4-R5, tence deskovitě vrstevnatá, třída těžitelnosti 3-4 (ČSN 73 3050) a I (ČSN 73 6133) s polohami **mikritických vápenců až vápničných prachovců**, šedých, zdravých W1, tektonicky porušených, s kalcitovými žilkami, patrnými ohlasy, třídy R2-R3, deskovitě až lavicovitě vrstevnatých, třída těžitelnosti 5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - **PŘÍZLOMOVÁ KLIVÁŽ PORUCHOVÉHO PÁSMO - KOPANINSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**.

Vrstevnatost se v tomto úseku pohybovala v rozmezí 70-110°/50-70°. Její plochy byly zvlněné, vyhlazené, částečně průběžné s průměrnou roztečí 20-200 mm, sevřené bez výplně.

Pukliny byly reprezentovány dvěma pravidelnými systémy. První měl orientaci 160°/85° a jeho plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, částečně průběžné s průměrnou roztečí 200-500 mm. Byly sevřené a bez výplně. Druhý systém měl orientaci 355°/80°. Jeho plochy byly popsány obdobně jako u prvního systému, ale rozevření se pohybovalo průměrně okolo 1 mm s výplní podrcené horniny.

Horninový masiv v tomto úseku porušovaly dvě *tektonické poruchy* 80°/20-45° a 110°/75°. Jejich plochy byly zvlněné, hladké, částečně průběžné, šířky maximálně 150 mm s výplní podrcené horniny.

Rozpojování probíhalo mechanicky strojně pomocí impaktoru. Čelo výrubu bylo **vlhké**, ve střední části **mokrě** s nesoustředěnými přítoky podzemní vody do 0,1 l/s ve spodní a střední části výrubu a s úkapy vody v přístropí. Od staničení 80,80 tm bylo čelo výrubu **suché**. Výrub byl hodnocen jako **dočasně stabilní**. **Výška skalního nadloží** rostla od 6,3 m do 6,4 m (celkové nadloží 17,8 – 21,0 m).

V úseku ražby 82,05 (86,8 tm ve stropě výrubu) – 104,40 tm byly zastiženy **prachovité vápence s vložkami tektonicky porušených jílovitoprachovitých břidlic**, vápnitě, šedé, zdravé W1, tektonicky porušené, s kalcitovými žilkami, v břidlicích patrné ohlasy, třídy R2, deskovitě, místy až lavicovitě vrstevnaté, třída těžitelnosti 5-6 (ČSN 73 3050) a II-III (ČSN P 73 1005) – **PŘÍDOLSKÉ (POŽÁRSKÉ) SOUVRSTVÍ – SILUR**. **Jedná se o vyvlečený relikt přídolského souvrství podél barrandovského zlomu**. Ražbou byla rovněž zastižena poloha (žíla) **biotitického lamprofyru - minety**, světle šedého, místy nazelenalého, porfyrického, masivního, slídnatého (biotit), zdravého W1, třídy R2, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **VARISKÉ ŽILNÉ VULKANITY V PALEOZOIKU**.

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 75-110°/60°. Její plochy byly zvlněné, vyhlazené, částečně průběžné s průměrnou roztečí 20-200 mm, sevřené, místy s kalcitovou výplní.

V tomto úseku byly dokumentovány celkem 3 systémy *puklin*. První měl orientaci 160°/35°. Jeho plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, neprůběžné s průměrnou roztečí 200-500 mm, sevřené, bez výplně. Druhý a třetí systém měly orientaci 355°/80° a 210°/70°. Jejich plochy byly popsány obdobně jako u prvního systému.

Tektonické poruchy měly orientaci 80-105°/30-35° a 30°/65°. Jejich plochy byly zvlněné, hladké, částečně průběžné, s maximální šířkou 150 mm. Výplň tvořila podrcená hornina.

Rozpojování probíhalo mechanicky strojně pomocí impaktoru, **od staničení 91,80 tm pak pomocí trhacích prací**. Čelo výrubu bylo **suché**. Výrub byl hodnocen jako **dočasně stabilní** a od staničení 90,90 tm jako **stabilní**. **Výška skalního nadloží** se pohybovala od 8,2 m do 4,9 m (celkové nadloží 21,0 – 22,0 m).

V úseku ražby 91,80 – 104,40 tm byly dokumentovány **mikritové vápence**, převážně masivní **s minoritními vložkami tektonicky porušených jílovitoprachovitých břidlic**, vápnitě, šedé, zdravé W1, s puklinami druhotně vyhojenými kalcitem, v břidlicích patrné ohlasy, třídy R2, deskovitě, místy až lavicovitě vrstevnaté, detailně provrásněné, třída těžitelnosti 5-6 (ČSN 73 3050) a II-III (ČSN P 73 1005) - **LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**. Ražbou byla rovněž zastižena poloha (žíla) **biotitického lamprofyru - minety**, světle šedého, místy nazelenalého, porfyrického, masivního, slídnatého (biotit), zdravého W1, třídy

R2, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – VARISKÉ ŽILNÉ VULKANITY V PALEOZOIKU.

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 40-75°/50-60°. Její plochy byly zvlňené, vyhlazené, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 20-200 mm. Výplň tvořil kalcit.

V tomto úseku byly dokumentovány dva převažující systémy *puklin*. První měl orientaci 350-20°/75° a druhý 210-280°/75°. Jejich plochy byly zazubené, hladké až zvlňené, drsné, neprůběžné s průměrnou roztečí 200-500 mm a s maximálním rozevřením do 1 mm. Výplň tvořil kalcit.

Horninový masiv porušovala *tektonická porucha* 10-40°/45-75°. Její plochy byly popsány jako zvlňené, hladké, částečně průběžné, s maximální šířkou 150 mm. Výplň tvořila podrcená hornina.

V úseku ražby 104,40 – 111, 0 tm byly dokumentovány **kalové mikritové vápence**, tmavě šedé až černošedé, hlíznaté, tence deskovitě, deskovitě, místy až lavicovitě vrstevnaté, pukliny druhotně vyplněny kalcitem, hustota diskontinuit převážně střední, zdravé W1, třídy R2-R3, třída těžitelnosti 5-6 (ČSN 73 3050) a II-III (ČSN P 73 1005) - **DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE - PRAŽSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**.

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 160-180°/45°. Její plochy byly popsány jako zvlňené, vyhlazené až hladké, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 100-250 mm, rozevřené, maximálně do 2 mm s kalcitovou výplní.

V tomto úseku byly dokumentovány dva systémy *puklin*. První měl orientaci 280°/75°. Jeho plochy byly popsány jako zvlňené, drsné, neprůběžné s průměrnou roztečí 200-500 mm. Druhý systém měl orientaci 350°/40° a jeho plochy měly obdobný charakter.

Tektonické poruchy se v tomto úseku nevyskytovaly.

Rozpojování probíhalo pomocí trhacích prací. Čelo výrubu bylo **suché**. Výrub byl hodnocen jako **stabilní**. **Výška skalního nadloží** rostla od 8,2 m do 15,5 m (celkové nadloží 22,0 – 23,5 m).

V úseku 111,0 – 137,70 tm byly dokumentovány **kalové mikritové vápence**, tmavě šedé až černošedé, hlíznaté, tence deskovitě až lavicovitě vrstevnaté, pukliny byly druhotně vyplněny kalcitem, hustota diskontinuit střední až malá, zdravé W1, třídy R2 (ojediněle R3), třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE - PRAŽSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**. Ražbou byl v tomto úseku rovněž zastižen i **biotitický lamprofyr – mineta** (od staničení cca 120,0 tm do 137,7 tm), světle šedý, místy nazelenalý, porfyrický, masivní, slídnatý (biotit), zdravý W1, třídy R2, třída těžitelnosti 6-7 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **VARISKÉ ŽILNÉ VULKANITY V PALEOZOIKU**

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 150-210°/40-45°. Její plochy byly popsány jako rovné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 100-350 mm, sevřené, místy kalcitovou výplní a tenkými vrstvičkami břidlice. Orientace minetové žíly byla 40°/45° a od staničení 125,05 tm byla dokumentována s orientací 350°/70°.

V tomto úseku byly dokumentovány dva stálé systémy *puklin*. První měl orientaci 350°/50°. Jeho plochy byly popsány jako zvlňené, drsné, od staničení 126,05 tm jako zazubené drsné, neprůběžné s průměrnou roztečí 80-150 mm. Druhý systém měl orientaci 60°/60-70° a jeho plochy měly obdobný charakter, s průměrnou roztečí 80-150 mm.

Tektonické poruchy se v tomto úseku nevyskytovaly.

V úseku 137,70 – 434,80 tm byly dokumentovány **kalové mikritové vápence**, tmavě šedé až černošedé, hlíznaté, tence deskovitě až lavicovitě vrstevnaté, od staničení **391,30 tm** i tence deskovité vrstevnaté s ojedinělými tenkými proplásky jílovitých břidlic, místy tektonicky porušené pukliny byly druhotně vyplněny kalcitem, hustota diskontinuit střední až malá, zdravé W1, třídy R2 (ojediněle R3), třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE - PRAŽSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**.

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 180-210°/30-45°, ve staničení 242,95 – 248,15 tm až 240°/30°. Její plochy byly popsány jako zvlněné až rovné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 50-350 mm, sevřené, místy kalcitovou výplní.

V tomto úseku byly dokumentovány dva systémy *puklin*. První měl orientaci 310-340°/65-80° Jeho plochy byly popsány jako zvlněné, drsné, od staničení 203,40 tm jako zazubené drsné, neprůběžné s průměrnou roztečí 300-500 mm. Druhý měl orientaci 40-75°/50-85° a jeho plochy měly obdobný charakter.

Tektonické poruchy se v tomto úseku měly orientace 55°/75°, 105-115°/50°, 230°/30°, 300°/75° a 90-95°/80°. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné drsné v případě 115°/75° a jinak zvlněné, hladké, zcela průběžné s průměrnou šířkou 50-150 mm. Výplň byla tvořena převážně kalcitem a podrcenou horninou.

Rozpojování probíhalo pomocí trhacích prací. Čelo výrubu bylo **suché**. Výrub byl hodnocen jako **stabilní**. **Výška skalního nadloží** rostla od 22,4 m do 82,2 m (celkové nadloží 28,6 – 84,0 m).

Ve staničení 434,80 tm byla zastižena výrazná zkrasovatělá tektonická porucha (zlom). Podél které došlo k mimořádně silnému, soustředěnému výronu podzemních vod (iniciální přítok až 20 l/s, který po 1. dnu klesl na cca 2 l/s) v pravé spodní části výrubu. Za touto poruchou přešla ražba do vápenců lochkovského souvrství. Ražbou rozšířeného profilu průzkumné štoly v STT v těchto místech (z důvodu další ražby do JTT) byla v pravém boku dokumentována krasová dutina až 3 m šířky, která pokračovala pod počvu štoly. Byla vyplněna jílem písčitým (F4/CS) a vodou.

V úseku 434,80 – 509,90 tm byly dokumentovány **dolomitické vápence**, světle šedé až narůžovělé, zrnité (sparitové) s mozaikovitou texturou, zdravé W1 až navětralé W2 (krasově alterované), lavicovitě vrstevnaté místy až deskovitě, mezi diskontinuitami často krasově zvětralé, lokálně dutiny částečně vyplněné rekrystalizovaným kalcitem, třída R2 (W1), byly také dokumentovány povlaky Fe oxidů na puklinách, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **KOTÝSKÉ VÁPENCE - LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**.

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 160-220°/30-45°. Její plochy byly popsány jako zvlněné, hladké (od staničení 460,70 tm drsné), zcela průběžné, s průměrnou roztečí 60-450 mm, sevřené, bez výplně.

Orientace *puklin* byla v tomto úseku značně variabilní. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné, drsné, převážně částečně průběžné, s průměrnou roztečí 200-800 mm, s průměrným rozevřením do 3 mm, s kalcitovou výplní a Fe oxidy.

Tektonické poruchy se v tomto úseku měly orientace 45-90°/60-85°, 100-110°/65-80° a 245°/60°. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné drsné, zcela průběžné s průměrnou šířkou 10-100 mm. Výplň byla tvořena převážně kalcitem Fe oxidy.

Horniny v tomto úseku byly postiženy krasovými jevy, které se projevovaly tvorbou malých dutin s krasovou výplní do max. průměru 0,5 m a rezavými povlaky na křížení puklin.

V úseku 509,90 – 578,40 tm byly dokumentovány **biodetritické (ortocerové) vápence**, světle a tmavě šedé, s hojnými úlomky hlavonožců, zdravé W1, podél křížení puklin až navětralé W2, deskovitě až lavicovitě vrstevnaté, třída R2 (W1), dále byly dokumentovány povlaky Fe oxidů na puklinách, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **KOTÝSKÉ VÁPENCE - LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON.**

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 175-200°/15-70°. Její plochy byly popsány jako zvlněné, drsné, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 150-350 mm, s maximálním rozevřením do 1 mm, bez výplně.

Orientace puklin byla v tomto úseku značně variabilní. Převládaly tři systémy. První měl orientaci 310-335°/35-60°. Plochy byly popsány jako zvlněné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 250-800 mm, s průměrným rozevřením do 2 mm, s kalcitovou výplní a Fe oxidy. Druhý systém měl orientaci 80-90°/60-70°. Jeho plochy byly popsány jako zvlněné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 250-800 mm, s průměrným rozevřením do 2 mm, s kalcitovou výplní a Fe oxidy. Třetí systém měl orientaci 10-50°/60°. Jeho plochy byly popsány jako zvlněné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 500-1000 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní a Fe oxidy.

Tektonické poruchy se v tomto úseku měly orientace 40-85°/60-70° a 100-120°/70-85°. Jejich plochy byly popsány jako rovné, drsné (60°/70°) a hladké (120°/60°), zcela průběžné s maximální šířkou 600 mm. Výplň byla tvořena převážně kalcitem, Fe oxidy a podrcenou horninou.

Horniny v tomto úseku byly postiženy krasovými jevy, které se projevovaly tvorbou malých dutin s krasovou výplní do max. průměru 0,5 m a rezavými povlaky na křížení puklin.

Rozpojování probíhalo pomocí trhacích prací. Výrub byl převážně hodnocen jako stabilní, pouze v místě přechodu z pražského souvrství do lochkovského (tektonicky ohraničeného) jako dočasně stabilní. Výška skalního nadloží se pohybovala mezi cca 68 m až 84 m (celkové nadloží 71,0 – 86,0 m).

Na začátku úseku 578,40 – 618,55 tm ražba plynule přešla do silurských hornin. Ty byly zpočátku do staničení 590,50 tm reprezentovány **mikritickými vápenci** (třídy R2) s **polohami černých vápničných břidlic**, šedými až tmavě šedými, zdravými W1, deskovitě až tence deskovitě vrstevnatými, hustota diskontinuit velká, břidlice byly tektonicky proklouzané s tektonickými ohlasy, byly zdravé W1, třída R3 - R4, třída těžitelnosti 5 - 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **SOUVRSTVÍ PŘÍDOLSKÉ (POŽÁRSKÉ) – SILUR**. Dále do staničení 618,55 tm ražba pokračovala v **prachovitějilovitých břidlicích**, šedočerných, zdravých W1, vápničných, s ojedinělými deskami mikritického vápence, místy s jemně rozptýleným pyritem, s kalcitovými žilkami. Břidlice byla částečně tektonicky proklouzaná s četnými tektonickými ohlasy, třídy R3-R4, deskovitě vrstevnatá s nepravidelným výskytem kulovitých konkréci vel. 10 - 30 cm. Třída těžitelnosti 4-5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - **PŘÍDOLSKÉ (POŽÁRSKÉ) SOUVRSTVÍ – SILUR**

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 130-195°/45-80°. Její plochy byly popsány jako zvlněné, drsné do staničení 591,80 tm a rovné, hladké dále, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 60-150 mm, s maximálním rozevřením do 1 mm, bez výplně.

Orientace puklin byla v tomto úseku značně variabilní. Převládaly tři systémy. První měl orientaci 260-275°/55-80°. Plochy byly popsány jako rovné, hladké, zcela průběžné,

s průměrnou roztečí 200-400 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní a Fe oxidy. Druhý systém měl orientaci 20-80°/60-70°. Jeho plochy byly popsány jako zvlněné až rovné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 200-500 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní. Třetí systém měl orientaci 330-360°/50°. Jeho plochy byly popsány obdobně jako plochy druhého systému.

Tektonické poruchy v tomto úseku měly orientace 50-80°/20-60°, 110-195°/20-65° a 325-15°/60-70°. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s maximální šířkou 50 mm. Výplň byla tvořena převážně podrcenou horninou a kalcitem.

Na začátku úseku 618,55 – 747,00 tm ražba plynule přešla **do prachovitojilovitých břidlic**, vápnitých, šedočerných, zdravých W1, třídy R3-R4, s **vložkami jemnozrnných bituminózních vápenců** tmavě šedých, zdravých W1, třída R2, přítomny byly kalcitové žilky, místy byla břidlice tektonicky namožená, tence deskovitě až deskovitě vrstevnatá. Třída těžitelnosti 4-5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) - **KOPANINSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR**. Od staničení 690,75 tm začaly ustupovat desky jemnozrnných bituminózních vápenců a začaly se výrubu objevovat **polohy lávového granulátu**, světle šedého až tmavě zelenošedého, biotitového, struktury hrubozrnné, granulátová až masivní textura, se značným podílem xenolitů alterovaných vápenců (mramory) a břidlic, zdravý W1, třídy R2-R3, třída těžitelnosti 5-6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **PALEOZOICKÉ SUBMARINNÍ TUFITICKÉ BAZALTY**. Tyto polohy byly doprovázeny vrstvami světle šedých **tufitických břidlic**, které místy plynule přecházely do lávového granulátu. Polohy lávového granulátu byly dokumentovány ve staničení 690,75 tm (na konci výhybny), a pak dále až do konce úseku ražby, kde nabyly mocnosti až 1,8 m.

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 145-180°/30-50°. Její plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 50-150 mm, bez výplně.

Orientace *puklin* byla v tomto úseku značně variabilní. Převládaly tři systémy. První měl orientaci 320-340°/65°. Plochy byly popsány jako rovné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 500-800 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní a pyritem. Druhý systém měl orientaci 25-40°/65-75°. Jeho plochy byly popsány jako zvlněné až rovné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 500-800 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní a pyritem. Třetí systém měl orientaci 270°/70°. Jeho plochy byly popsány obdobně jako plochy druhého systému.

Tektonické poruchy v tomto úseku měly orientace 30-80°/45-60°, 120-190°/45-60° a 290-320°/60-80°. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s maximální šířkou 300 mm. Výplň byla tvořena převážně podrcenou horninou a kalcitem. Ve staničení 717,00 – 722,00 tm byla zastiženo poruchové pásmo šířky cca 300-800 mm.

Na začátku úseku 747,00 – 811,70 tm ražba procházela hranicí **kopaninského souvrství s motolskými vrstvami - liteňského souvrství**. Tato hranice probíhala podél cca 1,5 - 2 m mocné polohy **lávového granulátu**, světle šedého až tmavě zelenošedého, biotitového, struktury hrubozrnné, granulátové až masivní textury, se značným podílem xenolitů alterovaných břidlic, zdravého W1, třídy R2-R3, třída těžitelnosti 5-6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **PALEOZOICKÉ SUBMARINNÍ TUFITICKÉ BAZALTY**. Tyto polohy byly doprovázeny vrstvami světle šedých tufitických břidlic, které místy plynule přecházely do lávového granulátu. **Motolské vrstvy** byly v tomto úseku zastoupeny **prachovitojilovitými břidlicemi**, vápnitými, šedočernými, zdravými W1, třídy R3-R4, ojediněle s tmavě šedými vložkami prachovitých vápenců, zdravých W1, třída R2, přítomny byly kalcitové žilky, břidlice byla tektonicky namožená s tektonickými ohlasy na plochách diskontinuit, tence deskovitě až

deskovitě vrstevnatá. Třída těžitelnosti 4-5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) – **MOTOLSKÉ VRSTY – LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR.**

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 165-200°/35-50°. Její plochy byly zvlněné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 50-200 mm, sevřené, bez výplně.

Orientace *puklin* byla v tomto úseku značně variabilní. Převládaly tři systémy. První měl orientaci 25-30°/50-65°. Plochy byly popsány jako rovné, drsné, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 600-1000 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní. Druhý systém měl orientaci 230-260°/60-80°. Jeho plochy byly popsány jako rovné, hladké, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 200-500 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou a pyritovou výplní. Třetí systém měl orientaci 100-110°/70-80°. Jeho plochy byly popsány obdobně jako plochy druhého systému.

Tektonické poruchy v tomto úseku měly orientace 140-160°/50-70° (748,22-754,50 tm), 220-230°/70° (755,75-774,50 tm), 290°/10-15° (789,50-799,70 tm) a 10-20°/75-85°. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s maximální šířkou 60 mm. Výplň byla tvořena převážně podrcenou horninou, jílem a kalcitem.

Od staničení 801,20 tm byly na čelbách dokumentovány drobné soustředěné přítoky podzemní vody o maximálních vydatnostech 0,0X-0,1 l/s.

V úseku 811,70 – 850,10 tm již nebyly dokumentovány polohy hornin vulkanického původu. Ražba až do konce štoly probíhala v **prachovitojilovitých břidlicích**, vápničitých, šedočerných, zdravých W1, třídy R3-R4, s ojedinělými vložkami tmavě šedých prachovitých vápenců, zdravých W1, třídy R2, přítomny byly kalcitové žilky a četné pyritové shluky až žilky, místy byla břidlice částečně tektonicky namožená s tektonickými ohlasy na plochách diskontinuit, tence deskovitě až deskovitě vrstevnatá. Třída těžitelnosti 4-5 (ČSN 73 3050) a II (ČSN P 73 1005) – **MOTOLSKÉ VRSTVY – LITEŇSKÉ SOUVRSTVÍ – SILUR.**

Vrstevnatost se pohybovala v rozmezí 150-170°/30-60°. Její plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 60-150 mm, sevřené, bez výplně.

Orientace *puklin* v tomto úseku podléhala převážně čtyřem systémům diskontinuit. První měl orientaci 10-30°/65-70°. Plochy byly popsány jako rovné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 600-800 mm (do staničení 862,95 tm) a 400-600 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní. Druhý systém měl orientaci 240-280°/70-85°. Jeho plochy byly popsány jako rovné, hladké, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 200-600 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní a pyritem. Třetí systém měl orientaci 315-350°/60-85°. Jeho plochy byly rovné, hladké, zcela průběžné, s průměrnou roztečí 600-800 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní. Čtvrtý systém měl orientaci 90°/85°. Jeho plochy byly rovné, hladké, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 200-600 mm, s průměrným rozevřením do 1 mm, s kalcitovou výplní.

Tektonické poruchy v tomto úseku měly orientace 10-20°/70-85°, 190-200°/20-85°, 290-300°/15-30°. Jejich plochy byly popsány jako zvlněné, hladké, zcela průběžné, s maximální šířkou 30 mm. Výplň byla tvořena převážně jílem a kalcitem. Plochy systému 290-300°/15-30° byly rovné, hladké, s maximální šířkou 200 mm. Výplň byla tvořena podrcenou břidlicí.

Výrub byl v tomto úseku lokálně vlhký s ojedinělými drobnými úkapy vody. Do staničení 831,70 tm byly na čelbách převážně v oblastech tektonických poruch dokumentovány drobné soustředěné přítoky o maximálních vydatnostech 0,0X-0,1 l/s.

Rozpojování probíhalo pomocí trhacích prací. **Výška skalního nadloží** se pohybovala mezi cca 71,3 m až 78,9 m (celkové nadloží 80,0 – 80,8 m).

2.1.4 IG dokumentace ražby rozšíření štoly do JTT a rozšíření výrubu v STT

Ražba rozšíření výrubu v STT (st. km STT S0,500.0 až 0,524.86) začala v 10/2016 a probíhala na hranici dvou litologických jednotek. Nejdříve byly dokumentovány **kalové mikritové vápence**, tmavě šedé až černošedé, hlíznaté, tence deskovitě až lavicovitě vrstevnaté, s ojedinělými tenkými proplásky jílovitých břidlic, na litologickém styku byly horniny tektonicky porušené, místy byly pukliny druhotně vyplněny kalcitem, hustota diskontinuit střední, zdravé W1, třídy R2, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE - PRAŽSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**. A následně od staničení cca km 519 byly dokumentovány **dolomitické vápence**, světle šedé až šedé, s mozaikovitou texturou, zdravé W1, lavicovitě vrstevnaté, třídy R2, pukliny lokálně vyhojené kalcitem, třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **KOTÝSKÉ VÁPENCE - LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**.

Na hranici pražského a lochkovského souvrství byly v pravé dolní části rozšíření výrubu v STT nejprve dokumentovány povlaky Fe-oxidů a hydroxidů, později krasová dutina tektonického původu, která byla až 3 m široká a pokračovala pod počvu štoly. Jednalo se o krasový jev, který byl již dokumentován při samotné ražbě štoly v STT, při kterém došlo k velkému výronu podzemních vod. Výplň této krasové dutiny tvořil jííl písčitý (F4/CS), tuhé konzistence s úlomky zkrasovatělého vápence a druhotně vysráženého kalcitu.

Ražba vlastní štoly do JTT z počátku probíhala v **dolomitických vápencích**, narůžovělých, místy světle šedě zbarvených, hrubozrnných (sparitových) s mozaikovitou texturou, zdravých W1, velmi obtížně rozpojitelých, kompaktních, minimálně rozpukaných, lavicovitě vrstevnatých, hustota diskontinuit byla malá, třída R2, třída těžitelnosti 6 až 7 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **KOTÝSKÉ VÁPENCE - LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**. Plochy vrstevnatosti byly dominantním systémem diskontinuit, měly převážnou orientaci 170-180°/60°, byly průběžné, zvlněné, drsné s průměrnou roztečí 300-500 mm.

Ve staničení 16,60 tm rozšíření do JTT byl zastižen přechod do **kalových/mikritových vápenců**, tmavě šedých až černošedých, až masově červeně šmouhovaných, hlíznatých, deskovitě, místy i tence deskovitě ojediněle až lavicovitě vrstevnatých s ojedinělými tenkými proplásky jílovitých břidlic, místy částečně slabě tektonicky porušených, s rezavohnědým povlakem na plochách diskontinuit, pukliny byly místy druhotně vyplněny kalcitem, hustota diskontinuit byla střední, třída R2 (minoritně R3), třída těžitelnosti 6 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - **DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE - PRAŽSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**. Plochy vrstevnatosti byly rovněž dominantním systémem diskontinuit, měly převážnou orientaci 175-185°/45°, byly průběžné, zvlněné, hladké s průměrnou roztečí 20-200 mm, lokálně byly vyplněny jílem o mocnosti do 5 mm.

Ve staničení 119,60 tm rozšíření do JTT začala ražba postupně přecházet do narůžovělých až masově červených, místy světle šedých **dolomitických vápenců** (od staničení 129,2 tm již probíhala ražba jenom v těchto vápencích), fosilně zvětralých, s tenkými proplásky jílovitých břidlic, hustota diskontinuit byla střední, třída R2, třída

těžitelnosti 6 až 7 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) - KOTÝSKÉ VÁPENCE - LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON.

Dále ražba rozšíření průzkumné štoly do JTT přecházela ve staničení 132,40 tm z výše popsaných **dolomitických vápenců** do **biodetritických vápenců**, narůžovělých až světle šedých, zdravých W1 až navětralých (krasově alterované s výplní Fe oxidů podél ploch diskontinuit) W2, deskovitých až lavicovitě vrstevnatých, hrubozrnných, kompaktních, velmi obtížně rozpojitelých, hustota diskontinuit střední D3, třídy R2, třída těžitelnosti 6 až 7 (ČSN 73 3050) a III (ČSN P 73 1005) – **KOTÝSKÉ VÁPENCE - LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON**. Tyto vápence byly dokumentovány až do konce ražby rozšíření štoly do JTT ve staničení 179,50 m.

Plochy vrstevnatosti byly dominantním systémem diskontinuit, měly převážnou orientaci 170-175°/40-45°, byly průběžné, zvlněné, hladké s průměrnou roztečí 100-300 mm. Pukliny byly dokumentovány ve třech pravidelných systémech. První měl orientaci 315-330°/70-75°, jeho plochy byly rovné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 400-800 mm, výplň tvořil kalcit a Fe oxidy. Druhý systém měl orientaci 60-95°/55-65°, jeho plochy byly rovné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 300-600 mm, výplň tvořil kalcit. Třetí systém měl orientaci 280°/70°, jeho plochy byly rovné, drsné, částečně průběžné, s průměrnou roztečí 400-800 mm, výplň tvořil kalcit a Fe oxidy.

Rozpojování probíhalo pomocí trhacích prací. Vápence lochkovského souvrství byly velmi kompaktní a z technologického hlediska bylo jejich rozpojování a ražba velmi náročná.

Výrub byl převážně hodnocen jako stabilní. Výška skalního nadloží se pohybovala mezi cca 75,0 m až 81,9 m (celkové nadloží 79,7 – 85,5 m).

V průběhu ražeb byl také průběžně sestavován **Horizontální geologický řez – důlní mapa** (volná příloha č. 2.1 této zprávy).

Vybrané **protokoly z inženýrskogeologického a geotechnického sledování čela výrubu** průzkumné štoly v STT, rozšíření do JTT a těžní šachty jsou součástí **volné přílohy č.3** této zprávy. Všechny protokoly z inženýrskogeologického a geotechnického sledování čela výrubu jsou na DVD, které je součástí této zprávy.

V průběhu ražeb byl průběžně sestavován **Podélný geotechnický řez průzkumnou štolou v STT** (volná příloha č. 2.2 této zprávy), **resp. rozšířením štoly do JTT** (volná příloha č. 2.3 této zprávy).

Dále byly také sestavovány **Příčné geotechnické řezy** (volná příloha č. 2.5 této zprávy) ve staničeních:

- 0+171 km STT (ul. Křížová)
- 0+369 km STT (rozplet JTT)
- 0+502 km STT (tunel. propojka č.6)
- 0+513.6 km STT (kras)
- 0+730 km STT (tunel. propojka č.5)
- 0+884 km STT (stoka „P“)
- 1+679 km JTT

2.1.5 Laboratorní zkoušky hornin a zemin odebraných během ražeb a hloubení

2.1.5.1 Metodika laboratorních zkoušek skalních hornin a zemin

Realizace a vyhodnocení laboratorních zkoušek skalních hornin a zemin (z výplně krasových dutin, tektonické poruchy apod.) byla v souladu s ustanoveními normy Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy. Jedná se zejména o respektování následujících detailních norem:

ČSN EN ISO 14688-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – část 1: Pojmenování a popis
ČSN EN ISO 14688-2	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – část 2: Zásady pro zařídování
ČSN EN ISO 14689-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování hornin – část 1: Pojmenování a popis
ČSN CEN ISO 17892-1	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 1: Stanovení vlhkosti zemin
ČSN CEN ISO 17892-2	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 2: Stanovení objemové hmotnosti jemnozrnných zemin
ČSN CEN ISO 17892-3	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částí zemin
ČSN CEN ISO 17892-4	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti zemin
ČSN CEN ISO 17892-6	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 6: Kuželová zkouška
ČSN CEN ISO 17892-7	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 7: Zkouška pevnosti v prostém tlaku u jemnozrnn. zemin
ČSN CEN ISO 17892-10	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 10: Krabicová smyková zkouška
ČSN CEN ISO 17892-12	Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin - Část 12: Stanovení konzistenčních mezí zemin

2.1.5.2 Vyhodnocení laboratorních zkoušek hornin a zemin odebraných během ražeb a hloubení

Během ražby průzkumné štoly resp. jejího rozšíření do JTT bylo odebráno **celkem 44 vzorků hornin ze štoly v STT**, resp. **11 vzorků hornin z rozšíření štoly do JTT**, z nichž bylo připraveno **275 zkušebních těles** pro zkoušky základních indexových vlastností hornin, zahrnujících zjištění přirozené vlhkosti a pevnosti v prostém tlaku. Ta byla ověřena prostřednictvím zkoušky pevnosti při bodovém zatížení, tj. drcením nepravidelných, hrubě opracovaných horninových těles v ručním lisu v souladu s ČSN P ENV 1997-2. Z výsledné hodnoty této zkoušky (indexu pevnosti I50), je pomocí empiricky zjištěného koeficientu přibližně určena pevnost v prostém tlaku horninové hmoty σ_c . Na základě výsledků výše uvedených zkoušek, zjišťujících pevnost horninové substance, bylo realizováno jejich geotechnické zhodnocení.

Počty odebraných vzorků a z nich zhotovených a zkoušených těles během ražby průzkumné štoly resp. jejího rozšíření do JTT uvádíme v následující tabulce:

místo odběru (kvartál/rok)	počet vzorků	počet zkuš. těles	zákl. fyzik. vlastnosti	pevnost v tlaku	modul přetvárnosti	pevnost v příč. tahu
štola v STT (4Q/2014)	15	75	15	75	*	*
štola v STT (1Q/2015)	6	30	6	30	*	*
štola v STT (2Q/2015)	6	30	6	30	*	*
štola v STT (3Q/2015)	16	80	16	80	*	*
štola v STT (4Q/2015)	1	5	1	5	*	*
rozšíření štoly do JTT (4Q/2016)	9	45	9	45	*	*
rozšíření štoly do JTT (1Q/2017)	2	10	2	10	*	*

Tab. 3: Přehled odebraných vzorků a realizovaných laboratorních zkoušek hornin

Výsledky všech realizovaných zkoušek jsou obsaženy ve volné příloze č. 6 této zprávy a souhrnně je uvádíme v následující:

Staničení trasy / tunelové metry	typ horniny	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	zařídění podle ČSN 73 6133 / ČSN P 73 1005
Průzkumná štola v STT			
km 0,088.0 / 5,0 tm	mikritický vápenec (LIT)	72,2-149 (\varnothing 97,8)	R2
km 0,088.0 / 5,0 tm	prachovitějilovitá břidlice (LIT)	10,3-16,4 (\varnothing 13,3)	R4
km 0,117.5 / 34,5 tm	prachovitá břidlice (LIT)	25,3-26,8 (\varnothing 26,6)	R3
km 0,131.1 / 48,1 tm	mikritický vápenec (LIT)	69,8-128 (\varnothing 89,1)	R2
km 0,147.2 / 64,2 tm	prachovitějilovitá břidlice (KPN porucha)	2,7-7,1 (\varnothing 4,3)	R5
km 0,147.2 / 64,2 tm	vápenec až vápnitý prachovec (KPN)	66,5-144,5 (\varnothing 105,8)	R2
km 0,156.8 / 73,8 tm	prachovitějilovitá břidlice s útržky vápence a prachovce (KPN)	29,7-40,6 (\varnothing 34,3)	R3
km 0,166.8 / 83,8 tm	prachovitějilovitá břidlice (KPN)	7,6-10,6 (\varnothing 8,9)	R4

Staničení trasy / tunelové metry	typ horniny	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	zatřídění podle ČSN 73 6133 / ČSN P 73 1005
km 0,166.8 / 83,8 tm	prachovitý vápenec (KPN)	76,6-90,7 (\varnothing 82,3)	R2
km 0,179.6 / 96,6 tm	biotitický lamprofyr – mineta (VULKANIT)	70,0-97,0 (\varnothing 87,8)	R2
km 0,179.6 / 96,6 tm	mikritický vápenec (KPN, PRD?)	97,3-130,1 (\varnothing 116,7)	R2
km 0,179.6 / 96,6 tm	tektonický útržek (převaha břidlice) (KPN, PRD?)	5,7-22,4 (\varnothing 13,8)	R3, R4
km 0,184.0 / 101,0 tm	mikritický vápenec na kontaktu s minetou (DPV)	33,4-47,8 (\varnothing 42,4)	R3
km 0,184.0 / 101,0 tm	mikritický vápenec (DPV)	63,0-118 (\varnothing 89,7)	R2
km 0,208.9 / 125,9 tm	mikritický vápenec (DPV)	26,9-65,7 (\varnothing 45,8)	R2, R3
km 0,208.9 / 125,9 tm	biotitický lamprofyr – mineta (VULKANIT)	50,5-78,6 (\varnothing 57,4)	R2
km 0,227.3 / 144,3 tm	mikritický vápenec (DPV)	41,3-67,5 (\varnothing 51,2)	R2, R3
km 0,262.0 / 179,0 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	45,4-75,2 (\varnothing 60,2)	R2
km 0,291.4 / 208,4 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	55,0-89,5 (\varnothing 72,0)	R2
km 0,304.45 / 221,45 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	49,7-68,6 (\varnothing 57,9)	R2
km 0,320.5 / 237,5 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	53,3-79,6 (\varnothing 66,1)	R2
km 0,344.4 / 261,4 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	59,2-98,8 (\varnothing 82,6)	R2
km 0,354.9 / 271,9 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	48,5-79,9 (\varnothing 64,4)	R2
km 0,379.6 / 296,6 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	60,4-77,8 (\varnothing 66,1)	R2
km 0,402.35 / 319,35 tm	mikritický vápenec, zdravý, část. tekt. porušený, (DPV)	44,1-74,2 (\varnothing 52,0)	R2, R3
km 0,412.8 / 329,8 tm	mikritický vápenec, zdravý, část. tektonicky porušený, (DPV)	23,5-43,5 (\varnothing 33,3)	R3
km 0,424.25 / 341,25 tm	mikritický vápenec, zdravý, část. tektonicky porušený, (DPV)	25,3-34,8 (\varnothing 31,0)	R3
km 0,436.05 / 353,05 tm	mikritický vápenec, zdravý, část. tektonicky porušený, (DPV)	33,4-43,3 (\varnothing 38,7)	R3
km 0,467.3 / 384,3 tm	mikritický vápenec, zdravý, část. tektonicky porušený, (DPV)	32,9-57,9 (\varnothing 45,4)	R2, R3
km 0,676.1 / 593,1 tm	mikritický vápenec, zdravý, (PRD)	68,9-73,6 (\varnothing 71,7)	R2
km 0,706.5 / 623,5 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	19,8-32,6 (\varnothing 27,0)	R3
km 0,727.25 / 644,25 tm	bituminózní vápenec, zdravý, (KPN)	34,9-68,3 (\varnothing 52,0)	R2 (minor. R3)
km 0,727.25 / 644,25 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, část. tekt. porušená (KPN)	13,0-18,6 (\varnothing 15,2)	R3, R4
km 0,727.25 / 644,25 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	23,5-37,2 (\varnothing 27,9)	R3
km 0,756.0 / 673,0 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	20,2-44,1 (\varnothing 33,2)	R3
km 0,766.0 / 683,0 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	21,5-31,7 (\varnothing 26,4)	R3
km 0,774.75 / 691,75 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	16,9-28,6 (\varnothing 20,1)	R3
km 0,787.5 / 704,5 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	16,9-29,8 (\varnothing 22,3)	R3
km 0,787.5 / 704,5 tm	lávový granulát, zdravý, paleozoický submarinní bazalt	31,8-68,4 (\varnothing 46,4)	R2 (minor. R3)
km 0,797.5 / 714,5 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	19,2-24,1 (\varnothing 21,5)	R3
km 0,807.5 / 724,5 tm	prachovitojilovitá břidlice, zdravá, (KPN)	18,0-26,8 (\varnothing 23,4)	R3

Staničení trasy / tunelové metry	typ horniny	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	zatřídění podle ČSN 73 6133 / ČSN P 73 1005
km 0,811.25 / 728,25 tm	prach.jíl. břidlice s vulkan.příměsí, zdravá, (KPN)	24,0-39,8 (\varnothing 31,6)	R3
km 0,811.25 / 728,25 tm	prachovitý vápenec, zdravý, souvrství (KPN)	41,5-67,3 (\varnothing 53,1)	R2 (minor. R3)
km 0,813.75 / 730,75 tm	prachovitojílovitá břidlice a jílovec, zdravá, (KPN)	16,4-22,1 (\varnothing 18,7)	R3
km 0,821.25 / 738,25 tm	lávový granulát, zdravý, paleozoický submarinní bazalt	26,2-52,8 (\varnothing 35,4)	R3 (minor. R2)
km 0,838.75 / 755,75 tm	lávový granulát, zdravý, paleozoický submarinní bazalt	34,4-73,4 (\varnothing 46,8)	R2, R3
Rozšíření průzkumné štoly do JTT			
5,0 tm	vápenec dolomitický, zdravý, (LCK)	39,1-62,9 (\varnothing 49,9)	R2, R3
10,0 tm	vápenec dolomitický, zdravý, (LCK)	56,0-84,6 (\varnothing 70,0)	R2
18,2 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	48,9-77,8 (\varnothing 64,6)	R2 (minor. R3)
26,1 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	30,1-59,7 (\varnothing 46,8)	R2, R3
26,1 tm	mikritický vápenec, zdravý, silně tektonicky porušený s výplní jílu, (DPV)	0,31-0,84 (\varnothing 0,55)	R6
28,7 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	52,3-70,8 (\varnothing 61,7)	R2
33,4 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	45,7-58,8 (\varnothing 52,9)	R2, R3
70,1 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	39,1-78,1 (\varnothing 55,8)	R2, R3
90,8 tm	mikritický vápenec, zdravý, (DPV)	29,2-60,1 (\varnothing 46,0)	R2, R3
127,6 tm	biodetritický vápenec, zdravý, místo slabě tektonicky porušený zdravý, (LCK)	49,3-71,8 (\varnothing 58,5)	R2
142,0 tm	biodetritický vápenec, navětralý/ fosilně zvětralý, (LCK)	42,5-60,9 (\varnothing 49,2)	R3, R2

Tab. 4: Přehled výsledků laboratorních zkoušek hornin na vzorcích horninového materiálu odebraných v průběhu ražby na čele výrubu

Z uvedených výsledků je zřejmé, že pevnostní charakteristiky horninové substance u vzorků odebíraných v trase štoly (STT i následného rozšíření do JTT) odpovídají zcela převážně **ve třídě R2** (minoritně též R3) u vápenců, resp. **ve třídě R3** (minoritně R4) u břidlic.

Dále byly zastiženy i polohy **výrazně tektonicky porušené horniny** (tektonické poruchové pásmo na Zlíčově – násun siluru na devon – barrandovský zlom) s velmi nízkou pevností (u břidlic až charakteru jílovité zeminy s úlomky hornin) a odpovídajícím zatříděním **třídy R5 a R6**.

Výsledky laboratorních zkoušek mechaniky hornin realizovaných na horninovém materiálu z čela výrubu jsou obsaženy ve volné příloze č. 6.1 této zprávy.

Obdobný charakter jako tektonicky silně porušené zóny (tj. povahu zeminy) mají i výplně krasových dutin. Z krasové výplně zastižené při ražbě rozšíření výrubu v STT na hranici dvorecko-prokopských vápenců pražského souvrství a lochkovského souvrství byl odebrán

neporušený vzorek, který byl podroben základnímu klasifikačnímu rozboru zeminy a krabicové smykové zkoušce, s následujícími výsledky:

Výsledky zkoušek mechaniky zemin odebraného vzorku krasové výplně:

- symbol a konzistence podle ČSN 73 6133/ ČSN P 73 1005 CS (konzistence tuhá)
- symbol a konzistence podle EN ISO 14688-2 gr_{saCl} (konzistence tuhá)
- objemová hmotnost v přirozeném uložení $\rho = 2038 \text{ kg.m}^{-3}$ (1 vzorek)
- soudržnost (kPa) $c_{ef} = 11,0 \text{ KPa}$
- úhel vnitřního tření ($^{\circ}$) $\phi_{ef} = 29,2^{\circ}$

Výsledky laboratorních zkoušek mechaniky zemin realizovaných na vzorcích zemin z krasové výplně jsou obsaženy ve volné příloze č. 6.2 této zprávy.

