

# **METRO I.D – DOPLŇKOVÝ INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM NA ÚSECÍCH VO-OL A OL1**



***Jiří Tlamsa, Jan Zemánek a Radek Onysko***

***SG Geotechnika a.s.***

# Předmět a cíle průzkumu

## Předmět průzkumu

- stanice Pankrác a úsek ve směru ke stanici Olbrachtova (VO-OL)
- úsek jižně od stanice Olbrachtova (OL1)

## Cíle průzkumu