Při **strojním rozpojování** pevných hornin je pro volbu rozpojovacích mechanismů důležité zařazení jednotlivých materiálů na trase nejen podle pevnosti horninové hmoty, ale i z hlediska míry opotřebení pracovního nástroje, tj. podle parametrů **abrazivnosti a obrusnosti**. Reprezentativní vzorky hornin pro laboratorní zkoušky abrazivnosti a obrusnosti byly odebírány v průběhu ražeb, vrtů presiometrických vějířů, vrtů vrtných profilů, vrtu ŠJ 101 do oblasti severního tunelu za koncem štoly nebo extenzometrického vrtu. Vzorky byly odebírány tak, aby komplexně postihly horniny zastoupené v trase budoucích tunelů. Všechny odebrané vzorky byly analyzovány v laboratoři Ústavu geoniky AV ČR (dále ÚGN), včetně makroskopického popisu a mikropetrografické analýzy. Výsledky makroskopického popisu a mikropetrografické analýzy jsou součástí volné přílohy č. 6.3 této zprávy.

Výsledky zkoušek abrazivnosti a obrusnosti jsou součástí volné přílohy č. 6.3 této zprávy a souhrnně je rekapitulujeme v následující tabulce:

místo odběru	typ horniny	abrazivnost podle ÚGN F_v (mg.m ⁻¹)	Cerchar Abrasiveness Index CAI	třída abrazivnosti podle Barona-Kuzněcova	Průměrná obrusnost (mg.m ⁻¹)
staničení tunelu km 0,320.50 (237,50 tm)	mikritický kalový vápenec, zdravý, (dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon)	0,02 – 0,17 (Ø 0,06)	0,82	I. horniny velmi málo abrazivní	15,78
vrt EV-2 km 0,219.40 (136,40 tm)	biotitický lamprofyr - mineta, zdravý, (paleozoikum)	0,35 – 0,44 (Ø 0,41)	1,57	I. horniny velmi málo abrazivní	47,64
staničení tunelu km 0,823.75 (740,75 tm)	prachovitějilovitá břidlice, zdravá (souvrství kopaninské, silur)	0,25 – 0,29 (Ø 0,27)	1,37	I. horniny velmi málo abrazivní	58,03
staničení tunelu km 0,823.75 (740,75 tm)		0,21 – 0,27 (Ø 0,24)	1,31	I. horniny velmi málo abrazivní	49,4
PP4/J-3 (7,1-7,5 m)	dolomitický vápenec (souvrství lochkovské, devon)	0,07 – 0,09 (Ø 0,08)	0,91	I. horniny velmi málo abrazivní	31,38
PP4/J-3 (7,1-7,5 m)		0,09 – 0,11 (Ø 0,10)	0,98	I. horniny velmi málo abrazivní	18,90
staničení tunelu km 0,826.25 (743,25 tm)	lávový granulát (podmořský tufitický bazalt, paleozoikum)	* (nezkoušeno - rozpad vzorku)			
staničení tunelu km 0,826.25 (743,25 tm)		* (nezkoušeno - rozpad vzorku)			
ŠJ-101 (5,0-5,5 m)	prachovitějilovitá břidlice, zdravá (souvrství liteňské, silur)	0,08 – 0,11 (Ø 0,10)	0,97	I. horniny velmi málo abrazivní	14,92

místo odběru	typ horniny	abrazivnost podle ÚGN F_v (mg.m ⁻¹)	Cerchar Abrasiveness s Index CAI	třída abrazivnosti podle Barona-Kuzněcova	Průměrná obrusnost (mg.m ⁻¹)
ŠJ-101 (17,6-18,0 m)	tufitický prachovec, zdravý (souvrství liteňské, silur)	3,14 – 5,84 (Ø 4,49)	3,47	V. horniny se střední až vyšší abrazivností	36,47
ŠJ-101 (54,8-55,1 m)	křemenný pískovec, zdravý (souvrství kosovské, ordovik)	6,60 – 8,50 (Ø 7,55)	4,13	VI. horniny s vyšší až vysokou abrazivností	1,66
ŠJ-101 (66,0-66,5 m)	prachovec, zdravý (souvrství kosovské, ordovik)	* (nezkoušeno - rozpad vzorku)			
PP7/J-1 (10,0-10,5 m)	lávový granulát (podmořský tufitický bazalt, paleozoikum)	0,19 – 0,25 (Ø 0,22)	1,28	I. horniny velmi málo abrazivní	40,79
VG2/J-2 (57,2-58,2 m)	dolomitický vápenec, zdravý W1 (souvrství lochkovské, devon)	0,17	1,17	I. horniny velmi málo abrazivní	23,88
VG3/J-2 (49,1-49,8 m)	bituminózní vápenec, zdravý W1 (souvrství přídolské, silur)	0,11 – 0,19 (Ø 0,15)	1,12	I. horniny velmi málo abrazivní	29,18

Tab. 5: Přehled výsledků laboratorních zkoušek ze stanovení abrazivnosti a obrusnosti v ÚGN AV ČR

Z uvedených výsledků je tedy zřejmé, že v oblasti průzkumné štoly v STT, resp. rozšíření do JTT se při klasifikaci dle metodiky ÚGN bude jednat zcela převážně o **velmi málo abrazivní horniny**, v nichž **nebude docházet k nadměrnému, ale pouze přirozenému opotřebování rozpojovacích pracovních nástrojů**. Výjimku tvoří polohy tufitických prachovců v liteňském souvrství a především horniny kosovského souvrství (křemenné pískovce a prachovce), které byly zastiženy vrtem ŠJ 101 za koncem průzkumné štoly v STT, a které je **nutno klasifikovat jako horniny se střední až vyšší, resp. vyšší až vysokou abrazivností**, kde je nutno počítat s **vyšší až vysokou mírou opotřebování nástrojů**.

Při klasifikování abrazivnosti hornin podle mezinárodní metodiky Cerchar (index CAI) pak byly podle korelačních vztahů ÚGN stanoveny odpovídající hodnoty indexu CAI v rozmezí CAI = 0,82 - 4,13.

2.1.6 Strukturální kinematická analýza horninového masivu (metoda klíčových bloků)

2.1.6.1 Metodika strukturální kinematické analýzy horninového masivu

Podzemní díla ražená v rozpukaných horninových masivech v relativně mělkých hloubkách jsou nejčastěji porušována vyjíždějícími a vypadávajícími bloky hornin (dále jen klíny) podél systémů diskontinuit. Klíny vznikají na křížení významných strukturálních prvků, jako jsou plochy vrstevnatosti, tahové, tlakové či střížné pukliny a tektonické poruchy (zlomy-poklesy, přesmyky, poruchová pásma). Tyto strukturální prvky rozdělují horninový masiv na diskrétní horninové celky. Při ražbě podzemního díla dochází k redistribuci napětí v horninovém masivu, ke změně okrajových podmínek a navýšení stupňů volnosti jednotlivých klínů. V důsledku těchto změn může docházet k vyjíždění a vypadávání jednotlivých klínů do výrubu. Analýza metodou klíčových bloků obecně probíhá v následujících krocích:

1. Určení nejnepříznivější kombinace systémů diskontinuit pro tvorbu klínů vzhledem ke tvaru a orientaci podzemního díla (orientace, rozteč, průběžnost, výplň, drsnost a další mechanické parametry, např. smyková pevnost na diskontinuitách)
2. Identifikace potencionálních klínů, které mohou vypadnout nebo vyjet do výrubu
3. Výpočet stupně bezpečnosti těchto klínů ($FS < 1,5$ --> nestabilní)

Kroky výpočtu:

1. Základní nastavení projektu (jednotky, název projektu, informace o klínech)
2. Definování tvaru výrubu (příčný řez, velikost, tvar, souřadnice, možnost importu DXF souboru)
3. Vstupní data – hlavní data: orientace osy díla (směr, sklon), projektovaný stupeň bezpečnosti, objemová tíha horniny, objemová tíha vody
4. Vstupní data – orientace diskontinuit (sklon, směr sklonu), nejnepříznivější analýza kombinace diskontinuit podle různých atributů (zvolen nejnižší stupeň bezpečnosti + nejvyšší počet klínů s $FS < 1,5$)
5. Vstupní data – definování vlastností jednotlivých typů diskontinuit (parametry smykové pevnosti diskontinuit – zvolen Mohr-Coulombův model, úroveň hladiny podzemní vody (absolutní nadmořská výška hladiny), úhel zvlnění ploch diskontinuit (rozdíl mezi průměrným sklonem a maximálním sklonem diskontinuity)
6. Nastavení velikosti klínů – maximální velikost klínů omezena délkou záběru při ražbě
7. Definování napěťového pole v horninovém masivu – tvorba přirozené horninové klenby dočasně zvyšuje stupeň bezpečnosti jednotlivých klínů
8. Textových výstupů výpočtu – informace o výpočtu (souhrn bodů 1. až 8.), informace o jednotlivých klínech (barva písma odpovídá barvě daného klínu v grafických výstupech)
9. Generování grafických výstupů (3D pohled, multiperspektivní pohled, klíny v čele výrubu a napěťové pole přirozené klenby působící na bloky

2.1.6.2 Vyhodnocení strukturní kinematické analýzy horninového masivu

Po provedení výpočtů v rámci strukturní kinematické analýzy horninového masivu pro výrub štoly byly definovány charakteristické klíčové (=nejnepříznivější) bloky pro jednotlivé úseky a geotechnické typy hornin v průzkumné štolě. Každý takový blok je daný nejnepříznivější kombinací systémů diskontinuit vůči tvaru a orientaci podzemního díla, podél níž se vysouvá, vypadává nebo se zdvihá (záleží na režimu). Faktory v nejnepříznivější kombinaci, které vedou k vyčlenění klíčových bloků jsou vlastnosti diskontinuit jako orientace, rozteč, průběžnost, výplň, drsnost, mechanické vlastnosti, např. smyková pevnost na diskontinuitách, indexové vlastnosti jako objemová hmotnost horniny, výška nadloží, vliv podzemní vody (výška vodního sloupce nad dílem) a dále jsou to velikost a tvar výrubu. Bloky, které mají stupeň bezpečnosti vyšší než 1,5 považujeme za stabilní. Pro jednotlivé geotechnické typy v průzkumné štolě byly vybrány následující klíčové bloky:

PRŮZKUMNÁ ŠTOLA STT

Tektonická kra siluru - liteňské souvrství – silur km 0+083,00-0+134,21

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=4,15** je **v levém přístropí**. Kombinace diskontinuit $85^{\circ}/75^{\circ}$, $280^{\circ}/85^{\circ}$ a $360^{\circ}/85^{\circ}$; objem bloku $1,7 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,036 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $2,21 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $2,63 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $0,63 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $2,82 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $18,46^{\circ}$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ $0,00 \text{ MN}$; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $4^{\circ}/50^{\circ}$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů v celém přístropí.**

Tektonická kra siluru - kopaninské souvrství + vyvlečený relikt přídolského (požárského) souvrství – silur, tektonické poruchové pásmo km 0+134,21-0+186,62

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=13,005** je **v přístropí**. Kombinace diskontinuit $50^{\circ}/50^{\circ}$, $25^{\circ}/85^{\circ}$ a $40^{\circ}/45^{\circ}$; objem bloku $0,014 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,00 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,12 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $1,15 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $0,09 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $0,38 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $8,89^{\circ}$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ $0,00 \text{ MN}$; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $29^{\circ}/47^{\circ}$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu drobných nadvýlomů v celém přístropí.**

Pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence – devon km 0+186,62-0+250,00

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=11,49** je **v přístropí**. Kombinace diskontinuit $170^{\circ}/55^{\circ}$, $50^{\circ}/60^{\circ}$ a $260^{\circ}/80^{\circ}$; objem bloku $0,123 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,003 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,76 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $7,13 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $0,62 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $0,60 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $49,15^{\circ}$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ $0,00 \text{ MN}$; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $21^{\circ}/87^{\circ}$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů hlavně v celém přístropí, méně pak v pravém a levém boku.**

Pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence – devon km 0+250,00-0+370,00

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=4,71** je **v levé spodním boku**. Kombinace diskontinuit $205^{\circ}/40^{\circ}$, $330^{\circ}/75^{\circ}$ a $75^{\circ}/60^{\circ}$; objem bloku $0,109 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,003 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,71 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $5,49 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $1,17 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $0,47 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $80,89^{\circ}$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ $0,00 \text{ MN}$; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon

vyjíždění $23^\circ/4^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů v levém a v pravém boku.**

Pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence – devon km 0+370,00-0+517,26

Ve výrubu se objevují 2 nestabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=0,44** je v pravé části přístropí. Kombinace diskontinuit $190^\circ/45^\circ$, $280^\circ/85^\circ$ a $40^\circ/50^\circ$; objem bloku $0,013 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,000 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,38 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $0,10 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $0,22 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,22 \text{ MN}$; výška bloku $0,12 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $70,70^\circ$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení **FS=1,5** $0,64 \text{ MN}$; režim chování bloku – vyjíždění po diskontinuitě $280^\circ/85^\circ$; směr a sklon vyjíždění $193^\circ/32^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů ve středním přístropí, v levém a v pravém boku.**

Lochkovské souvrství – devon km 0+517,26-0+664,08

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=1,96** je ve střední části přístropí. Kombinace diskontinuit $190^\circ/40^\circ$, $290^\circ/70^\circ$ a $70^\circ/75^\circ$; objem bloku $0,113 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,003 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,67 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $3,72 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $1,90 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $0,58 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $52,17^\circ$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení **FS=1,5** $0,00 \text{ MN}$; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $217^\circ/71^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů ve středním přístropí, v levém a v pravém boku.**

Přídolské (požárské) souvrství – silur km 0+664,08-0+709,06

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=2,10** je v levém přístropí. Kombinace diskontinuit $110^\circ/55^\circ$, $335^\circ/60^\circ$ a $250^\circ/65^\circ$; objem bloku $0,061 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,002 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,59 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $1,89 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $0,90 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $0,34 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $67,01^\circ$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení **FS=1,5** $0,00 \text{ MN}$; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $359^\circ/17^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů ve středním přístropí, v levém a v pravém boku.**

Kopaninské souvrství – silur km 0+709,06-0+833,41

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=1,83** je v levém boku při počvě. Kombinace diskontinuit $160^\circ/50^\circ$, $320^\circ/60^\circ$ a $80^\circ/65^\circ$; objem bloku $0,022 \text{ m}^3$; tíha bloku $0,001 \text{ MN}$; plocha bloku ve výrubu $0,26 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku $1,23 \text{ MN}$; celková síla podporující vyjetí bloku $0,67 \text{ MN}$; aktivní síla podporující vyjetí klínu $0,00 \text{ MN}$; výška bloku $0,28 \text{ m}$; vrcholový úhel bloku $66,57^\circ$; potřebné napětí

vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ 0,00 MN; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $15^\circ/2^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů v levém boku při počvě a v pravém boku.**

Liteňské souvrství – silur km 0+833,41-0+930,00

Ve výrubu se objevuje celkem 5 nestabilních bloků. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti $FS=0,26$ je v pravé části přístropí. Kombinace diskontinuit $165^\circ/50^\circ$, $25^\circ/65^\circ$ a $260^\circ/80^\circ$; objem bloku $0,002 \text{ m}^3$; tíha bloku 0,000 MN; plocha bloku ve výrubu $0,13 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku 0,02 MN; celková síla podporující vyjetí bloku 0,08 MN; aktivní síla podporující vyjetí klínu 0,08 MN; výška bloku 0,05 m; vrcholový úhel bloku $70,14^\circ$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ 0,73 MN; režim chování bloku – vyjíždění po diskontinuitě $165^\circ/50^\circ$; směr a sklon vyjíždění $213^\circ/31^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů v celém přístropí, v levém boku a v pravém boku při počvě.**

PRŮZKUMNÁ ŠTOLA ROZŠÍŘENÍ DO JTT 0-180 m

Lochkovské souvrství – devon tm 0,00-18,19 m

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti $FS=3,70$ je v levém boku při počvě. Kombinace diskontinuit $190^\circ/55^\circ$, $260^\circ/70^\circ$ a $10^\circ/45^\circ$; objem bloku $0,150 \text{ m}^3$; tíha bloku 0,004 MN; plocha bloku ve výrubu $0,83 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku 8,49 MN; celková síla podporující vyjetí bloku 2,29 MN; aktivní síla podporující vyjetí klínu 0,00 MN; výška bloku 0,57 m; vrcholový úhel bloku $62,01^\circ$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ 0,00 MN; režim chování bloku – zdvihání; směr a sklon vyjíždění $330^\circ/-4^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů v levém přístropí, v levém boku při počvě a v pravém boku.**

Pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence – devon tm 18,19-60,00 m

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti $FS=2,06$ je v pravé části přístropí. Kombinace diskontinuit $110^\circ/80^\circ$, $285^\circ/65^\circ$ a $35^\circ/70^\circ$; objem bloku $0,013 \text{ m}^3$; tíha bloku 0,000 MN; plocha bloku ve výrubu $0,18 \text{ m}^2$; celková síla bránící vyjetí bloku 0,86 MN; celková síla podporující vyjetí bloku 0,42 MN; aktivní síla podporující vyjetí klínu 0,22 MN; výška bloku 0,26 m; vrcholový úhel bloku $33,32^\circ$; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení $FS=1,5$ 0,00 MN; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění $241^\circ/67^\circ$. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů v pravé části přístropí a v levém boku.**

Pražské souvrství, dvorecko-prokopské vápence – devon tm 60,00-124,97 m

Ve výrubu se objevují 3 nestabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti $FS=1,35$ je ve střední části přístropí. Kombinace diskontinuit $120^\circ/45^\circ$, $330^\circ/60^\circ$ a $220^\circ/45^\circ$; objem bloku $0,036 \text{ m}^3$; tíha bloku 0,001 MN; plocha bloku ve výrubu $0,55 \text{ m}^2$; celková síla

bránící vyjetí bloku 1,26 MN; celková síla podporující vyjetí bloku 0,93 MN; aktivní síla podporující vyjetí klínu 0,00 MN; výška bloku 0,26 m; vrcholový úhel bloku 72,73°; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení FS=1,5 0,26 MN; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění 95°/76°. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů ve středním a pravém přístropí a v levém boku při počvě.**

Lochkovské souvrství – devon tm 124,97-180,00 m

Ve výrubu se objevují stabilní bloky. Blok s nejnižším stupněm bezpečnosti **FS=2,45 je ve střední části přístropí.** Kombinace diskontinuit 180°/45°, 55°/70° a 290°/65°; objem bloku 0,182 m³; tíha bloku 0,005 MN; plocha bloku ve výrubu 0,95 m²; celková síla bránící vyjetí bloku 7,00 MN; celková síla podporující vyjetí bloku 2,86 MN; aktivní síla podporující vyjetí klínu 0,00 MN; výška bloku 0,65 m; vrcholový úhel bloku 68,79°; potřebné napětí vyvozené výztuží k dosažení FS=1,5 0,00 MN; režim chování bloku – vypadávání; směr a sklon vyjíždění 210°/73°. **V tomto úseku předpokládáme tvorbu nadvýlomů ve středním a levém přístropí, v levém boku při počvě a v pravém boku.**

Vybrané protokoly ze strukturní analýzy jsou ve volné Příloze č. 4 této zprávy. Všechny **protokoly ze strukturní analýzy** jsou na DVD, které je součástí této zprávy.

2.2. Bezpečnostní jádrové předvrtvy

2.2.1 Postup a metodika prací při realizaci bezpečnostních jádrových předvrtvů

Jelikož existovalo reálné nebezpečí možnosti nafárání průzkumnou štolou v STT i jejího rozšíření do JTT krasových jevů v horninovém masivu – především krasové dutiny vyplněné zvodnělým pískem a jinými nesoudržnými a zvodnělými materiály bylo realizováno při ražbě **průzkumné štoly v STT 14 ks a při ražbě rozšíření do JTT 10 ks bezpečnostních jádrových předvrtvů o délce 20 m nebo 21 m.**

Tyto bezpečnostní jádrové předvrtvy byly při ražbě průzkumné štoly použity v rizikových oblastech ražby, jejichž lokalizace byla předpokládána na základě vyhodnocení geofyzikálního měření z povrchu terénu (a následné interpretace do oblasti ražby průzkumné štoly), které bylo realizováno před ražbou průzkumné štoly. Samotné aktuální použití bezpečnostních jádrových předvrtvů bylo upřesněno na základě výsledků vrtání bezjádrových vrtů, které se realizovaly v rámci trhacích prací.

Při realizaci bezpečnostních jádrových předvrtvů byl měřen přítok podzemní vody z předvrtvu do štoly. Po odvrtání předvrtvu byl proveden inženýrskogeologický popis zastižených hornin, dále byl proveden odběr vzorků hornin pro laboratorní zkoušky mechaniky hornin a ihned po odvrtání bezpečnostního jádrového předvrtvu též proběhlo v tomto vrtu geofyzikální proměření předpolí ražby.

2.2.1.1 Vrtné práce

Bezpečnostní jádrové předvrtky byly realizovány v ose štoly, ve sklonu 3 až 5° dovrchně, vrtanou soupravou Lumesa SIG Mounty 200 pro jádrové vrtání o Ø 76 mm, s použitím dvojité jádrovky. Při vrtání byl měřen přítok podzemní vody z vrtu. Při vrtání byl též zaznamenán případný propad vrtných soutyčů při zastižení dutiny v horninovém masivu. Vrtky byly nevystrojené.

2.2.1.2 Inženýrskogeologický popis

Inženýrskogeologický popis hornin (popř. zemin krasových výplní) byl proveden standardně dle dnes platné normy ČSN P 73 1005 (Inženýrskogeologický průzkum), popřípadě dle pojmenování v dnes již zrušené ČSN 72 1001 (Pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii). Toto pojmenování hornin a zemin (včetně indexů) je z této normy přejeté do současně platné normy ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005.

2.2.1.3 Laboratorní zkoušky pevnosti horninového materiálu

Z jednotlivých bezpečnostních jádrových předvrtů byly odebírány charakteristické vzorky hornin (cca 2 ks z každého vrtu) za účelem laboratorního ověření jejich geotechnických parametrů – především pevnosti v tlaku, příčném tahu a dále indexu pevnosti v bodovém zatížení. Z porovnání příslušných výsledků byla stanovena vzájemná korelace, která byla použita k určení pevnosti v prostém tlaku i u výše popsaného sledování výrubu štoly.

2.2.1.4 Geofyzikální měření

Jako součást geologických a geotechnických prací při ražbě průzkumné štoly v STT a rozšíření do JTT bylo prováděno i geofyzikální měření v bezpečnostních jádrových předvrtech z čela výrubu. Ve všech předvrtech byla prováděna měření vrtným georadarem a měření seismokarotáží. Oba tyto typy měření měly za cíl upřesnit geomechanické vlastnosti horninového masivu v předpolí ražené štoly, vyhledat významné poruchy, krasové kaverny s výplní a posoudit jejich zvodnění. Měření v jádrových předvrtech z čela výrubu bylo provedeno vždy bezprostředně po jejich odvrtání s vyhodnocením do 24 hodin od provedení měření. Podrobná metodika geofyzikálního měření je rekapitulována ve volné Příloze č. 8 této zprávy.

2.2.1.5 Likvidace vrtů

Likvidace bezpečnostních jádrových předvrtů proběhla dalším postupem ražby průzkumné štoly v STT a rozšíření do JTT.

2.2.2 Vyhodnocení prací při realizaci bezpečnostních jádrových předvrtů

V průběhu ražeb průzkumné štoly v STT bylo tedy realizováno 14 ks (s označením ŠJ-1 až ŠJ-14) a při ražbě rozšíření do JTT 10 ks ks (s označením ŠJ-16 až ŠJ-25) bezpečnostních jádrových předvrtů o délce 20 m nebo 21 m. Všechny jádrové předvrtky jsou též zakresleny ve volné Příloze č. 1 (Situace s vyznačením prací IGP) této zprávy.

Vrtná hlášení ze všech jádrových předvrtů jsou obsahem volné **Přílohy č. 5.4** této zprávy.

Podrobné **inženýrskogeologické vyhodnocení všech jádrových předvrtů** je obsahem volné **Přílohy č. 5.1** této zprávy.

Dále bylo z realizovaných bezpečnostních jádrových předvrtů odebráno celkem **40 vzorků hornin**, z nichž byla připravena zkušební tělesa pro zkoušky základních indexových vlastností hornin, zahrnujících zjištění přirozené vlhkosti a pevnosti v prostém tlaku σ_c .

Na základě výsledků výše uvedených zkoušek, zjišťujících pevnost horninové substance, bylo realizováno jejich geotechnické zhodnocení. Výsledky všech realizovaných zkoušek jsou obsaženy **ve volné Příloze č. 6.6** této zprávy a souhrnně je uvádíme i v následující tabulce:

předvrt (staničení trasy/tunelové metry ústí vrtu)	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	zatřídění dle ČSN 73 6133 / ČSN P 73 1005
Průzkumná štola v STT				
ŠJ-1 (km 0,517.8 / 434,8 tm)	dolomitický vápenec, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon,	2680-2718 (\varnothing 2700)	66,1-104 (\varnothing 82,5)	R2
ŠJ-2 (km 0,534.7 / 451,7 tm)		2638-2752 (\varnothing 2706)	61,9-100 (\varnothing 78,1)	R2
ŠJ-3 (km 0,551.4 / 468,4 tm)		2695-2748 (\varnothing 2726)	61,5-115 (\varnothing 89,2)	R2
ŠJ-4 (km 0,569.7 / 486,7 tm)		2691-2781 (\varnothing 2752)	71,0-112 (\varnothing 99,7)	R2
ŠJ-5 (km 0,582.85 / 499,85 tm)		2701-2772 (\varnothing 2722)	72,5-109 (\varnothing 88,9)	R2
ŠJ-6 (km 0,601.65 / 518,65 tm)		2688-2771 (\varnothing 2735)	73,5-108 (\varnothing 91,1)	R2
ŠJ-7 (km 0,623.5 / 540,5 tm)		2690-2726 (\varnothing 2709)	63,4-113 (\varnothing 84,6)	R2
ŠJ-8 (km 0,642.0 / 559,0 tm)		vápenec biodetritický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2655-2763 (\varnothing 2712)	58,1-111 (\varnothing 85,4)
ŠJ-9 (km 0,659.9 / 576,9 tm)	vápenec biodetritický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2695-2730 (\varnothing 2707)	60,5-108 (\varnothing 80,0)	R2
ŠJ-9 (km 0,659.9 / 576,9 tm)	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, částečně tektonicky namožená, zdravá, souvrství předolské (PRD), silur	2611-2716 \varnothing 2664	10,1-17,2 (\varnothing 12,4)	R3, R4
ŠJ-10 (km 0,677.4 / 594,4 tm)	vápenec mikritový, zdravý, souvrství předolské (PRD), silur	2696-2737 (\varnothing 2720)	61,3-103 (\varnothing 78,1)	R2
ŠJ-10	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá,	2601-2702	8,50-13,2	R4

předvrt (staničení trasy/tunelové metry ústí vrtu)	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	zatřídění dle ČSN 73 6133 / ČSN P 73 1005
(km 0,677.4 / 594,4 tm)	částečně tektonicky namožená, zdravá, souvrství přídolské (PRD), silur	(\varnothing 2676)	(\varnothing 10,4)	
ŠJ-11 (km 0,695.0 / 612,0 tm)	břidlice prachovitojilovitá, vápnitá, zdravá W1 souvrství přídolské (PRD), silur	2616-272 (\varnothing 2669)	18,6-20,3 (\varnothing 19,1)	R3
ŠJ-11 (km 0,695.0 / 612,0 tm)	břidlice prachovitojilovitá, vápnitá, zdravá W1 souvrství přídolské (PRD), silur	2617-2728 (\varnothing 2682)	15,2-32,4 (\varnothing 20,7)	R3
ŠJ-12 (km 0,713.3 / 630,3 tm)	břidlice prachovitojilovitá, vápnitá, částečně tektonicky namožená, zdravá, souvrství přídolské (PRD), silur	2640-2696 (\varnothing 2674)	9,15-17,9 (\varnothing 13,5)	R3, R4
ŠJ-12 (km 0,713.3 / 630,3 tm)	vápenec biodetritický, zdravý, souvrství přídolské (PRD), silur	2721-2770 (\varnothing 2751)	67,9-84,2 (\varnothing 72,7)	R2
ŠJ-13 (km 0,747.25 / 664,25 tm)	vápenec mikritový, zdravý, souvrství přídolské (PRD), silur	2724-2789 (\varnothing 2762)	58,1-115 (\varnothing 85,3)	R2
ŠJ-13 (km 0,747.25 / 664,25 tm)	břidlice prachovitojilovitá, vápnitá, zdravá, (souvrství přídolské (PRD), silur	2664-2737 (\varnothing 2694)	16,6-17,6 (\varnothing 17,1)	R3
ŠJ-13 (km 0,831.25 / 748,25 tm)	lávový granulát, zdravý, submarinní tufitické bazalty, paleozoikum	2654-2798 (\varnothing 2741)	78,7-137 (\varnothing 111)	R2
Rozšíření průzkumné štolý do JTT				
ŠJ-16 (0,0 tm)	vápenec dolomitický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2684-2747 (\varnothing 2720)	65,5-119 (\varnothing 97,5)	R2
ŠJ-17 (19,9 tm)	břidlice prachovitojilovitá, silně tektonicky porušená - vložka ve vápencích, dvorecko-prokopské vápence (DVP), souvrství pražské, devon	*	0,12-0,32 (\varnothing 0,20)	R6
ŠJ-17 (19,9 tm)	vápenec mikritický, zdravý, dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské (DVP), devon	2687-2740 (\varnothing 2717)	46,9-101 (\varnothing 72,7)	R2 (minoritně R3)
ŠJ-17 (19,9 tm)	vápenec mikritický, tektonicky porušený, dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské (DVP), devon)	2619-2721 (\varnothing 2675)	22,4-39,5 (\varnothing 28,9)	R3
ŠJ-18 (38,9 tm)	vápenec mikritický, zdravý, dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské (DVP), devon	2645-2729 (\varnothing 2692)	45,3-79,1 (\varnothing 57,8)	R2 (minoritně R3)
ŠJ-19 (55,9 m)	vápenec mikritický, zdravý, dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské (DVP), devon	2691-2748 (\varnothing 2718)	45,9-87,7 (\varnothing 67,1)	R2 (minoritně R3)
ŠJ-20 (74,9 tm)	vápenec mikritický, zdravý, dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské (DVP), devon	2645-2739 (\varnothing 2711)	52,5-108 (\varnothing 76,7)	R2
ŠJ-21 (93,1 tm)	vápenec mikritický, zdravý, dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské (DVP), devon	2688-2771 (\varnothing 2718)	51,7-109 (\varnothing 78,3)	R2
ŠJ-22 (110,1 tm)	vápenec mikritický, zdravý, dvorecko-prokopské vápence,	2653-2704 (\varnothing 2677)	47,2-69,2 (\varnothing 56,7)	R2, R3

předvrt (staničení trasy/tunelové metry ústí vrtu)	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	zatřídění dle ČSN 73 6133 / ČSN P 73 1005
	souvrství pražské (DVP), devon			
ŠJ-22 (110,1 tm)	vápenec dolomitický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2659-2751 (\varnothing 2708)	30,1-94,1 (\varnothing 55,2)	R2, R3
ŠJ-23 (127,1 tm)	vápenec dolomitický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2667-2711 (\varnothing 2695)	48,1-116 (\varnothing 75,8)	R2 (minoritně R3)
ŠJ-24 (142,0t m)	vápenec dolomitický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2707-2762 (\varnothing 2732)	61,5-113 (\varnothing 85,1)	R2
ŠJ-25 (110,1 tm)	vápenec biodetritický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2656-2738 (\varnothing 2707)	64,5-116 (\varnothing 89,3)	R2
ŠJ-25 (110,1 tm)	vápenec biodetritický, zdravý, souvrství lochkovské (LCK), devon	2691-2731 (\varnothing 2718)	51,0-97,9 (\varnothing 77,8)	R2

Tab. 6: Přehled výsledků laboratorních zkoušek hornin na vzorcích horninového materiálu odebraných z bezpečnostních jádrových předvrtů

Zjištěné výsledky jsou v souladu s předpokládanými hodnotami zastížených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty ve smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 ve zdravém stavu převážně **ve třídě R2 (vápence) resp. R3 až R4 (břidlice)**. Zcela lokální vložky tektonicky silně porušené břidlice s povahou zeminy odpovídají zařazení ve třídě R5 až R6.

Protokoly všech realizovaných laboratorních zkoušek mechaniky hornin realizovaných na horninovém materiálu z bezpečnostních předvrtů jsou obsaženy ve volné Příloze 6.6 této zprávy.

Komplexní **vyhodnocení geofyzikálního měření v bezpečnostních předvrtech** je podrobně rekapitulována **ve volné Příloze č. 8 této zprávy.**

2.3 Průzkumné vrty ze štol v STT a JTT do oblasti jižního tunelu a do oblasti za koncem štol v STT a JTT

2.3.1 Postup a metodika prací při realizaci průzkumných vrtů

Průzkumná štola v STT a její rozšíření o průzkumnou štolu do JTT podrobně ověřily inženýrskogeologické a geotechnické poměry v rizikové oblasti potenciálního výskytu rizikových krasových kaveren, vyplněných zvodnělými písky. Pro ověření horninového masivu v místech budoucích tunelů, kde není průzkumná štola byly realizovány vrtné průzkumné práce, konkrétně se jednalo o:

- subhorizontální jádrový **vrt ŠJ 101** (délky 69,6 m) do oblasti severního tunelu za koncem průzkumné štoly v STT
- **vrtný profil VG3** (což jsou 4 vrty délky 50 m realizované z průzkumné štoly v STT a situované do jižního tunelu)
- **vrtný profil VG2** (což jsou 2 vrty délky 65 m realizované z průzkumné štoly v STT a situované do jižního tunelu)
- **vrtný profil VG1** (což jsou 2 vrty délky 75 m realizované z průzkumné štoly v STT a situované do jižního tunelu)

- subhorizontální jádrový vrtu **ŠJ 103** (délky 75,5 m) do oblasti jižního tunelu za koncem průzkumné štoly v JTT
- subhorizontální jádrový vrt **ŠJ 102** (délky 65,0 m) do oblasti jižního tunelu ze st. 58,82 tm průzkumné štoly v JTT
- **vrtný profil VG4** (což jsou 2 vrty realizované z průzkumné štoly v STT, první délky 47 m situovaný do jižního tunelu -TGV východ a druhý délky 29,0 m situovaný do raženého portálu rampy)
- **vrtný profil VG5** (což jsou 2 vrty realizované v rozšíření v STT před odbočením do JTT, délky 14,5 m resp. 15 m)

Přesná poloha a orientace jednotlivých jádrových průzkumných vrtů je dobře patrná z volné Přílohy č. 2.1 (Horizontální geologický řez), Přílohy č. 2.2, resp. 2.3 (Podélné geotechnické řezy) a Přílohy 2.5.7 (Příčné geotechnické řezy).

2.3.1.1 Vrtné práce

Jednotlivé vrty těchto jádrových průzkumných vrtů byly realizovány dle přesného vrtného schématu vrtnou soupravou Lumesa SIG Mounty 200 pro jádrové vrtání o \varnothing 76 mm, s použitím dvojité jádrovky. Při vrtání byl měřen přítok podzemní vody z vrtu. Při vrtání byl též zaznamenán případný propad vrtných soutyčí při zastižení dutiny v horninovém masivu. Po presiometrických zkouškách bylo provedeno vystrojení ochranou PVC pažnicí a realizována seismická a georadarová měření.

2.3.1.2 Inženýrskogeologický popis průzkumných vrtů

Inženýrskogeologický popis hornin (popř. zemin krasových výplní) byl proveden standardně dle dnes platné normy ČSN P 73 1005 (Inženýrskogeologický průzkum), popřípadě dle pojmenování v dnes již zrušené ČSN 72 1001 (Pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii). Toto pojmenování hornin a zemin (včetně indexů) je z této normy přejeté do současně platné normy ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005.

2.3.1.3 Metodika presiometrických měření ve vrtech

V počátečních úsecích všech vrtů (vždy délky 20 m) byly situovány v metrových intervalech presiometrické zkoušky - celkem 2 x 20 ks standardních měření pro stanovení modulu přetvárnosti a dále 2 x 10 ks modifikovaných zkoušek (s větví odlehčení a opětného přitížení) pro určení i modulu pružnosti.

Presiometrické zkoušky na nepažených stěnách jádrových vrtů průměru 76 mm byly uskutečněny aparaturou francouzské firmy MÉNARD typu GA s rozsahem radiálního tlaku 8 MPa a sondou typu NX o průměru 74 mm. Z důvodu nezbytného zachování neporušených stěn vrtu se zkoušky střídaly s vrtáním jednotlivých etáží.

Metodický postup a vyhodnocení zkoušek bylo v souladu s pravidly pro standardní presiometrickou zkoušku tak, jak je uvedeno ve francouzských originálech a ČSN 72 1004. Objemové deformace byly odečítány po 15, 30 a 60 sekundách. Korekce tlakových a objemových ztrát přístroje byly při vyhodnocení respektovány podle kalibračních křivek.

Z přetvárných diagramů závislosti objemové deformace na vyvozeném radiálním tlakovém napětí (resp. zejména ze závislosti tečení na tlakovém napětí) byly určeny jako

výsledky zkoušky následující hraniční body mezi třemi fázemi - elastickou, pseudoelastickou a plastickou:

- **tzv. tlak v klidu p_0** - začátek pseudoelastické fáze, tj. radiální napětí, při němž dochází k opětovnému uzavírání pórů či dělicích ploch rozevřených po uvolnění v důsledku odvtřání
- **mez tečení p_f** - hranice mezi pseudoelastickou a plastickou fází přetvoření (resp. konec lineárního stadia přetvárného diagramu)
- **mezní tlak p_{lim}** - radiální tlak, při němž se porušuje stěna vrtu. Je konstruovaný jako asymptota k přetvárnému diagramu

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

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

$$E_{def,p} = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot (v_0 + v_m) \cdot \Delta p / \Delta v$$

kde značí

v_0 ... základní objem měřicí buňky prázdné presiometrické sondy (nulové čtení)

v_m ... objem vody natlačené do měřicí buňky středním tlakem, odpovídajícím středu lineárního stadia přetvárného diagramu

$\Delta p / \Delta v$... směrnice přetvárného diagramu v lineárním pseudoelastickém stadiu

ν ... Poissonovo číslo

Z odlehčovací a opětně zatěžovací větve přetvárného diagramu byl u poloviny z celkového počtu zkoušek určen i presiometrický modul pružnosti E_p .

2.3.1.4 Laboratorní zkoušky hornin a zemin

Z jednotlivých průzkumných jádrových vrtů byly odebírány charakteristické vzorky hornin (cca po 10 m) za účelem laboratorního ověření jejich geotechnických parametrů – především pevnosti v tlaku, příčném tahu a dále indexu pevnosti v bodovém zatížení. Z porovnání příslušných výsledků byla stanovena vzájemná korelace, která byla použita k určení pevnosti v prostém tlaku i u výše popsaného sledování výrubu štoly. U všech vzorků byly rovněž zjištěny mechanické – přetvárné vlastnosti.

2.3.1.5 Geofyzikální měření

Ve vrtech vrtných profilů VG (výjimkou byl vrtný profil VG4, kde byla zastižena poruchová zóny se sníženou stabilitou a od dalších měření bylo z bezpečnostních důvodů

upuštěno) a v průzkumných vrtech s označením ŠJ bylo po provedení podrobné geologické dokumentace a presiometrických zkouškách provedeno vystrojení ochranou PVC pažnicí a realizována seismická a georadarová měření.

Podrobná metodika geofyzikálního měření je rekapitulována ve volné Příloze č. 8 této zprávy.

2.3.1.6 Likvidace vrtů

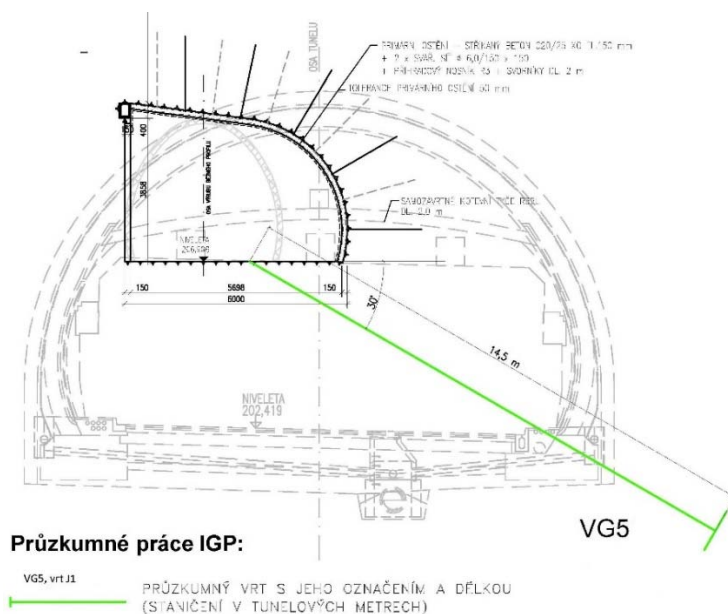
Po geofyzikálním měření zůstaly vrty vystrojeny ochrannou pažnicí a jejich ústí do průzkumné štoly bylo zatamponováno, aby nedocházelo k trvalým přítokům podzemní vody do průzkumné štoly.

2.3.2 Vyhodnocení prací při realizaci průzkumných jádrových vrtů

Vrtná hlášení ze všech jádrových průzkumných vrtů jsou obsahem volné **Přílohy č. 5.4** této zprávy.

V období 4Q/2015 proběhla realizace subhorizontálního jádrového **vrtu ŠJ 101** (délky 69,6 m) do oblasti severního tunelu za koncem průzkumné štoly. Dále byl v tomto období realizován **vrtný profil VG3** (což jsou 4 vrty délky 50 m situované do jižního tunelu) a **vrtný profil VG2** (což jsou 2 vrty délky 65 m situované do jižního tunelu). V 1Q/2016 proběhla realizace **vrtného profilu VG1** (což jsou 2 vrty délky 75 m situované do jižního tunelu).

V rámci rozšíření štoly do JTT proběhla v období 1Q/2017 realizace subhorizontálního jádrového vrtu ŠJ 103 na konci štoly (st. JTT 1674,78; 179,5 tm) délky 75,5 m a ve st. JTT 1795,46 m; 58,82 tm proběhla realizace subhorizontálního vrtu ŠJ 102 (délky 65,0 m). Dále proběhla realizace vrtného profilu VG4 z průzkumné štoly v STT (což jsou 2 vrty, vrt VG4/J1 délky 47 m situovaný do jižního tunelu -TGV východ a vrt VG4/J2 délky 29,0 m situovaný do raženého portálu rampy J). Pro doplnění geologických informací v oblasti krasového porušení zastiženého v rozšíření štoly v STT (realizovaného pro ražbu štoly do JTT) byly odvrtny vrty J1 a J2 vrtného profilu VG5 (což jsou 2 vrty, vrt VG5/J1 délky 14,5 m situovaný v rozšíření STT před odbočením do JTT a vrt VG5/J2 délky 15,0 m situovaný také v rozšíření STT před odbočením do JTT).



Obr. 1: Schéma vrtů vrtného profilu VG5, ve st. STT km 0,514, resp. km 0,526

Přesná poloha a orientace jednotlivých jádrových průzkumných vrtů je dobře patrná z volné Přílohy č. 2.1 (Horizontální geologický řez), Přílohy č. 2.2, resp. 2.3 (Podélné geotechnické řezy) a Přílohy 2.5.7 (Příčné geotechnické řezy).

2.3.2.1 Inženýrskogeologická dokumentace průzkumných vrtů

PRŮZKUMNÉ VRTY V STT

VRTNÝ PROFIL VG1 (oblast rozpletu JTT, souvrství pražské, dvorecko-prokopské vápence - devon)

Ve vrtu **VG1/J1** v km 0,355 byly dokumentovány dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství (devon), které je tvořené mikritickým kalovým vápencem, zdravým W1, třídy R2 až R3. Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

Ve vrtu **VG1/J2** v km 0,380 byly dokumentovány dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství (devon), které je tvořené mikritickým kalovým vápencem, zdravým W1, třídy R2 až R3. V intervalu 5,0-10,4 m je vápenec navětralý W2 (třída R3), částečně alterovaný. V intervalu 7,8-8,2 m byla dokumentována tektonická porucha s výplní šedozeleného jílu. Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

VRTNÝ PROFIL VG2 (oblast u propojky č. 6, souvrství pražské - dvorecko-prokopské vápence a souvrství lochkovské – vše devon)

Ve vrtu **VG2/J1** v km 0,500 (byly dokumentovány dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství (devon), které je tvořené mikritickým kalovým vápencem, zdravým W1, třídy R2. Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

Ve vrtu **VG2/J2** v km 0,525 bylo nejdříve dokumentováno lochkovské souvrství (devon) do hloubky 16,1 m a od hloubky 16,1 m do hloubky 65,0 m byly dokumentovány dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství (devon). Lochkovské souvrství bylo tvořené dolomitickým sparitovým vápencem, zdravým W1, třídy R2. Dvorecko-prokopské vápence pražského souvrství jsou v prvních cca pěti metrech tvořené mikritickým kalovým vápencem (zdravým W1, třídy R2) s tenkými polohami jílovitých břidlic (zdravých W1, třídy R4) a dále pouze mikritickým kalovým vápencem, zdravým W1, třídy R2. Přítoky podzemní vody byly 0,044 l/s.

VRTNÝ PROFIL VG3 (oblast u propojky č. 5, souvrství lochkovské – devon a souvrství přídolské a kopaninské - silur)

Ve vrtu **VG3/J1** v km 0,675 bylo nejdříve dokumentováno přídolské (požárské) souvrství (silur) do hloubky 12,9 m a od hloubky 12,9 m do hloubky 50,0 m bylo dokumentováno lochkovské souvrství (devon). Přídolské (požárské) souvrství bylo tvořené převážně střídáním poloh biodetritických krinoidových vápenců (R2) s polohami jílovitoprachovitých břidlic (R3-R4). Lochkovské souvrství bylo tvořené dolomitickým sparitovým vápencem a krystalickým vápencem, zdravým až navětralým W1-W2, podél puklin až W3, třídy R2 (W1) až R2-R3 (W2-W3). Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

Ve vrtu **VG3/J2** v km 0,700 bylo dokumentováno přídolské (požárské) souvrství. Přídolské (požárské) souvrství bylo do hloubky 32,7 m tvořené jílovitoprachovitou břidlicí (R3-R4) a od hloubky 32,7 do 50 m bylo tvořené převážně střídáním poloh biodetritických krinoidových vápenců (R2) s polohami (do 10 cm) jílovitoprachovitých břidlic (R3-R4). Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

Ve vrtu **VG3/J3** v km 0,730 bylo nejdříve dokumentováno kopaninské souvrství (silur) do hloubky 39,9 m a od hloubky 39,9 m do hloubky 50,0 bylo dokumentováno přídolské (požárské) souvrství. Kopaninské souvrství zde bylo litologicky stejné jako u vrtu VG3/J4. Přídolské (požárské) souvrství bylo tvořené převážně střídáním poloh biodetritických krinoidových vápenců (R2) s polohami (do 10 cm) jílovitoprachovitých břidlic (R4). Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

Ve vrtu **VG3/J4** v km 0,755 bylo dokumentováno kopaninské souvrství (silur) tvořené převážně střídáním poloh jílovitoprachovitých břidlic (R3-R4) s polohami (do 30 cm) tufitických břidlic až prachovců (R3-R4) a menšími polohami bitumenního hlavonožcového vápence (R2). Přítoky podzemní vody nebyly dokumentovány (0,0 l/s).

VRTNÝ PROFIL VG4 (do oblasti portálu větve J a TGC Zlíčov, souvrství kopaninské – silur a pražské souvrství - dvorecko prokopské vápence – pásmo barrandovského zlomu)

Ve vrtu **VG4/J1**, který byl realizován do levého boku štoly, 1,2 m od počvy, 8° dovrchně ve staničení 80 m (STT km 0,163) byly dokumentovány tyto horniny: 0,0 – 23,0 m prachovitojílovitá břidlice, černá, graptolitová, silně tektonicky porušená, střípkovitě rozpadavá, hustota diskontinuit velmi velká až extrémně velká (D5-D6), třída pevnosti R5-R6 s útržky (vločkami a konkracemi) mikritických vápenců a vápnitých prachovců, šedočerných, zdravých W1, tektonicky postižených, třídy R3-R4 – **SOUVRSTVÍ KOPANINSKÉ – SILUR**; 23,00 – 31,10 m biotitický lamprofyr - mineta, světle šedý až nazelenalý, na diskontinuitách

rezavě hnědý, porfyrický, masivní, na diskontinuitách Fe-povlaky (1-2 mm), slídnatý (biotit), navětralý W2 a mírně až silně zvětralý W3-W4, třídy R2-R3 (W2) a R4-R5 (W3-W4) – VARISKÉ ŽILNÉ VULKANITY V PALEOZOIKU; 31,10 – 47,00 m mikritický kalový vápenec, světle šedý až rezavě hnědý, hlíznatý, místy kalcitové žilky, místy patrné stylolitové švy, silně tektonicky porušený, navětralý W2, mírně zvětralý W3 a silně zvětralý W4, třídy R2 (W2), R3-R4 (W3) a R4 (W4) - DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE – SOUVRSTVÍ PRAŽSKÉ – DEVON. Ve vrtu byly dokumentovány přítoky 0,01 l/s. Sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu se u dvorecko-prokopských vápenců pohyboval v rozsahu 25-30°.

Ve vrtu **VG4/J2**, který byl realizován do pravého boku štoly, 1,3 m od počvy, 15° dovrchně ve staničení 80 m (STT km 0,163) bylo v intervalu 0,00 – 28,30 m dokumentováno střídání poloh prachovitojílovitých břidlic, šedočerných až tmavě hnědých, graptolitových, zdravých až zcela zvětralých W1 až W5, mírně až silně tektonicky porušených, hustota diskontinuit velká až extrémně velká (D4-D6), třída pevnosti R4 až R6 (W5) s polohami mikritických vápenců a vápnitých prachovců, šedočerných, zdravých W1, třídy R3 – SOUVRSTVÍ KOPANINSKÉ - SILUR. Vrt zhavaroval v intervalu 28,30 – 29,00 m, kde byl zastižen písek hlinitý, hnědý, třída S4, značka SM, třída těžitelnosti 3 (ČSN 73 3050) a I (ČSN P 73 1005) – ŘIČNÍ TERASA VLTAVY – KVARTÉR. Ve vrtu byly dokumentovány přítoky 0,004 l/s. Sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu se pohyboval v rozsahu 25-30°.

VRTNÝ PROFIL VG5 (doplňující vrtný profil v oblasti krasu, souvrství pražské - dvorecko-prokopské vápence a souvrství lochkovské – vše devon)

Vrt **VG5/J1** byl vrtaný šikmo z počvy štoly do pravé strany 2,1 m od levé stěny 30° úpadně ve staničení 430,626 m (STT km 0,513626). Při geologickém popisu byly dokumentovány tyto horniny: v intervalu do 11,90 m byly dokumentovány mikritické kalové vápence, šedé, hlíznaté, s tenkými polohami jílovitých břidlic, šedých, tektonicky porušený, druhotně vyhojené bílým kalcitem, zdravé W1, třídy R3-R4, od hloubky 10,20 m silně tektonicky porušené - DVORECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE – SOUVRSTVÍ PRAŽSKÉ – DEVON. Dále byly až do konce vrtu (14,50 m) dokumentovány dolomitické sparitové vápence, světle šedé, s tenkými polohami jílovitých břidlic, masově červených, s dobře patrnými stylolitovými švy, tektonicky porušené, druhotně vyhojené bílým kalcitem, zdravé W1, třídy R3, hustota diskontinuit vysoká (10-20 cm) - KOTÝSKÉ VÁPENCE – LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON. Vrt byl bez přítoků podzemní vody, po odvrtání se zaplnil vodou přítékající po počvě štoly. Sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu se ve dvorecko-prokopských vápencích pohybuje okolo 55°, ve vápencích lochkovského souvrství se sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu pohybuje kolem 35°. Mocnost jednotlivých zastižených poloh ve vrtném jádru je pouze zdánlivá a skutečná mocnost vrstev je podstatně nižší. Inženýrskogeologická dokumentace průzkumného vrtu je součástí přílohy č. A.10.

Ve vrtu **VG5/J2** byl vrtaný šikmo z počvy štoly do pravé strany 2,1 m od levé stěny 30° úpadně ve staničení 442,855 m (STT km 0,525855). Při geologickém popisu byly v celé délce vrtu (0,00 – 15,00 m) dokumentovány biodetritické (ortocerové) vápence, světle šedé až narůžovělé, masivní, s mozaikovitou texturou, hrubozrnné, dolomitické, s patrnými stylolitovými švy, s bílými kalcitovými žilkami, zdravé W1, třídy R2-R1, hustota diskontinuit velmi vysoká až vysoká (5-20 cm) - KOTÝSKÉ VÁPENCE – LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON. Ve vrtu byl pozorován po odvrtání přetok o vydatnosti 0,4 l/s. Přítok byl z krasové pukliny v 8 m etáži vrtu – hladina byla napjatá. Sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu se ve

vápencích lochkovského souvrství pohybuje kolem 35°. Mocnost jednotlivých zastižených poloh ve vrtném jádru je pouze zdánlivá a skutečná mocnost vrstev je podstatně nižší.

SUBHORIZONTÁLNÍ VRTY ZA KONCEM ŠTOLY V STT A JTT A VRT V OSE JTT (oblast u propojky č. 5, souvrství lochkovské – devon a souvrství přídolské a kopaninské - silur)

VRT ŠJ 101 za koncem štoly v STT

Na konci štoly (st. km 0,933.10) proběhla realizace subhorizontálního (mírně dovrchního) jádrového **vrtu ŠJ 101** (délky 69,6 m) do oblasti severního tunelu. Ve vrtu bylo dokumentováno do hloubky 27,5 m liteňské souvrství - motolské vrstvy (silur) tvořené převážně polohami prachovitojílovité břidlice (R3-R4) a menšími polohami tufitické břidlice až prachovce a také lávového granulátu. Od hloubky 27,5 m do 37,3 m bylo dokumentováno liteňské souvrství - lithlavské vrstvy (silur) tvořené jílovitou až prachovitojílovitou břidlicí, částečně tektonicky porušenou (R4-R3). Od hloubky 37,3 m do konečné hloubky 69,6 m bylo dokumentováno kosovské souvrství (ordovik), tvořené převážně jemnozrnnými křemennými pískovci (R2) a prachovci (R3-R4). Přítoky podzemní vody z vrtu byly 0,001 l/s.

VRT ŠJ 102 realizovaný z štoly v JTT v ose budoucí jižní tunelové trouby

Ve vrtu **ŠJ 102** délky 65 m, který byl realizován v ose budoucí JTT 1,2 m od počvy, 1° dovrchně, ve staničení rozšíření štoly 58,82 m (km 1,79546) byly dokumentovány mikritické kalové vápence, světle šedé, hlíznaté, místy kalcitovými žilkami, místy s patrnými stylolitovými švy, zdravé W1, třídy R2, hustota diskontinuit převážně střední (20 - 60 cm) – DVOŘECKO-PROKOPSKÉ VÁPENCE – SOUVRSTVÍ PRAŽSKÉ – DEVON. Vrt byl suchý, bez přítoků podzemní vody. Sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu se pohybuje v rozsahu 65-75°. Mocnost jednotlivých zastižených poloh ve vrtném jádru je pouze zdánlivá a skutečná mocnost vrstev je podstatně nižší.

VRT ŠJ 103 za koncem štoly v JTT

Ve vrtu **ŠJ 103** délky 75,50 m, který byl realizován v ose JTT 1,2 m od počvy, 3° dovrchně byly zastiženy celkem tři souvrství, reprezentované těmito horninami: v hloubce 0,0 – 14,6 m biodetritické (ortocerové) vápence, světle šedé, narůžovělé až nafialovělé, masivní, s mozaikovitou texturou, hrubozrnný, dolomitický, s dobře patrnými stylolitovými švy (vyhojené rekrystalizovaným kalcitem), podél nichž dochází ke krasové korozi, s bílými kalcitovými žilkami, místy tektonicky porušený, druhotně vyhojený světle šedým až bílým kalcitem, zdravý W1 až navětralý W2 (podél diskontinuit s povlaky Fe-oxidů), třídy R2 - KOTÝSKÉ VÁPENCE – LOCHKOVSKÉ SOUVRSTVÍ – DEVON; v hloubce 14,60 – 59,20 m rytmické střídání laminovaných biodetritických krinoidových až mikritických vápenců, světle šedých, s patrným intrastratálním rozpouštěním (stylolitové švy), s kalcitovými žilkami, zdravých W1, třídy R2, s polohami jílovitoprachovitých břidlic (do 10 cm mocnosti), šedočerných, jemně laminovaných, vápnitých, s mírným bitumenním zápachem, v intervalech: 21,70-22,00 m; 22,30-23,50 m; 24,60-26,20 m; 27,20-28,50 m tektonicky porušených s ohlasy, vyhojených kalcitem, zdravých W1, třídy R3, hustota diskontinuit střední až velmi vysoká (3-30 cm) – SOUVRSTVÍ PŘÍDOLSKÉ (POŽÁRSKÉ) – SILUR; 59,20 – 68,20 m bitumenní biodetritický hlavonožcový vápenec, světle šedý, s patrným intrastratálním rozpouštěním (stylolitové švy), s kalcitovými žilkami, zdravý W1, třídy R2, s

vložkami jílovitoprachovité břidlice, černošedé, světle šedě laminované, vápnité, s žilkami kalcitu, s mírným bitumenním zápachem, zdravé W1, třídy R4, hustota diskontinuit střední až vysoká (8-30 cm); 68,20 – 75,50 m jílovitoprachovitá břidlice, černošedá, světle šedě laminovaná, vápnitá, s žilkami kalcitu, s mírným bitumenním zápachem, tektonicky porušená s ohlasy, zdravá W1, třídy R4, s vložkami bitumenního biotritického hlavonožcového vápence, světle šedého, s patrným intrastratálním rozpouštěním (stylolitové švy), s kalcitovými žilkami, zdravého W1, třídy R2, hustota diskontinuit velmi vysoká až vysoká (3-20 cm) – SOUVRSTVÍ KOPANINSKÉ – SILUR. Vrt byl suchý, bez přítoků podzemní vody. Sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu se v přídolském (požárském) souvrství pohybuje kolem 65°, v kopaninském souvrství se sklon vrstevnatosti vůči ose vrtu pohybuje v rozsahu cca 50 – 65°. Mocnost jednotlivých zastižených poloh ve vrtném jádru je pouze zdánlivá a skutečná mocnost vrstev je podstatně nižší.

Inženýrskogeologická dokumentace průzkumných vrtů je součástí volné Přílohy č. 5.3 této zprávy.

2.3.2.2 Rozsah zkoušek a měření v průzkumných vrtech

Během ražby průzkumné štoly v STT, resp. jejího rozšíření do JTT byly realizovány presiometrické zkoušky a doprovodné laboratorní zkoušky v následujících jádrových průzkumných vrtech:

- **vrt ŠJ-101** – 20 presiometrických zkoušek
- **vrtný profil VG1: vrt J-1** - 20 presiometrických zkoušek, **vrt J-2** - 20 presiometrických zkoušek
- **vrtný profil VG2: vrt J-1** - 20 presiometrických zkoušek, **vrt J-2** - 20 presiometrických zkoušek
- **vrtný profil VG3: vrt J-1** - 20 presiometrických zkoušek, **vrt J-2** - 20 presiometrických zkoušek, **vrt J-3** - 20 presiometrických zkoušek a **vrt J-4** - 20 presiometrických zkoušek

resp. v rámci rozšíření průzkumné štoly do JTT:

- **vrt ŠJ-102** – 20 presiometrických zkoušek
- **vrt ŠJ-103** – 21 presiometrických zkoušek
- **vrtný profil VG4: vrt J-1** - 5 presiometrických zkoušek, **vrt J-2** - 12 presiometrických zkoušek
- **vrtný profil VG5: vrt J-1** - 7 presiometrických zkoušek, **vrt J-2** - 15 presiometrických zkoušek

Celkem tak bylo realizováno **260 presiometrických zkoušek** (z toho 180 v rámci průzkumné štoly v STT a 80 v rámci rozšíření štoly do JTT), z nichž polovina byla modifikovaných, tj. zařazením odlehčovací a další zatěžovací větve, kdy byl určen též presiometrický modul pružnosti.

Jako doprovodné zkoušky byly realizovány laboratorní zkoušky mechaniky hornin, pro něž bylo z výše uvedených vrtů odebráno celkem **108 horninových vzorků**, představujících

celkem **601 zkušebních těles pro stanovení pevnosti v prostém tlaku a příčném tahu**, resp. pro zjištění deformačních vlastností horninového materiálu, tj. modulu přetvárnosti.

Protokoly z realizovaných **laboratorních zkoušek mechaniky hornin** jsou součástí **volné Přílohy 6.7** této zprávy. **Diagramy terénních presiometrických zkoušek** jsou součástí **volné Přílohy 6.4** této zprávy.

2.3.2.3 Výsledky presiometrických zkoušek v průzkumných vrtech a jejich posouzení

Přehled výsledků presiometrických modulů přetvárnosti a pružnosti je uveden v následujících tabulkách. Průběh presiometrických modulů ve všech průzkumných vrtech je pak znázorněn v hloubkových diagramech, obsažených ve volné Příloze 6.4 této zprávy.

Poznámka: V následujících tabulkách uvedené tlaky $p_F=8,00$ MPa resp. $p_L=10,0$ MPa představují maximální technický rozsah přístroje a skutečné hodnoty mohou být vyšší

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve vrtu ŠJ-101

Vrt **ŠJ-101** byl situován na konci průzkumné štoly (ve staničení km 0,933) v budoucím severním tunelu a vedl ve směru jeho pokračování na západ. Byl orientován subhorizontálně a z celkových 69,6 m délky bylo pro presiometrická měření využito jeho prvních 20,0 m.

Příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrt ŠJ-101 jsou sestaveny do následující tabulky:

vrt ŠJ-101 (staničení STT km 0,933, délka 69,6 m; souvrvství liteňské – motolské vrstvy, silur, paleozoikum)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	břidlice prachojílovitá, graptolitová, zdravá W1	367		4,83	>10,0
2	1,7		1054	1201	>8,00	>10,0
3	2,7		2007		>8,00	>10,0
4	3,7		2011	2415	>8,00	>10,0
5	4,7		2002		>8,00	>10,0
6	5,7		2020	2428	>8,00	>10,0
7	6,7		1199		>8,00	>10,0
8	7,7		2038	2437	>8,00	>10,0
9	8,7		2119		>8,00	>10,0
10	9,7		2014	2537	>8,00	>10,0
11	10,7		2006		>8,00	>10,0
12	11,7		2603	2875	>8,00	>10,0
13	12,7		1966		>8,00	>10,0
14	13,7		2015	2361	>8,00	>10,0
15	14,7		1196		>8,00	>10,0
16	15,7		2068	2480	>8,00	>10,0
17	16,7		2002		4,65	>10,0

18	17,7	břidlice tufitická až prachovec zdravý W1	420	588	4,64	>10,0
19	18,7	granulát lávový, zdravý W1	795		>8,00	>10,0
20	19,7	břidlice prachojílovitá, zdravá W1	2104	2513	>8,00	>10,0

Tab. 7: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu ŠJ-101

Zjištěné hodnoty presiometrických modulů v úseku staničení km 0,933 – 0,953 odpovídají charakteru zastiženého souvrství **liteňského – motolských vrstev (silur)**. Horninový masiv je zde opět vzhledem k značné hloubce pod povrchem terénu tvořen výhradně zdravým horizontem. Ordovické horniny (kosovské souvrství), které ve vrtu byly zastiženy od hloubky 37,3 m nebyly presiometricky zkoušeny.

Naprostou převládajícím horninovým geotechnickým typem je zde zdravá (w1) **břidlice prachovitojílovitá**, graptolitová, s hustotou diskontinuit převážně střední (lokálně až velkou). Ze zájmového úseku vrtu ŠJ-101 obsahujícího 20 presiometrických zkoušek jich bylo v tomto prostředí situováno celkem 17 (tj. 85%) a jejich průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 1907 MPa. Po redukci součinitelem $k \sim 0,60$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,60 \cdot 1907 = 1144$, zaokrouhloeno 1140 MPa.

U zcela podružně se vyskytující zdravé (w1) **břidlice tufitické až prachovce** byl 1 zkouškou zjištěn presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ v hodnotě 420 MPa. Z tohoto po redukci součinitelem $k \sim 0,55$ činí orientační normová hodnota $E_{def} = 0,55 \cdot 420 = 231$, zaokrouhloeno 230 MPa.

Posledním typem zde zastižených hornin je **granulát lávový**, u kterého byl opět jen jednou zkouškou zjištěn presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ v hodnotě 795 MPa. Toto je generelně v souladu s výsledky měření na přibližně stejných horninových blocích presiometrického vějíře PP-7 a proto zde doporučujeme použít také příslušnou normovou hodnotu $E_{def} = 585$ MPa.

Vzhledem k výše uvedenému značnému rozptylu se pro oblast úseku délky cca 20 m za současným koncem průzkumné štoly (tj. km 0,933 - 0,953) jeví obdobně jako v oblasti presiometrického profilu PP-7 jako účelné přihlédnout k celkovému váženému průměru uvedených návrhových hodnot (kvazihomogenní horninové prostředí) **a modul přetvárnosti zde doporučujeme uvažovat hodnotou:**

modul přetvárnosti $E_{def} = 600$ MPa

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve skupině vrtů VG1

Skupina dvou vrtů vrtného **profilu VG1** byla situována v úseku staničení **STT km 0,355 (vrt J-1) resp. km 0,380 (vrt J-2)** a byla vedena směrem k budoucímu jižnímu tunelu. Výškově byly vrty orientovány mírně dovrchně (pod úhlem 5°). Z celkové délky každého vrtu 75,0 m bylo pro presiometrické měření využito vždy úvodních 20,0 m.

Přehled výsledků presiometrických modulů přetvárnosti a pružnosti a dále tlaků na mezi tečení a mezní pevnosti je v obou vrtech VG1 uveden v následujících dvou tabulkách. Hloubkový průběh těchto presiometrických charakteristik v příslušných dvou presiometrických vrtech je znázorněn v diagramech, obsažených ve volné Příloze 6.4 této zprávy.

vrt VG1/J-1 (staničení STT km 0,355 m, délka 75,0 m)						
zk. č.	vzdál.od ústí vrtu (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	vápenec mikritický, zdravý W1 <i>dvorecko-prokopské vápence souvrství pražské, devon, paleozoikum</i>	1272		>8,00	>10,0
2	1,7		3097	3736	>8,00	>10,0
3	2,7		2230		>8,00	>10,0
4	3,7		1811	2371	>8,00	>10,0
5	4,7		3557		>8,00	>10,0
6	5,7		3046	3669	>8,00	>10,0
7	6,7		3020		>8,00	>10,0
8	7,7		3771	4523	>8,00	>10,0
9	8,7		3000		>8,00	>10,0
10	9,7		3006	3618	>8,00	>10,0
11	10,7		2989		>8,00	>10,0
12	11,7		4906	5987	>8,00	>10,0
13	12,7		2160		>8,00	>10,0
14	13,7		3023	3652	>8,00	>10,0
15	14,7	2995		>8,00	>10,0	
16	15,7	vápenec mikritický, zdravý W1 <i>dvorecko-prokopské vápence souvrství pražské, devon, paleozoikum</i>	4901	5984	>8,00	>10,0
17	16,7		3000		>8,00	>10,0
18	17,7		4864	5860	>8,00	>10,0
19	18,7		2989		>8,00	>10,0
20	19,7		2997	3605	>8,00	>10,0

Tab. 8: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu VG1/J-1

vrt VG1/J-2 (staničení STT km 0,380 m, délka 75,0 m)						
zk. č.	vzdál.od ústí vrtu (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
21	0,8	vápenec mikritický, zdravý W1 <i>dvorecko-prokopské vápence souvrství pražské, devon, paleozoikum</i>	1188		>8,00	>10,0
22	1,7		2226	2691	>8,00	>10,0
23	2,7		2210		>8,00	>10,0
24	3,7		2226	2779	>8,00	>10,0
25	4,7		3057		>8,00	>10,0
26	5,7		3040	3678	>8,00	>10,0
27	6,7		1561		>8,00	>10,0

vrt VG1/J-2 (staničení STT km 0,380 m, délka 75,0 m)						
zk. č.	vzdál. od ústí vrtu (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
28	7,7		3043	3672	>8,00	>10,0
29	8,7		3040		>8,00	>10,0
30	9,7		3253	4011	>8,00	>10,0
31	10,7		3037		>8,00	>10,0
32	11,7		2878	3454	>8,00	>10,0
33	12,7		3020		>8,00	>10,0
34	13,7		1784	2319	>8,00	>10,0
35	14,7		3012		>8,00	>10,0
36	15,7		3012	3612	>8,00	>10,0
37	16,7		3023		>8,00	>10,0
38	17,7		2168	2603	>8,00	>10,0
39	18,7		3020		>8,00	>10,0
40	19,7		3003	3615	>8,00	>10,0

Tab. 8: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG1/J-2

Z údajů uvedených v tabulce výše je zřejmé, že zjištěné hodnoty presiomrických modulů jsou zde celkově příznivé a odpovídají charakteru zastižených **devonských vápenců**, náležejících k stratigrafické jednotce **vápenců dvorecko-prokopských pražského souvrství** a v místě realizovaných vrtů majících charakter vápenců mikritických, kalových. Horninový masiv je vzhledem ke značné hloubce pod povrchem terénu tvořen výhradně zdravou (w1) horninou.

Celkový průměrný **presiomrický modul přetvárnosti** (z 38 měření, tj. s výjimkou 2 zkoušek v odlehčené zóně na počátku vrtů) zde činil $E_{def,p} = 2973$ MPa (resp. 3230 MPa u vrtu J-1 a 2716 MPa u vrtu J-2 s výskytem částečně alterované horniny v jeho části vrtu). Uvedený výsledek má platnost pro objemové měřítko neporušeného horninového bloku.

Pro odvození **modulu přetvárnosti E_{def} horninového masivu** je zde interpretována dříve zjištěná korelace (platná v obdobných geotechnických podmínkách) s **redukčním součinitelem** (vystihujícím malé prostorové a časové měřítko presiomrické zkoušky) v hodnotě $k \sim 0,65$. Potom příslušná normová hodnota modulu pro horninový masiv zde činí:

$$\text{modul přetvárnosti } E_{def} = 0,65 \cdot 3230 = 2100 \text{ MPa (vrt VG1/J-1)}$$

$$\text{resp. modul přetvárnosti } E_{def} = 0,65 \cdot 2716 = 1765 \text{ MPa (vrt VG1/J-2)}$$

Pro úsek vrtů vrtného profilu VG1, tj. **ve staničení STT km 0,355 až 0,380** pak na základě zjištěných výsledků doporučujeme pro horninový masiv (v objemovém měřítku přibližně adekvátním rozměrům dvoupruhového automobilového tunelu, tj. ~ 103 až 104 m^3) **uvažovat výslednou hodnotu modulu přetvárnosti kvazihomogenního horninového**

prostředí obdobně jako v oblasti vrtů VG3/J-1 resp. VG2/J-1, J-2, situovaných ve velmi podobném geologickém prostředí (zdravá hornina s převahou kalových mikritických dvorecko-prokopských vápenců. Tato doporučená hodnota činí

modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 1750 \text{ MPa}$

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve skupině vrtů VG2

Skupina vrtů profilu VG2 byla situována v úseku staničení km STT 0,500 až 0,525 a vedena směrem k budoucímu jižnímu tunelu. Výškově byly vrty orientovány mírně dovrchně (pod úhlem 5°). Z jejich celkové délky 65 m bylo pro presiometrické měření využito vždy počátečních 20 m.

Příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrty J-1 a J-2 jsou sestaveny do následujících dvou tabulek.

VG2/J-1 (staničení STT km 0,500, délka 65,0 m) dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	vápeneč mikritický, kalový, zdravý W1	1205		>8,00	>10,0
2	1,7		3040	3651	>8,00	>10,0
3	2,7		3026		>8,00	>10,0
4	3,7		3035	3638	>8,00	>10,0
5	4,7		3017		>8,00	>10,0
6	5,7		4934	5910	>8,00	>10,0
7	6,7		3015		>8,00	>10,0
8	7,7		3012	3625	>8,00	>10,0
9	8,7		3017		>8,00	>10,0
10	9,7		3023	3610	>8,00	>10,0
11	10,7		3012		>8,00	>10,0
12	11,7		2164	2610	>8,00	>10,0
13	12,7		2989		>8,00	>10,0
14	13,7		2504	3007	>8,00	>10,0
15	14,7		2992		>8,00	>10,0
16	15,7		4882	5842	>8,00	>10,0
17	16,7		3000		>8,00	>10,0
18	17,7		2160	2583	>8,00	>10,0
19	18,7		2983		>8,00	>10,0
20	19,7		4859	5830	>8,00	>10,0

Tab. 9: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu VG2/J-1

VG2/J-2 (staničení km 0,525, délka 65,0 m)						
kotýské vápence, souvrství lochkovské devon, paleozoikum ^{a)}						
dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské devon, paleozoikum ^{b)}						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	vápenc dolomitický, sparitový, zdravý W1 ^{a)}	1014		>8,00	>10,0
2	1,7		2189	2613	>8,00	>10,0
3	2,7		3158		>8,00	>10,0
4	3,7		3006	3614	>8,00	>10,0
5	4,7		3015		>8,00	>10,0
6	5,7		3003	3615	>8,00	>10,0
7	6,7		4015		>8,00	>10,0
8	7,7		3003	3662	>8,00	>10,0
9	8,7		3137		>8,00	>10,0
10	9,7		2997	3589	>8,00	>10,0
11	10,7		4850		>8,00	>10,0
12	11,7		2148	2572	>8,00	>10,0
13	12,7	vápenc dolomitický, sparitový, zdravý W1 ^{a)}	2977		>8,00	>10,0
14	13,7		2983	3586	>8,00	>10,0
15	14,7		2969		>8,00	>10,0
16	15,7		2992	3591	>8,00	>10,0
17	16,7	vápenc mikritický, kalový, zdravý W1 ^{b)}	4864		>8,00	>10,0
18	17,7		2977	3568	>8,00	>10,0
19	18,7		2960		>8,00	>10,0
20	19,7		2975	3580	>8,00	>10,0

Tab. 9: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG2/J-2

Zjištěné hodnoty presiomrických modulů jsou zde relativně vysoké a odpovídají charakteru zastižených devonských vápenců. Ty náleží ke dvěma stratigrafickým jednotkám a to k souvrství pražskému (vápence dvorecko-prokopské) a lochkovskému (vápence kotýské).

Vápence dvorecko-prokopské zde mají charakter mikritický – kalový a byly zastiženy v obou vrtech tohoto vrtného profilu. V tomto geotypu bylo realizováno 19 presiomrických zkoušek ve vrtu J-1 a čtyři v J-2 (tj. 58% z celkového počtu měření). Jejich průměrný presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 3237 MPa. Po redukci součinitelem $k \sim 0,65$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3237 = 2105$ MPa, zaokrouhleno 2100 MPa.

Vápence kotýské zde mají charakter dolomitický – sparitový a byly zastiženy v tomto vrtném profilu pouze ve vrtu J-2 a to v počtu 15 měření. Jejich průměrný presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 3096 MPa a po redukci součinitelem $k \sim 0,65$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3096 = 2012$ MPa, zaokrouhleno 2000 MPa.

Z výše uvedeného je zřejmé, že vzájemné rozdíly presiometrických modulů přetvárnosti u těchto dvou typů devonských vápenců jsou velmi malé (a mohou být také ovlivněny příslušným statistickým výběrem).

Pro celý úsek km STT 0,500 až 0,525 proto doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí návrhový modulu přetvárnosti (obdobně jako v oblasti vrtu VG3/J-1), tj. hodnotou:

modul přetvárnosti $E_{def} = 1750$ MPa

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve skupině vrtů VG3

Skupina čtyř vrtů profilu VG3/tj. J-1, J-2, J-3 a J-4 byla situována v úseku staničení km STT 0,675; 0,700; 0,730 a 0,755 a vedena směrem k budoucímu jižnímu tunelu. Výškově byly vrty orientovány mírně dovrchně (pod úhlem 3°). Z jejich celkové délky 50 m bylo pro presiometrická měření využito vždy počátečních 20 m. Ve vrtech J-2, J-3 a J-4 bylo zastiženo geologické prostředí s převahou vápnitých břidlic a příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrty J-2 až J-4 jsou sestaveny do následujících tří tabulek:

VG3/J-2 (staničení kmSTT 0,700, délka 50,0 m; souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	břidlice jílovitoprachovitá, vápnitá, zdravá W1	836		>8,00	>10,0
2	1,7		1582	2052	>8,00	>10,0
3	2,7		695		>8,00	>10,0
4	3,7		1554	2046	>8,00	>10,0
5	4,7		767		>8,00	>10,0
6	5,7		1570	2033	>8,00	>10,0
7	6,7		781		>8,00	>10,0
8	7,7		1246	1637	>8,00	>10,0
9	8,7		2003		>8,00	>10,0
10	9,7		2011	2479	>8,00	>10,0
11	10,7		1540		>8,00	>10,0
12	11,7		1522	1944	>8,00	>10,0
13	12,7		1997		>8,00	>10,0
14	13,7		1997	2601	>8,00	>10,0
15	14,7		2003		>8,00	>10,0
16	15,7		1515	1975	>8,00	>10,0
17	16,7		2009		>8,00	>10,0
18	17,7		1217	1598	>8,00	>10,0
19	18,7		1505		>8,00	>10,0
20	19,7		1507	1944	>8,00	>10,0

Tab. 10: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu VG3/J-2

VG3/J-3 (staničení STT km 0,730, délka 50,0 m; souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	břidlice jílovitoprachovitá, vápnitá, zdravá W1	1158		>8,00	>10,0
2	1,7		1403	1806	>8,00	>10,0
3	2,7		1524		>8,00	>10,0
4	3,7		1238	1617	>8,00	>10,0
5	4,7		1769		>8,00	>10,0
6	5,7		1994	2603	>8,00	>10,0
7	6,7		2011		>8,00	>10,0
8	7,7		1998	2569	>8,00	>10,0
9	8,7		2012		>8,00	>10,0
10	9,7		2008	2473	>8,00	>10,0
11	10,7		1985		>8,00	>10,0
12	11,7		1970	2578	>8,00	>10,0
13	12,7		2003		>8,00	>10,0
14	13,7		1988	2592	>8,00	>10,0
15	14,7		1997		>8,00	>10,0
16	15,7		1999	2624	>8,00	>10,0
17	16,7		2003		>8,00	>10,0
18	17,7		2003	2388	>8,00	>10,0
19	18,7		1996		>8,00	>10,0
20	19,7		1992	2550	>8,00	>10,0

Tab. 11: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG3/J-3

VG3/J-4 (staničení STT km 0,755, délka 50,0 m; souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,8	břidlice jílovitoprachovitá, vápnitá, zdravá W1	781		>8,00	>10,0
2	1,7		2014	2469	>8,00	>10,0
3	2,7		2010		>8,00	>10,0
4	3,7		2005	2407	>8,00	>10,0
5	4,7		2007		>8,00	>10,0
6	5,7		1737	2241	>8,00	>10,0

VG3/J-4 (staničení STT km 0,755, délka 50,0 m; souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
7	6,7	břidlice jílovitoprachovitá, vápnitá, zdravá W1	2091		>8,00	>10,0
8	7,7		2018	2405	>8,00	>10,0
9	8,7		2009		>8,00	>10,0
10	9,7		1992	2583	>8,00	>10,0
11	10,7		2016		>8,00	>10,0
12	11,7		2018	2414	>8,00	>10,0
13	12,7		1990		>8,00	>10,0
14	13,7		2007	2428	>8,00	>10,0
15	14,7		2003		>8,00	>10,0
16	15,7		2001	2426	>8,00	>10,0
17	16,7		1982		>8,00	>10,0
18	17,7		2007	2448	>8,00	>10,0
19	18,7		1988		>8,00	>10,0
20	19,7	1999	2572	>8,00	>10,0	

Tab. 12: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG3/J-4

Dominantním horninovým geotechnickým typem byla zde u vrtů J-2, J-3 a J-4 zdravá (w1) **břidlice jílovitoprachovitá**, vápnitá. Tento geotyp měl u všech tří vrtů skupiny VG3 zastoupení prakticky 100%. Z Tab. 10 až 12 je zřejmý velmi malý rozptyl výsledků, výběr měření zde byl mimořádně homogenní. Hodnoty průměrných modulů z jednotlivých vrtů byly následující:

vrt číslo	staničení km	průměrný presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ [MPa]	odpovídající modul přetvárnosti E_{def} [MPa]
J-2	0,700	1527	916
J-3	0,730	1889	1133
J-4	0,755	1994	1197

Jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí v oblasti staničení km 0,700 - 0,755 doporučujeme uvažovat návrhovou hodnotu:

$$\text{modul přetvárnosti } E_{def} = 800 \text{ MPa}$$

Horninové prostředí s převahou vápenců bylo zastiženo pouze ve vrtu **VG3/J-1** (ve staničení stt km 0,675). Tyto zde náležejí ke dvěma stratigrafickým jednotkám a to k silurskému souvrství přídolskému (požárskému) a devonskému lochkovskému (vápence kotýské). Výsledky příslušných presiomrických charakteristik jsou sestaveny do následující tabulky:

VG3/J-1 (staničení km STT 0,675, délka 50,0 m) souvství přídolské (požárské), silur, paleozoikum ^{a)} resp. kotýské vápence, souvrství lochkovské devon, paleozoikum ^{b)}						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	vápenc biotritický, krinoidový, zdravý W1 ^{a)}	877		>8,00	>10,0
2	1,7		2250	2913	>8,00	>10,0
3	2,7		2238		>8,00	>10,0
4	3,7		3242	3887	>8,00	>10,0
5	4,7		3382		>8,00	>10,0
6	5,7		4167	5010	>8,00	>10,0
7	6,7		2913		>8,00	>10,0
8	7,7		3236	3891	>8,00	>10,0
9	8,7		4171		>8,00	>10,0
10	9,7		4178	5015	>8,00	>10,0
11	10,7		2907		>8,00	>10,0
12	11,7		2248	2692	>8,00	>10,0
13	12,7		2694		>8,00	>10,0
14	13,7	vápenc dolomitický, sparitový, zdravý W1 ^{b)}	2792	3346	>8,00	>10,0
15	14,7		2913		>8,00	>10,0
16	15,7		4147	4977	>8,00	>10,0
17	16,7		2918		>8,00	>10,0
18	17,7		2888	3464	>8,00	>10,0
19	18,7		4135		>8,00	>10,0
20	19,7		2896	3475	>8,00	>10,0

Tab. 13: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG3/J-1

Vápence ze souvrství přídolského (požárského) zde mají charakter biotritický – krinoidový. V tomto geotypu bylo realizováno celkem 12 presiomrických zkoušek (tj. 63% z počtu měření ve vrtu VG3/J-1). Jejich průměrný presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 3136 MPa. Po redukci součinitelem $k \sim 0,65$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3136 = 2038$ MPa, zaokrouhloeno 2050 MPa.

Vápence kotýské ze souvrství lochkovského mají charakter dolomitický – sparitový a počet presiomrických zkoušek zde byl 7. Jejich průměrný presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 3241 MPa a po redukci součinitelem $k \sim 0,65$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3241 = 2107$ MPa, zaokrouhloeno 2100 MPa.

Z výše uvedeného je zřejmé, že vzájemné rozdíly presiomrických modulů přetvárnosti u těchto dvou geotypů vápenců jsou velmi malé (a mohou být také ovlivněny příslušným statistickým výběrem).

Pro úsek přilehlý ke k oblasti vrtu VG3/J-1 (staničení km 0,675) proto doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí návrhovou hodnotu:

modul přetvárnosti $E_{def} = 1750$ MPa

Celková rekapitulace doporučených návrhových modulů přetvárnosti

Na závěr zhodnocení realizovaných presiometrických zkoušek se jeví vhodné zrekapitulovat na jejich podkladě doporučené hodnoty návrhového modul přetvárnosti horninového masivu:

staničení (km)	oblast presiometrických vrtů	doporučený návrhový modul přetvárnosti E_{def} [MPa]
0,355 - 0,380	VG1/J-1, J-2	1750 (vápence)
0,500 - 0,525	VG2/J-1, J-2	1750 (vápence)
0,675	VG3/J-1	1750 (vápence)
0,700 - 0,755	VG3/J-2, J-3, J-4	800
0,933 - 0,953	vrt Š-101	600

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve vrtu ŠJ-102

Vrt ŠJ-102 byl situován ve staničení JTT km 1,795.46, tj. ve staničení 58,82 tm rozšíření průzkumné štoly do JTT. Byl orientován subhorizontálně (pod úhlem 1°) a z celkových 65,0 m délky bylo pro presiometrická měření využito jeho prvních 21,0 m. Příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrt ŠJ-102 jsou sestaveny do následující tabulky:

vrt ŠJ-102 (staničení JTT km 1,795.46 m, staničení rozšíření průzkumné štoly do JTT 58,82 tm, délka 65,0 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	2,0	mikritický kalový vápenec, zdravý W1 <i>dvorecko-prokopské vápence souvrství pražské devon, paleozoikum</i>	3048		>8,00	>10,0
2	3,0		3636	5818	>8,00	>10,0
3	4,0		2195		>8,00	>10,0
4	5,0		2804	5047	>8,00	>10,0
5	6,0		2500		>8,00	>10,0
6	7,0		2028	3550	>8,00	>10,0
7	8,0		2801		>8,00	>10,0
8	9,0		3024	4203	>8,00	>10,0
9	10,0		2281		>8,00	>10,0
10	11,0		2256	3497	>8,00	>10,0
11	12,0		2610		>8,00	>10,0
12	13,0		3027	4207	>8,00	>10,0

vrt ŠJ-102 (staničení JTT km 1,795.46 m, staničení rozšíření průzkumné štoly do JTT 58,82 tm, délka 65,0 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
13	14,0	mikritický kalový vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence souvrství pražské devon, paleozoikum	2304		>8,00	>10,0
14	15,0		2289	3800	>8,00	>10,0
15	16,0		2840		>8,00	>10,0
16	17,0		3066	5243	>8,00	>10,0
17	18,0		2574		>8,00	>10,0
18	19,0		3015	4522	>8,00	>10,0
19	20,0		2605		>8,00	>10,0
20	21,0		2254	3809	>8,00	>10,0

Tab. 14: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu ŠJ-102

Zjištěné hodnoty presiomrických modulů v měřeném úseku vrtu odpovídají charakteru zastiženého facie **dvorecko-prokopských vápenců souvrství pražského - devon**. Horninový masiv je zde opět vzhledem k značné hloubce pod povrchem terénu tvořen výhradně zdravým (w1) horizontem.

Naprostu převládajícím horninovým geotechnickým typem jsou zde **mikritické kalové vápence** s hustotou diskontinuit převážně střední až velkou, v nichž bylo realizováno všech 20 presiomrických zkoušek a jejichž **presiomrický modul přetvárnosti se pohyboval v rozmezí $E_{def,p} = 2028 - 3636$ (Ø 2658) MPa**.

Pro odvození **modulu přetvárnosti E_{def}** horninového masivu podle dříve zjištěné korelace v obdobných geotechnických podmínkách lze přibližně interpretovat redukční součinitel k (vystihující malé prostorové a časové měřítko presiomrické zkoušky) následujícím způsobem:

ve vrtu ŠJ-102 jsou výhradně zastoupené zdravé (w1) mikritické kalové vápence a proto doporučujeme uvažovat hodnotu součinitele $k \sim 0,65$, a příslušná normová hodnota pro horninový masiv pak zde činí **$E_{def} = 0,65 \cdot 2658 = 1727$, zaokrouhleno 1700 MPa**.

Tento výsledek je poněkud nižší (tj. méně příznivý) než výsledky z obdobného prostředí dvorecko-prokopských vápenců v hlavní části štoly v STT (zejména 20 presiomrických zkoušek ve vrtu VG2/J-1), kde byla zjištěna průměrná hodnota modulu $E_{def,p} = 3237$ MPa a následně vyčíslena příslušná hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3237 = 2105$ MPa, zaokrouhleno 2100 MPa. Příčinou těchto celkově malých rozdílů jsou s největší pravděpodobností poněkud odlišné hustoty diskontinuit, jejich orientace atp.

Pro úsek přilehlý k měřené oblasti vrtu ŠJ-102 (staničení JTT cca km 1,795 – 1,1815) doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí návrhovou hodnotu modulu přetvárnosti následovně:

modul přetvárnosti $E_{def} = 1400$ MPa

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve vrtu ŠJ-103

Vrt ŠJ-103 byl situován ve staničení JTT km 1,674.78, tj. ve staničení 179,5 tm rozšíření průzkumné štoly do JTT. Byl orientován mírně dovrchně (pod úhlem 3°) a z celkových 75,5 m délky bylo pro presiometrická měření využito jeho prvních 23,0 m. Příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrt ŠJ-103 jsou sestaveny do následující tabulky:

vrt ŠJ-103 (staničení JTT km 1,674.78, staničení 179,5 tm rozšíření průzkumné štoly do JTT, délka 75,5 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	2,0	biodetritický (ortocerový) vápenec, zdravý W1 kotýské vápence souvrství lochkovské, silur, paleozoikum	987	1629	4,83	>10,0
2	3,0		1579		>8,00	>10,0
3	4,0		1801	3385	>8,00	>10,0
4	5,0		1725		>8,00	>10,0
5	6,0		2221	4243	>8,00	>10,0
6	7,0		1806		>8,00	>10,0
7	8,0		3141	5684	>8,00	>10,0
8	9,0		2206		>8,00	>10,0
9	10,0		2007	2850	>8,00	>10,0
10	11,0		1715		>8,00	>10,0
11	12,0		1216	1885	>8,00	>10,0
12	13,0		1453		>8,00	>10,0
13	14,0		2221	3732	>8,00	>10,0
14	15,0		1448		>8,00	>10,0
15	16,0	biodetritický až mikritický vápenec, zdravý (místa vložky břidlic) souvrství přídolské (požárské) silur, paleozoikum	1240	2158	>8,00	>10,0
16	17,0		912		>8,00	>10,0
17	18,0		493	843	>8,00	>10,0
18	19,0		691		>8,00	>10,0
19	20,0		753	1046	4,64	>10,0
20	21,5		601		>8,00	>10,0
21	23,0		612	954	>8,00	>10,0

Tab. 15: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu ŠJ-103

Poznámka: Tlaky $p_F=8,00$ MPa resp. $p_L=10,0$ MPa představují max.rozsah přístroje a skutečně hodnoty mohou být vyšší

Zjištěné hodnoty presiometrických modulů měřené části vrtu odpovídají charakteru prostředí **kotýských vápenců, částečně tektonicky porušených (souvrství lochkovské, devon; v úvodní části vrtu do hloubky ~16 m)**, resp. povaze souvrství **přídolského (požárského)**, pro něž je charakteristické střídání vrstev vápenců a břidlic (silur, v koncové části měřeného úseku vrtu).

V prostředí **biodetritických kotýských vápenců**, lochkovského souvrství bylo v měřeném úseku vrtu ŠJ-103 situováno celkem 15 zkoušek a jejich presiometrický modul přetvárnosti se pohyboval v rozmezí $E_{def,p} = 987 - 3141$ ($\bar{} 1784$) MPa. Po redukcii

součinitelem $k \sim 0,65$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{\text{def}} = 0,65 \cdot 1784 = 1159$, zaokrouhleno 1150 MPa.

Pro úsek přilehlý k měřené oblasti vrtu ŠJ-103 doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí kotýských vápenců lochkovského souvrství návrhovou hodnotu modulu přetvárnosti následovně:

modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 900$ MPa

Nižší hodnoty modulů kotýských vápenců (zejména ve srovnání s výsledky z profilu PP-9) jsou zde v přímé souvislosti s tektonickým porušením horninového masivu na rozhraní se souvrstvím přídolským (požárským), zastiženým v další části měřeného úseku vrtu.

V koncové části měřeného úseku vrtu, bylo v prostředí souvrství přídolského (požárského), situováno celkem 6 zkoušek a jejich presiometrický modul přetvárnosti se pohyboval v rozmezí $E_{\text{def,p}} = 493 - 912$ (Ø 677) MPa. Po redukci součinitelem $k \sim 0,65$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{\text{def}} = 0,65 \cdot 667 = 440,5$ zaokrouhleno 440 MPa

Pro úsek přilehlý k měřené oblasti vrtu ŠJ-103 (staničení 179,50 m) doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí vápenců s vložkami břidlic návrhovou hodnotu modulu přetvárnosti následovně:

modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 360$ MPa

Zhodnocení presiometrických charakteristik ve skupině vrtů VG4

Skupina dvou vrtů vrtného profilu VG4 byla situována v průzkumné štoli v STT, ve staničení STT km 0,163. Vrt VG4/J-1 délky 47,0 m byl veden mírně dovrchně (pod úhlem 8°) do levé stěny štoly, vrt VG4/J-2 délky 29,0 m pak dovrchně (15°) do stěny pravé. Pro značné tektonické porušení spojené s častou neprůchodností vrtu mohly být presiometrické zkoušky realizovány pouze v některých úsecích vrtů - v úseku 23,0-28,0 m ve vrtu J-1 (5 zkoušek) resp. v úseku 5,0-16,0 m ve vrtu J-2 (12 zkoušek). Příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrty J-1 a J-2 jsou sestaveny do následujících dvou tabulek:

vrt VG4/J-1 (staničení STT 0,163 km, délka 47,0 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	23,7	biotitický lamprofyr (mineta), navětralý variské žilné vulkanity v paleozoiku	1760	2903	>8,00	>10,0
2	24,7		3107		>8,00	>10,0
3	25,7		2156	4053	>8,00	>10,0
4	26,7		1855		>8,00	>10,0
5	27,7		2733	5221	>8,00	>10,0

Tab. 16: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu VG4/J-1

vrt VG4/J-2 (staničení STT 0,163 km, délka 29,0 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	5,5	prachovitějilovitá břidlice, zdravá, mírně tektonicky porušená (měřeny pevnější polohy) souvrství kopaninské silur, paleozoikum	451		>8,00	>10,0
2	6,4		644	1031	>8,00	>10,0
3	7,3		839		>8,00	>10,0
4	8,2		402	724	>8,00	>10,0
5	9,1		796		>8,00	>10,0
6	10,5		1058	1851	>8,00	>10,0
7	11,4		696		>8,00	>10,0
8	12,3		915	1272	>8,00	>10,0
9	13,2		1029		>8,00	>10,0
10	14,1		697	1177	>8,00	>10,0
12	15,0		831		>8,00	>10,0

Tab. 17: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG4/J-2

Poznámka: Tlaky $p_F=8,00$ MPa resp. $p_L=10,0$ MPa představují max. rozsah přístroje a skutečné hodnoty mohou být vyšší

V obou vrtech J-1 a J-2 je dominantním horninovým typem prachovitějilovitá břidlice (souvrství kopaninské, silur), postižená mírným až silným tektonickým porušením se zásadním vlivem na geotechnické vlastnosti horninového masivu. Právě značné tektonické porušení bylo důvodem, že ve vrtu J-1 nebylo možno v prostředí břidlic realizovat žádné presiomrické měření; ve vrtu J-2 pak bylo možno zkoušky uskutečnit jen v méně tektonicky porušených etážích vrtu.

Minoritně zastížený typ horniny pak představovaly žilné vulkanity - lamprofyry (minety), zastížené ve vrtu J-1 v etáži cca 23,0-30,0 m.

Hodnoty průměrných modulů z jednotlivých vrtů a odvozených modulů přetvárnosti (uvažován koeficient $k = 0,60$) byly následující:

vrt	zkoušené prostředí	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]
VG4/J-1	lamprofyr (mineta), navětralý	1760-3107 (Ø2322)	1390
VG4/J-2	břidlice zdravá, tektonicky porušená	402-1058 (Ø741)	440

Jako **výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí** v oblasti měřených úseků vrtů VG4/J-1 a J-2 doporučujeme uvažovat návrhovou hodnotu:

modul přetvárnosti $E_{def} = 300$ MPa (u břidlic)

modul přetvárnosti $E_{def} = 900$ MPa (u polohy minety)

Zhodnocení presiometrických charakteristik vrtného profilu VG5

Skupina dvou vrtů vrtného profilu VG5 byla situována v hlavní průzkumné štolě v STT, oba vrty J-1 (staničení STT km 0,514, hloubka 14,5 m), resp. J-2 (staničení km 0,526 STT, hloubka 15,0 m) byly vedeny z počvy štolý úpadně (pod úhlem 30°) směrem napravo. Příslušné výsledky presiometrických charakteristik pro vrty J-1 a J-2 jsou sestaveny do následujících dvou tabulek:

vrt VG5/J-1 (staničení STT 0,514 km, délka 14,5 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	3,2	mikritický kalový vápenec, zdravý, tektonicky porušený (měřeny pevnější polohy) dvorecko-prokopské vápence souvrství pražské devon, paleozoikum	788	1301	>8,00	>10,0
2	5,6		1342		>8,00	>10,0
3	7,6		1181	2221	>8,00	>10,0
4	9,1		787		>8,00	>10,0
5	12,2	dolomitický sparitový vápenec, zdravý, tektonicky porušený (měřeny pevnější polohy) kotýské vápence souvrství lochkovské devon, paleozoikum	1143	2183	>8,00	>10,0
6	13,1		941		>8,00	>10,0
7	14,0		1607	2908	>8,00	>10,0

Tab. 18: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu VG5/J-1

vrt VG5/J-2 (staničení STT 0,526 km, délka 15,0 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	1,7	biodetritický (ortocerový) vápenec, zdravý W1 kotýské vápence souvrství lochkovské silur, paleozoikum	2092	3452	>8,00	>10,0
2	2,6		2016		>8,00	>10,0
3	3,5		3289	6183	>8,00	>10,0
4	4,4		2158		>8,00	>10,0
5	5,3		2491	4759	>8,00	>10,0
6	6,2		2526		>8,00	>10,0
7	7,1		3783	6848	>8,00	>10,0
8	8,0		2097		>8,00	>10,0
9	8,9		3132	4447	>8,00	>10,0
10	9,8		2847		>8,00	>10,0
11	10,7		4748	6743	>8,00	>10,0
12	11,6		2824		>8,00	>10,0

vrt VG5/J-2 (staničení STT 0,526 km, délka 15,0 m)						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
13	12,5		3613	5455	>8,00	>10,0
14	13,4		3038		>8,00	>10,0
15	14,3		3884	5670	>8,00	>10,0

Tab. 19: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu VG5/J-2

Poznámka: Tlaky $p_F=8,00$ MPa resp. $p_L=10,0$ MPa představují max.rozsah přístroje a skutečné hodnoty mohou být vyšší

Zjištěné hodnoty presiomrických modulů odpovídají charakteru zastižených devonských vápenců. Ty náleží ke dvěma stratigrafickým jednotkám, a to **k souvrství pražskému** (vápence dvorecko-prokopské) a **lochkovskému** (vápence kotýské). Ve vrtu VG5/J-1 jsou geotechnické vlastnosti obou uvedených typů negativně ovlivněny tektonickým porušením a zkoušky zde byly realizovány zejména v méně porušených polohách, kde nehrozilo jinak časté vypadávání úlomků ze stěn vrtu (kavernace), vedoucí příp. i k jeho zneprůchodnění.

Vápence dvorecko-prokopské, pražského souvrství zde mají charakter mikritický – kalový a byly zastiženy jako majoritní prostředí přibližně v úvodních 12,0 m vrtu J-1, kde v nich byly realizovány 4 zkoušky. Hornina zde vykazovala tektonické porušení a změřené hodnoty modulu přetvárnosti se pohybovaly v rozmezí $E_{def,p} = 787 - 1342$ (Ø1025 MPa). Po redukci součinitelem $k \sim 0,60$ je příslušná normová hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,60 \cdot 1025 = 615$ MPa, zaokrouhloeno **610 MPa**.

Vápence kotýské, lochkovského souvrství zde mají charakter dolomitický a byly zastiženy jako tektonicky porušené v koncové části vrtu J-1 (3 měření) resp. téměř bez tektonického porušení v celé délce vrtu J-2 (15 měření). Změřené hodnoty modulu přetvárnosti se pohybovaly v rozmezí $E_{def,p} = 941 - 1607$ (Ø1230 MPa) u tektonicky porušené horniny ve vrtu J-1 resp. $E_{def,p} = 2016 - 4748$ (Ø2969 MPa) u téměř neporušené ve vrtu J-2. Po redukci součinitelem $k \sim 0,60$ činí příslušné normové hodnoty pro horninový masiv $E_{def} = 0,60 \cdot 1230 = 738$ MPa, zaokrouhloeno 730 MPa resp. $E_{def} = 0,60 \cdot 2969 = 1781$ MPa, zaokrouhloeno **1780 MPa**.

Jako **výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového** prostředí v oblasti měřeného úseku vrtů VG5/J-1 a J-2 doporučujeme uvažovat návrhovou hodnotu:

modul přetvárnosti $E_{def} = 500$ MPa (u tektonicky porušených vápenců obou typů)

modul přetvárnosti $E_{def} = 1400$ MPa (u vápenců zcela či téměř neporušených)

Celková rekapitulace doporučených návrhových modulů přetvárnosti

U presiometrických zkoušek realizovaných v rámci rozšíření průzkumné štoly do JTT se jeví vhodné zrekapitulovat doporučené hodnoty návrhového modul přetvárnosti horninového masivu:

označení průzkumných vrtů	doporučený návrhový modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	horninové prostředí
vrt ŠJ-102	1400	mikritické kalové vápence
vrt ŠJ-103	900	dolomitické vápence, slabě tekt. porušené
dtto	360	vápence s vložkami břidlic, slabě tekt. porušené
VG4/J-1, J-2	300	prachovitojilovité břidlice, tekt. porušené
dtto	900	lamprofyry (minety)
VG5/J-1, J-2	1400	dolomitické vápence
dtto	500	mikritické a dolomitické vápence, tekt. porušené

Průběh presiometrických modulů přetvárnosti v jednotlivých průzkumných vrtech je znázorněn v hloubkových diagramech, obsažených ve volné Příloze 6.4 této zprávy.

2.3.2.4 Laboratorní zkoušky mechaniky hornin a zemin v průzkumných vrtech

V průběhu realizace průzkumných vrtů byly **odebírány vzorky hornin v četnosti 1 vzorku přibližně z každých 10 m vrtu**, podle zastižené geologické skladby podle potřeby event. dílčím způsobem modifikované.

Z částí vrtného jádra průzkumných vrtů pak byla zhotovena převážně válcová zkušební tělesa průměru i výšky cca 60 mm, u nichž byly stanoveny hodnoty indexových vlastností vlastní horninové substance včetně pevnosti v prostém tlaku (podle původní normy ON 44 1111) nebo alternativně pevnosti v příčném tahu (ON 44 1115). U vybraných zkušebních těles pak byla pomocí deformační zkoušky stanovena rovněž stlačitelnost horninové substance - modul přetvárnosti. Počty odebraných vzorků z jednotlivých vrtů a z nich zhotovených a zkoušených těles v období ražby průzkumné štoly v STT, resp. jejího rozšíření do JTT uvádíme v následující tabulce:

vrt (staničení)	délka vrtu (m)	počet vzorků	počet zkuš. těles	zákl. fyzik. vlastnosti	pevnost v tlaku	modul přetvárnosti	pevnost v příč. tahu
Průzkumná štola v STT							
ŠJ-101 (0,933 km STT)	70,0	10	98	98	86	36	12
VG1/J-1 (0,355 km STT)	75,0	8	93	92	85	48	8
VG1/J-2 (0,380 km STT)	75,0	8	96	96	88	48	8
VG2/J-1 (0,500 km STT)	65,0	7	83	83	76	32	7
VG2/J-2 (0,525 km STT)	65,0	6	93	93	87	32	6
VG3/J-1 (0,675 km STT)	50,0	5	60	60	53	25	7

vrst (staničení)	délka vrty (m)	počet vzorků	počet zkuš. těles	zákl. fyzik. vlastnosti	pevnost v tlaku	modul přetvárnosti	pevnost v příč. tahu
VG3/J-2 (0,700 km STT)	50,0	5	56	56	50	25	6
VG3/J-3 (0,730 km STT)	50,0	7	57	57	52	25	5
VG3/J-4 (0,755 km STT)	50,0	5	49	49	44	25	5
Rozšíření průzkumné štoly do JTT							
ŠJ-102 (1,795.46 JTT, 58,82 tm)	65,0	6	95	95	83	55	12
ŠJ-103 (1,674.78 JTT, 179,50 tm)	75,5	9	99	99	90	60	9
VG4/J-1 (0,163 km sTT)	47,0	7	42	42	40	15	2
VG4/J-2 (0,163 km STT)	29,0	9	36	37	36	6	0
VG5/J-1 (0,514 km STT)	14,5	1	9	9	8	8	1
VG5/J-2 (0,526 km STT)	15,0	1	11	11	10	10	1
celkem	796,0	94	977	977	888	450	89

Tab. 20: Přehled odebraných vzorků a realizovaných zkoušek hornin průzkumných vrtech

Výsledky všech realizovaných laboratorních zkoušek jsou obsaženy v protokolech ve volné Příloze č. 6.7 a souhrnně je uvádíme v následujících tabulkách:

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrst ŠJ-101 (staničení km STT 0,933, délka 69,6 m) souvrství liteňské (motolské vrstvy), silur, paleozoikum ^{a)} submarinní tufitické bazalty, paleozoikum ^{b)} souvrství liteňské (litohlavské vrstvy), silur, paleozoikum ^{c)} souvrství kosovské, ordovik, paleozoikum ^{d)}					
břidlice prachovitějilovitá, zdravá W1 ^{a)}	2560-2685 (Ø2613)	13,9-33,7 (Ø22,7)	2332-5851 (Ø3571)	159-184 (Ø175)	1,95-3,26 (Ø2,57)
lávový granulát, biotitický, zdravý W1 ^{b)}	2618-2686 (Ø2640)	49,8-68,9 (Ø56,6)	9411-12789 (Ø10798)	189-198 (Ø195)	7,48
břidlice jílovitá až prachovitějilovitá, zdravá W1 (tekt.porušená) ^{c)}	2624-2661 (Ø2639)	8,16-22,1 (Ø13,5)	1639-3933 (Ø2594)	155-178 (Ø168)	1,80-1,95 (Ø1,87)
prachovec, zdravý W1, tektonicky porušený ^{d)}	2544-2737 (Ø2659)	4,42-19,3 (Ø11,1)	583-2161 (Ø1386)	132-163 (Ø149)	1,94-2,92 (Ø2,37)
křemenný pískovec, zdravý W1 ^{d)}	2620-2766 (Ø2679)	52,0-91,2 (Ø65,3)	10246-2157 (Ø11202)	195-197 (Ø196)	11,7

Tab. 21: Přehled výsledků zkoušek hornin – subhorizontální vrst ŠJ-101 na konci průzkumné štoly v STT

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrť VG1/J-1 (staničení STT 0,355 km, délka 75,0 m) souvrvství pražské (dvorecko-prokopské vápence), devon, paleozoikum					
vápenec mikritický, kalový, zdravý W1	2628-2727 (Ø2696)	31,6-113 (Ø64,2)	5759-25042 (Ø12369)	188-226 (Ø203)	5,69-7,94 (Ø6,50)
vrť VG1/J-2 (staničení STT 0,380 km, délka 75,0 m) souvrvství pražské (dvorecko-prokopské vápence), devon, paleozoikum					
vápenec mikritický, kalový, zdravý W1	2621-2712 (Ø2673)	31,1-111 (Ø48,9)	5742-15306 (Ø8640)	181-199 (Ø188)	5,28-6,21 (Ø5,79)
vápenec mikritický, kalový, zdravý W1, alterovaný	2619-2727 (Ø2684)	15,2-27,1 (Ø19,6)	2167-4920 (Ø3439)	169-190 (Ø179)	2,65-62,75 (Ø2,70)

Tab. 22: Přehled výsledků zkoušek hornin vrtného profilu VG1

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrť VG2/J-1 (staničení STT 0,500 km, délka 65,0 m) souvrvství pražské (dvorecko-prokopské vápence), devon, paleozoikum					
vápenec mikritický, kalový, zdravý W1	2610-2740 (Ø2691)	32,9-101 (Ø55,4)	6147-22214 (Ø11446)	182-220 (Ø193)	5,08-6,78 (Ø5,99)
vrť VG2/J-2 (staničení STT 0,525 km, délka 65,0 m) souvrvství lochkovské (kotýské vápence), devon, paleozoikum ^{g)} souvrvství pražské (dvorecko-prokopské vápence), devon, paleozoikum ^{h)}					
vápenec dolomitický, sparitový, zdravý W1 ^{g)}	2667-2766 (Ø2711)	52,7-109 (Ø73,1)	9958-19333 (Ø13215)	185-209 (Ø193)	5,51-6,68 (Ø6,10)
vápenec mikritický, kalový, zdravý W1 ^{h)}	2637-2770 (Ø2699)	42,2-109 (Ø64,0)	7937-17164 (Ø11921)	175-210 (Ø188)	5,23-6,61 (Ø5,80)

Tab. 23: Přehled výsledků zkoušek hornin vrtného profilu VG2

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrť VG3/J-1 (staničení STT 0,675 km, délka 50,0 m) souvrvství přídolské (požárské), silur, paleozoikum ^{f)} souvrvství lochkovské (kotýské vápence), devon, paleozoikum ^{g)}					
vápenec biodetritický, krinoidový, zdravý W1 ^{f)}	2666-2721 (Ø2696)	50,3-92,9 (Ø71,0)	9612-18047 (Ø14527)	191-219 (Ø203)	7,07-7,77 (Ø7,42)
vápenec dolomitický, sparitový, zdravý W1 ^{g)}	2670-2773 (Ø2716)	53,0-101 (Ø74,5)	10085-19395 (Ø13928)	185-213 (Ø197)	6,22-7,77 (Ø7,01)
vrť VG3/J-2 (staničení STT 0,700 km, délka 50,0 m) souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum ^{e)} souvrvství přídolské (požárské), silur, paleozoikum ^{f)}					
břidlice jílovitprachovitá, zdravá W1 ^{e)}	2560-2687 (Ø2648)	11,5-46,9 (Ø23,2)	1939-6667 (Ø3771)	159-188 (Ø177)	2,39-3,71 (Ø3,13)
vápenec biodetritický, krinoidový, zdravý W1 ^{f)}	2619-2704 (Ø2671)	50,0-101 (Ø66,0)	9967-22115 (Ø12803)	191-219 (Ø201)	5,37-6,41 (Ø5,89)
vrť VG3/J-3 (staničení STT 0,730 km, délka 50,0 m) souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum ^{e)} souvrvství přídolské (požárské), silur, paleozoikum ^{f)}					
břidlice jílovitprachovitá, zdravá W1 ^{e)}	2543-2698 (Ø2638)	6,80-21,3 (Ø13,7)	1081-3979 (Ø2604)	159-187 (Ø174)	1,43-1,90 (Ø1,66)

vápenec biodetritický, bitumenní, zdravý W1 ^{e)}	2641-2782 (Ø2716)	51,3-110 (Ø73,5)	9548-22212 (Ø15291)	186-220 (Ø201)	6,39-6,67 (Ø6,53)
vápenec biodetritický, krinoidový, zdravý W1 ^{f)}	2673-2718 (Ø2700)	45,4-98,9 (Ø70,5)	8435-18281 (Ø11542)	185-199 (Ø192)	6,66
vrt VG3/J-4 (staničení STT 0,755 km, délka 50,0 m) souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum					
břidlice jílovitoprachovitá, zdravá W1	2569-2760 (Ø2686)	7,45-27,8 (Ø16,9)	1133-5069 (Ø3255)	148-191 (Ø178)	3,02-3,97 (Ø3,43)

Tab. 24: Přehled výsledků zkoušek hornin vrtného profilu VG3

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v jednotlivých vrtech vykazují, vesměs bez zřetelnější závislosti na stratigrafickém zařazení (ordovik/silur/devon) u obou základních typů zastížených materiálů – **zdravých jílovitých až jílovitoprachovitých** (a převážně i vápnitých) **břidlic**, resp. **zdravých vápenců** v rámci téhož typu horniny celkově jen malý rozptyl, současně však dokumentují značně odlišné geotechnické vlastnosti obou typů (tj. břidlic a vápenců) mezi sebou a tedy i výraznou nehomogenitu horninového prostředí.

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastížených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 ve zdravém stavu zcela převážně **ve třídě R3 (minoritně až R4)** u **břidlic** resp. **ve třídě R2 (minoritně R3)** u **vápenců**.

Následující laboratorní zkoušky byly realizovány v rámci rozšíření průzkumné štoly do JTT:

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrt ŠJ-102 (staničení JTT km 1,795.46 m, staničení rozšíření průzkumné štoly do JTT 58,82 tm, délka 65,0 m) <i>dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum</i>					
mikritický kalový vápenec, zdravý W1	2678-2747 (Ø2708)	50,5-136 (Ø71,2)	9116-29629 (Ø14429)	179-222 (Ø191)	4,97-10,3 (Ø6,64)
vrt ŠJ-103 (staničení JTT km 1,674.78, staničení 179,5 tm rozšíření průzkumné štoly do JTT, délka 75,5 m) <i>kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum ^{a)}</i> <i>souvrvství přídolské (požárské), silur, paleozoikum ^{b)}</i> <i>souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum ^{c)}</i>					
biodetritický vápenec, zdravý W1 ^{a)}	2677-2725 (Ø2709)	50,6-102 (Ø66,4)	9342-18350 (Ø12604)	182-197 (Ø189)	6,59-7,63 (Ø7,11)
jílovitoprachovitá břidlice, zdravá W1 ^{b)}	2644-2705 (Ø2678)	25,0-39,8 (Ø32,3)	4371-7318 (Ø5550)	175-184 (Ø180)	3,37-4,86 (Ø4,11)
biodetritický vápenec, zdravý W1 ^{b)}	2658-2735 (Ø2701)	51,0-120 (Ø72,6)	9342-17099 (Ø12378)	181-202 (Ø186)	4,04-9,68 (Ø6,64)
biodetritický vápenec, zdravý W1 ^{c)}	2629-2728 (Ø2687)	51,7-77,9 (Ø64,0)	9454-20081 (Ø13706)	180-208 (Ø188)	6,04-7,70 (Ø6,49)

Tab. 25: Přehled výsledků zkoušek hornin ve vrtu ŠJ-102 a ŠJ-103

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrtný profil VG4/J-1 (šikmý dovrchní 8° do levého boku štolý STT, staničení 0,163 km STT, délka 47,0 m) variské žilné vulkanity v paleozoikum^{d)} souvrství kopaninské, silur, paleozoikum^{c)} dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum^{e)}					
biotitický lamprofyry (mineta), navětralý ^{d)}	2647-2719 (Ø2660)	43,3-83,3 (Ø60,1)	7927-16194 (Ø11396)	183-201 (Ø189)	5,39
biotitický lamprofyry, mírně až silně zvětralý ^{d)}	*	2,6-10,6 (Ø5,4)	*	*	*
prachovitý jílovitá břidlice, zdravá W1, tektonicky porušená ^{c)}	*	3,3-22,9 (Ø9,9)	*	*	*
mikritický kalový vápenec, zdravý W1 ^{e)}	*	57,8-85,1 (Ø72,1)	*	*	*
mikritický kalový vápenec, zdravý W1, tektonicky porušený ^{e)}	2651-2719 (Ø2684)	16,8-31,5 (Ø22,9)	2767-5698 (Ø4022)	165-183 (Ø175)	3,02-3,97 (Ø3,43)
vrtný profil VG4/J-2 (šikmý dovrchní 15° do pravého boku štolý STT, staničení 0,163 km STT, délka 29,0 m) souvrství kopaninské, silur, paleozoikum					
prachovitý jílovitá břidlice, zdravá W1, mírně tektonicky porušená	2722-2748 (Ø2735)	18,1-29,2 (Ø23,7)	3037-5116 (Ø4076)	168-175 (Ø172)	*
prachovitý jílovitá břidlice, zdravá W1, silně tektonicky porušená	*	0,8-1,1 (Ø1,0)	*	*	*
mikritický kalový vápenec, zdravý W1	2724-2725 (Ø2725)	83,8-117 (Ø100)	16851-23388 (Ø20119)	200-201 (Ø200)	*
mikritický kalový vápenec, zdravý W1, tektonicky porušený	2736-2741 (Ø2738)	24,4-37,1 (Ø30,8)	4650-6855 (Ø5753)	185-190 (Ø182)	*
vápenný prachovec až vápenec, zdravý W1 (vločky v břidlicích)	*	43,1-68,7 (Ø53,3)	*	*	*
vápenný prachovec až vápenec, zdravý W1 (vločky v břidlicích)	*	2,2-4,6 (Ø3,5)	*	*	*

Tab. 26: Přehled výsledků zkoušek hornin ve vrtném profilu VG4

typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
vrtný profil VG5/J-1 (staničení 0,514 km STT, délka 14,5 m) dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum					
prachovitý jílovitá břidlice, zdravá W1, tektonicky porušená ^{c)}	2636-2716 (Ø2677)	12,5-23,2 (Ø17,6)	2112-3943 (Ø3044)	159-182 (Ø173)	3,63
vrtný profil VG5/J-2 (staničení 0,526 km STT, délka 15,0 m) kotýské vápence, souvrství lochkovské, silur, paleozoikum					
biodetritický vápenec, zdravý W1	2683-2739 (Ø2705)	61,2-95,2 (Ø74,9)	11626-1995 (Ø14751)	187-210 (Ø196)	7,12

Tab. 27: Přehled výsledků zkoušek hornin ve vrtném profilu VG5

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v jednotlivých vrtech vykazují, vesměs bez zřetelnější závislosti na stratigrafickém zařazení (silur/devon) u obou základních typů zastižených materiálů – **zdravých prachovitý jílovitých až břidlic resp. zdravých vápenců** v rámci téhož typu horniny celkově jen malý rozptyl, současně však dokumentují značně odlišné geotechnické vlastnosti obou typů (tj. břidlic a vápenců) mezi sebou a tedy i výraznou nehomogenitu horninového prostředí.

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastižených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 původní ČSN 73 1001 **ve zdravém stavu** zcela převážně **ve třídě R3 u břidlic** resp. **ve třídě R2 u vápenců**. Ve vrtu VG4/J-1 byla zastižena dosti mocná poloha žilných **vulkanitů - lamprofyrů (minet)** s pevností odpovídající **ve zdravém stavu převážně klasifikaci ve třídě R2**.

Zkouškám byly podrobeny i vzorky z vrtných etáží s výskytem v různé míře **tektonicky porušené horniny**, kde v lokálních **zónách tektonikou nejvíce postižených břidlic nabývala hornina až charakteru zeminy (třída R5 nebo i R6)**.

Protokoly laboratorních zkoušek hornin z průzkumných vrtů jsou ve volné Příloze č. 6.7 této zprávy.

Z koncové části vrtu **VG4/J-2**, v níž byla již zastižena nadložní **kvartérní terasa**, byl odebrán porušený vzorek zeminy a podroben základním klasifikačním rozborům (viz protokol ve volné Příloze 6.2 této zprávy). Strukturní skladba zeminy (hlinitý písek se šterkem), konzistence měkká až kašovitá jsou zcela v souladu s předpokládanou povahou nadložních fluvialních sedimentů.

2.3.2.5 Geofyzikální měření v průzkumných vrtech

Komplexní **vyhodnocení geofyzikálního měření v průzkumných vrtech** je podrobně rekapitulována **ve volné Příloze č. 8 této zprávy**.

2.4 Presiometrické vějíře z průzkumné štoly v STT a JTT

2.4.1 Postup a metodika prací při realizaci presiometrických vějířů

Pro ověření mechanických vlastností horninového prostředí v profilu budoucí STT, resp. JTT byly v průzkumné štolě v STT, resp. JTT realizovány terénní presiometrické zkoušky, situované v radiálně orientovaných vrtech (vrtných vějířích) v rovině kolmé na osu štoly. Zkouškami zjištěné přetvárné a pevnostní charakteristiky horninového masivu v nadloží, bocích i podloží štoly budoucích tunelů umožní objektivní stanovení vstupních parametrů do statických výpočtů tunelu (matematické modelování). Proto byly presiometrické vějíře situovány přednostně do míst statických posudků a jsou zde předpokládány v následujících staničení štoly v STT, resp. JTT (presiometrických vějířích).

V STT BYLY REALIZOVÁNY TYTO PRESIOMETRICKÉ VĚJÍŘE:

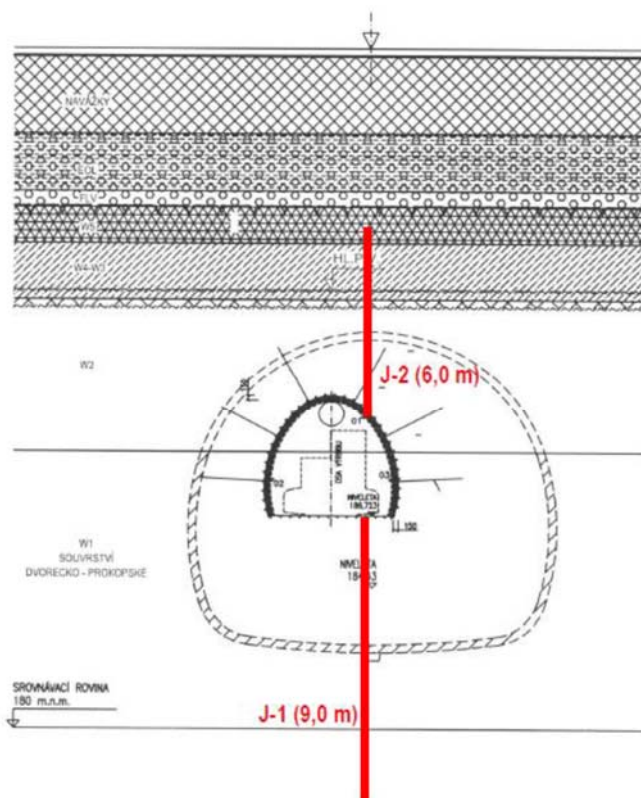
- PP-1A ve staničení STT km 0,143 (souvství kopaninské – tektonická kra siluru)
- PP-1B ve staničení STT km 0,152 (souvství kopaninské - silur – pásmo barrandovského zlomu)
- PP-2 ve staničení STT km 0,187 (pražské souvrství – dvorecko prokopské vápence – devon)

- PP-3 ve staničení STT km 0,270 (rozplet STT, pražské souvrství – dvorecko prokopské vápence – devon)
- PP-4 ve staničení STT km 0,560 (lochkovské souvrství – devon)
- PP-5 ve staničení STT km 0,683 (přídolské souvrství – silur)
- PP-6 ve staničení STT km 0,765 (kopaninské souvrství – silur)
- PP-7 ve staničení STT km 0,884 (liteňské souvrství – silur)

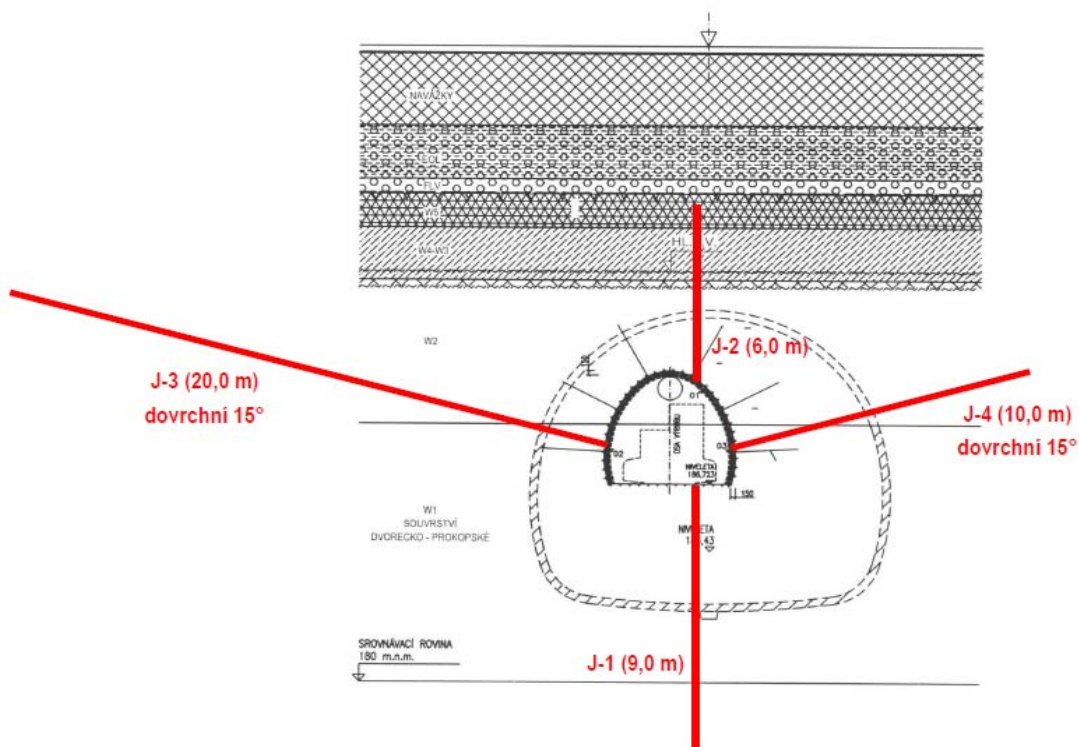
V JTT BYLY REALIZOVÁNY TYTO PRESIOMETRICKÉ VĚJÍŘE:

- PP-8 ve staničení JTT km 1,785.92 (68,36 tm rozšíření do JTT) - pražské souvrství – dvorecko prokopské vápence – devon
- PP-9 ve staničení JTT km 1,680.29 (175,0 tm rozšíření do JTT) - lochkovské souvrství – devon

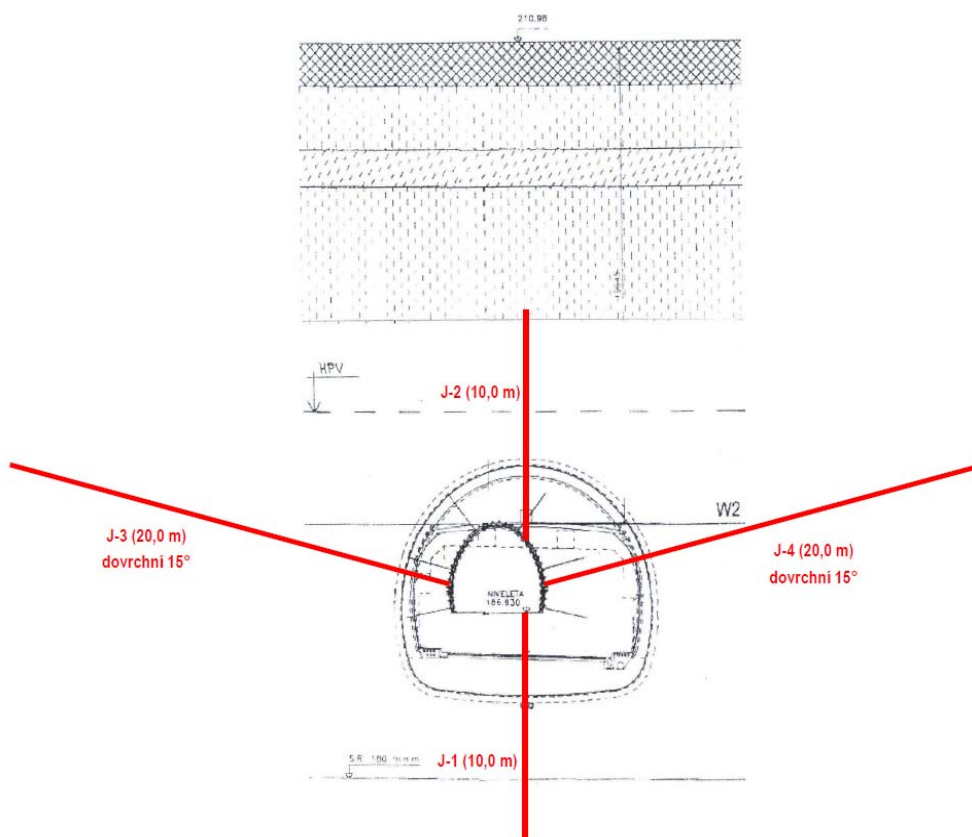
Umístění presiometrických vějířů je dobře patrné z volné Přílohy č. 2.1 (Horizontální geologický řez), Přílohy č. 2.2, resp. 2.3 (Podélné geotechnické řezy). Jednotlivé schématické příčné profily (řezy) presiometrických vějířů, vč. jejich délky a orientace jsou znázorněny na následujících Obr. 2 až Obr. 9.



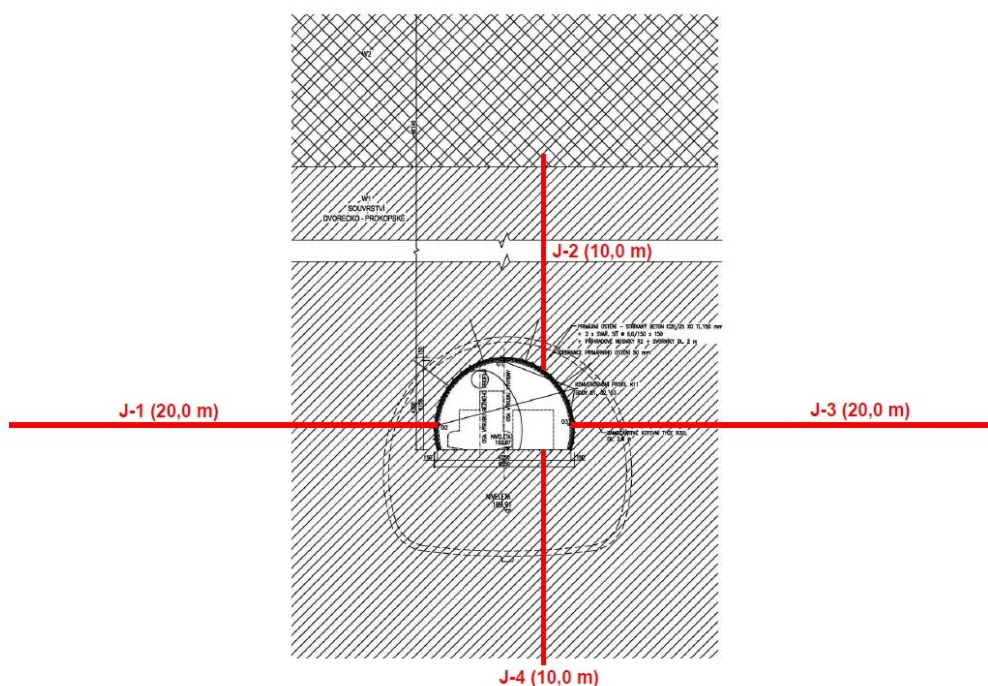
Obr. 2: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-1A ve staničení STT km 0,143



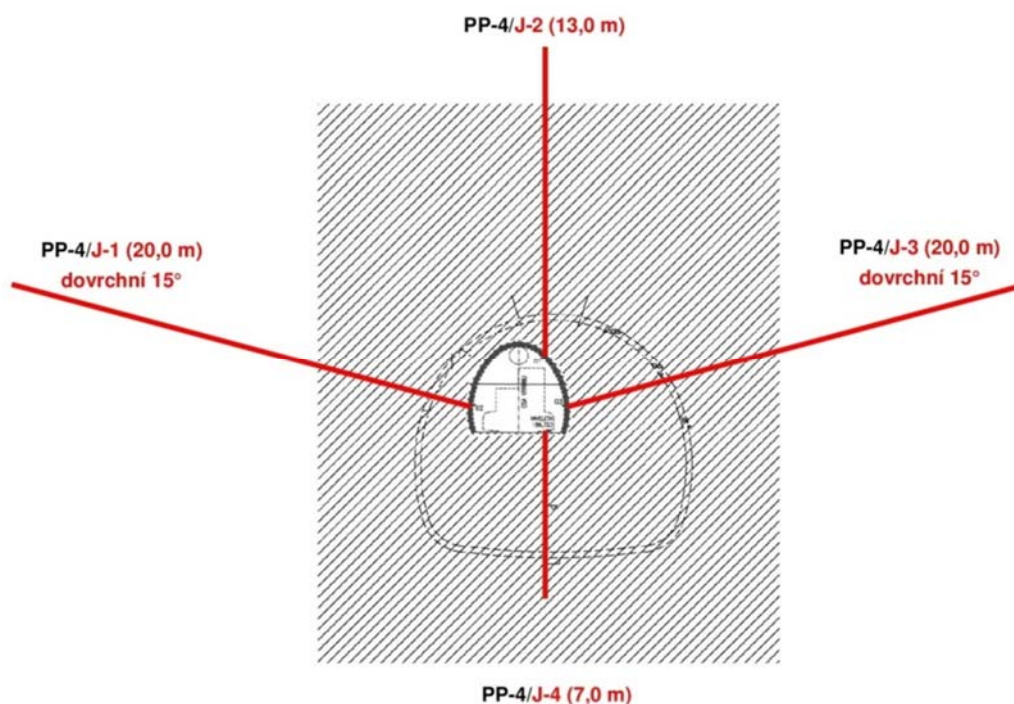
Obr. 3: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-1B ve staničení STT km 0,152



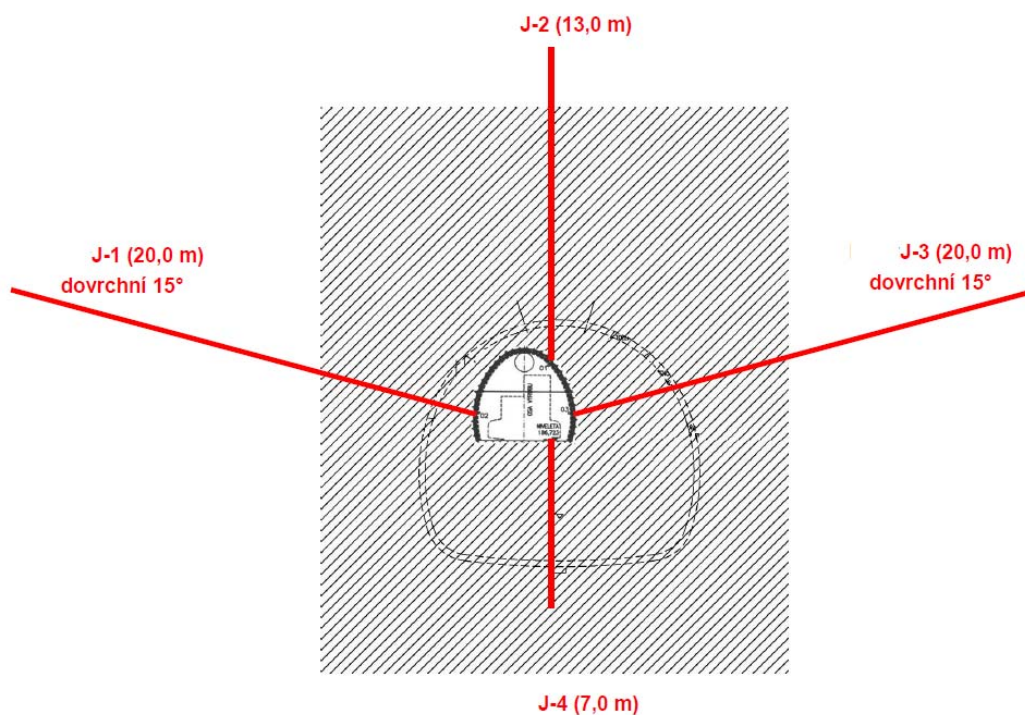
Obr. 4: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-2 ve staničení STT km 0,187



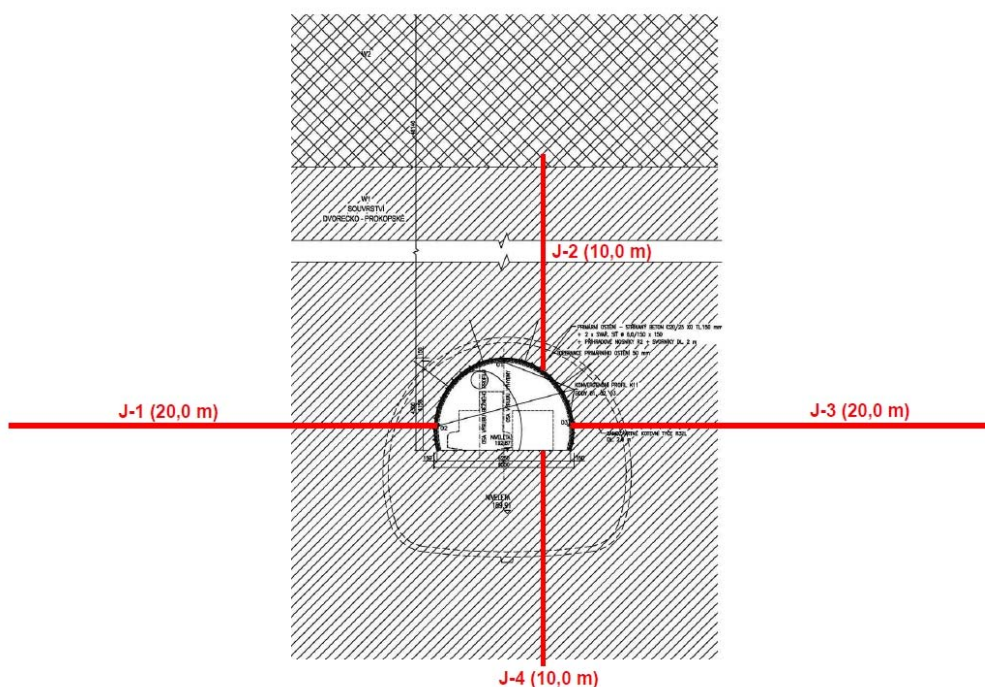
Obr. 5: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-3 ve staničení STT km 0,270



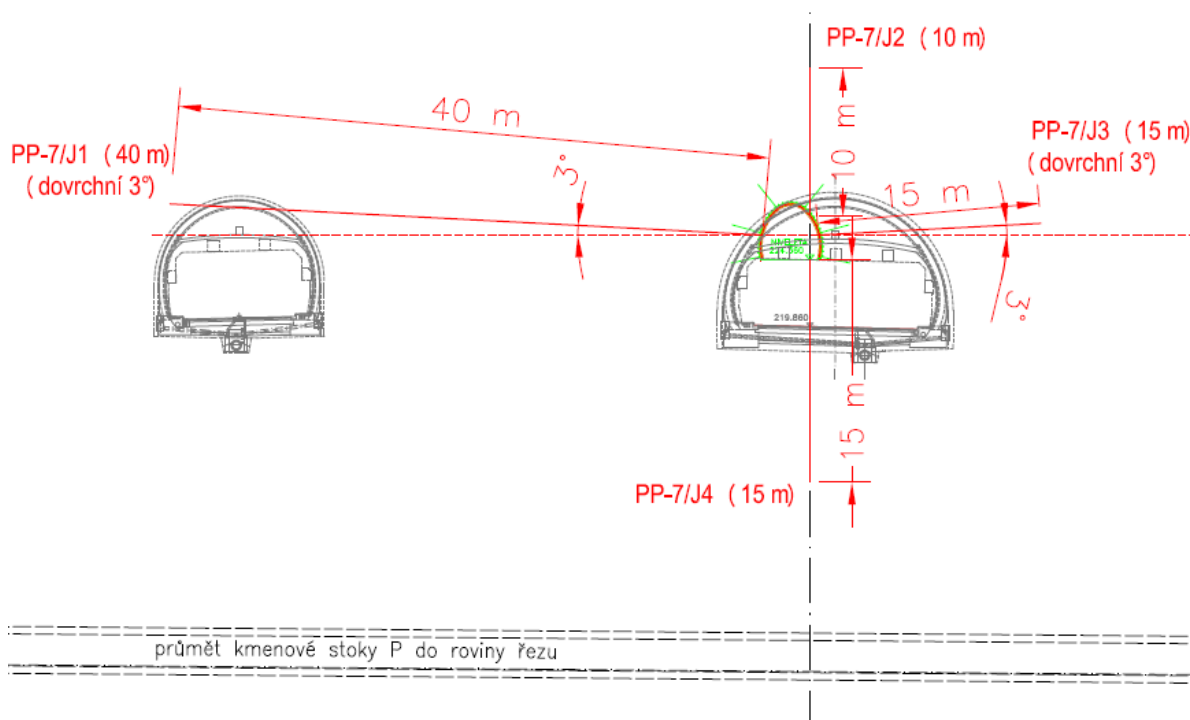
Obr. 6: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-4 ve staničení STT km 0,560



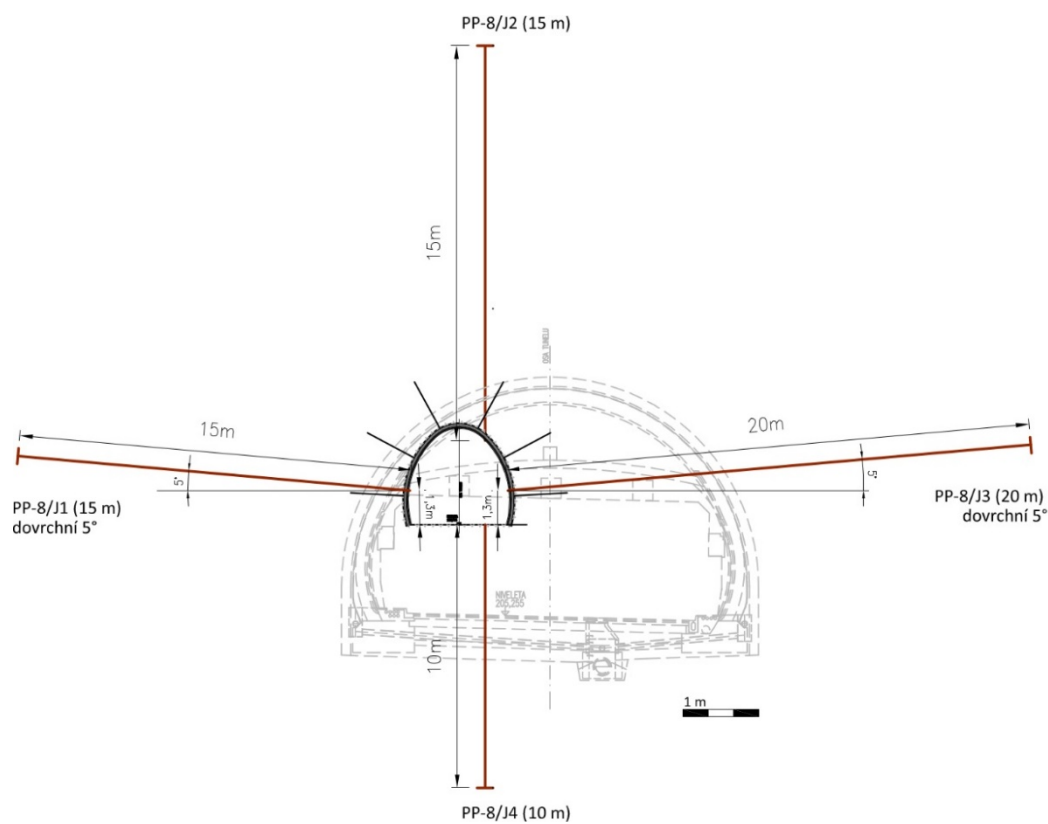
Obr. 7: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-5 ve staničení STT km 0,683



Obr. 8: Schéma umístění vrtů v presiometrickém profilu PP-6 ve staničení STT km 0,765



Obr. 9: Schéma umístění vrtů v presymetrickém profilu PP-7 ve staničení STT km 0,884



Obr. 10: Schéma umístění vrtů v presymetrickém profilu PP-8 ve staničení JTT km 1,785.92, tj. staničení 68,36 tm rozšíření průzkumné štoly do JTT

8 MPa a sondou typu NX o průměru 74 mm. Z důvodu nezbytného zachování neporušených stěn vrtu se zkoušky střídaly s vrtáním jednotlivých etází.

Metodický postup a vyhodnocení zkoušek bylo v souladu s pravidly pro standardní presiometrickou zkoušku tak, jak je uvedeno ve francouzských originálech a ČSN 72 1004. Objemové deformace byly odečítány po 15, 30 a 60 sekundách. Korekce tlakových a objemových ztrát přístroje byly při vyhodnocení respektovány podle kalibračních křivek.

Z přetvárných diagramů závislosti objemové deformace na vyvozeném radiálním tlakovém napětí (resp. zejména ze závislosti tečení na tlakovém napětí) byly určeny jako výsledky zkoušky následující hraniční body mezi třemi fázemi - elastickou, pseudoelastickou a plastickou:

- **tzv. tlak v klidu p_0** - začátek pseudoelastické fáze, tj. radiální napětí, při němž dochází k opětovnému uzavírání pórů či dělicích ploch rozevřených po uvolnění v důsledku odvrtání
- **mez tečení p_f** - hranice mezi pseudoelastickou a plastickou fází přetvoření (resp. konec lineárního stadia přetvárného diagramu)
- **mezní tlak p_{lim}** - radiální tlak, při němž se porušuje stěna vrtu. Je konstruovaný jako asymptota k přetvárnému diagramu

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

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

$$E_{def,p} = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot (v_0 + v_m) \cdot \Delta p / \Delta v$$

kde značí

v_0 ... základní objem měřicí buňky prázdné presiometrické sondy (nulové čtení)

v_m ... objem vody natlačené do měřicí buňky středním tlakem, odpovídajícím středu lineárního stadia přetvárného diagramu

$\Delta p / \Delta v$... směrnice přetvárného diagramu v lineárním pseudoelastickém stadiu

ν ... Poissonovo číslo

Z odlehčovací a opětně zatěžovací větve přetvárného diagramu byl u poloviny z celkového počtu zkoušek určen i presiometrický modul pružnosti E_p .

2.4.1.4 Laboratorní zkoušky hornin ve vrtech presiometrických vějířů

Jako doprovodné zkoušky k presiometrickým zkouškám byly realizovány **laboratorní zkoušky mechaniky hornin**, pro něž bylo z vrtů presiometrických profilů PP1 až PP7 (STT) a PP8, PP9 (JTT) odebráno **108 horninových vzorků**, z nichž bylo zhotoveno **601 zkušebních těles** pro stanovení pevnosti v prostém tlaku a příčném tahu resp. pro zjištění deformačních vlastností horninového materiálu, tj. modulu přetvárnosti.

2.4.1.5 Geofyzikální měření

Vrty pro presiometrická měření byly využity pro detailní měření metodou seismického prosvěcování s následným tomografickým zpracováním. Cílem této metody bylo detailní posouzení homogenity masivu kolem štoly, resp. v prostoru budoucí tunelové trouby (STT, resp. JTT), zejména vyhledání zkrasovělých poloh v masivu. Seismické prosvěcování v geometrii vrt-vrt bylo provedeno s krokem snímačů a zdrojů 0,5 – 1 m. Pozice snímačů ve vrtech byla stanovena inklinometrickým měřením průběhu vrtu. Pro geofyzikální měření nebyly vrty speciálně vstrojovány.

Podrobná metodika geofyzikálního měření je rekapitulována ve volné Příloze č. 8 této zprávy.

2.4.1.6 Likvidace vrtů

Po geofyzikálním měření bylo ústí vrtů do průzkumné štoly zatamponováno, aby nedocházelo k trvalým přítokům podzemní vody do průzkumné štoly.

2.4.2 Vyhodnocení prací při realizaci presiometrických vějířů

2.4.2.1 Inženýrskogeologická dokumentace průzkumných vrtů

Vrtná hlášení ze všech presiometrických vrtů jsou obsahem volné **Přílohy č. 5.4** této zprávy.

Podrobná inženýrskogeologická dokumentace presiometrických vrtů je součástí volné **Přílohy č. 5.2** této zprávy.

Umístění presiometrických vějířů je dobře patrné z volné Přílohy č. 2.1 (Horizontální geologický řez), Přílohy č. 2.2, resp. 2.3 (Podélné geotechnické řezy). Jednotlivé schématické příčné profily (řezy) presiometrických vějířů, vč. jejich délky a orientace jsou znázorněny na následujících Obr. 2 až Obr. 9.

2.4.2.2 Výsledky presiometrických zkoušek ve vrtech presiometrických vějířů a jejich posouzení

Přehled výsledků presiometrických modulů přetvárnosti a pružnosti jednotlivých zkoušek ve všech vrtech presiometrických vějířích PP1 až PP7 v průzkumné štole STT, resp. PP8 a PP9 v rozšíření do JTT je uveden v následující tabulkách. U každého profilu (z nichž profil PP1 byl rozdělen na 2 subprofily PP1A a PP1B) je zároveň uvedeno geotechnické zhodnocení výsledků s doporučením na základě statistického zpracování výsledků a korelačních vztahů odvozených modulů přetvárnosti E_{def} horninového masivu. **Hlubkové**

průběhy presiometrických modulů ve všech vrtech jednotlivých profilů pak jsou znázorněny v diagramech, obsažených **ve volné Příloze č. 6.4** této zprávy.

Poznámka: V následujících tabulkách uvedené tlaky $p_F=8,00$ MPa resp. $p_L=10,0$ MPa představují maximální technický rozsah přístroje a skutečné hodnoty mohou být vyšší

Presiometrický vějíř PP1A (staničení STT km 0,143)

vrt PP1A/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum	1124	1720	>8,00	>10,0
2	1,7		769		>8,00	>10,0
3	2,7		652	906	>8,00	>10,0
4	3,7		2311		>8,00	>10,0
5	4,7		2251	3489	>8,00	>10,0
6	5,7		2245		>8,00	>10,0
7	6,7		949	1490	>8,00	>10,0
8	7,7		106		3,62	7,25
9	8,3		100	2483	3,62	7,25

Tab. 28: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-1A

vrt PP1A/J-2						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá až navětralá, tekt. porušená (+vložky vápenců a minet) souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum	93,0		3,33	6,81
2	1,7		147	215	3,93	7,41
3	2,7		232		4,64	>8,00
4	3,7		175	252	4,22	7,75
5	4,7		161		4,02	7,65
6	5,7		199	320	4,43	8,01

Tab. 29: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-1A

Profil PP1A ve staničení km 0,143 byl situován v prostředí **souvrvství kopaninského (silur)** s převládajícím vývojem **prachovitojilovitých vápnitých břidlic**, zdravých (W1), s **velkou hustotou diskontinuit**, a byl zde zjištěn střední presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ v hodnotě 1470 MPa. Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} lze podle korelace v obdobných geotechnických podmínkách přibližně interpretovat redukční součinitel

vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky v hodnotě cca $k = 0,6$.
Potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí:

modul přetvárnosti $E_{def} = 880 \text{ MPa}$

Ve vrtu J-2 byla však v tomto místě zastižena velmi **složitá geologická stavba** (s podílem vložek vápenců a minet) s intenzivním tektonickým porušením a směrem do nadloží rychlým výskytem horizontu navětralého **W2** a následně i mírně zvětralého **W3**. K tomuto doporučujeme přihlídnout při stanovení výpočtové hodnoty modulu přetvárnosti - event. redukce na **cca $E_{def} = 600 \text{ MPa}$** .

Presiometrický vějíř PP-1B (staničení STT km 0,152)

vrt PP1B/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	vápnitý prachovec až vápenec, zdravý W1, tektonicky porušený kopaninské souvrství, silur, paleozoikum <i>tektonické poruchové pásmo (barrandovský zlom)</i>	123	188	3,71	7,21
2	1,7		106		3,52	7,01
3	2,7		118	190	3,52	7,21
4	3,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1, kopaninské souvrství, silur, paleozoikum <i>tektonické poruchové pásmo (barrandovský zlom)</i>	80,2		2,71	6,61
5	4,7		114	158	3,02	7,21
6	5,7		75,1		2,61	6,81
7	6,7		99,4	154	3,52	7,01
8	7,7		63,3		2,51	6,41
9	8,7		77,4	114	2,61	6,81

Tab. 30: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-1B

vrt PP1B/J-2						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý až navětralý W1/W2, tektonicky porušený kopaninské souvrství, silur, paleozoikum <i>tektonické poruchové pásmo (barrandovský zlom)</i>	88,0	128	2,41	6,31
2	1,7		240		4,55	8,01
3	2,7		86,3	119	2,41	6,41
4	3,7		123		3,42	7,01
5	4,7		107	162	3,22	6,81
6	5,7		142		3,62	7,21

Tab. 31: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-1B

vrt PP1B/J-3						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	vápnitý prachovec až vápenec s vložkami prachovitojílovitých břidlic, zdravý W1, tektonicky porušený kopaninské souvrství, silur, paleozoikum <i>tektonické poruchové pásmo (barrandovský zlom)</i>	170		3,82	6,81
2	1,7		177	269	3,82	6,81
3	2,7		202		4,02	7,01
4	3,7		197	270	3,92	7,11
5	4,7		181		3,52	6,81
6	5,7		171	229	3,52	6,81
7	6,7		182		3,72	6,71
8	7,7		188	274	3,82	7,01
9	8,7		199		3,92	7,01
10	9,7		195	296	3,72	6,81
11	10,7		181		3,62	6,61
12	11,7		187	301	3,62	6,61
13	12,7		231		4,02	7,81
14	13,7		200	304	3,92	7,11
15	14,7		192		3,82	6,91
16	15,7		226	371	4,42	8,01
17	16,7		191		3,82	6,91
18	17,7		216	330	4,02	7,81
19	18,7		275		4,82	>8,00
20	19,5		301	436	4,82	>8,00

Tab. 32: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-1B

vrt PP1B/J-4						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,8	mikritický vápenec s vložkami prachovitojílovitých břidlic, zdravý W1, tektonicky porušený kopaninské souvrství, silur, paleozoikum <i>tektonické poruchové pásmo (barrandovský zlom)</i>	302		4,92	>8,00
2	1,7		262	441	4,82	>8,00
3	2,7		374		>8,00	>10,0
4	3,7		201	568	4,22	7,61
5	4,7		269		4,62	8,01
6	5,7		465	433	>8,00	>10,0

7	6,7		601		>8,00	>10,0
8	7,7		619	914	>8,00	>10,0
9	8,7		269		4,82	>8,00
10	9,7		290	441	4,82	>8,00

Tab. 33: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-1B

Profil PP-1B ve staničení STT km 0,152 byl situován v prostředí **tektonicky porušeného kopaninského souvrství (silur) – v pásnu barrandovského zlomu (tektonické poruchové pásmo)**. Jednalo se o střídání poloh tektonicky namožených mikritických kalových vápenců a vápničných prachovců s polohami prachovitějilovitých břidlic, zdravých (W1), s hustotou diskontinuit velmi velkou, a byl zde zjištěn střední presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ v hodnotě 257 MPa. Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} lze podle korelace v obdobných geotechnických podmínkách přibližně interpretovat redukční součinitel vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky v hodnotě $k \sim 0,65$. Potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí přibližně

modul přetvárnosti $E_{def} = 170$ MPa

Presiometrický vějíř PP2 (staničení 0,187 km)

vrt PP2/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	2511	3541	>8,00	>10,0
2	1,7		722		>8,00	>10,0
3	2,7		1893	2953	>8,00	>10,0
4	3,7		2486		>8,00	>10,0
5	4,7		1483	2239	>8,00	>10,0
6	5,7		1207		>8,00	>10,0
7	6,7		1841	2541	>8,00	>10,0
8	7,7		1808		>8,00	>10,0
9	8,7		1799	2986	>8,00	>10,0
10	9,7		2353		>8,00	>10,0

Tab. 34: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-2

vrt PP2/J-2						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	438		>8,00	>10,0
2	1,7		960	1334	>8,00	>10,0
3	2,7		664		>8,00	>10,0
4	3,7		961	1393	>8,00	>10,0
5	4,7		721		>8,00	>10,0
6	5,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	967	1518	>8,00	>10,0
7	6,7		966		>8,00	>10,0
8	7,7		607	971	>8,00	>10,0
9	8,7	prachovec, silně zvětralý W4 souvrství pražské, devon, paleozoikum	264		4,63	>8,00
10	9,7		230	343	4,23	7,81

Tab. 35: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-2

vrt PP2/J-3						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	837	1406	>8,00	>10,0
2	1,7		2258		>8,00	>10,0
3	2,7		948	1603	>8,00	>10,0
4	3,7		1097		>8,00	>10,0
5	4,7		2234	3307	>8,00	>10,0
6	5,7		939		>8,00	>10,0
7	6,7		1734	2822	>8,00	>10,0
8	7,7		1723		>8,00	>10,0
9	8,7		903	1394	>8,00	>10,0
10	9,7		2133		>8,00	>10,0
11	10,7		1292	2225	>8,00	>10,0
12	11,7		893		>8,00	>10,0
13	12,7		2119	3226	>8,00	>10,0
14	13,7		2104		>8,00	>10,0

vrt PP2/J-3						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
15	14,7		1278	1852	>8,00	>10,0
16	15,7		2137		>8,00	>10,0
17	16,7		899	1425	>8,00	>10,0
18	17,7		1274		>8,00	>10,0
19	18,7		2102	3132	>8,00	>10,0
20	19,5		2172		>8,00	>10,0

Tab. 36: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-2

vrt PP2/J-4						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvství pražské, devon, paleozoikum	558	787	>8,00	>10,0
2	1,7		599		>8,00	>10,0
3	2,7		634	989	>8,00	>10,0
4	3,7		627		>8,00	>10,0
5	4,7		1074	1622	>8,00	>10,0
6	5,7		906		>8,00	>10,0
7	6,7		902	1245	>8,00	>10,0
8	7,7		1060		>8,00	>10,0
9	8,7		2091	3471	>8,00	>10,0
10	9,7		2191		>8,00	>10,0
11	10,7		910	1265	>8,00	>10,0
12	11,7		898		>8,00	>10,0
13	12,7		2152	3120	>8,00	>10,0
14	13,7		895		>8,00	>10,0
15	14,7		887	1393	>8,00	>10,0
16	15,7		1183		>8,00	>10,0
17	16,7		2133	3413	>8,00	>10,0
18	17,7		1033		>8,00	>10,0
19	18,7		1569	2338	>8,00	>10,0
20	19,7		2102		>8,00	>10,0

Tab. 37: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-2

Profil PP2 ve staničení STT km 0,187 byl situován **v prostředí facie dvorecko-prokopských vápenců** (pražské souvrství – devon) s převládajícím vývojem **mikritických kalových vápenců, zdravých (W1)**, s hustotou diskontinuit střední až velkou, a byl zde zjištěn střední presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ v hodnotě 1400 MPa. Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} lze podle korelace v obdobných geotechnických podmínkách přibližně interpretovat redukční součinitel vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky v hodnotě $k \sim 0,70$. Potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí cca

modul přetvárnosti $E_{def} = 1000$ MPa

Presiometrický vějíř PP3 (staničení STT km 0,270)

vrt PP3/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	180		2,32	4,24
2	1,7		107	178	3,53	6,54
3	2,7		533		>8,00	>10,0
4	3,7		815	1111	>8,00	>10,0
5	4,7		699		>8,00	>10,0
6	5,7		963	1391	>8,00	>10,0
7	6,7		888		>8,00	>10,0
8	7,7		1790	2387	>8,00	>10,0
9	8,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	567		>8,00	>10,0
10	9,7		774	1161	>8,00	>10,0
11	10,7		701		>8,00	>10,0
12	11,7		889	1185	>8,00	>10,0
13	12,7		555		>8,00	>10,0
14	13,7		728	1092	>8,00	>10,0
15	14,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	1274		>8,00	>10,0
16	15,7		1254	1672	>8,00	>10,0
17	16,7		537		>8,00	>10,0
18	17,7		850	1322	>8,00	>10,0
19	18,7		724		>8,00	>10,0
20	19,5		653	890	>8,00	>10,0

Tab. 38: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-3

vrt PP3/J-2						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	192		2,72	5,53
2	1,7		515	744	>8,00	>10,0
3	2,7		521		>8,00	>10,0
4	3,7		824	1177	>8,00	>10,0
5	4,7		410		>8,00	>10,0
6	5,7		358	627	>8,00	>10,0
7	6,7		569		>8,00	>10,0
8	7,7		549	824	>8,00	>10,0
9	8,7		414		>8,00	>10,0
10	9,7		399	638	>8,00	>10,0

Tab. 39: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-3

vrt PP3/J-3						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	142		2,31	4,04
2	1,7		851	1064	>8,00	>10,0
3	2,7		740		>8,00	>10,0
4	3,7		565	925	>8,00	>10,0
5	4,7		542		>8,00	>10,0
6	5,7		559	839	>8,00	>10,0
7	6,7		866		>8,00	>10,0
8	7,7		865	1236	>8,00	>10,0
9	8,7		856		>8,00	>10,0
10	9,7		844	1206	>8,00	>10,0
11	10,7		669		>8,00	>10,0
12	11,7		787	1137	>8,00	>10,0
13	12,7		1204		>8,00	>10,0
14	13,7		607	883	>8,00	>10,0
15	14,7		853		>8,00	>10,0
16	15,7		606	881	>8,00	>10,0

vrt PP3/J-3						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
17	16,7		552		>8,00	>10,0
18	17,7		547	821	>8,00	>10,0
19	18,7		844		>8,00	>10,0
20	19,7		821	1173	>8,00	>10,0

Tab. 40: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-3

vrt PP3/J-4						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	mikritický vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	130		2,00	4,04
2	1,7		337	613	>8,00	>10,0
3	2,7		573		>8,00	>10,0
4	3,7		513	789	>8,00	>10,0
5	4,7		575		>8,00	>10,0
6	5,7		564	846	>8,00	>10,0
7	6,7		558		>8,00	>10,0
8	7,7		561	842	>8,00	>10,0
9	8,7		753		>8,00	>10,0
10	9,7		853	1066	>8,00	>10,0

Tab. 41: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-3

Hodnoty presiomrických modulů naměřené v profilu PP3 ve staničení km 0,270 odpovídají charakteru horninového prostředí v místech měřených presiomrických profilů, včetně vystižení anizotropie a heterogenity při střídání **pevnějších vápenců a měkčích vložek vápnitých břidlic**.

Ze souhrnné interpretace výsledků presiomrických zkoušek vyplývá pro jednotlivé vrty následující zhodnocení:

Výsledky jednotlivých zkoušek dále vystihují současný stav horninového masivu v okolí vyražené průzkumné štoly. Při situování v pásnu přímo sousedícím s lícem výrubu v odlehčené zóně jsou hodnoty modulů oproti stavu v přirozeném uložení výrazně sniženy. Naopak dále od výrubu v přitížené zóně jsou vzhledem ke komprimaci horniny a souvisejícímu těsnému sevření rozdělovacích ploch presiomrické moduly vyšší než v přirozeném uložení.

Reprezentativní průměr (po vyloučení hodnot z odlehčené zóny, tektonické brekcie atd.) je pro vertikální směr (resp. měření v horizontálních vrtech) v hodnotě 795 MPa a pro horizontální směr (resp. měření ve vertikálních vrtech) v hodnotě 561 MPa, což je poměr 0,7, který je pravděpodobně adekvátní součiniteli bočního tlaku v přirozeném uložení. Celkový ("započítatelný") průměr je 678 MPa. Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} lze podle korelace v obdobných geotechnických podmínkách přibližně interpretovat redukční součinitel vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky v hodnotě $k \sim 0,80$. Potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí:

modul přetvárnosti $E_{def} = 540$ MPa

Presiometrický vějíř PP4 (staničení 0,560 km)

vrt PP4/J-1						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	vápenec dolomitický, zdravý W1, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	2033		>8,00	>10,0
2	1,7		3530	5648	>8,00	>10,0
3	2,7		2576		>8,00	>10,0
4	3,7		2039	3671	>8,00	>10,0
5	4,7		4306		>8,00	>10,0
6	5,7		2388	4180	>8,00	>10,0
7	6,7		2972		>8,00	>10,0
8	7,7		4289	5962	>8,00	>10,0
9	8,7		3209		>8,00	>10,0
10	9,7		3710	6270	>8,00	>10,0
11	10,7		2946		>8,00	>10,0
12	11,7		4924	7139	>8,00	>10,0
13	12,7		4252		>8,00	>10,0
14	13,7		3466	5718	>8,00	>10,0
15	14,7		2010		>8,00	>10,0
16	15,7		1723	3343	>8,00	>10,0
17	16,7		2014		>8,00	>10,0
18	17,7		2037	3687	>8,00	>10,0
19	18,7		2578		>8,00	>10,0
20	19,7		2556	4371	>8,00	>10,0

Tab. 42: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-4

vrt PP4/J-2						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,8	vápenec dolomitický, zdravý W1 souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	720		>8,00	>10,0
2	1,7		2966	5191	>8,00	>10,0
3	2,7		3503		>8,00	>10,0
4	3,7		4273	8033	>8,00	>10,0
5	4,7		2434		>8,00	>10,0
6	5,7		2140	3616	>8,00	>10,0
7	6,7		3691		>8,00	>10,0
8	7,7		2473	3586	>8,00	>10,0
9	8,7		2390		>8,00	>10,0
10	9,7		3462	5921	>8,00	>10,0
11	10,7		2008		>8,00	>10,0
12	11,7		2418	3675	>8,00	>10,0
13	12,7		1557		>8,00	>10,0

Tab. 43: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-4

vrt PP4/J-3						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	vápenec dolomitický, zdravý W1 souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	2390		>8,00	>10,0
2	1,7		3520	5456	>8,00	>10,0
3	2,7		2972		>8,00	>10,0
4	3,7		3705	6484	>8,00	>10,0
5	4,7		2467		>8,00	>10,0
6	5,7		2387	4272	>8,00	>10,0
7	6,7		2028		>8,00	>10,0
8	7,7		3476	5040	>8,00	>10,0
9	8,7		4208		>8,00	>10,0
10	9,7		2033	3233	>8,00	>10,0
11	10,7		2487		>8,00	>10,0
12	11,7		2437	3777	>8,00	>10,0
13	12,7		3458		>8,00	>10,0
14	13,7		2546	4252	>8,00	>10,0
15	14,7		2932		>8,00	>10,0

16	15,7		2418	4449	>8,00	>10,0
17	16,7		2964		>8,00	>10,0
18	17,7		4167	7459	>8,00	>10,0
19	18,7		2466		>8,00	>10,0
20	19,7		2404	4039	>8,00	>10,0

Tab. 44: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-4

vrt PP4/J-4						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,9	vápenec dolomitický, zdravý W1 souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	1132	2026	>8,00	>10,0
2	1,7		2949		>8,00	>10,0
3	2,7		2952	5254	>8,00	>10,0
4	3,7		3472		>8,00	>10,0
5	4,7		2356	3959	>8,00	>10,0
6	5,7		2451		>8,00	>10,0
7	6,7		2409	4312	>8,00	>10,0

Tab. 45: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-4

Hodnoty presiometrických modulů naměřené v profilu PP4 ve staničení km 0,560 odpovídají charakteru horninového prostředí zdravých dolomitických vápenců lochkovského souvrství (resp., v koncové části vrtu J-1, též zdravých mikritických vápenců souvrství pražského, dvorecko-prokopských vápenců, obojí devon, paleozoikum).

Ze souhrnné interpretace výsledků presiometrických zkoušek vyplývá pro jednotlivé profily následující zhodnocení:

Reprezentativní průměr (po vyloučení hodnot z odlehčené zóny) je pro vertikální směr (resp. měření v horizontálních vrtech) v hodnotě 2925 MPa a pro horizontální směr (resp. měření ve vertikálních vrtech) v hodnotě 2770 MPa. Celkový ("započítatelný") průměr je pak 2847 MPa. Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} lze podle korelace v obdobných geotechnických podmínkách přibližně interpretovat redukční součinitel vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky v hodnotě $k \sim 0,60$. Potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí:

$$\text{modul přetvárnosti } E_{def} = 0,65 \cdot 2770 = 1660 \text{ MPa}$$

Presiometrický vějíř PP5 (staničení STT km 0,560)

vrt PP5/J-1						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,9	prachovitojilovitá břidlice zdravá W1 souvství přídolské, silur, paleozoikum	327		>8,00	>10,0
2	1,7		707	921	>8,00	>10,0
3	2,7		609		>8,00	>10,0
4	3,7		935	1202	>8,00	>10,0
5	4,7		908		>8,00	>10,0
6	5,7		749	985	>8,00	>10,0
7	6,7		600		>8,00	>10,0
8	7,7		663	876	>8,00	>10,0
9	8,7		1060		>8,00	>10,0
10	9,7		1154	1540	>8,00	>10,0
11	10,7		2650		>8,00	>10,0
12	11,6	tektonická porucha charakteru jílu se střípky břidlic	64	98	1,98	4,28
13	12,7		110		3,03	5,78
14	13,7	prachovitojilovitá břidlice, vápnitá, zdravá W1 souvství přídolské, silur, paleozoikum	889	1142	>8,00	>10,0
15	14,7		656		>8,00	>10,0
16	15,7		1117	1463	>8,00	>10,0
17	16,7	střídání desek jemnozrnných vápenců a vrstviček prachojilovitých břidlic	104		3,04	6,29
18	17,7		208	296	2,85	5,85
19	18,7		649		>8,00	>10,0
20	19,7		778	1027	>8,00	>10,0

Tab. 46: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-5

vrt PP5/J-2						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1 souvství přídolské, silur, paleozoikum	305		>8,00	>10,0
2	1,7		543	753	>8,00	>10,0
3	2,7		586		>8,00	>10,0
4	3,7		895	1167	>8,00	>10,0
5	4,7		474		>8,00	>10,0

vrt PP5/J-2						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
6	5,7		731	958	>8,00	>10,0
7	6,7		588	811	>8,00	>10,0
8	7,7		586	824	>8,00	>10,0
9	8,8		526		>8,00	>10,0
10	9,9		487	675	>8,00	>10,0
11	10,7		548		>8,00	>10,0
12	11,7		520	736	>8,00	>10,0
13	12,7		396		>8,00	>10,0

Tab. 47: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-5

vrt PP5/J-3						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	prachovitojílovitá břidlice, zdravá W1 <i>souvrství přídolské, silur, paleozoikum</i>	335		>8,00	>10,0
2	1,7		649	833	>8,00	>10,0
3	2,7		571		>8,00	>10,0
4	3,7		1074	1426	>8,00	>10,0
5	4,7		1132		>8,00	>10,0
6	5,7		1128	1475	>8,00	>10,0
7	6,7		1032		>8,00	>10,0
8	7,7		659	842	>8,00	>10,0
9	8,7		808		>8,00	>10,0
10	9,7		579	811	>8,00	>10,0
11	10,7		1238		>8,00	>10,0
12	11,7		1789	2367	>8,00	>10,0
13	12,7		2021		>8,00	>10,0
14	13,7		1240	1639	>8,00	>10,0
15	14,7		1000		>8,00	>10,0
16	15,7		1001	1328	>8,00	>10,0
17	16,7	jemnozrný vápenec, bituminózní, zdravý (<i>souvrství přídolské, silur, paleozoikum</i>)	3010		>8,00	>10,0
18	17,7		1776	2314	>8,00	>10,0
19	18,7		3295		>8,00	>10,0
20	19,7		4375	5210	>8,00	>10,0

Tab. 48: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-5

vrt PP5/J-4						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,9	prachovitojílovitá břidlice, vápnitá, zdravá (<i>souvrství předolské, silur, paleozoikum</i>)	282		>8,00	>10,0
2	1,7		509	716	>8,00	>10,0
3	2,7		1151		>8,00	>10,0
4	3,7		849	1155	>8,00	>10,0
5	4,7		789		>8,00	>10,0
6	5,7		2687	3227	>8,00	>10,0
7	6,7		886		>8,00	>10,0

Tab. 49: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-5

Naměřené hodnoty presiomrických modulů v profilu PP5 – km 0,683 odpovídají charakteru zastiženého **souvrství předolského (požárského) - silur**.

Dominantním horninovým prostředím je zde zdravá **prachovitojílovitá břidlice, vápnitá**. Z celého vějíře PP5 obsahujícího 60 presiomrických zkoušek jich bylo v tomto geotechnickém typu situováno celkem 46 a jejich průměrný presiomrický modul **přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 850 MPa**.

S ohledem na značný rozsah tohoto souboru měření je vhodné pro vystižení anizotropie přetvárnosti uvést i jednotlivé reprezentativní průměry (po vyloučení hodnot z odlehčené zóny).

Pro vertikální směr (resp. měření v kvazihorizontálních vrtech) byl průměr (ze 13 měření) v západním (levém) boku průzkumné štoly (ve vrtu J1) v hodnotě 977 MPa a ve východním (pravém) boku průzkumné štoly (ve vrtu J3) v hodnotě 1061 MPa (vážený průměr z obou těchto vrtů byl 1022 MPa).

Pro horizontální směr (resp. měření ve vertikálních vrtech) byly zjištěny značné rozdíly v nadloží a podloží průzkumné štoly. V podloží ve vrtu J4 byl průměr (ze 6 měření) v hodnotě 1145 MPa, což je adekvátní hloubkovém zvětšování modulů v návaznosti na výsledky z výše uvedených kvazihorizontálních vrtech. V nadloží ve vrtu J2 byl průměr (ze 12 měření) v hodnotě 573 MPa, toto podstatné zmenšení je zde pravděpodobně způsobeno ovlivněním úrovně horninové napjatosti (odlehčená zóna).

U tektonicky porušené prachovitojílovité břidlice byl ve vrtu J1 zjištěn průměr (ze 2 měření) v hodnotě 87 MPa.

U podružného geotechnického typu zdravého jemnozrnného vápence, bituminózního byl ve vrtu J3 zjištěn průměr (ze 4 měření) v hodnotě 3114 MPa.

Konečně u přechodného geotechnického typu střídaní desek zdravého jemnozrnného vápence a vrstviček prachovitojílovitých břidlic byl ve vrtu J1 zjištěn průměr (ze 4 měření) v hodnotě 435 MPa. Příslušná redukce modulů je zde způsobena dominantním vlivem břidlic.

Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} horninového masivu dle dříve zjištěné korelace v obdobných geotechnických podmínkách lze přibližně interpretovat redukční součinitel k

(vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky) v následujících hodnotách:

Pro zdravou prachovitojílovitou břidlici $k \sim 0,65$ a potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí:

modul přetvárnosti $E_{def} = 0,65 \cdot 850 = 553$, zaokrouhleno 550 MPa

Výrazně vyšší resp. nižší hodnoty modulů zjištěných u vložek pevnějších vápenců resp. naopak tektonicky namožených poloh břidlice představují lokální nehomogenity a musí být takto interpretovány, tzn. že mohou být event. uplatněny nejvýše při návrhu malých konstrukčních prvků.

Presiometrický vějíř PP6 (staničení STT km 0,765)

vrt PP6/J-1						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,9	jemnozrnný vápenec, zdravý	386		>8,00	>10,0
2	1,7		2338	2882	>8,00	>10,0
3	2,7	prachovitojílovitá břidlice, zdravá W1 souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum	2021		>8,00	>10,0
4	3,7		1683	2359	>8,00	>10,0
5	4,7		1721		>8,00	>10,0
6	5,7		1339	1747	>8,00	>10,0
7	6,7		2453		>8,00	>10,0
8	7,7		2712	3361	>8,00	>10,0
9	8,7		1645		>8,00	>10,0
10	9,7		1856	2221	>8,00	>10,0
11	10,7		2014		>8,00	>10,0
12	11,7		1339	1726	>8,00	>10,0
13	12,7	střídání desek jemnozrnných vápenců a prachojílovitých břidlic	2176		>8,00	>10,0
14	13,7		2190	2597	>8,00	>10,0
15	14,7	prachovitojílovitá břidlice, zdravá W1 souvrvství kopaninské, silur, paleozoikum	1604		>8,00	>10,0
16	15,7		2514	3019	>8,00	>10,0
17	16,7		2667		>8,00	>10,0
18	17,7		3154	3784	>8,00	>10,0
19	18,7	jemnozrnný vápenec, zdravý	2657		>8,00	>10,0
20	19,7		3544	4242	>8,00	>10,0

Tab. 50: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-6

vrt PP6/J-2						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1 souvství kopaninské, silur, paleozoikum	317		>8,00	>10,0
2	1,6		505	706	>8,00	>10,0
3	2,7		405		>8,00	>10,0
4	3,7		382	541	>8,00	>10,0
5	4,7		601		>8,00	>10,0
6	5,7		388	549	>8,00	>10,0
7	6,7		482		>8,00	>10,0
8	7,7		679	883	>8,00	>10,0
9	8,8	rytmické střídání prachojilovité břidlice a jemnozrnného vápence	1456		>8,00	>10,0
10	9,7		887	1152	>8,00	>10,0

Tab. 51: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-6

vrt PP6/J-3						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,7	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1 souvství kopaninské, silur, paleozoikum	338		>8,00	>10,0
2	1,7		1122	1456	>8,00	>10,0
3	2,7		1390		>8,00	>10,0
4	3,7		2315	2782	>8,00	>10,0
5	4,7		4227		>8,00	>10,0
6	5,7		3506	4236	>8,00	>10,0
7	6,7		1207		>8,00	>10,0
8	7,7		2302	2768	>8,00	>10,0
9	8,7		1120		>8,00	>10,0
10	9,7		3744	4483	>8,00	>10,0
11	10,7		3761		>8,00	>10,0
12	11,7		1999	2590	>8,00	>10,0
13	12,7		898		>8,00	>10,0
14	13,7		2003	2419	>8,00	>10,0
15	14,7		1087		>8,00	>10,0
16	15,7		1994	2594	>8,00	>10,0
17	16,7		960		>8,00	>10,0
18	17,7		2001	2417	>8,00	>10,0
19	18,7		1066		>8,00	>10,0
20	19,7	jemnozrnný vápenec, zdravý	1377	1785	>8,00	>10,0

Tab. 52: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-6

vrt PP6/J-4						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	0,8	prachovitojilovitá břidlice, zdravá W1 souvrství kopaninské, silur, paleozoikum	304		>8,00	>10,0
2	1,9		510	714	>8,00	>10,0
3	2,7		494		>8,00	>10,0
4	3,7		362	511	>8,00	>10,0
5	4,7		287		>8,00	>10,0
6	5,7		703	903	>8,00	>10,0
7	6,7		443		>8,00	>10,0
8	7,7		288	412	>8,00	>10,0
9	8,7		508		>8,00	>10,0
10	9,7		844	1087	>8,00	>10,0

Tab. 53: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-6

Naměřené hodnoty **presiometrických modulů v profilu PP6** – km 0,765 odpovídají charakteru zastiženého **souvrství kopaninského (silur – paleozoikum)**.

Dominantním horninovým prostředím je zde opět **zdravá (w1) prachovitojilovitá břidlice**, vápnitá. Z celého vějíře PP6 obsahujícího 60 presiometrických zkoušek jich bylo v tomto geotechnickém typu situováno celkem 48 a jejich průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil **1242 MPa**.

S ohledem na značný rozsah tohoto souboru měření je vhodné pro orientační **vystižení anizotropie přetvárnosti** uvést i jednotlivé reprezentativní průměry.

Pro **vertikální směr** (resp. měření v horizontálních vrtech) byl průměr (ze 14 měření) v západním (levém) boku průzkumné štoly (**ve vrtu J1**) v hodnotě **2817 MPa** a ve východním (pravém) boku průzkumné štoly (**ve vrtu J3 – 18 měření**) v hodnotě **2039 MPa** (vážený průměr z obou těchto vrtů byl 2379 MPa).

Pro **horizontální směr** (resp. měření ve vertikálních vrtech) byly zjištěny prakticky stejné průměry v nadloží (7 měření) i podloží (9 měření) průzkumné štoly a **sice 493 MPa**. Podstatné snížení oproti vertikálnímu směru je zde pravděpodobně způsobeno ovlivněním úrovně horninové napjatosti.

U podružného geotechnického typu **zdravého jemnozrného vápence**, bituminózního byl ve vrtu zjištěn průměr (ze 3 měření) v **hodnotě 3057 MPa**.

Konečně u přechodového geotechnického typu **rytmického střídání zdravé prachovitojilovité břidlice a jemnozrného vápence** byl ve vrtu zjištěn průměr (ze 4 měření) v **hodnotě 2685 MPa**.

Pro odvození **modulu přetvárnosti E_{def}** horninového masivu dle dříve zjištěné korelace v obdobných geotechnických podmínkách lze přibližně interpretovat redukční součinitel k

(vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky) v následujících hodnotách:

Pro **zdravou prachovitojilovitou břidlici** lze interpretovat hodnotu $k \sim 0,65$ a potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí:

modul přetvárnosti $E_{def} = 0,65 \cdot 1242 = 807$, zaokrouhloeno 800 MPa

Výrazně vyšší hodnoty modulů zjištěných u vložek pevnějších vápenců představují lokální nehomogenity a musí být takto interpretovány, tzn. že mohou být event. uplatněny nejvýše při návrhu malých konstrukčních prvků.

Presiometrický vějíř PP7 (staničení STT km 0,885)

vrt PP7/J-1						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední až malá, zdravá, s polohami vápence prachovitého	899		>8,00	>10,0
2	1,7		2106	2530	>8,00	>10,0
3	2,7		2027		>8,00	>10,0
4	3,7		1485	1911	>8,00	>10,0
5	4,7		990		>8,00	>10,0
6	5,7	granulát lávový s podílem alterovaných vápenců a břidlic	797	1004	>8,00	>10,0
7	6,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední	908		>8,00	>10,0
8	7,7	vápenec prachovitý, bituminózní, HD střední	1444	1884	>8,00	>10,0
9	8,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední	1431		>8,00	>10,0
10	9,7	granulát lávový zdravý, s podílem alterovaných vápenců (mramory) a břidlic	1503	1552	>8,00	>10,0
11	10,7		898		>8,00	>10,0
12	11,7	břidlice s vulkanickou příměsí, zdravá	1207	1553	>8,00	>10,0
13	12,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední až malá, zdravá	772		>8,00	>10,0
14	13,7		670	897	>8,00	>10,0
15	14,7	vápenec prachovitý, bituminózní, HD střední, zdravý	1485		>8,00	>10,0
16	15,7		923	1208	>8,00	>10,0
17	16,7	břidlice tektonicky podrcená, s vulkanickou příměsí (brekcie), zdravá	321		4,65	>10,0
18	17,7		412	593	4,64	>10,0
19	18,7	granulát lávový zdravý, s podílem alterovaných vápenců (mramory) a břidlic	1002		>8,00	>10,0
20	19,7		663	804	>8,00	>10,0

Tab. 54: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-7

vrt PP7/J-2						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti Edef,p (MPa)	presiomrický modul pružnosti Ep (MPa)	tlak na mezi tečení pF (MPa)	mezní tlak pL (MPa)
1	0,8	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední	348		4,72	>10,0
2	1,7		486	671	>8,00	>10,0
3	2,7	břidlice tektonicky podrcená, s vulkanickou příměsí	55		1,95	3,73
4	3,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední	114	174	3,35	6,42
5	4,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední	470		5,22	7,71
6	5,7	vápenec prachovitý, bituminózní, HD střední	141	211	3,46	>10,0
7	6,7	břidlice s vulkanickou příměsí, zdravá	347		>8,00	>10,0
8	7,7	vápenec prachovitý, bituminózní, HD střední, zdravý	594	804	>8,00	>10,0
9	8,7		931		>8,00	>10,0
10	9,7	vápenec prachovitý, bituminózní, HD střední, zdravý	803	1446	>8,00	>10,0

Tab. 55: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-7

vrt PP7/J-3						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti Edef,p (MPa)	presiomrický modul pružnosti Ep (MPa)	tlak na mezi tečení pF (MPa)	mezní tlak pL (MPa)
1	0,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední až malá, zdravá, s polohami vápence prachovitého	668		>8,00	>10,0
2	1,7		2163	2596	>8,00	>10,0
3	2,7		955		>8,00	>10,0
4	3,7		2115	2537	>8,00	>10,0
5	4,7		2259		>8,00	>10,0
6	5,7		2168	2607	>8,00	>10,0
7	6,7		942		>8,00	>10,0
8	7,7		2114	2539	>8,00	>10,0
9	8,7		873		>8,00	>10,0
10	9,7		1178	1552	>8,00	>10,0
11	10,7		2079		>8,00	>10,0
12	11,7		2080	2491	>8,00	>10,0
13	12,7		2041		>8,00	>10,0
14	13,7		1517	1910	>8,00	>10,0
15	14,7		2032		>8,00	>10,0

Tab. 56: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-7

vrt PP7/J-4						
zk. č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,7	břidlice prachovitá, vápnitá, HD střední až malá, zdravá, s polohami vápence prachovitého	346	468	4,62	>10,0
2	1,7		603		>8,00	>10,0
3	2,7		601	798	>8,00	>10,0
4	3,7		667		>8,00	>10,0
5	4,7		916	1180	>8,00	>10,0
6	5,7		1445		>8,00	>10,0
7	6,7		1414	1887	>8,00	>10,0
8	7,7		1554		>8,00	>10,0
9	8,7		1909	2485	>8,00	>10,0
10	9,7		1885		>8,00	>10,0
11	10,7		1889	2452	>8,00	>10,0
12	11,7		921		>8,00	>10,0
13	12,7		673	897	>8,00	>10,0
14	13,7		933		>8,00	>10,0
15	14,7		875	1176	>8,00	>10,0

Tab. 57: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-7

Zjištěné hodnoty presiomrických modulů v profilu PP7 (km 0,885) celkově odpovídají charakteru zastiženého **souvrství motolského - silur**. Horninový masiv je zde vzhledem ke značné hloubce pod povrchem terénu tvořen výhradně zdravým (w_1) horizontem. Geologické poměry jsou však s ohledem na velkou proměnlivost petrografického složení a tektonického narušení značně komplikované. V detailu se velmi rychle **střídají převládající břidlice prachovité, vápnité s polohami vápence prachovitého**, většinou bituminózního. Hustota diskontinuit (dále HD) je velmi proměnlivá, od střední a malé až k velmi velké (v tektonicky podcrazených polohách).

Z celého vějíře PP7 obsahujícího 60 presiomrických zkoušek jich bylo v tomto prostředí situováno celkem 33 (tj. 55%) a jejich **průměrný presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ činil 1461 MPa**.

Uvedený výsledek má platnost pro objemovou jednotku horninového bloku. Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} horninového masivu je zde interpretována dříve zjištěná korelace (platná v obdobných geotechnických podmínkách) s redukčním součinitelem k (vystihující malé prostorové a časové měřítko presiomrické zkoušky) v hodnotě $k \sim 0,6$. Potom příslušná normová hodnota pro horninový masiv zde činí $E_{def} = 0,6 \cdot 1461 = 877$, **zaokrouhloeno 880 MPa**.

U podružně se vyskytujících horninových **bloků prakticky bez vápenců, tj. u zdravé břidlice prachovité, vápnité, s hustotou diskontinuit převážně střední**, byl zjištěn průměrný

(ze 7 výsledků) presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ v hodnotě **693 MPa**. Z tohoto po redukcí součinitelem $k \sim 0,6$ činí příslušná normová hodnota pro horninový masiv činí **$E_{\text{def}} = 0,6 \cdot 693 = 416$, zaokrouhleno 420 MPa**.

U horninových bloků s převahou vápence prachovitého, bituminózního, se střední hustotou diskontinuit, byl zjištěn průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ v hodnotě **1284 MPa**. Pro **vápenec** tento relativně nízký modul je způsoben jednak uvedenou hustotou diskontinuit a dále jeho bituminózním charakterem. Po redukcí součinitelem $k \sim 0,6$ činí příslušná normová hodnota pro horninový masiv **$E_{\text{def}} = 0,6 \cdot 1284 = 770$ MPa**

Obdobně u **vápence prachovitého, bituminózního**, s velkou hustotou diskontinuit, byl zjištěn průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ v hodnotě **555 MPa** a po redukcí součinitelem $k \sim 0,55$ činí příslušná normová hodnota pro horninový masiv **$E_{\text{def}} = 0,55 \cdot 555 = 305$ MPa**.

Snížené moduly přetvárnosti se dále vyskytovaly u hornin s vulkanickou příměsí a to v následující míře:

U zdravé břidlice s vulkanickou příměsí byl zjištěn průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ v hodnotě **536 MPa**. Z tohoto po redukcí součinitelem $k \sim 0,055$ dostáváme normovou hodnotu **$E_{\text{def}} = 0,55 \cdot 536 = 295$ MPa**

U obdobného typu ale tektonicky podrceného byl zjištěn průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ v hodnotě 263 MPa. Po redukcí součinitelem $k \sim 0,55$ zde dostáváme **$E_{\text{def}} = 0,55 \cdot 263 = 145$ MPa**.

Posledním typem zde zastížených vulkanických hornin je **granulát lávový s podílem alternovaných břidlic a vápenců** (mramory). U těchto hornin byl zjištěn průměrný presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ v hodnotě 973 MPa a po redukcí součinitelem $k \sim 0,6$ činí příslušná normová hodnota **$E_{\text{def}} = 0,6 \cdot 973 = 585$ MPa**.

Pro oblast přilehlou k presiometrickému vějíři PP7 se vzhledem k výše uvedenému velkému rozptylu jeví jako účelné přihlídnout k celkovému váženému průměru výše uvedených návrhových hodnot (kvazihomogenní horninové prostředí) a modul přetvárnosti zde doporučujeme uvažovat hodnotou:

modul přetvárnosti $E_{\text{def}} = 600$ MPa

Presiometrický vějíř PP8 - rozšíření štolý do JTT (ve staničení JTT km 1,785.92, resp. 68,36 tm rozšíření do JTT)

vrt PP8/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{\text{def,p}}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	1,7	mikritický kalový vápenec,	2408 *)	3973	>8,00	>10,0
2	2,7		3243		>8,00	>10,0
3	3,7		2457	4620	>8,00	>10,0
4	4,7		3721		>8,00	>10,0

vrt PP8/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
5	5,7	zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	2394	4572	>8,00	>10,0
6	6,7		3290		>8,00	>10,0
7	7,7		3286	5948	>8,00	>10,0
8	8,7		2465		>8,00	>10,0
9	9,7		3253	4619	>8,00	>10,0
10	10,5		3229		>8,00	>10,0
11	11,3		2754	3993	>8,00	>10,0
12	12,1		2074		>8,00	>10,0
13	13,0		2762	4586	>8,00	>10,0
14	13,8		2746		>8,00	>10,0
15	14,6		3446	6633	>8,00	>10,0

*) Hodnota ovlivněná odlehčenou zónou u stěny štoly

Tab. 58: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-8

vrt PP8/J-2 (svislý dovrchní 15,0 m)						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	1,7	mikritický kalový vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	1603 *)		>8,00	>10,0
2	2,7		2432	3770	>8,00	>10,0
3	3,7		3313		>8,00	>10,0
4	4,7		2518	4029	>8,00	>10,0
5	5,7		3233		>8,00	>10,0
6	6,7		3919	6741	>8,00	>10,0
7	7,5		3230		>8,00	>10,0
8	8,4		3439	5055	>8,00	>10,0
9	9,2		2607		>8,00	>10,0
10	10,0		3049	5092	>8,00	>10,0
11	10,9		3827		>8,00	>10,0
12	11,7		2485	3752	>8,00	>10,0
13	12,6		2586		>8,00	>10,0
14	13,5		2972	5260	>8,00	>10,0
15	14,5		3526		>8,00	>10,0

*) Hodnota ovlivněná odlehčenou zónou u stěny štoly

Tab. 59: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-8

vrt PP8/J-3 (
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	1,7	mikritický kalový vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	2172		>8,00	>10,0
2	2,7		2430	3766	>8,00	>10,0
3	3,7		2771		>8,00	>10,0
4	4,7		2350	3267	>8,00	>10,0
5	5,7		3246		>8,00	>10,0
6	6,7		3181	4898	>8,00	>10,0
7	7,7		3759		>8,00	>10,0
8	8,7		2796	4138	>8,00	>10,0
9	9,6		3947		>8,00	>10,0
10	10,4		3240	5313	>8,00	>10,0
11	11,3		3939		>8,00	>10,0
12	12,2		3710	6010	>8,00	>10,0
13	13,1		3717		>8,00	>10,0
14	14,0		3895	5570	>8,00	>10,0
15	14,9		2955		>8,00	>10,0
16	15,8		3729	6301	>8,00	>10,0
17	16,7		3939		>8,00	>10,0
18	17,5		2754	4131	>8,00	>10,0
19	18,5		2943		>8,00	>10,0
20	19,5		3838	6525	>8,00	>10,0

Tab. 60: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-8

vrt PP8/J-4						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
1	1,7	mikritický kalový vápenec, zdravý W1 dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum	1326 *)		>8,00	>10,0
2	2,5		1708	2408	>8,00	>10,0
3	3,4		2771		>8,00	>10,0
4	4,1		3951	5729	>8,00	>10,0
5	4,9		3246		>8,00	>10,0
6	5,7		3233	4462	>8,00	>10,0
7	6,7		2491		>8,00	>10,0
8	7,7		3016	4855	>8,00	>10,0

vrt PP8/J-4						
zkouška č.	hloubka a (m)	geologická charakteristika	presiomrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiomrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezní tlak p_L (MPa)
9	8,7		3702		>8,00	>10,0
10	9,6		3739	6431	>8,00	>10,0

*) Hodnota ovlivněná odlehčenou zónou u stěny štoly

Tab. 61: Přehled presiomrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-8

Naměřené hodnoty presiomrických modulů v profilu PP8 odpovídají charakteru zastiženého, značně homogenního geologického prostředí (**dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum**).

Zcela dominantním horninovým prostředím jsou **zde zdravé (w1) mikritické kalové vápence**, v nichž bylo realizováno všech 60 presiomrických zkoušek profilu a jejichž presiomrický modul přetvárnosti se pohyboval v relativně úzkém rozmezí $E_{def,p} = 1708 - 3951$ (**Ø 3129**) MPa. Zároveň nebyly zjištěny významnější rozdíly v hodnotách modulů u horizontálních resp. vertikálních vrtů, které by dokumentovaly výraznější míru anizotropie přetvárnosti prostředí.

Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} horninového masivu podle dříve zjištěné korelace v obdobných geotechnických podmínkách lze přibližně interpretovat redukční součinitel k (vystihující malé prostorové a časové měřítko presiomrické zkoušky) následujícím způsobem:

v místě presiomrického vějíře PP8, kde zcela převládají **zdravé mikritické kalové vápence**, doporučujeme uvažovat hodnotu součinitele $k \sim 0,65$, a příslušná normová hodnota pro horninový masiv pak zde činí:

modul přetvárnosti $E_{def} = 0,65 \cdot 3129 = 2033$, zaokrouhloeno 2000 MPa

Výše uvedené hodnoty přetvárných charakteristik v prostředí **zdravých dvorecko-prokopských vápenců** jsou zcela v souladu s výsledky zjištěnými při průzkumných pracích v štole STT, kde byla v téměř geologickém prostředí (zejména 19 zkouškami ve vrtu VG2/J-1) zjištěna průměrná hodnota modulu $E_{def,p} = 3237$ MPa a následně vyčíslena příslušná hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3237 = 2105$ MPa, zaokrouhloeno 2100 MPa.

Pro úsek přilehlý ke k oblasti profilu PP8 proto doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí návrhovou hodnotu modulu stejně jako v obdobném prostředí štoly v STT, tj.

modul přetvárnosti $E_{def} = 1750$ MPa

Presiometrický vějíř PP8 - rozšíření štolý do JTT (ve staničení JTT km 1,680.29, resp. 175,0 tm rozšíření do JTT)

vrt PP9/J-1						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	1,2	biodetritický (ortocerový) vápenec, zdravý kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	1803		>8,00	>10,0
2	1,8		1799	3040	>8,00	>10,0
3	2,7		2126		>8,00	>10,0
4	3,7		3619	5356	>8,00	>10,0
5	4,7		3985		>8,00	>10,0
6	5,7		3938	6143	>8,00	>10,0
7	6,7		3969		>8,00	>10,0
8	7,7		2820	4484	>8,00	>10,0
9	8,7		4954		>8,00	>10,0
10	9,7		3490	5446	>8,00	>10,0
11	10,7		2783		>8,00	>10,0
12	11,7		4591	6840	>8,00	>10,0
13	12,7		4080			
14	13,7		3993	5910		
15	14,7		1217			
16	15,7		1743	2860		
17	16,7		1409			
18	17,7		2852	4507	>8,00	>10,0
19	18,7		2802		>8,00	>10,0
20	19,5		4501	6707	>8,00	>10,0

Tab. 62: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-1 profilu PP-9

vrt PP9/J-2						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	1,3	biodetritický (ortocerový) vápenec, zdravý kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	2151		>8,00	>10,0
2	1,7		3313	4672	>8,00	>10,0
3	2,7		3760		>8,00	>10,0
4	3,7		4924	6893	>8,00	>10,0
5	4,7		2976		>8,00	>10,0
6	5,7		2138	3057	>8,00	>10,0
7	6,7		3993		>8,00	>10,0
8	7,7		3300	5082	>8,00	>10,0
9	8,7		3953		>8,00	>10,0
10	9,7		3261	4369	>8,00	>10,0
11	10,7		3271		>8,00	>10,0
12	11,3		2423	3174	>8,00	>10,0

Tab. 63: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-2 profilu PP-9

vrt PP9/J-3						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	biodetritický (ortocerový) vápenec, zdravý kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	2172		>8,00	>10,0
2	1,7		2090	3386	>8,00	>10,0
3	2,7		1738		>8,00	>10,0
4	3,7		2801	4034	>8,00	>10,0
5	4,7		2369		>8,00	>10,0
6	5,7		2427	3908	>8,00	>10,0
7	6,7		3289		>8,00	>10,0
8	7,7		3920	5292	>8,00	>10,0
9	8,7		3384		>8,00	>10,0
10	9,7		3922	5216	>8,00	>10,0
11	10,7		2791		>8,00	>10,0
12	11,7		1816	3050	>8,00	>10,0
13	12,7		3264		>8,00	>10,0
14	13,7		3961	6101	>8,00	>10,0
15	14,7		3277		>8,00	>10,0
16	15,7		4583	6875	>8,00	>10,0
17	16,7		3914		>8,00	>10,0
18	17,7		2730	4013	>8,00	>10,0
19	18,7		4448		>8,00	>10,0
20	19,5		4832	7006	>8,00	>10,0

Tab. 64: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-3 profilu PP-9

vrt PP9/J-4						
zkouška č.	hloubka (m)	geologická charakteristika	presiometrický modul přetvárnosti $E_{def,p}$ (MPa)	presiometrický modul pružnosti E_p (MPa)	tlak na mezi tečení p_F (MPa)	mezí tlak p_L (MPa)
1	0,8	biodetritický (ortocerový) vápenec, zdravý kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum	2141		>8,00	>10,0
2	1,7		3277	4785	>8,00	>10,0
3	2,7		3993		>8,00	>10,0
4	3,7		3704	4964	>8,00	>10,0
5	4,7		4914		>8,00	>10,0
6	5,7		2956	3902	>8,00	>10,0
7	6,7		3953		>8,00	>10,0
8	7,6		3850	6006	>8,00	>10,0

Tab. 65: Přehled presiometrických charakteristik ve vrtu J-4 profilu PP-9

Poznámka: Tlaky $p_F=8,00$ MPa resp. $p_L=10,0$ MPa představují max.rozsah přístroje a skutečné hodnoty mohou být vyšší

Naměřené hodnoty presiometrických modulů v profilu PP9 odpovídají charakteru zastiženého, značně homogenního geologického prostředí (**kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum**).

Zcela dominantním horninovým prostředím jsou zde **zdravé (w1) biodetritické (ortocerové) vápence**, v nichž bylo realizováno všech 60 presiometrických zkoušek profilu a jejichž presiometrický modul přetvárnosti se pohyboval v **rozsáhlé $E_{def,p} = 1217 - 4954$ (Ø 3241) MPa**. Zároveň nebyly zjištěny významnější rozdíly v hodnotách modulů u horizontálních resp. vertikálních vrtů, které by dokumentovaly výraznější míru anizotropie přetvárnosti prostředí.

Pro odvození modulu přetvárnosti E_{def} horninového masivu podle dříve zjištěné korelace v obdobných geotechnických podmínkách lze přibližně interpretovat redukční součinitel k (vystihující malé prostorové a časové měřítko presiometrické zkoušky) následujícím způsobem:

v místě profilu PP9 pro zcela převládající zdravé biodetritické vápence doporučujeme uvažovat hodnotu součinitele $k \sim 0,65$, a příslušná normová hodnota pro horninový masiv pak zde činí:

modul přetvárnosti $E_{def} = 0,65 \cdot 3129 = 2107$, zaokrouhleno 2100 MPa

Výše uvedené hodnoty přetvárných charakteristik v prostředí **zdravých kotýských vápenců** jsou zcela v souladu s výsledky zjištěnými v průzkumné štole STT, kde byla v témž geologickém prostředí (zejména 16 zkouškami ve vrtu VG2/J-2) zjištěna průměrná hodnota modulu $E_{def,p} = 3096$ MPa a následně vyčíslena příslušná hodnota pro horninový masiv $E_{def} = 0,65 \cdot 3096 = 2012$ MPa, zaokrouhleno 2000 MPa.

Pro úsek přilehlý k oblasti profilu PP9 proto doporučujeme interpretovat jako výsledný vážený průměr kvazihomogenního horninového prostředí návrhovou hodnotu modulu stejně jako v obdobném prostředí průzkumné štoly v STT, tj.

modul přetvárnosti $E_{def} = 1750$ MPa

Průběh presiometrických modulů přetvárnosti v jednotlivých presiometrických vrtech je znázorněn v hloubkových diagramech, obsažených ve **volné Příloze 6.4 této zprávy**.

2.4.2.3 Laboratorní zkoušky mechaniky hornin

V průběhu realizace presiometrických vrtů vějířů PP1 až PP9 **byly odebírány vzorky hornin ze všech jejich jádrových vrtů**.

Z částí vrtného jádra presiometrických vrtů pak byla zhotovena válcová **zkušební tělesa průměru i výšky cca 60 mm**, u nichž byly stanoveny hodnoty indexových vlastností vlastní horninové substance včetně **pevnosti v prostém tlaku** (podle původní normy ON 44 1111) nebo alternativně **pevnosti v příčném tahu** (ON 44 1115). U vybraných zkušebních těles pak byla pomocí deformační zkoušky stanovena rovněž stlačitelnost horninové substance – modul přetvárnosti. Počty odebraných vzorků z presiometrického profilu a z nich zhotovených a zkoušených těles uvádíme v následující tabulce:

místo odběru	počet vzorků	počet zkuš. těles	zákl. fyzik. vlastnosti	pevnost v tlaku	modul přetvárnosti	pevnost v příč. tahu
Průzkumná štola v STT						
presiomrický profil PP1A	7	27	7	24	7	3
presiomrický profil PP1B	14	58	18	55	10	3
presiomrický profil PP2	14	71	61	59	20	12
presiomrický profil PP3	10	50	50	40	20	10
presiomrický profil PP4	10	50	50	40	40	10
presiomrický profil PP5 (km 0,683)	11	55	55	44	40	11
presiomrický profil PP6 (km 0,765)	13	65	65	52	40	13
presiomrický profil PP7 (km 0,683)	16	77	77	61	50	16
Rozšíření štoly do JTT						
presiomrický profil PP8 (68,36 m)	7	60	60	53	35	7
presiomrický profil PP9 (175,0 m)	6	88	88	82	40	6
celkem	108	601	548	490	281	91

Tab. 66: Přehled odebraných vzorků a realizovaných zkoušek hornin z presiomrických vějířů

Výsledky všech realizovaných zkoušek jsou obsaženy v protokolech ve volné Příloze č. 6.5 a souhrnně je uvádíme v následujících tabulkách:

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_t [MPa]
presiomrický profil PP1A (km STT 0,143; souvrství kopaninské, silur)						
vrt J-1	beton	*	28,3-30,8 (\varnothing 29,7)	*	*	*
	prachovitějilovitá břidlice	*	20,4-49,6 (\varnothing 36,4)	*	*	*
	prachovitějilovitá břidlice	2653-2690 (\varnothing 2672)	16,9	2786	165	1,48
	prachovitějilovitá břidlice	*	14,5-22,2 (\varnothing 18,3)	*	*	*
vrt J-2	lávový granulát	*	18,4-37,8 (\varnothing 30,5)	*	*	*
	mikritický vápenec	2687-2781 (\varnothing 2724)	54,5-102 (\varnothing 78,3)	10893-23578 (\varnothing 17236)	200-231 (\varnothing 216)	5,00
	lávový granulát (porfyrický lamprofyr)	2663-2736 (\varnothing 2699)	39,03	7456	191	2,85

Tab. 67: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiomrických vrtů profilu PP1A

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP1B (km STT 0,152; kopaninské souvrství, silur)						
vrt J-1	prachovitojílovitá břidlice (porucha)	*	6,0-10,9 (Ø8,4)	*	*	*
vrt J-2	mikritický vápenec	2718	78,4	15924	203	*
	tufitický vápenec	*	27,1-52,7 (Ø38,9)	*	*	*
	mikritický kalový vápenec	*	63,2-119 (Ø104)	*	*	*
vrt J-3	vápnitý prachovec	*	36,2-59,3 (Ø47,7)	*	*	*
	prachovitojílovitá břidlice	*	10,0-15,1 (Ø12,9)	*	*	*
	vápnitý prachovec až mikritický vápenec	2677	54,89	10374	189	*
	mikritický kalový vápenec	2718	120	25259	211	*
	mikritický kalový vápenec	*	50,2-66,3 (Ø60,5)	*	*	*
vrt J-4	mikritický kalový vápenec	2695-2737 (Ø2711)	80,4-138 (Ø112,8)	16156-30889 (Ø24435)	201-224 (Ø211)	6,40
	prachovitojílovitá břidlice	*	10,9-16,3 (Ø13,5)	*	*	*
	mikritický kalový vápenec	*	52,1-84,9 (Ø66,9)	*	*	*
	mikritický vápenec až vápnitý prachovec (porucha)	2562-2731 (Ø2685)	27,5-46,3 (Ø33,4)	5652-8652 (Ø7056)	178-187 (Ø183)	6,25

Tab. 68: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP1B

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP2 (km STT 0,187; souvrství předolské – silur a souvrství pražské - devon)						
vrt J-1	mikritický kalový vápenec	2661-2777 (Ø2713)	75,3-107 (Ø85,1)	15439-23274 (Ø19359)	205-218 (Ø212)	3,93
	mikritický kalový vápenec	2698-2758 (Ø2719)	44,8-76,7 (Ø62,0)	8239-15410 (Ø11824)	184-201 (Ø192)	5,54
	mikritický kalový vápenec	2610-2714 (Ø2669)	60,3-65,9 (Ø62,3)	11535-12513 (Ø12024)	190-190 (Ø190)	2,76
vrt J-2	mikritický vápenec s vložkami břidlic	2638-2684 (Ø2667)	27,8-54,2 (Ø38,5)	5575-7686 (Ø7447)	182-189 (Ø186)	5,59
	mikritický vápenec s vložkami břidlic	2627-2744 (Ø2670)	39,0-52,2 (Ø43,6)	7209-8239 (Ø11824)	181-185 (Ø183)	2,74
	prachovitojílovitá břidlice	*	23,9-26,9 (Ø25,4)	*	*	*
	vápnitý prachovec až vápenec	*	50,2-68,5 (Ø57,8)	*	*	*
vrt J-3	mikritický vápenec s vložkami břidlic	2628-2694 (Ø2650)	30,7-34,2 (Ø32,5)	5490-6070 (Ø5780)	179-186 (Ø183)	4,86

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
	mikritický vápenec s vložkami břidlic	2603-2654 (Ø2623)	25,5-69,5 (Ø40,1)	4562-13473 (Ø9018)	171-194 (Ø183)	5,57
	mikritický vápenec	2643-2696 (Ø2668)	29,4-53,9 (Ø40,9)	10288	191	4,98
vrt J-4	mikritický vápenec	2688-2754 (Ø2719)	78,55-115 (Ø98,6)	15709-20374 (Ø18042)	200-217 (Ø209)	8,14
	mikritický vápenec	2713-2752 (Ø2734)	90,3-120 (Ø102,3)	20225	224	8,57
	mikritický vápenec	2708-2811 (Ø2762)	81,1-125 (Ø98,9)	19031	207	6,21
	mikritický vápenec	2651-2758 (Ø2699)	79,1-106 (Ø88,5)	16597	198	7,15

Tab. 69: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP2

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v měřených profilech PP1A, PP1B a PP2 vykazují podobně jako u vzorků odebraných přímo z průzkumné štoly značný rozptyl v závislosti na staničení (tj. presiometrickém vějíři), když jednotlivými profilemi byly zastíženy stratigraficky i strukturně odlišné skupiny paleozoických sedimentů pražského Barrandienu: souvrství kopaninské s převládajícími spíše slabě zpevněnými (tektonicky porušenými) prachovitojílovitými břidlicemi (silur), dále souvrství přídolské (silur) s rytmickým střídáním břidlic a vápenců či prachovců a souvrství pražské - dvorecko-prokopské vápence (devon) s převahou pevnějších mikritických či tufitických vápenců.

Rozptyl pevnostních a přetvárných parametrů v rámci téhož profilu pak je způsoben zejména lokálními vložkami břidlic v pevnějších vápencích. Horninové prostředí v dosud realizované trase štoly i v místě jednotlivých profilů **je tak výrazně nehomogenní a anizotropní**.

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastížených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty podle aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 ve zdravém či navětralém stavu převážně ve **třídách R3 (tektonicky namožených R4; břidlice) resp. R2 (minoritně event. až R3; vápence)**.

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def}/σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP3 (km STT 0,270; souvrství pražské - dvorecko-prokopské vápence, devon)						
vrt J-1	mikritický vápenec, zdravý	2665-2733 (Ø2697)	55,0-88,4 (Ø69,6)	9835-15944 (Ø12401)	182-199 (Ø190)	5,65-6,57 (Ø6,11)
	vápenná břidlice, zdravá	2667-2726 (Ø2700)	37,3-49,8 (Ø42,7)	7082-10111 (Ø8272)	188-203 (Ø193)	4,19
vrt J-2	mikritický vápenec, zdravý	2639-2749 (Ø2687)	53,7-72,5 (Ø61,4)	10207-13823 (Ø11152)	188-199 (Ø192)	5,64-6,77 (Ø6,20)

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP3 (km STT 0,270; souvrství pražské - dvorecko-prokopské vápence, devon)						
vert J-3	mikritický vápenec, zdravý	2649-2780 (Ø2706)	42,0-99,6 (Ø69,7)	10123-20120 (Ø14094)	185-210 (Ø197)	5,31-7,69 (Ø6,55)
vert J-4	mikritický vápenec, zdravý	2673-2739 (Ø2708)	51,7-88,4 (Ø68,9)	10821-17854 (Ø13073)	184-202 (Ø193)	5,36-6,00 (Ø5,68)

Tab. 70: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP3

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v měřeném profilu PP3 vykazují v rámci obou zastižených materiálů – zcela převládajících **zdravých mikritických vápenců pražského souvrství**, resp. minoritně (v části vrtu J-1) zastoupených zdravých vápenných břidlic celkově jen malý rozptyl, **odpovídající značné homogenitě horninového prostředí** v měřeném profilu. Rozptyl pevnostních a přetvárných parametrů horninové hmoty v profilu je tak způsoben téměř výlučně právě jen vložkou břidlic v pevnějších vápencích vrtu J-1.

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastižených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 ve zdravém stavu zcela převážně **ve třídách R2 (zcela převládající vápence), resp. R3 (minoritně zastoupené vápenné břidlice)**.

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP4 (km STT 0,560 – souvrství lochkovské* resp. dvorecko-prokopské**)						
vert J-1	dolomitický vápenec, zdravý*	2690-2747 (Ø2718)	46,3-94,2 (Ø60,9)	9185-14762 (Ø11590)	185-196 (Ø190)	5,46-9,86 (Ø7,53)
vert J-2	dolomitický vápenec, zdravý*	2681-2743 (Ø2710)	56,6-96,1 (Ø71,8)	10845-16990 (Ø14183)	190-210 (Ø201)	5,44-5,96 (Ø5,70)
vert J-3	dolomitický vápenec, zdravý*	2702-2769 (Ø2729)	47,6-102 (Ø83,0)	10875-20332 (Ø17569)	184-212 (Ø200)	7,02-11,4 (Ø9,20)
vert J-4	dolomitický vápenec, zdravý*	2696-2790 (Ø2727)	35,1-94,5 (Ø69,7)	11247-19468 (Ø14668)	185-206 (Ø194)	7,10-9,49 (Ø8,29)

Tab. 71: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP4

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v měřeném profilu PP4 vykazují v rámci obou zastižených materiálů – zdravých dolomitických vápenců (souvrství lochkovské) jen malý rozptyl, **odpovídající značné homogenitě horninového prostředí** v měřeném profilu.

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastižených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty

v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 **ve zdravém stavu zcela převážně ve třídě R2 a nejvýše zcela minoritně ve třídě R3.**

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP5 (km STT 0,683 – souvrství přídolské, silur)						
vrt J-1	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá W1 (Ø2632)	2604-2653	10,6-15,7 (Ø13,5)	1537-2626 (Ø2118)	145-172 (Ø163)	1,90-2,21 (Ø2,05)
	vápenec jemnozrný, bituminózní, zdravý W1 (Ø2704)	2650-2741	54,4-74,8 (Ø64,8)	10661-15930 (Ø13549)	196-222 (Ø208)	7,68
vrt J-2	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá (Ø2656)	2617-2713	11,0-16,7 (Ø13,8)	1549-2831 (Ø2215)	141-170 (Ø159)	1,98
	vápenec jemnozrný, bituminózní, zdravý W1 (Ø2720)	2690-2740	57,1-90,4 (Ø76,7)	13188-20885 (Ø17616)	205-231 (Ø221)	7,59-8,14 (Ø7,86)
vrt J-3	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá (Ø2691)	2661-2712	13,7-36,2 (Ø26,7)	2340-6869 (Ø4668)	186-190 (Ø178)	2,71-3,71 (Ø3,26)
vrt J-4	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá (Ø2645)	2606-2673	10,3-19,0 (Ø13,8)	1747-3211 (Ø2372)	161-179 (Ø170)	2,16-2,22 (Ø2,19)

Tab. 72: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP5

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP6 (km STT 0,765 – souvrství kopaninské, silur)						
vrt J-1	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá W1 (Ø2667)	2629-2722	12,4-17,9 (Ø15,1)	1875-2943 (Ø2506)	151-170 (Ø163)	2,22-2,46 (Ø2,34)
	vápenec jemnozrný, bituminózní, zdravý W1 (Ø2727)	2709-2765	66,7-85,8 (Ø77,7)	12464-18370 (Ø15581)	187-214 (Ø200)	7,51
vrt J-2	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá (Ø2671)	2611-2738	14,2-29,7 (Ø20,1)	2422-5256 (Ø3566)	163-177 (Ø171)	2,08-3,41 (Ø2,54)
vrt J-3	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá (Ø2676)	2617-2720	11,4-29,2 (Ø18,6)	1808-5113 (Ø3311)	159-185 (Ø176)	2,29-2,94 (Ø2,50)
vrt J-4	vápenec jemnozrný, bituminózní, zdravý W1 (Ø2733)	2708-2751	60,3-90,2 (Ø75,2)	11995-20417 (Ø16535)	199-229 (Ø215)	7,82-9,14 (Ø8,48)
	břidlice prachovitojílovitá, vápnitá, zdravá (Ø2679)	2628-2721	14,9-26,1 (Ø19,0)	2511-4801 (Ø34328)	169-186 (Ø180)	2,51

Tab. 73: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP6

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v obou měřených vějířích PP5 a PP6 vykazují u obou typů zastižených materiálů – **zdravých prachovitojílovitých vápnitých břidlic, resp. zdravých jemnozrných bituminózních vápenců (souvrství přídolského - silur ve vějíři PP5 a kopaninského - silur ve vějíři PP6, paleozoikum)** v rámci téhož typu horniny celkově jen malý rozptyl, současně však dokumentují značně odlišné geotechnické vlastnosti obou typů (tj. břidlic a vápenců) mezi sebou a **tedy i výraznou nehomogenitu horninového prostředí v měřených vějířích.**

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastižených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 ve zdravém stavu zcela převážně **ve třídě R3 (minoritně až R4) u břidlic, resp. ve třídě R2 u vápenců.**

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP7 (km STT 0,885 – souvrství liteňské, silur)						
vrt J-1	břidlice prachovitá, vápnitá, zdravá W1 (Ø2693)	2629-2755	10,8-23,4 (Ø13,8)	1577-3788 (Ø2147)	141-169 (Ø158)	1,45-1,61 (Ø1,53)
	vápenec prachovitý, bituminózní, zdravý W1 (Ø2723)	2710-2740	57,1-112 (Ø81,1)	10673-24817 (Ø16968)	187-222 (Ø204)	5,16-6,86 (Ø6,01)
	lávový granulát, biotitový, zdravý W1 (Ø2736)	2719-2753	47,3-87,5 (Ø72,8)	8889-17932 (Ø14441)	188-205 (Ø197)	5,41
vrt J-2	břidlice s vulkanickou příměsí, vápnitá, zdravá W1 (Ø2700)	2616-2793	12,0-24,2 (Ø17,0)	1892-4022 (Ø2682)	158-176 (Ø167)	2,61-3,67 (Ø3,14)
	lávový granulát, biotitový, zdravý W1 (Ø2709)	2668-2757	45,7-85,5 (Ø56,7)	8776-9251 (Ø8957)	188-192 (Ø190)	5,14
vrt J-3	břidlice prachovitá, vápnitá, zdravá W1 (Ø2634)	2574-2672	18,8-38,1 (Ø29,0)	3208-7085 (Ø9018)	171-189 (Ø180)	2,88-3,98 (Ø3,37)
	vápenec prachovitý, bituminózní, zdravý W1 (Ø2740)	2552-2808	50,2-115 (Ø81,2)	14932-26522 (Ø19527)	199-230 (Ø211)	6,62
vrt J-4	břidlice prachovitá, vápnitá, zdravá W1 (Ø2614)	2540-2679	20,2-43,6 (Ø32,1)	4101-8278 (Ø6271)	174-190 (Ø182)	2,43-5,07 (Ø3,96)

Tab. 74: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP7

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v měřeném profilu PP7 vykazují u všech hlavních typů zastižených materiálů – **zdravých prachovitých vápnitých břidlic (místa s vulkanickou příměsí), resp. zdravých prachovitých bituminózních vápenců (vše souvrství liteňské - silur, paleozoikum)**, event. též u lokálně ve vložkách zastoupených lávových granulátů v rámci téhož typu horniny celkově jen malý rozptyl, současně však dokumentují značně odlišné geotechnické vlastnosti obou základních typů (tj. břidlic a vápenců) mezi sebou a tedy i **výraznou nehomogenitu horninového prostředí v místě profilu.**

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu s předpokládanými hodnotami pevností obou základních typů zastižených hornin, klasifikovaných podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 **ve zdravém stavu zcela převážně ve třídě R3 (méně často až R4) u břidlic, ve třídě R2 u vápenců a ve třídě R2 až R3 u lávových granulátů.**

Následující laboratorní zkoušky byly realizovány v rámci rozšíření průzkumné štoly do JTT:

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP8 (staničení štoly 68,36 tm rozšíření do JTT) – dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon)						
vert J-1	vápenec mikritický, zdravý W1	2688-2740 (Ø2710)	45,4-112 (Ø65,3)	8392-24786 (Ø12831)	184-221 (Ø192)	6,59-9,80 (Ø8,20)
vert J-2	vápenec mikritický, zdravý W1	2661-2718 (Ø2695)	32,9-64,5 (Ø50,1)	5946-12247 (Ø9266)	178-194 (Ø184)	6,43-7,00 (Ø6,72)
vert J-3	vápenec mikritický, zdravý W1	2660-2764 (Ø2718)	36,2-110 (Ø64,8)	8814-18004 (Ø11818)	181-211 (Ø192)	6,08-6,68 (Ø6,38)
vert J-4	vápenec mikritický, zdravý W1	2684-2720 (Ø2703)	42,5-93,8 (Ø54,6)	7776-19884 (Ø10608)	180-212 (Ø188)	6,20

Tab. 75: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP8

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v měřeném vějíři PP8 vykazují u celkově jen malý rozptyl, **odpovídající homogennímu geologickému prostředí zdravých mikritických kalových vápenců pražského souvrství.**

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu jak s výsledky z obdobného geologického prostředí v hlavní části štoly v trase STT, tak i s předpokládanými hodnotami pevnosti zastiženého typu horniny, klasifikované podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 **ve zdravém stavu zcela převážně ve třídě R2 (minoritně až R3).**

místo odběru	typ horniny	obj. hmotnost přirozená ρ [kg.m ⁻³]	pevnost v tlaku σ_c [MPa]	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modulový poměr E_{def} / σ_c [1]	pevnost v příčném tahu σ_q [MPa]
presiometrický profil PP9 (staničení štoly 175,0 tm rozšíření do JTT) kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum)						
vert J-1	biodetritický vápenec, zdravý W1	2670-2773 (Ø2719)	46,7-105 (Ø100)	9664-22197 (Ø14265)	184-212 (Ø194)	3,92-4,72 (Ø4,32)
vert J-2	vápenec mikritický, zdravý W1	2698-2752 (Ø2725)	67,1-105 (Ø87,6)	12274-23187 (Ø16780)	186-220 (Ø201)	6,31
vert J-3	vápenec mikritický, zdravý W1	2653-2794 (Ø2737)	53,0-99,3 (Ø74,5)	9820-19853 (Ø14503)	184-201 (Ø193)	4,66-7,54 (Ø6,10)
vert J-4	biodetritický vápenec, zdravý W1	2677-2724 (Ø2705)	52,0-98,6 (Ø70,0)	9518-14739 (Ø11575)	183-191 (Ø187)	5,83

Tab. 76: Přehled výsledků zkoušek hornin – vzorky z presiometrických vrtů profilu PP9

Zjištěné hodnoty základních fyzikálních i pevnostních a přetvárných charakteristik horninové hmoty v měřeném profilu PP9 vykazují u celkově jen malý rozptyl, **odpovídající značně homogennímu geologickému prostředí zdravých biodetritických vápenců lochkovského souvrství.**

Zároveň jsou zjištěné výsledky v souladu jak s výsledky z obdobného geologického prostředí v hlavní části štoly v trase STT, tak i s předpokládanými hodnotami pevnosti zastiženého typu horniny, klasifikované podle pevnosti horninové hmoty v smyslu aktuální ČSN 73 6133, resp. ČSN P 73 1005 a původní ČSN 73 1001 **ve zdravém stavu zcela převážně ve třídě R2.**

Protokoly laboratorních zkoušek mechaniky hornin jsou obsaženy ve volné Příloze 6.5 této zprávy.

2.4.2.4 Geofyzikální měření v presiometrických vrtech

Komplexní **vyhodnocení geofyzikálního měření v presiometrických vrtech** je podrobně rekapitulováno **ve volné Příloze č. 8 této zprávy.**

2.5 Zatěžovací zkoušky deskou v průzkumné štole

2.5.1 Rozsah a metodika zkoušek

Výsledkem statických zatěžovacích zkoušek jsou hodnoty přetvárných charakteristik prvků horninového masivu s vlivem dílčích diskontinuit (puklinatost, vrstevnatost).

Všechny **statické zatěžovací zkoušky** ve štole byly navrženy jako zkoušky **rozpěrné** (tj. orientované vodorovně do obou protilehlých stěn štoly), v 6 místech staničení štoly (tj. zatěžovacích profilech ZP1 až ZP6). Pro realizaci zkoušek byla v příslušných protilehlých místech ponechána v ostění štoly volná čtvercová okna o straně ~0,9 - 1,2 m, se středem ve výšce ~1,2 – 1,3 m od počvy štoly. Před osazením zatěžovacích desek bylo zkušební místo vyrovnáno stříkaným betonem.

Zkoušky byly realizovány s použitím dvou velmi tuhých svařovaných **ocelových kruhových desek o ploše 0,200 m²** (tj. s průměrem ~505 mm). Zatížení bylo vyvozováno hydraulickým lisem výrobce LARZEP (Španělsko) s max. provozním tlakem 700 bar a kapacitou 1000 kN. Vyvozovaná síla byla měřena mechanickým ocelovým třmenovým dynamometrem s rozsahem do 600 kN s osazeným hodinovým deformometrem s přesností odečtu 0,001 mm. Deformace (zatlačení) desky bylo měřeno vždy 3 hodinovými deformometry s přesností odečtu 0,01 mm.

Za ustálenou deformaci, po jejímž dosažení byl vyvozován delší stupeň zatížení, byla pokládána hodnota, kdy nárůst průměrného přetvoření nepřekročil 0,05 mm/min.

Po dosažení maximálního zatížení, resp. napětí (které činilo nejvýše 400 kN/m² MPa) pokračoval zatěžovací cyklus odlehčovací větví a následně opakovaným zatížením pro stanovení elastické složky deformace a modulu pružnosti. Popsaná sestava zatěžovací aparatury je zřejmá z následujících Obr. 12 až Obr. 17.



Obr. 12 a Obr. 13: Čtvercová okna v ostění štoly pro rozpěrné zatěžovací zkoušky před vyrovnáním stříkaným betonem



Obr. 14 a Obr. 15: Pohled na místo zkoušky po vyrovnání stříkaným betonem a osazenou zatěžovací desku



Obr. 16 a Obr. 17: Celkový pohled na sestavu rozpěrné zatěžovací zkoušky a detail zatěžovací desky s hydraulickým lisem, dynamometrem a hodinkovými deformometry

2.5.2 Výsledky zkoušek a jejich posouzení

Během ražby průzkumné štoly bylo realizováno celkem **24 rozpěrných statických zatěžovacích zkoušek v profilech ZP1 až ZP6** (z toho 8 zkoušek v profilech ZP5 a ZP6 v rámci rozšíření průzkumné štoly do JTT), jejichž výsledky jsou přehledně shrnuty v následujících tabulkách:

zkoušené prostředí: vápenec mikritový (kalový), zdravý W1, převážně deskovitě vrstevnatý; třída R2 (minoritně R3) <i>skupina dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum</i>									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení Δp (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly *)	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0	
ZP1/a (182,60m) STT	ZP1/aL	0,20	vodorovný	levá	467	439	414	381	
	ZP1/aP	0,20	vodorovný	pravá	517	537	467	414	
ZP1/b (185,60m) STT	ZP1/bL	0,20	vodorovný	levá	402	381	345	345	
	ZP1/bP	0,20	vodorovný	pravá	426	392	362	290	

Tab. 77: Hodnoty modulů přetvárnosti statických zatěžovacích zkoušek v profilu ZP1

zkoušené prostředí: vápenec mikritový (kalový), zdravý W1, převážně deskovitě vrstevnatý; třída R2 (minoritně R3) <i>skupina dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum</i>									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení Δp (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly *)	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0	
ZP2/a (290,40m) STT	ZP2/aL	0,20	vodorovný	levá	380	460	467	483	
	ZP2/aP	0,20	vodorovný	pravá	246	302	302	290	
ZP2/b (294,10m) STT	ZP2/bL	0,20	vodorovný	levá	420	402	329	284	
	ZP2/bP	0,20	vodorovný	pravá	402	517	604	467	

Tab. 78: Hodnoty modulů přetvárnosti statických zatěžovacích zkoušek v profilu ZP2

zkoušené prostředí: vápenec mikritový (kalový) s vložkami vápnitých břidlic, zdravý W1, deskovitě až tenče deskovitě vrstevnatý; třída R2 (vápenec) resp. R3 (břidlice) souvrství přídolské (požárské), silur, paleozoikum									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení Δp (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly *)	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0	
ZP3/a (665,35m) STT	ZP3/aL	0,20	vodorovný	levá	302	284	254	213	
	ZP3/aP	0,20	vodorovný	pravá	260	246	238	201	
ZP3/b (666,55m) STT	ZP3/bL	0,20	vodorovný	levá	251	213	178	147	
	ZP3/bP	0,20	vodorovný	pravá	339	303	273	263	
*) při pohledu ve směru staničení									

Tab. 79: Hodnoty modulů přetvárnosti statických zatěžovacích zkoušek v profilu ZP3

zkoušené prostředí: břidlice prachovitějilovitá, převážně deskovitě vrstevnatá, zdravá W1 souvrství kopaninské, silur, paleozoikum									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly *)	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0	
ZP4/a (778,00m) STT	ZP4/aL	0,20	vodorovný	levá	143	112	*	*	
	ZP4/aP	0,20	vodorovný	pravá	226	177	*	*	
ZP4/b (780,20m) STT	ZP4/bL	0,20	vodorovný	levá	186	157	132	121	
	ZP4/bP	0,20	vodorovný	pravá	246	198	177	154	
*) při pohledu ve směru staničení									
Poznámka: U zkoušek ZP4a/P a ZP4/aL nebylo možno v důsledku nerovnoměrného zatlačování zatěžovací desky vyvodit maximální zatížení 2,0 MPa.									

Tab. 80: Hodnoty modulů přetvárnosti statických zatěžovacích zkoušek v profilu ZP4

Následující zkoušky byly realizovány v rámci rozšíření průzkumné štoly do JTT:

zkoušené prostředí: vápenec mikritový kalový, zdravý W1, převážně deskovitě vrstevnatý; třída R2 facie dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení Δp (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly	0,2-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
ZP5a (72,0 m)	ZP5/aL	0,20	vodorovný	levá	345	453	669	836	*

zkoušené prostředí: vápeneč mikritový kalový, zdravý W1, převážně deskovitě vrstevnatý; třída R2 facie dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení Δp (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly	0,2-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
JTT	ZP5/aP	0,20	vodorovný	pravá	375	511	679	945	
ZP5b (74,0 m) JTT	ZP5/bL	0,20	vodorovný	levá	310	443	630	798	
	ZP5/bP	0,20	vodorovný	pravá	324	625	742	814	

Tab. 81: Hodnoty modulů přetvárnosti statických zatěžovacích zkoušek v profilu ZP5

zkoušené prostředí: vápenec dolomitický, sparitový, zdravý W1, převážně deskovitě vrstevnatý; třída R2 facie kotýské vápence, souvrství lochkovské, devon, paleozoikum									
zkouška					modul přetvárnosti E_{def} (MPa) v oboru zatížení Δp (MPa)				
zatěžovací profil (staničení)	č.	plocha desky (m ²)	směr zatížení	stěna štoly	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0	
ZP6/a (168,0 m) JTT	ZP6/aL	0,20	vodorovný	levá	453	491	604	644	630
	ZP6/aP	0,20	vodorovný	pravá	329	470	573	627	549
ZP6/b (170,0 m) JTT	ZP6/bL	0,20	vodorovný	levá	675	689	724	690	659
	ZP6/bP	0,20	vodorovný	pravá	391	459	496	483	396

Tab. 82: Hodnoty modulů přetvárnosti statických zatěžovacích zkoušek v profilu ZP6

V místech profilů ZP1 a ZP2 (STT) byly zkoušeny, zdravé a převážně deskovitě vrstevnaté mikritové (kalové) vápence (dvorecko-prokopské vápence, souvrství pražské, devon, paleozoikum) a zde zjištěné hodnoty modulů přetvárnosti v rozmezí $381 \leq E_{def} \text{ (MPa)} \leq 537$ (pro obor zatížení 0,8 – 1,2 MPa) celkově velmi dobře odpovídají geologické povaze zkoušené horniny, převládající hustotě diskontinuit i skutečnosti, že se jedná o ražbou odlehčenou zónu (stěny průzkumné štoly).

U zkoušek v profilu ZP3 (STT) pak byly zkoušeným materiálem ve stěnách štoly strukturně podobné zdravé, deskovitě až tence deskovitě vrstevnaté mikritové (kalové) vápence s dílčími vložkami vápnitých břidlic - souvrství přídolské (požárské), silur, paleozoikum. Zjištěné, proti předcházejícím profilům ZP1 a ZP2 celkově nižší hodnoty modulů přetvárnosti v rozmezí $213 \leq E_{def} \text{ (MPa)} \leq 303$ (pro obor zatížení 0,8 – 1,2 MPa) zde odpovídají poněkud méně kompaktnímu a méně homogennímu prostředí vápenců s výraznějšími vložkami břidlic.

Zkoušeným materiálem ve stěnách všech zatěžovacích zkoušek v profilu ZP4 (STT) byly zdravé, převážně deskovitě vrstevnaté prachovitojilovité břidlice kopaninského souvrství (silur, paleozoikum). Zjištěné hodnoty modulů přetvárnosti v rozmezí $112 \leq$

Edef (MPa) \leq 198 (pro obor zatížení 0,8 – 1,2 MPa) celkově velmi dobře odpovídají geologické povaze zkoušené horniny, převládající hustotě diskontinuit i skutečnosti, že se jedná o ražbou odlehčenou zónu (stěny průzkumné štoly). Celkově lze zjištěné hodnoty přetvárných parametrů v měřeném profilu ZP4 hodnotit jako odpovídající charakteru horninového masivu a ve vztahu k dalším úsekům průzkumné štoly jako spíše podprůměrné a nepříznivé.

V místech **profilů ZP5 resp. ZP6 (JTT)** byly zkoušeny zdravé a převážně deskovitě vrstevnaté mikritové, resp. dolomitické vápence pražského, resp. lochkovského souvrství a zjištěné **hodnoty modulů přetvárnosti v rozmezí $496 \leq \text{Edef (MPa)} \leq 742$** (pro obor zatížení 0,8 – 1,2 MPa) celkově velmi dobře odpovídají geologické povaze zkoušené horniny, převládající hustotě diskontinuit i skutečnosti, že se jedná o ražbou odlehčenou zónu (stěny průzkumné štoly).

Celkově lze zjištěné hodnoty přetvárných parametrů v měřených profilech hodnotit jako velmi dobře odpovídající charakteru zkoušeného horninového masivu a **v geologickém prostředí vápenců** (profily ZP1 až ZP3, ZP5, ZP6) **zřetelně příznivější než v prostředí vápnitých břidlic**, kde byly realizovány 4 zatěžovací zkoušky zatěžovacího profilu ZP4 v průzkumné štolě STT.

Protokoly realizovaných zatěžovacích zkoušek mechaniky hornin jsou obsaženy ve volné Příloze č. 6.8 této zprávy.

2.6 Hydrogeologické sledování

2.6.1 Zlíchovský portál tunelu Radlice – oblast průzkumné štoly

Jméno HG vrtu (z HG průzkumu)	Kód jména HG vrtu pro databázi GTM	Délka HG vrtu
HJ 1 zlíchovský portál	12.01	17 m
HJ 2 zlíchovský portál	12.02	30 m
HJ 2A zlíchovský portál	12.03	14 m
HJ 4 zlíchovský portál	12.04	40 m
HJ 5 zlíchovský portál (Dívčí hrady)	12.05	100 m

Tab. 83: Přehled monitorovaných HG vrtů v oblasti zlíchovských portálů

Z výsledků měření hladin podzemní vody v těchto hydrogeologických vrtech vyplývá:

- 1) Ve vrtu HJ 1 – který je situovaný v blízkosti těžní šachty došlo v 3Q/2014 k poklesu hladiny podzemní vody vlivem vlastního hloubení šachty a čerpání podzemní vody z ní o cca 3,2 m, což znamenalo pokles přibližně na úroveň počvy těžní šachty. Ke konci února 2015 došlo nejprve k vzestupu hladiny podzemní vody o cca 0,5 m (měření ze dne 25.2.2015) a poté došlo na konci sledovaného období k vzestupu hladiny podzemní vody o více jak 4 m (měření ze dne 27.3.2015). Kontrolně byla tato zvýšená úroveň hladiny podzemní vody přeměřena 31.3.2015 – tímto měřením bylo zjištěno, že hladina podzemní vody poklesla o 31 cm od maximální úrovně změřené 27.3.2015. Dne 1.4.2015 došlo opět k náhlému poklesu o 3,04 m. V dalším průběhu 2Q/2015 docházelo převážně k mírnému

vzestupu hladiny podzemní vody (celkově o 44 cm). V 3Q/2015 došlo ke dvěma náhlým vzestupům hladiny podzemní vody o cca 3 m (měření ze dne 22.7.2015 a 20.8.2015) podobných tomu, ke kterému došlo v 1Q/2015. Po tomto měření následoval znovu náhlý pokles úrovně hladiny podzemní vody na původní úroveň. Tyto náhlé vzestupy hladiny podzemní vody jsou s největší pravděpodobností způsobeny přítokem technologické vody, kdy je hadice s touto vodou určenou k mytí umístěna v blízkosti ústí vrtu. V 09/2015 dochází k mírnému poklesu hladiny podzemní vody – o 33 cm. V 10/2015 následoval mírný pokles úrovně hladiny podzemní vody (o 11 cm), v následujících měsících 4Q/2015 bylo měřeno zvýšení úrovně hladiny podzemní vody (celkově o 22 cm). V 01/2016 až 07/2016 nevykazovala úroveň hladiny podzemní vody výrazné výkyvy a pohybovala se mezi 188,37 m n.m až 188,79 m n.m. V 07/2016 poklesla úroveň hladiny podzemní vody o cca 1 m a po zbytek roku se udržovala na přibližně této úrovni. V 1Q/2017 nevykazovala úroveň hladiny podzemní vody výrazné výkyvy a pohybovala se mezi 186,96 m n.m až 187,20 m n.m. Jak bylo napsáno výše hladina v tomto vrtu je ovlivněna čerpáním vody v blízké těžní šachtě.

2) **Ve vrtu HJ 2** úroveň hladiny podzemní vody v 1Q/2015 postupně mírně zaklesávala, zřejmě díky vlivu ražby průzkumné štoly (cca o 1,5 m od úrovně hladiny podzemní vody změřené v minulém období). V předešlých obdobích hladina podzemní vody kolísala v závislosti na hydrogeologickém roku, tzn. že byla ovlivněna jak srážkami, tak teplotami (vsakem a odparem). Na začátku 2Q/2015 došlo k vzestupu úrovně hladiny o 52 cm. V dalším průběhu 2Q/2015 docházelo převážně k mírnému poklesu hladiny podzemní vody. V průběhu 3Q/2015 docházelo převážně k mírnému poklesu hladiny podzemní vody (celkově za toto období od 45 cm od posledního měření v 2Q/2015), výjimkou je měření z 20.8.2015, kdy došlo k mírnému vzestupu hladiny podzemní vody o cca 30 cm. Ve 4Q/2015 došlo nejdříve k mírnému poklesu úrovně hladiny podz. vody. Při dalším měření došlo ke skokovému zvýšení úrovně hladiny podzemní vody o cca 80 cm. Poté následoval opět pokles hladiny o cca 50 cm. Při dalších měření ve 4Q/2015 docházelo pouze k drobným výkyvům úrovně hladiny podzemní vody. V průběhu roku 2016 úroveň hladiny mírně kolísala mezi 193,69 m n.m až 194,42 m n.m. Jediným výkyvem v měření úrovně hladiny podzemní vody v roce 2016 bylo měření dne 8.6.2016, kde se hladina podzemní vody skokově zvýšila na úroveň 195,34 m n.m. V průběhu 1Q/2017 úroveň hladiny mírně kolísala mezi 193,38 m n.m až 194,25 m n.m. V lednu a únoru 2017 došlo k poklesu úrovně hladiny podzemní vody o cca 0,9 m, v březnu 2017 se tento trend zastavil a došlo k opětovnému zvýšení úrovně hladiny podzemní vody o cca 0,7 m. Úroveň hladiny podzemní vody v tomto vrtu je zřejmě ovlivněna ražbou průzkumné štoly (došlo k celkovému poklesu o cca 1,5-2 m od posledního prokazatelně neovlivněného měření v 4Q/2014).

3) **Vrt HJ 2A** byl realizován pouze v pokryvných útvarcích do hl. 14,0 m p.t. V tomto vrtu **nebyla** po celé roky 2014, 2015, 2016 a v 1Q/2017 **hladina podzemní vody zastížena.**

4) **Vrt HJ 4** má minimální mocnost pokryvných útvarců (1,7 m) a hladina podzemní vody je u tohoto vrtu dlouhodobě zakleslá více než 20 m ve skalním podloží. Úroveň hladiny podzemní vody v 1Q/2015 zaklesla o cca 3,0 m od úrovně hladiny podzemní vody

změřené v minulém období. Možný byl vliv ražby průzkumné štoly. Tato snížená hladina byla dále měřena v průběhu února a března 2015. Na začátku dubna 2015 došlo k náhlému vzestupu hladiny podzemní vody o cca 3,5 m (měření ze dne 5.4.2015) a poté došlo dne 10.4.2015 opět k poklesu o cca 2,6 m a 14.4.2015 došlo k poklesu o dalších 0,75 m. V dalším průběhu 2Q/2015 se úroveň hladiny podzemní vody pohybovala přibližně na stejné úrovni (mimo měření ze dne 12.6.2015, kde se úroveň hl. podz. vody skokově zvýšila o cca 0,85 m). V průběhu 3Q/2015 se úroveň hladiny podzemní vody pohybovala přibližně na stejné úrovni jako v 2Q/2015 (výjimkou je měření ze dne 20.8.2015, kde se úroveň hl. podz. vody skokově zvýšila o cca 2,35 m). Ve 4Q/2015 byla hladina podzemní vody na podobné úrovni a docházelo pouze k drobným výkyvům v řádu cm. V průběhu roku 2016 úroveň hladiny mírně kolísala mezi 198,60 m n.m až 198,76 m n.m. Jediným výkyvem v měření úrovně hladiny podzemní vody v roce 2016 bylo měření dne 1.3.2016, kde se hladina podzemní vody skokově zvýšila na úroveň 199,12 m n.m. V průběhu 1Q/2017 se nejdříve úroveň hladiny pohybovala na podobné úrovni jako v roce 2016, následovně došlo během února 2017 ke skokovému zvýšení úrovně hladiny podzemní vody o 2,8 m a v průběhu března 2017 se hladina držela na této úrovni. Při kontrolním měření v 04/2017 opět hladina podzemní vody poklesla o cca 3 m. Úroveň hladiny podzemní vody v tomto vrtu je zřejmě ovlivněna ražbou průzkumné štoly (došlo k celkovému poklesu o cca 3-4 m od posledního prokazatelně neovlivněného měření v 4Q/2014).

5) **Ve vrtu HJ 5** byla hladina podzemní vody v souladu s teoretickým předpokladem kolísání (rozkyvu) hladiny podzemní vody během hydrogeologického roku, tzn. že byla ovlivněna jak srážkami, tak teplotami (vsakem a odparem). Úroveň hladiny podzemní vody v tomto vrtu nebyla ovlivněna ražbou průzkumné štoly.

Výsledky měření úrovně hladiny podzemní vody v těchto hydrogeologických vrtech jsou **ve volné Příloze č. 7.1** této zprávy.

Údaje měsíčních úhrnů srážek byly převzaty z meteorologické stanice Praha - Karlov a jsou součástí grafů jednotlivých monitorovaných hydrogeologických vrtů.

2.6.2 Jinonický portál tunelu Radlice

Jméno HG vrtu (z HG průzkumu)	Kód jména HG vrtu pro databázi GTM	Délka HG vrtu
HJ 4 jinonický portál	12.09	62 m
HJ 3 jinonický portál	12.10	60 m
HJ 2 jinonický portál	12.11	45 m
HJ 1 jinonický portál	12.12	35 m

Tab. 84: Přehled monitorovaných HG vrtů v oblasti jinonických portálů

Všechny tyto vrty jsou mimo území ražby průzkumné štoly v STT, resp. JTT.

Z výsledků měření hladin podzemní vody v těchto hydrogeologických vrtech vyplývá:

1) **Ve vrtu HJ 4** byla hladina podzemní vody v souladu s teoretickým předpokladem kolísání (rozkyvu) hladiny podzemní vody během hydrogeologického roku, tzn. že byla ovlivněna jak srážkami, tak teplotami (vsakem a odparem). U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.

2) **Ve vrtu HJ 3** byla hladina podzemní vody v souladu s teoretickým předpokladem kolísání (rozkyvu) hladiny podzemní vody během hydrogeologického roku, tzn. že byla ovlivněna jak srážkami, tak teplotami (vsakem a odparem). U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.

3) **Ve vrtu HJ 2** byla hladina podzemní vody v souladu s teoretickým předpokladem kolísání (rozkyvu) hladiny podzemní vody během hydrogeologického roku, tzn. že byla ovlivněna jak srážkami, tak teplotami (vsakem a odparem). U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.

4) **Ve vrtu HJ 1** byla hladina podzemní vody v souladu s teoretickým předpokladem kolísání (rozkyvu) hladiny podzemní vody během hydrogeologického roku, tzn. že byla ovlivněna jak srážkami, tak teplotami (vsakem a odparem). U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.

Z těchto výsledků vyplývá, že rozdíly v úrovni hladin podzemních vod jsou především závislé na střídání klimatických srážkových období. Hladiny podzemní vody jsou bez výrazných výkyvů. Hladina podzemní vody ve vrtech HJ 4 (částečně i HJ 3) je velmi pravděpodobně ovlivněna (zvýšená) přítoky podzemní vody z okraje reliktní křídly jižně od tunelu (zvodnělé pískovce) a pohybuje se cca i 1 m p.t. (HJ 4). V těchto vrtech tedy není zvoďeň závislá jen na srážkách, ale je vázána i na přítoky z křídových pískovců.

Výsledky měření úrovně hladiny podzemní vody v těchto hydrogeologických vrtech jsou ve volné Příloze č. 7.1 této zprávy.

Údaje měsíčních úhrnů srážek byly převzaty z meteorologické stanice Praha - Karlov a jsou součástí grafů jednotlivých monitorovaných hydrogeologických vrtů.

2.6.3 Nově realizované hydrogeologické vrtý

V 3Q/2014 byly realizovány 3 hydrogeologické vrtý a v 4Q/2016 byl doplněn 1 nový hydrogeologický vrt (HJ 244).

V následující tabulce jsou tyto hydrogeologické vrtý přehledně shrnuty.

Jméno HG vrtu (z HG průzkumu)	Kód jména HG vrtu pro databázi GTM	Délka HG vrtu
HJ 233	12.08	95 m
HJ 234	12.07	95 m
HJ 235	12.06	40 m
HJ 244	12.13	95 m

Tab. 85 Přehled nově realizovaných monitorovaných HG vrtů

Z výsledků měření hladin podzemní vody v těchto hydrogeologických vrtech vyplývá:

- 1) **Ve vrtu HJ 235** závisí úroveň hladiny podzemní vody především na období hydrogeologického roku. V sledovaném období byla úroveň hladiny podzemní vody bez výrazných výkyvů. U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.
- 2) **Ve vrtu HJ 234** závisí úroveň hladiny podzemní vody především na období hydrogeologického roku. V sledovaném období byla úroveň hladiny podzemní vody bez výrazných výkyvů. U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.
- 3) **U vrtu HJ 233** závisí úroveň hladiny podzemní vody především na období hydrogeologického roku. V sledovaném období byla úroveň hladiny podzemní vody bez výrazných výkyvů. U tohoto vrtu nedošlo k žádným výrazným výkyvům v úrovni hladiny podzemní vody.
- 4) **U vrtu HJ 244** – tento vrt byla realizován v termínu 29.11. až 1.12.2016. Naražená hladina podzemní vody u něj byla v úrovních 21,0 a 45 m p.t. a ustálená v 5,0 m p.t. Hladina podzemní vody se v tomto vrtu tedy jeví jako mírně napjatá. V 4Q/2016 byly provedeny 3 záměry hladiny podzemní vody. Podle těchto výsledků je zatím ustálená hladina podzemní vody od 5,0 do 4,47 m p.t. V 1Q/2017 došlo celkově jenom k mírnému zvýšení úrovně hladiny podzemní vody. Celkově o cca 0,3 m. Maximální úroveň hladiny podzemní vody v 1Q/2017 byla 311,28 m n.m. a minimální úroveň hladiny podzemní vody byla 311,10 m n.m.

Výsledky měření úrovně hladiny podzemní vody v těchto hydrogeologických vrtech jsou ve volné Příloze č. 7.1 této zprávy.

Údaje měsíčních úhrnů srážek byly převzaty z meteorologické stanice Praha - Karlov a jsou součástí grafů jednotlivých monitorovaných hydrogeologických vrtů.

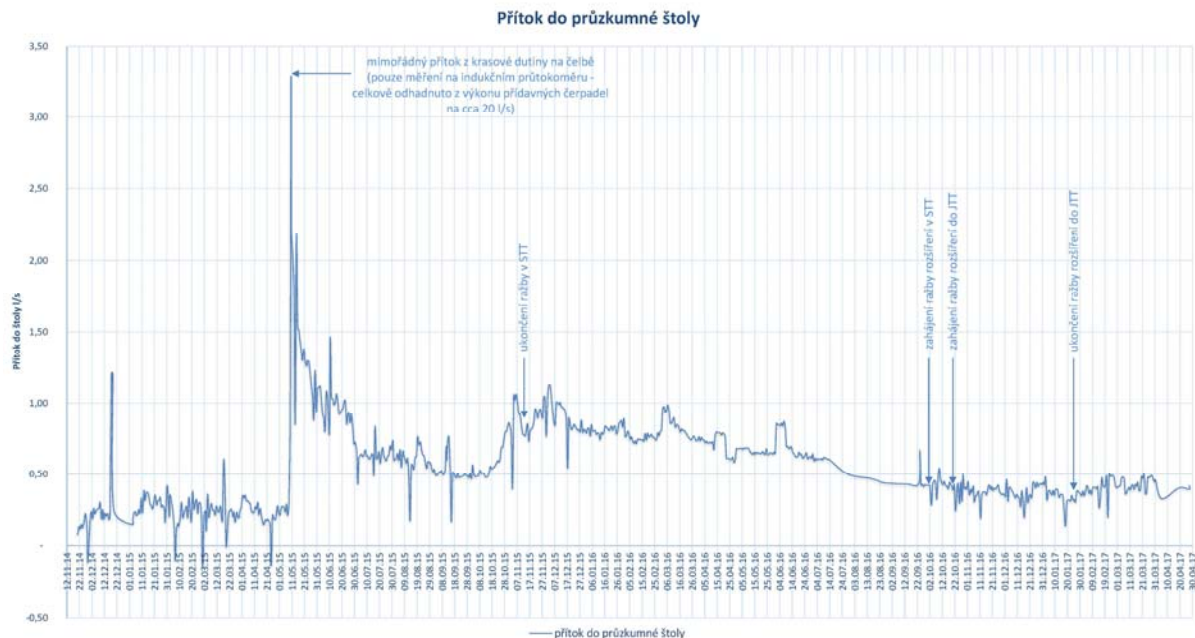
2.6.4 Měření celkového přítoku do průzkumné štoly

Celkový přítok podzemní vody do štoly byl sledován na indukčním průtokoměru, umístěným na výtlačném vodním potrubí v blízkosti těžní šachtě. Od této hodnoty byla odčítávána složka technologické vody, která je používána především při vrtných pracích.

Výsledky měření celkového přítoku do průzkumné štoly jsou přehledně shrnuty v následujícím grafu (Obr. 18).

Po ukončení ražeb průzkumné štoly v STT, resp. rozšíření do JTT se celkový přítok pohyboval mezi 0,3 až 0,5 l/s⁻¹.

Výsledky z měření celkového přítoku do průzkumné štoly jsou též rekapitulovány ve volné Příloze č. 7.3 této zprávy. Kompletní tabulka s měřením celkového přítoku podzemních vod (resp. s měřením čerpaných balastních vod a dodávaných technologických vod) je na DVD, které je součástí této zprávy.



Obr. 18: Graf celkových přítoků do průzkumné štoly

2.6.5 Chemické a fyzikální rozborů podzemních vod

Z chemicko-fyzikálních rozborů podzemních vod odebraných v rámci podrobného inženýrskogeologického průzkumu ve štolě vyplývá, že zastižené podzemní vody **ve skálním podloží devonských hornin (převážně vápenců) a silurských hornin (břidlice s polohami vápenců)** jsou dle ČSN PENV 206 -1 v kategorii **slabé agresivity XA1 až střední agresivitu XA2**.

Pro návrh konstrukce tunelů Radlice doporučujeme v celé jejich délce uvažovat se střední agresivitou XA2.

Výsledky chemických a fyzikálních rozborů podzemní vody jsou sestaveny do následující tabulky.

Protokoly z chemických a fyzikálních rozborů podzemních vod jsou volné Příloze č. 7.4 této zprávy.

Horninové prostředí - lokalizace	Stančení	Datum odběru	Laboratorní číslo	Obsah síranů (mg/l)	Obsah hydrogenuhlíčanů (mg/l)	stupeň agresivity na beton dle ČSN 731214	stupeň agresivity na beton dle ČSN EN 206-1	stupeň agresivity na ocel dle ČSN 03 8375
prachovitojilovitá břidlice (KPN porucha), štola v STT	0,155.5 km	16.11.2014	125402	259	305	la	XA1	IV
prachovitojilovitá břidlice (KPN porucha) a mineta - VG4/J1	0,163 km	17.2.2017	140622	307	366	la	XA1	IV
prachovitojilovitá břidlice (KPN porucha) - VG4/J2	0,163 km	17.2.2017	140639	202	330	la	XA1	IV
mikritický kalový vápenc (DVP W1) – PP-2/J3	0,187.0 km	1.2.2015	126552	264	348	la	XA1	IV
tekt. porucha (Kras), hranice DVP W1 / LCK W1-W2	0,516.8 km	9.5.2015	128746	432	366	la	XA1	IV
dolomitický a mikritický kalový vápenc (LCK W1- W2 a DVP W1) – VG2/J2	0,525.0 km	10.12.2015	133597	38	488	la	XA1	IV
biodetrický vápenc (LCK W1-W2) – VG5/J2	0,525.85 km	17.2.2017	140655	692	342	ma	XA2	IV
prachovitojilovitá břidlice s polohami vápenců (KPN W1) – PP-6/J3	0,765.0 km	14.9.2015	131540	1490	537	ha	XA2	IV
prachovitojilovitá břidlice, vápenc granulát (LIT W1) – PP-7/J1	0,884.0 km	6.11.2015	132782	1490	610	ha	XA2	
prachovitojilovitá břidlice (LIT W1) – štola v STT	0,905.92 km	30.10.2015	132609	1340	610	ha	XA2	IV
mikritický kalový vápenc (DVP W1) – ŠJ 18	38,85 m rozšíření do JTT	8.11.2016	139252	86	476	la	XA1	IV

Tab. 86 Výsledky chemických a fyzikálních rozborů podzemní vody z průzkumné štoly

2.6.6 Aktualizaci pasportizace studní a přirozených pramenů a repasportizace

V rámci IGP při ražbě průzkumné štoly pro tunel Radlice byly monitorovány studny, které se nachází v trase budoucího tunelu, za účelem odhalení možného negativního ovlivnění hladiny podzemní vody ražbou podzemního díla. Jednalo se celkem o 8 studen v prostoru zahrádkářských kolonií a 2 prameny. Pro všechny studny, resp. prameny, které byly očíslovány, byl před zahájením ražby průzkumné štoly vypracován aktualizovaný pasport objektu. V pasportu pro každý objekt byly zaznamenány souřadnice a výška odměrného bodu nad terénem, základní charakteristika objektu, jeho historie, parametry, měření hloubky hladina pod terénem s přepočtem na absolutní výšku), údaje o laboratorních rozborech, výřez situace a nezbytná fotodokumentace. Po ukončení ražby průzkumné štoly a následného vrtného průzkumného programu v březnu roku 2017 byla realizována repasportizace všech objektů a přesné geodetické zaměření.

Pramen P1 „Pod Děvínem“

Jedná se o zrekonstruovanou studánku podkovovitého tvaru. Historicky se pramen nazývá Pod Děvínem. Studánka leží při pokračování ulice Výmolovy, 80 m SZ od brány radlického hřbitova (proti vstupu do zahrady č.p. 329. Vznik pramene je neznámý, místní odhadují stáří přes 100–150 let. Po roce 2001 zpustl až skoro zanikl. V roce 2012 proběhla částečná rekonstrukce, která pokračovala v roce 2013. Voda je vápenato-hořečnato-uhličitano-síranového typu se slabě alkalickým pH a středně vysokou mineralizací. Přes překročení obsahu iontů Fe a Mn – pitná voda. Mírně organicky i antropologenně znečištěna (výskyt koliformních bakterií, enterokoků i bakterie Escherischia coli = fekální znečištění. Vzhledem ke sníženým srážkám v posledních letech vydatnost pramene mírně klesá, což dokládají měřené průtoky: prosinec 2009 $Q=0,1$ l/s; 4.6.2014 $Q=0,022$ l/s; 23.3.2017 $Q=0,000$ l/s.

Pramen P2 „Karlštejnka“

Pramen se nalézá v rokli, která se zařezává od východu do hřebene Dívčích hradů a odděluje masiv Děvína od severnějšího Ctirada, na výrazné terénní terase v jihozápadní části kotliny na východě ohraničené náspem železnice a na ostatních skalními stěnami. První zmínka o prameni pochází z poloviny 15. století. Voda vyvěrá z trubky v zídce, dále je patrný mokrý pruh v úrovni vrstevnice. Voda je vápenato-hořečnato-uhličitano-síranového typu se slabě alkalickým pH a středně vysokou mineralizací. Vzhledem ke sníženým srážkám v posledních letech vydatnost pramene mírně klesá, což dokládají měřené průtoky: 4.6.2014 $Q=0,021$ l/s; 23.3.2017 $Q=0,016$ l/s.

Studna S1

Jedná se o kopanou studnu kruhového profilu, paženou celými betonovými skružemi (průměr 1,1 m) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 480 v k.ú. Radlice. Studna se nachází cca 3 m východně od opuštěné chaty a v době pasportizace byla nepoužívaná. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno v prosinci 2009, kdy byla úroveň hladiny 324,68 m n. m.; 4.6.2014 proběhla pasportizace před ražbou průzkumné štoly, kdy byla hladina podzemní vody v úrovni 325,16 m n. m.;

repassportizace byla provedena 23.3.2017, hladina byla v úrovni 324,69 m n. m., což zhruba odpovídá úrovni hladiny měřené v roce 2009. Pravděpodobně se zde jedná o mělkou zvodeň v křídových sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Studna S2

Jedná se o kopanou studnu kruhového profilu, vyzdívanou cihlami (průměr 1,3 m) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 480 v k.ú. Radlice. Studna se nachází cca 17 m severně od chatky a v době pasportizace byla nepoužívaná. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno v prosinci 2009, kdy byla úroveň hladiny 321,74 m n. m.; 4.6.2014 proběhla pasportizace před ražbou průzkumné štoly, kdy byla hladina podzemní vody v úrovni 323,26 m n. m.; repasportizace byla provedena 23.3.2017, hladina byla v úrovni 321,99 m n. m., což zhruba odpovídá úrovni hladiny měřené v roce 2009. Pravděpodobně se zde jedná o mělkou zvodeň v křídových sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Studna S3

Jedná se o kopanou studnu čtvercového profilu, vyzdívanou cihlami do hloubky cca 1,5 m, níže pak (v úrovni křídového pískovce) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 480 v k.ú. Radlice. Studna se nachází severně od chatky a v době pasportizace byla používána pro čerpání užitkové vody ruční pumpou. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno v prosinci 2009, kdy byla úroveň hladiny 323,19 m n. m.; 5.6.2014 proběhla pasportizace před ražbou průzkumné štoly, kdy byla hladina podzemní vody v úrovni 324,09 m n. m.; repasportizace byla provedena 23.3.2017, hladina byla v úrovni 323,53 m n. m., což se zhruba blíží úrovni hladiny měřené v roce 2009. Pravděpodobně se zde jedná o mělkou zvodeň v křídových sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Studna S5

Jedná se o kopanou studnu v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 480 v k.ú. Radlice. Studna se nachází západně od opuštěné chatky a v době pasportizace byla nepřístupná. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. Měření bylo provedeno v prosinci 2009, kdy byla úroveň hladiny 323,69 m n. m., což se zhruba odpovídá úrovním hladin okolních pasportizovaných studen a jedná se zde rovněž o mělkou zvodeň v křídových sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Studna S6

Jedná se o kopanou studnu kruhového profilu, paženou betonovými skružemi (průměr 1,2 m) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 465/1 v k.ú. Radlice. Studna se nachází v zahrádkářské kolonii u radlického hřbitova, cca 8 m od vstupní brány po levé straně cesty. V době pasportizace byla ojedinele používána jako zdroj užitkové vody. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno při pasportizaci 4.6.2014, kdy byla hladina vody v úrovni 304,03 m n. m.; repasportizace byla provedena 23.3.2017, hladina byla v úrovni 304,03 m n. m. Při pasportizaci bylo zjištěno, že se nejedná o pravou studnu, ale spíše o jímku vody, do které je voda přiváděna trativodem podél cesty.

Studna S7

Jedná se o kopanou studnu kruhového profilu, paženou celými betonovými skružemi (průměr 1,1 m) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 487/3 v k.ú. Radlice. Studna se nachází v zahrádkářské kolonii SZ od radlického hřbitova, cca 1,5 m východně od vyhořelé chatky obývané bezdomovci. V době pasportizace byla studna zasypaná odpadky a nepoužívaná. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno v prosinci 2009, kdy byla úroveň hladiny 393,52 m n. m., v době pasportizace bylo měření hladiny vzhledem k zasypaní studny nemožné. Pravděpodobně se zde jedná o mělkou zvodeň v deluviálních sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Studna S8

Jedná se o kopanou studnu kruhového profilu, paženou celými betonovými skružemi (průměr 1,1 m) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 489/2 v k.ú. Radlice. Studna se nachází v zahrádkářské kolonii SZ od radlického hřbitova, cca 2 m severozápadně od chaty e.č. 12 a v době pasportizace byla nepoužívaná. Vznik studny a historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno při pasportizaci 4.6.2014, kdy byla hladina podzemní vody v úrovni 294,83 m n. m.; repasportizace byla provedena 23.3.2017, hladina byla v úrovni 294,46 m n. m. Pravděpodobně se zde jedná o mělkou zvodeň v deluviálních sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Studna S10

Jedná se o kopanou studnu kruhového profilu, paženou celými betonovými skružemi (průměr 1,2 m) v zahrádkářské kolonii na pozemku parc. č. 480 v k.ú. Radlice. Studna se nachází severozápadně od používané chaty a v době pasportizace byla používána pro sezónní jímání užitkové vody. Vznik studny odhaduje majitelka na rok 1958, historický úbytek vody ve studni je neznámý. První měření bylo provedeno při pasportizaci 5.6.2014, kdy byla hladina podzemní vody v úrovni 324,19 m n. m.; další měření bylo provedeno po oznámení majitelky o úbytku vody ve studni 13.9.2016, které se však měřením neprokázalo, protože hladina byla zastižena v úrovni 323,77 m n. m.; repasportizace byla provedena 30.3.2017, hladina byla v úrovni 323,99 m n. m., což zhruba odpovídá úrovni hladiny měřené v roce 2016. Pravděpodobně se zde jedná o mělkou zvodeň v křídových sedimentech, která je závislá na úhrnu srážek.

Po porovnání měřených úrovní hladin vody ve studních byla shledána shoda s mapou hydrogeologických poměrů 1:5 000 list P 8-3 a P 7-3, kde hladiny ve všech studních odpovídaly hydroizohypsám v mapě.

Chemické a fyzikální rozborů vod z jednotlivých studen ukázaly, že vody vykazují stupeň agresivity na beton dle ČSN 206-1 XA1 a v případě studny S8 a pramene P1 XA2. Všechny vzorky vykazují vzhledem k hodnotě vodivosti velmi vysokou agresivitu na ocel (stupeň IV) dle ČSN 03 8375

2.7 Geofyzikální měření

(Tuto kapitolu vypracoval: Mgr. Radek Zelený, Inset, s.r.o.)

Geofyzikální měření bylo podpůrnou součástí IG průzkumu, doplňují ho v místech, kde byla obtížná realizace průzkumných vrtů z povrchu terénu (zvláště chráněné území „Ctirad“), popřípadě při zjišťování rizikových anomálií v horninovém masivu (poruchové zóny či krasové dutiny se zvodnělou výplní – zvodnělé písky apod.).

2.7.1 Metodika a rozsah geofyzikálního měření

Podrobná metodika a rozsah geofyzikálního měření je rekapitulována ve volné Příloze č. 8 této zprávy.

2.7.2 Závěry z geofyzikálního měření

Geofyzikální průzkumné práce zahrnovaly (v rámci Dílu I) měření v následujících průzkumných objektech:

- Geofyzikální měření před ražbou průzkumné štoly - měření z povrchu terénu
- Bezpečnostní jádrové předvrt z čelby štoly
- Presiometrické vějíře z průzkumné štoly
- Průzkumné vrt z štoly do oblasti jižního tunelu
- Průzkumný předvrt z koncové čelby štoly do oblasti severního
- Geofyzikální měření z průzkumné štoly (po jejím celém vyražení)

Výše uvedené dílčí činnosti vycházely z potřeb stavby a podrobného inženýrsko-geologického průzkumu. Cílem všech prováděných geofyzikálních prací bylo zvýšení bezpečnosti ražby a získání dalších podrobných informací o geologické stavbě úseku se složitými geotechnickými podmínkami s navázáním na poznatky podrobného inženýrsko-geologického průzkumu a na geologickou a geotechnickou dokumentaci štoly.

Práce prováděné **před ražbou štoly** z povrchu vytypovaly rizikové úseky ražby štoly tak, aby bylo možné upravení technologie ražby ve shodě s očekávaným geologickým prostředím. Rovněž přispěly k podrobnějšímu poznání geologické stavby v prostoru ražby štoly.

Jako nejvýznamnější zjištění povrchového průzkumu, které bylo následně potvrzeno jak ražbou, tak dalším měřením ze štoly bylo **vymezení poruchové zóny s pravděpodobnou přítomností krasových jevů v nadloží štoly v rozsahu st. 500 – 560 m**. Tato oslabená zóna v devonských vápencích lochkovského souvrství se projevila zejména ve výsledcích geoelektrického průzkumu, v měřeném gravitačním poli a v seismických měřeních. Projev zkrasování byl zastoupen i sníženými odpory ve vápencích, což se následně projevilo při ražbě vydatným přítokem do štoly po zdolání hranice této oblasti. Zastižené zkrasování má tak charakter otevřených částečně vyplněných puklin a případně dalších krasových jevů.

Dalším významným zjištěním byla problematika hlubokých krasových jevů, které způsobily havárii na stoce „P“ a prostorově mohly navazovat na výrazný morfologický prvek – rokli v blízkosti trasy STT. Provedeným průzkumem byla vyloučena přítomnost takto masivních jevů v trase průzkumné štoly a existence rokle byla indikována jako projev poruchového pásma mezi st. 650 – 740 m spojeného s vyšší hloubkou zvětrání podložních hornin, kde očekávané ukončení polohy předolského souvrství.

Samostatnou kapitolou v průzkumných pracích představovalo **měření na bezpečnostních předvrtech** v úsecích, kde byly očekávány krasové jevy. Tato měření sloužila zejména pro potřeby stavby tak, aby byla zajištěna maximální bezpečnost ražby. Rajonizace horninového prostředí za čelbou probíhala zejména na základě distribuce rychlostí šíření seismických vln na základě seismokarotáže a prosvěcování vrt / čelba s přihlédnutím k radarovým měřením a kamerové prohlídce vrtu. Na základě těchto výsledků byla bezprostředně upravována technologie ražby.

Geofyzikální měření provedené **ve vrtných vějířích z průzkumné štoly s presiometrickými zkouškami spolu s průzkumnými vrtly ze štoly do oblasti jižního tunelu** podaly detailní obraz geologické stavby v místech a úsecích štoly vybraných společným odborným posouzením geologických pracovníků. Tyto výsledky potvrdily a plošně i prostorově rozšířily poznatky z předchozích etap průzkumu a z ražby průzkumné štoly. Zejména pak posloužily k ověření geologické situace profilu severního tunelu a směrem k jižní tunelové troubě. Všechny tyto poznatky vedly k návrhu dalšího postupu průzkumných prací pro zajištění spolehlivých podkladů pro projekční přípravu ražby silničních tunelů.

Geofyzikální měření z průzkumné štoly po jejím celém vyražení přinesly poznatky potvrzující a rozšiřující již dříve zjištěné skutečnosti. Pomocí seismických metod byla vymezena poloha pevných vápenců v bezprostředním okolí štoly s úseky s očekávaným výskytem krasových jevů. V úseku mezi st. STT 500 – 600 m bylo potvrzeno vyšší porušení horninového masivu v nadloží štoly spojené s možným výskytem krasových jevů. Gravimetrická měření přinesla další poznatky ukazující na přítomnost hornin s deficitem hmoty oproti svému okolí ve shodě s povrchovým průzkumem.

V rozšíření průzkumné štoly do prostoru jižního tunelu JTT bylo využito vhodné geometrie obou štol a průzkumných vrtů k provedení seismického prosvěcování v oblasti s vyšší pravděpodobností výskytu krasových jevů. Spojitý rychlostní řez mezi štolami v rozsahu st. STT 460 – 759 m přispěl řešení přechodu mezi horninami dvorecko-prokopského, lochkovského, předolského a kopaninského souvrství v návaznosti na zjištěné tektonické a poruchové linie. Za pomoci dalších metod byly rovněž vytipovány oblasti se zvýšenou pravděpodobností výskytu krasových jevů v prostoru JTT mezi st. JTT st. 50 – 90 tm a v okolí st. 115 tm. ;

Poznatky získané z výsledků provedených průzkumných postupů ukázaly potřebnost a vhodné zvolení jednotlivých geofyzikálních metod použitých k průzkumu prováděném z průzkumné štoly a významné zhodnocení tohoto objektu jako průzkumného díla. Vzhledem k limitům každých průzkumných prací je možné, že jednotlivé dílčí poznatky a předpoklady uvedené ve výsledcích geofyzikálního průzkumu budou v průběhu vlastní ražby tunelů

korigovány o nové skutečnosti, které nebyly v ukončené etapě průzkumných prací zjištěny, resp. interpretovány.

Kompletní vyhodnocení geofyzikálního průzkumu je ve volné Příloze č. 8 této zprávy.

2.8 Geoelektrický korozní průzkum

2.8.1 Metodika a rozsah geoelektrického korozního průzkumu

Podrobná metodika a rozsah geoelektrického korozního průzkumu je rekapitulována ve volné Příloze č. 9 této zprávy.

2.8.2 Závěry z geoelektrického korozního měření

Hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli (**bludné proudy**) dle ČSN 038372/75 je zjištěna v profilu celé průzkumné štoly **v rozmezí III (zvýšená agresivita) a IV (velmi vysoká agresivita)**. Stupeň IV byl stanoven v oblasti MÚK Zlíchov. Je zřejmý významný vliv dvou dominantních zdrojů bludných proudů - elektrifikovaná trat' ČD 170, 171 se stejnosměrnou trakcí 3 kV_{ss} v oblasti Zlíchova a trasa metra B se stejnosměrnou trakcí 750 V_{ss} společně s tramvajovou tratí v ul. Radlická.

Tento vliv je podpořen též změnou měrných odporů horniny zjištěných při ražbě v podzemí – přechod agresivity horninového prostředí na ocel **z hlediska měrných odporů ze stupně I (velmi nízká)** v prostředí vápenců (bez ohledu na typ souvrství) v počátku ražby (od 190 tm výše) a **do stupně II (střední)** na konci průzkumné štoly od 710 tm výše, v prostředí prachovitojílovitýc) břidlic (opět bez ohledu na typ souvrství). Změna měrných odporů odpovídá geologickému popisu změny horninového prostředí v průběhu ražby.

Oddělený vliv dominantních zdrojů bludných proudů (BP) dovozuje na základě provedených měření vyslovit předpoklad průběhu intenzity BP v prodloužení průzkumné štoly směrem k portálu západ (vč. TGC západ) – viz graf G3 - kap.3.3 a 3.4 volné přílohy č. 9 této zprávy. Předpokládáme, že za současným ukončením ražby průzkumné štoly v 850 tm dojde již pouze k omezenému zvýšení (10 až 20 %) intenzity BP a po té bude intenzita BP povolna klesat na úroveň přibližně 0,02 mA/m² v oblasti portálu západ. Předpokládáme, že stupeň agresivity dle ČSN 038372/75 bude podél celého komplexu Tunely Radlice nadále již ve stupni III.

Dle technických podmínek TP124 se komplex Tunely Radlice nachází ve 4.stupni základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů. Doporučuje se aplikace primární, sekundární ochrany a konstrukčních opatření vč. propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch měřícími body (dle TP124-kap.5.2, 5.3 a 5.4, ČSN EN 206). Výběr ze základních požadavků primární, sekundární ochrany a konstrukčních opatření vztažených

k Technickým podmínkám TP124, uvádíme v kapitole 4. Jejich konkrétní uplatnění je závislé na konstrukci objektu, konstrukci zemničů a případnému způsobu ochrany proti nebezpečnému dotykovému napětí a přepětí.

Při realizaci (ražbě) tunelů Radlice považujeme za potřebné, vzhledem k přepokládaným změnám korozní agresivity horninového prostředí, začlenit sledování korozního ohrožení bludnými proudy v profilu STT i JTT do geomonitoringu prováděného v průběhu ražby. Na základě dosavadních výsledků z průzkumných prací při ražbě průzkumné štoly, považujeme za dostatečnou periodicitu měření s intervalem 200 m (vzdálenost čeleb na nichž je měřeno korozní ohrožení).

Komplex Tunely Radlice se skládá z většího počtu stavebních objektů. Všechny tyto objekty jsou vzájemně propojené, vzájemně se ovlivňují z hlediska toku BP i příslušenství silových rozvodů (ochran). Je proto nutno řešit jejich příslušná základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů dle TP124 ve vzájemné návaznosti, v rámci souhrnného Projektu ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů Tunely Radlice vypracovaného dle technických podmínek TP124.

Kompletní vyhodnocení geoelektrického korozního průzkumu je ve volné Příloze č. 9 této zprávy.

3 Závěr

V souladu s Realizačním projektem geologických prací a jeho aktualizací byla předložena tato Závěrečná zpráva Podrobného inženýrskogeologického průzkumu na Stavbě č. 9567 Radlická radiála JZM – Smíchov, zhodnocující provedené činnosti - průzkumné práce v rámci Dílu I. Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly.

V průběhu hloubení těžní šachty a ražby štoly v STT, resp. I v rozšíření štoly do JTT nedošlo k žádné mimořádné události, provozní nehodě (havárii) či jinému nebezpečnému stavu dle vyhl. OBÚ č. 55/1996 Sb. (v platném znění) a realizačního projektu ražby.

Následně uvádíme nejdůležitější závěry a doporučení.

- Výsledky získané průzkumnými pracemi, realizovanými z průzkumné štoly jsou podrobně vyhodnoceny v tomto Dílu I Závěrečné zprávy IG průzkumu. Poté byly tyto výsledky použity jako podklad pro řešení geotechnického pasportu ražených tunelů Radlice, který je v Dílu II (průzkum pro celou trasu RR realizovaný z povrchu terénu).
- Měření úrovně hladiny podzemní vody v hydrogeologických vrtech HJ 5 (Zlíčov) a HJ 235, monitorujících zvodnění na plošině Dívčích hradů, neprokázalo ovlivnění tohoto přípovrchového zvodnění v oblasti Dívčích hradů ražbou průzkumné štoly v STT (a jejího rozšíření do JTT). Z těchto měření úrovně hladiny podzemní vody vyplývá, že z dlouhodobého hlediska byla hladina podzemní vody (přípovrchové zvodnění) ovlivňována srážkami a teplotami (vsakem a odparem) a byla tedy v souladu s teoretickým předpokladem kolísání (rozkyvu) hladiny podzemní vody během hydrogeologického roku. Tyto závěry byly také potvrzeny měřením vydatnosti pramenů Karlštejnka a Pod Děvínem. Vydatnosti těchto pramenů v 03/ 2017 jsou stejné jako v 06/2014 (tj. před ražbou průzkumné štoly), kdy proběhla aktualizace pasportizace těchto pramenů.

Na základě výsledků IGP v průzkumné štole v STT a jejího rozšíření do JTT včetně výsledků geofyzikálních měření z povrchu terénu lze vymezit rizikové oblasti, kde je pravděpodobný výskyt jednak zlomových poruchových zón v horninovém masivu a jednak také přítomnost krasového porušení horninového masivu:

- **Úsek v STT přibl. st. 0,143 – 0,190 km STT**

Jedná se o rizikovou oblast v bezprostřední blízkosti navrženého raženého portálu STT. Zde jsou horniny kopaninského souvrství výrazně tektonicky porušeny a tvoří poruchovou zónu „barrandovského zlomu“ po jehož linii došlo k násunu silurské tektonické kry na horniny devonu s vytvořením následné stratigrafické inverze. Zde se očekává snížená stabilita čela výrubu tunelu, zvýšené deformace nosného systému a i přítoky podzemní vody do výrubu tunelu.

- **Úsek v STT i JTT přibl. st. 0,500 – 0,600 km STT**

Z hlediska zastížení krasových jevů se zdá jako nejrizikovější oblast výskytu čistých devonských vápenců lochkovského souvrství (st. ve štole 0,517- 0,660 km STT). Zde byla ražbou potvrzena přítomnost krasových jevů v hloubce až cca 90 m pod terénem a ve staničení 0,517 km došlo k nafárání krasové pukliny s přítokem podzemní vody (až 20 l/s⁻¹), který částečně zaplavil štolu. Tato krasová puklina (dutina) byla na hranici pražského a lochkovského souvrství. V těchto místech bylo v rámci ražby rozšíření štoly 180 m do JTT

prováděno úvodní rozšíření profilu výrubu v STT. Při ražbě tohoto rozšíření profilu výrubu byla dokumentována již zmíněná tektonicky predisponovaná krasová dutina, která byla až 3 m široká a pokračovala pod počvu štoly. Výplň této krasové dutiny tvořil jíl písčitý (F4/CS), tuhé konzistence s úlomky zkrasovatělého vápence a druhotně vysráženého kalcitu.

- **Úsek v STT i JTT přibl. 0,650 – 0,750 km STT**– hranice lochkovského souvrství (devon) a přídolského (požárského) souvrství (silur). Pro rizikovost tohoto místa hovoří i morfologická deprese v terénu – linie této tektonicky predisponované deprese vede k místu havárie stoky „P“ v roce 1981, kde byly na rozhraní zmíněných souvrství zastíženy hluboké krasové jevy, vyplněné zvodněnými zeminami.

Čtvrtá riziková oblast je již za koncem průzkumné štoly v STT v ordovických horninách převážně kosovského a královského souvrství (součást Dílu II ZZ IGP - průzkumu pro celou trasu Radlické radiály prováděného z povrchu):

- **Úsek v STT i JTT přibl. 1.085 – 1.240 km STT**. Při komplexní interpretaci složitých geologických poměrů v oblasti realizovaného doplňujícího vrtu z povrchu HJ 244 v zahrádkářské kolonii Výmolová – tedy v oblasti průzkumné štoly v STT byla na základě všech provedených průzkumných prací z povrchu terénu zde interpretována složitá tektonická zlomová stavba horninového masivu, která mění původní představu o rozsahu kosovského souvrství (ordovické křemenné pískovce a prachovce) a jeho tektonického narušení. Tato interpretace je součástí podélných geotechnických řezů STT a JTT v Dílu II ZZ IGP, kde je i v Geotechnickém pasportu ražených tunelů.

Doporučení:

Horninový masiv kosovského souvrství a následně i souvrství královského a bohdaleckého (ordovik) je ve výše zmíněném úseku pravděpodobně výrazně „rozlámán“ do tektonických ker jejichž rozsah lze zastihnout až cca 350 m za průzkumnou štolu v STT. Hornina je zde výrazně tektonicky podrcena a má nízkou pevnost. Toto tektonické porušení horninového masivu potvrzuje geofyzikální měření (seismické i geoelektrické měření), které bylo provedeno z povrchu terénu.

V této oblasti též byly zastíženy poněkud odlišné hydrogeologické poměry než v dosavadním rozsahu průzkumné štoly v STT. Hladina podzemní vody nad již realizovanou průzkumnou štolou v STT je ve vápencích a silurských břidlicích hluboce zaklesnuta. Oproti tomu v oblasti zahrádkářské kolonie Výmolová a směrem na západ je naopak ustálená hladina podzemní vody poměrně mělce pod povrchem v hloubce cca 5 m a vlivem tektonického narušení horninového masivu je i mírně napjatá. Pravděpodobný je zde i částečný přítok z reliktní křídových hornin jižně od tunelů. Předpokládané ovlivnění hladiny podzemní vody vlivem ražby tunelů v této oblasti nelze tedy analogicky přirovnávat k ovlivnění hladiny podzemní vody v devonských a silurských horninách v oblasti plošiny Dívčích hradů, kde již ražba průzkumné štoly proběhla.

Na základě výše zmíněných důvodů doporučujeme prodloužení průzkumné štoly v STT do této oblasti, neboť je to nejobjektivnější způsob průzkumu při zjišťování skutečných geologických a geotechnických poměrů v tak složitém, tektonicky narušeném horninovém masivu a také proto, že jedině monitoring hladiny podzemních vod v již realizovaných hydrogeologických vrtech při ražbě tohoto prodloužení štoly může odpovědět na otázku

případného ovlivnění hladiny podzemní vody při ražbě samotných tunelů ve zmíněném úseku. V rozšíření průzkumné štoly v STT by bylo možné realizovat i průzkumné vrty do oblasti jižního tunelu a také geotechnické zkoušky in-situ či geofyzikální měření. Tyto průzkumné práce z podzemí mají při tak vysokém nadloží (80 m) o hodně vyšší vypovídající schopnost o geologických poměrech, než vrty z povrchu terénu, jejichž geologická informace je pro liniovou stavbu převážně bodová. Přínos průzkumné štoly je samozřejmě jednak ověření geologických rizik dané oblasti, ale samozřejmě také, že navíc umožňuje v předstihu před ražbou samotných tunelů realizovat doplňující stabilizační opatření (například injektáže) při zastížení komplikovaných podmínek (např. významně tektonicky porušená pásma), což umožňuje zvýšit bezpečnost a urychlit provádění samotných tunelů. Toto ve svém důsledku vede ke snížení investičních nákladů.

Předkládaná závěrečná zpráva IGP Díl I komplexně zhodnocuje všechny průzkumné práce i měření z podzemí a také vyhodnocuje monitoring hladiny podzemních vod v oblasti tunelu Radlice při ražbě průzkumné štoly. Spolu s geotechnickým pasportem tunelů Radlice (součást Dílu II ZZ IGP) je důležitým podkladem pro navazující stupně projektové přípravy tunelů Radlice.

V Praze, květen 2017

Vypracovali (za kolektiv autorů):

Mgr. Libor Síla
odborná způsobilost v inženýrské geologii

Kontroloval:

Ing. Petr Pokorný
projektový manažer

RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D.
vedoucí projektu
odpovědný řešitel geologických prací

Ing. Boleslav Březina
autorizovaný inženýr pro geotechniku


Mgr. Pavel Tůma
odborná způsobilost v inženýrské geologii

Zhotovitel IG průzkumu



projektová, průzkumná a konzultační společnost

PUDIS a.s., Nad Vodovodem 2/3258, 100 31 Praha 10
tel.: +420 274 776 645, fax: +420 274 778 656, www.pudis.cz, info@pudis.cz

Vypracoval: RNDr. Radovan Chmelář, Ph.D.	Ředitel PUDIS a.s.: Ing. Martin Höfler	Razítko: 	
	Odpovědný řešitel geologických prací: RNDr. Radovan Chmelář, Ph.D.		
	Kontroloval: Ing. Petr Pokorný		
Investor\Objednatel stavby: OSI MHMP, zastoupený mandatarčem VIS a.s.	Číslo zakázky: 3-8198-0006-62		
Akce: Stavba č. 9567 – Radlická radiála JZM – Smíchov, podrobný inženýrskogeologický průzkum Díl I. Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA: TECHNICKÁ ZPRÁVA	Měřítko:	Formát: A4	Datum: 05/2017
	Stupeň: ZZ IGP	Souprava:	
Příloha: DOKLADOVÁ ČÁST	Číslo přílohy: 1		

Středisko: 3
došlo: 27. 3. 2014
poř. č.: 55/14
Přiděleno: provoz - zednářsko - kopárensko - chmelář

EVIDENČNÍ LIST GEOLOGICKÝCH PRACÍ

Vyplní organizace

PUDIS a.s.		3
Došlo dne	27 -03- 2014	
Č. jednací	512/14	

1. Jméno a adresa organizace: **PUDIS a.s.**

Adr: **Nad Vodovodem 2/328 100 31 PRAHA 10 Strašnice**

Ing. Petr Pokorný – řed. stř. průzkumu, tel. 267 004 349

2. Identifikační číslo – IČO (pokud bylo přiděleno) **45 27 28 91**

3. Název geologického úkolu:

**Stavba č. 9567 – Radlická radiála JZM – Smíchov Podrobný inženýrsko-geologický průzkum
Díl I. Průzkum pro tunely Radlice, realizovaný z průzkumné štoly
Díl II. Průzkum pro celou trasu Radlické radiály, realizovaný z povrchu terénu**

4. Druh a etapa geologických prací: **Podrobný inženýrskogeologický průzkum**

5. Cíl geologických prací: **Inženýrsko-geologický průzkum pro dopravní stavby (kód 511)**

6. Hlavní druhy projektovaných prací

Díl I. ražba 850 m průzkumné štoly a hloubení 13,5 m šachty, IG dokumentace podzemního díla, jádrové vrty z průzkumné štoly (o cel. délce 1280 m a max. hloubce 80 m), geofyzikální měření (na terénu i v podzemí), HG měření a zk., geotechnické zkoušky (laboratorní i terénní), geoelektrické korozní měření

Díl II. jádrové vrty (o cel. délce 2009 m a maximální hloubce 95 m), penetrační zk., geofyzikální měření (na terénu a ve vrtech), HG měření a čerpací zk., geotechnické zkoušky (laboratorní i terénní), geoelektrické korozní měření

7. Katastrální území – název a kód

- Praha 5 (Praha 13) - Stodůlky**.....kód755541.....
- Praha 5 (Praha 13) - Jinonice**.....kód728730.....
- Praha 5 - Radlice**.....kód728641.....
- Praha 5 - Smíchov**kód729051.....

8. Název kraje **Město Praha** kód **Praha 5 CZ 0115 Praha 13 CZ 011D**

9. Datum zahájení geologických prací 1.4. 2014

10. Datum plánovaného ukončení geologických prací 31.3.2016

11. Souhrnná projektovaná cena prací
- do 10 tis. Kč
- 10 – 100 tis. Kč
- 100 – 1 000 tis. Kč
- 1 000 – 5 000 tis. Kč
- nad 5 000 tis. Kč

Ražba průzkumné štoly, průzkumné práce z podzemí a průzkumné práce z povrchu terénu pro celou trasu Radlické radiály souhrnná projektovaná cena 243 267 tis. Kč

12. Zdroj financování státní rozpočet ostatní zdroje

Příloha 1: Přehledná situace průzkumných sond a prací (vymezení zkoumaného území)

V Praze dne 20.3. 2014

RNDr. Radovan Chmelář, Ph.D.
Odpovědný řešitel geologických prací
(jméno a podpis)



Vyplní Česká geologická služba -- Geofond

Den zaevidování 21. 03. 2014

razítko

Podpis odpovědného zaměstnance

Česká geologická služba
útv. Geofond
Zaevidováno pod číslem

649 / 2014

(číslo bude následně uvedeno na
titulním listu závěrečné zprávy
odevzdané v dokumentaci)

OZNÁMENÍ O ROZŠÍŘENÍ GEOLOGICKÝCH PRACÍ
Na akci: Stavba č. 9567 – Radlická radiála JZM – Smíchov
Podrobný inženýrsko-geologický průzkum
(evidenční číslo 649/2014)

Dle §4 vyhlášky č. 282/2001 Sb. O evidenci geologických prací Vám oznamujeme rozšíření geologických prací na akci „**Stavba č. 9567 – Radlická radiála JZM – Smíchov Podrobný inženýrsko-geologický průzkum**“, zaevidovanou pod číslem 649/2014.

Vyplní organizace

1. Jméno a adresa organizace: **PUDIS a.s.**
 Adr: **Nad Vodovodem 2/328 100 31 PRAHA 10 Strašnice**
Ing. Martin Höfler, ředitel společnosti, předseda představenstva
2. Identifikační číslo – IČO (pokud bylo přiděleno) **45 27 28 91**
3. Název geologického úkolu – rozšíření geologických prací:
 Stavba č. 9567 – Radlická radiála JZM – Smíchov Podrobný inženýrsko-geologický průzkum
 Díl I. Průzkum pro tunely Radlice, realizovaný z průzkumné štoly
 rozšíření průzkumné štoly do jižní tunelové trouby (JTT) 0 - 180 m

 Díl II. Průzkum pro celou trasu Radlické radiály, realizovaný z povrchu terénu
 rozšíření o průzkumný vrt délky 95 m pro tunel Radlice
4. Druh a etapa geologických prací: **Podrobný inženýrskogeologický průzkum**
5. Cíl geologických prací: **Inženýrsko-geologický průzkum pro dopravní stavby (kód 511)**
6. Hlavní druhy projektovaných prací - **rozšíření geologických prací**
 Díl I. ražba 180 m průzkumné štoly – rozšíření do jižní tunelové trouby (JTT), IG dokumentace podzemního díla, jádrové vrty z průzkumné štoly (o cel. délce 365 m a max. hloubce 70 m), geofyzikální měření (v podzemí), HG měření a zk., geotechnické zkoušky (laboratorní i terénní), geoelektrické korozní měření

 Díl II. jádrový vrt HJ 244 (o cel.délce 95 m, resp. maximální hloubce 95 m), HG měření a čerpací zk., geotechnické zkoušky (laboratorní i terénní),

7. Katastrální území – název a kód

Praha 5 - Smíchovkód729051.....

8. Název kraje **Město Praha** kód **Praha 5 CZ 0115**

9. Datum zahájení **rozšíření** geologických prací 06. 2016

10. Datum plánovaného ukončení rozšíření geologických prací 01. 2017

11. Souhrnná projektovaná cena prací
- do 10 tis. Kč
- 10 – 100 tis. Kč
- 100 – 1 000 tis. Kč
- 1 000 – 5 000 tis. Kč
- nad 5 000 tis. Kč

Ražba průzkumné štoly, průzkumné práce z podzemí a průzkumné práce z povrchu terénu pro celou trasu Radlické radiály souhrnná projektovaná cena **rozšíření** geologických 45 000 tis. Kč


12. Zdroj financování státní rozpočet ostatní zdroje

V Praze dne 28.4. 2016

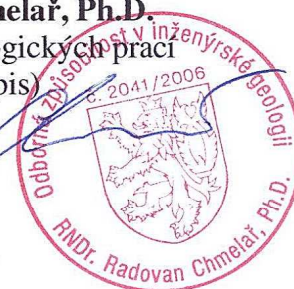
RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D.
Odpovědný řešitel geologických prací
(jméno a podpis)

Vyplní Česká geologická služba -- Geofond

Den zaevidování 4. 5. 2016 razítko


Podpis odpovědného zaměstnance

Česká geologická služba
útvár Geofond
Zaevidováno pod číslem
2
649/2014
(číslo bude následně uvedeno na
úředním listu závěrečné zprávy -
základní dokumentaci)



Středisko: 3


došlo: 16.5.14

poř. č.: 65/14

Přijímáno:

HLAVNÍ MĚSTO PRAHA
MAGISTRÁT HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY
ODBOR ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

PUDIS a.s.		3
Došlo dne	16 -05- 2014	
Č. jednací	449/14	

Žadatel převzal osobně
dne: 15.5.2014
Podpis: 

PUDIS a.s.
RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D.
Nad Vodovodem 2/3258
10031 Praha 10

Váš dopis zn.
3/065/Šk/14

SZn.
S-MHMP-0544872/2014/1/OZP/VI

Vyřizuje/telefon/e-mail
Ing. Ivan Bednář
236 004 427/
ivan.bednar@praha.eu

Datum
12. 5. 2014

Věc: Vyjádření odboru životního prostředí Magistrátu hlavního města Prahy na základě § 6 odst. 3 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, v platném znění k

Projekt podrobného inženýrskogeologického průzkumu na stavbě č. 9567, Radlická radiála JZM, k.ú. Smíchov

Odbor životního prostředí Magistrátu hlavního města Prahy vydává ke shora uvedené akci z hlediska ochrany složek životního prostředí následující vyjádření:

1. Z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu dle zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně ZPF, v platném znění:

K realizaci projektu podrobného inženýrskogeologického průzkumu nemáme připomínky. Realizací průzkumných vrtů (inženýrskogeologické vrty, hydrogeologické vrty) je dotčen zemědělský půdní fond. Podle § 9 odst. 2 písm. b) bodu 2 zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně ZPF, v úplném znění, souhlasu orgánu ochrany ZPF s odnětím není třeba, jelikož v jednotlivých případech nejde o plochu větší než 55 m². Vrtné pracoviště bude zabezpečeno tak, aby případným únikem ropných látek nedošlo ke znečištění půdy a povrchové nebo spodní vody. Toto je vyjádření podle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

2. Z hlediska lesů a lesního hospodářství dle zákona č. 289/1995 Sb., o lesích, v platném znění:

Námi chráněné zájmy nejsou dotčeny ve vztahu k zákonu č. 62/1988 Sb., o geologických pracích v platném znění. Toto je vyjádření podle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

3. Z hlediska nakládání s odpady podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění:

Upozorňujeme, že zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění, se nevztahuje na nakládání se zeminami a jinými přírodními materiály vytěženými během stavebních činností, pokud vlastník prokáže, že budou použity v přirozeném stavu v místě stavby a že jejich použití nepoškodí nebo neohrozí životní prostředí nebo lidské zdraví. V opačném případě je třeba postupovat podle citovaného zákona.

Toto je vyjádření podle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

4. Z hlediska ochrany ovzduší podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší:

Námi chráněné zájmy nejsou dotčeny.

Toto je vyjádření podle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

5. Z hlediska ochrany přírody a krajiny dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění:

A) Vyjádření k možnému vlivu průzkumných prací na krajinný ráz.

Námi chráněné zájmy nejsou dotčeny.

Jedná se o činnost, která nemůže ze své podstaty krajinný ráz ovlivnit. Předmětem průzkumu jsou podzemní inženýrskogeologické vrty a průzkumná štola ve skále. Aktivita se neprojeví do vizuálního vnímání krajiny, nesníží hodnoty krajinného rázu.

Pravomoc orgánu ochrany přírody k vydávání rozhodnutí o souhlasu či nesouhlasu se zásahem do krajinného rázu při umístění a povolování stavby či jiných činnostech (§ 12) je dána především při splnění dvou podmínek: jde o stavbu, která svou charakteristikou může krajinný ráz ovlivnit, a dále, je umístěována v krajině krajinným rázem charakterizované. Účelem zákona o ochraně přírody a krajiny je přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, k ochraně rozmanitostí forem života, přírodních hodnot a krás a k šetrnému hospodaření s přírodními zdroji (§ 1). Ochranou přírody a krajiny (§ 2 stejnojmenného zákona) se rozumí péče státu a fyzických i právnických osob o volně žijící živočichy, planě rostoucí rostliny a jejich společenstva, o nerosty, horniny, paleontologické nálezy a geologické celky, péče o ekologické systémy a krajinné celky, jakož i péče o vzhled a přístupnost krajiny. Tím jsou současně vymezeny společenské vztahy, které zákonodárce zamýšlel zákonem regulovat jako vztahy právní. Pojem „krajinný ráz“, užívaný zákonem, musí být vykládán v souladu s úvodními ustanoveními zákona (srov. z rozsudkem NSS ze dne 28.12.2006 č.j. 6 A 83/2002 – 65).

B) Vyjádření k průzkumným pracím v ochranném pásmu zvláště chráněného území:

Odbor životního prostředí Magistrátu hlavního města Prahy (dále jen OZP MHMP) jako věcně příslušný orgán ochrany přírody podle ustanovení § 77a odst. 4 písm. d) zákona ne má námitek provedení průzkumných prací podle projektové dokumentace nazvané „Podrobný

inženýrskogeologický průzkum na stavbě č. 9567, Radlická radiála JZM – Smíchov“, zpracované PUDIS a.s v 04/2014, v ochranném pásmu zvláště chráněných území – přírodní památka Ctírad a přírodní rezervace Prokopské údolí.

Ochranné pásmo zvláště chráněných území slouží ve smyslu ustanovení § 37 zákona k zabezpečení zvláště chráněných území před rušivými vlivy z okolí. Ochranná pásma pro PR Prokopské údolí byla vyhlášena podle § 37 odst. 1 věty první a druhé zákona přímo vyhláškou. Ochranné pásmo pro PP Ctírad bylo určeno ze zákona a to v rozsahu 50 metrů od hranic zvláště chráněného území dle věty třetí § 37 odst. 1.

Podle ustanovení § 37 odst. 2 zákona ke stavební činnosti, terénním a vodohospodářským úpravám, k použití chemických prostředků a změnám kultury pozemku v ochranném pásmu je nezbytný souhlas orgánu ochrany přírody..

Z důvodu, že předmětná dokumentace řeší pouze podrobný inženýrskogeologický průzkum pro stavbu č. 9567 - Radlická radiála není tedy nutné vydání závazného stanoviska orgánem ochrany přírody, tedy OZP MHMP.

Předmětný průzkum se dotýká ochranného pásma dvou zvláště chráněných území. PP Ctírad se ochranného pásma dotýká výstavbou průzkumné štoly a vrtů. Předmětný zásah nezpůsobí ohrožení předmětů ochrany na dané lokalitě. Významný geologický profil zůstane zachován, při činnosti však dojde k odtěžení části hornin, přičemž průzkumné práce umožní geologickou a paleontologickou dokumentaci lokality.

V souvislosti s tím, že se stavba nachází v lokalitě se zvýšenou pravděpodobností výskytu paleontologických nálezů (jeden z předmětů ochrany PP Ctírad) upozorňujeme, že paleontologické nálezy jsou chráněny dle § 11 zákona. A tedy požadujeme umožnit přístup a dokumentaci případných fosilních nálezů a celkové geologie České geologické službě, popřípadě dalším státním vědeckým pracovištím pověřeným orgánem ochrany přírody dle § 11 odst. 1 a 2 (viz. podmínky stanoviska k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí č.j. S-MHMP-417045/2006/OOP/VI/EIA/263-8/Žá).

Ochranného pásma PR Prokopské údolí se stavba dotkne jen okrajově a to při realizaci jednoho z inženýrskogeologických vrtů. Z hlediska ochrany přírody nemá předmětný zásah (realizace vrtu) v ochranném pásmu PR Prokopské údolí vliv na předměty ochrany tohoto zvláště chráněného území.

B) Souhlas k některým činnostem ve zvláště chráněném území:

Odbor životního prostředí Magistrátu hlavního města Prahy (dále jen OZP MHMP) jako věcně příslušný orgán ochrany přírody podle ustanovení § 77a odst. 4 písm. j) zákona sděluje, že inženýrskogeologická průzkum podle projektové dokumentace „Podrobný inženýrskogeologický průzkum na stavbě č. 9567, Radlická radiála JZM – Smíchov“, zpracované PUDIS a.s v 04/2014 nevyžaduje vydání souhlasu podle ustanovení § 44 odst. 3 zákona pro přírodní památku Ctírad, v

návaznosti na vyhlášku č. 5/1988 Sb. NVP, kterou se určují přírodní výtvoři v hlavním městě Praze.

Přírodní památka Ctirad byla vyhlášena vyhláškou Národního výboru hlavního města Prahy č. 5/1988 Sb. NVP, kterou se určují chráněné přírodní výtvoři v hlavním městě Praze, v platném znění (dále jen vyhláška). U PP Ctirad je dle vyhlášky hlavním předmětem ochrany opěrný geologický profil motolských až přídolských souvrství, pražské souvrství a dále je chráněno naleziště řady druhů fosilních organismů.

Podle ustanovení čl. 2 odst. 2 a 3 vyhlášky je zakázáno jakýmkoliv způsobem do chráněného území zasahovat, zejména rušit jeho přirozený vývoj, poškozovat povrch, geologický podklad, rostlinstvo a živočišstvo a odnášet z něj přírodniny atd. Vlastní povrchové plochy PP Ctirad se navržené průzkumné práce nedotknou. Průzkumné práce budou prováděny hluboko pod povrchem a to průzkumnou štolou o délce 850 m. Jedná se o činnost, který nenaruší významný profil a podá podrobné informace o geologii daného území. Podmínky ochrany přírodní památky tedy nejsou dotčeny.

Toto jsou vyjádření dle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

6. Z hlediska myslivosti dle zákona č. 449/2001 Sb., o myslivosti, v platném znění:

Z hlediska námi chráněných zájmů nemáme námitek.

Toto je vyjádření podle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

7. Z hlediska ochrany vod dle § 104 odst. 9 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (dále jen vodní zákon) v platném znění:

Bc. Daniela Rosinová, DiS., tel.: 236004252, e-mail: daniela.rosinova@praha.eu

Projekt řeší podrobný inženýrskogeologický průzkum na stavbě č. 9567, Radlická radiála JZM, Smíchov. Formálně je členěn do dvou částí:

1. Průzkum pro tunely Radlice realizovaný z průzkumné štoly délky 850 m – průzkumné práce a měření budou probíhat v době před ražbou, v průběhu ražby a po vyražení průzkumné štoly. V rámci geologických prací proběhnou mj. hydrogeologická měření a vzorkovací práce – odběr podzemní vody a laboratorní zkoušky. Před zahájením razičských prací bude prováděno hydrogeologické sledování hladiny podzemní vody na již vybudované síti monitorovacích hydrogeologických vrtů. Hladina je ve vrtech sledována již od roku 2009. Stávající síť monitorovacích vrtů bude rozšířena o vrty u konce průzkumné štoly. V rámci bezpečnostních jádrových předvrtů bude sledován přítok podzemní vody. V průběhu ražby, ale i po vyražení štoly, bude intenzivně prováděno měření hladiny podzemní vody v monitorovacích vrtech za účelem zjištění vlivu ražby na úroveň hladiny podzemní vody. V průběhu ražby bude sledován i iniciální přítok podzemní vody v čele výrubu i celkový přítok z průzkumné štoly.

2. Průzkum pro celou trasu Radlické radiály realizovaný z povrchu terénu – v rámci geologických prací bude mj. proveden hydrogeologický průzkum zahrnující hydrodynamické

zkoušky čerpací a nálevové, pasportizaci studní, odběr vzorků podzemní vody a jejich vyhodnocení. Cílem je zjištění hydrogeologických poměrů v trase a místě mostních a tunelových objektů, včetně ověření vlivu stavby na hydrogeologické poměry v širším okolí. Projekt obsahuje přehlednou tabulku navrhovaných hydrogeologických vrtů (celkem 19), čerpacích a nálevových zkoušek (celkem 14 a 14).

S navrženými geologickými pracemi souhlasíme za podmínek:

1. realizací geologických prací nesmí dojít k trvalému porušení vodního útvaru podzemní vody, k porušení jeho akumulací schopnosti, ke změně proudění a odběrů vody, ani k žádné jiné změně vodního režimu v dané lokalitě,
2. realizací vrtu nesmí dojít k ohrožení jakosti podzemních vod, vody z výplachů vrtů nesmí ohrozit jakost povrchových vod, ani nesmí být ohrožena funkčnost kanalizačních sítí, včetně čistíren odpadních vod.


Upozorňujeme:

- povolení k nakládání s vodami není třeba k čerpacím pokusům při provádění hydrogeologického průzkumu, pokud trvají méně než 14 dní a odběr vody v této době nepřekročí 1 l/s,
- v případě, že v průběhu provádění stavby bude docházet k čerpání podzemní vody za účelem snížení její hladiny, popř. k odvádění průsakových vod ze štoly, musí být toto nakládání s vodami v souladu s ust. § 8 odst. 1 písm. b) vodního zákona povoleno vodoprávním úřadem (příslušným vodoprávním úřadem k rozhodnutí, o jaké nakládání se jedná, a k jeho projednání je vodoprávní úřad městské části Praha 5).

Toto je vyjádření podle § 154 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, v platném znění.

Závěr: Odbor životního prostředí MHMP

- **nemá námitky** z hlediska jím chráněných zájmů - viz bod – 1, 2, 3, 4, 5A, 5B, 5C, 6
- **souhlasné stanovisko je podmíněno** splněním podmínek uvedených v bodě – 7


Ing. Jana **Cibulková**
vedoucí oddělení posuzování
vlivů na životní prostředí

Magistrát hl. m. Prahy
odbor životního prostředí
Mariánské nám. 2
110 01 Praha 1 /11/

Příloha: dokumentace



Klárov 131/3, 118 21 Praha 1

Číslo jednací/Spisová značka: S-ČGS 730/17/0752

Potvrzení o provádění paleontologického dozoru
na akci Radlická radiála JZM – Smíchov, stavba č. 9567, Podrobný IG průzkum

Od 08/2014 – do 02/2017 byl v průběhu podrobného IG průzkumu, prováděného firmou PUDIS a.s. (odpovědný řešitel RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D.) průběžně prováděn paleontologický dozor. Na této činnosti se podíleli pracovníci ČGS RNDr. Petr Budil, Ph.D., RNDr. Štěpán Manda, Ph.D., RNDr. Marika Polechová, Ph.D., RNDr. Jiří Frýda, Ph.D., RNDr. Zuzana Tasáryová, Ph.D., RNDr. Pavel Čáp a za AV ČR RNDr. Petr Štorch, DrSc.

Tento paleontologický dozor byl zaměřen především na hluboké (stratigraficky velmi zajímavé) průzkumné vrty pro tunel Radlice s maximální hloubkou 95 m. Jedná se o vrty HJ 233, HJ 234, HJ 235 a následně o vrt HJ 244.

Dále byl průběžně s ražbou průzkumné štoly a jejím rozšíření o 180 m do jižního tunelu prováděn paleontologický dozor na vzorcích hornin z aktuálních čel výrubu a jednak na vrtných jádrech vrtů realizovaných z průzkumné štoly, jejichž hloubka dosahovala 40 až 78 m. Tento dozor umožnil zpracovateli průzkumu PUDIS a.s. správné stratigrafické zařazení jednotlivých litologických typů hornin především souvrství siluru, devonu a ordoviku. Některé vzorky hornin (např. vzorek minety či stratigraficky zajímavé výskyty fosilií) byly poskytnuty pracovníkům ČGS k dalšímu zkoumání. Pracovníkům ČGS bylo předáno i vrtné jádro průzkumného vrtu z rozšíření průzkumné štoly do jižního tunelu.

Výsledky spolupráce zpracovatele průzkumu PUDIS a.s. a odborníků z ČGS či AV ČR umožnily jednak výrazně zpřesnit stratigrafické zařazení v rámci IG průzkumu pro tunel Radlice, tak byly také přínosné pro rozšíření odborné znalosti o tomto unikátním horninovém prostředí klasické oblasti Barrandienu, kde se nachází i blízká geologická Přírodní památka Ctírad.

V Praze 10. května 2017

RNDr. Petr Budil, Ph.D.

Česká geologická služba
hmotná dokumentace

1.

Klárov 3/131, 118 21 Praha 1

Klárov 131/3,
118 21 Praha 1
tel. (+420) 257 089 411
fax (+420) 257 531 376

Geologická 6,
152 00 Praha 5
tel. (+420) 251 085 111
fax (+420) 251 818 748

Kostelní 26,
170 06 Praha 7
tel. (+420) 234 742 111
fax (+420) 234 742 290

Leitnerova 22,
658 69 Brno
tel. (+420) 543 429 200
fax (+420) 543 212 370

Dačického náměstí 11
284 01 Kutná hora
tel. (+420) 327 512 220
fax (+420) 327 512 220

IČ 00025798, DIČ CZ.00025798
Bankovní spojení:
Česká národní banka,
č.ú. 87530011/0710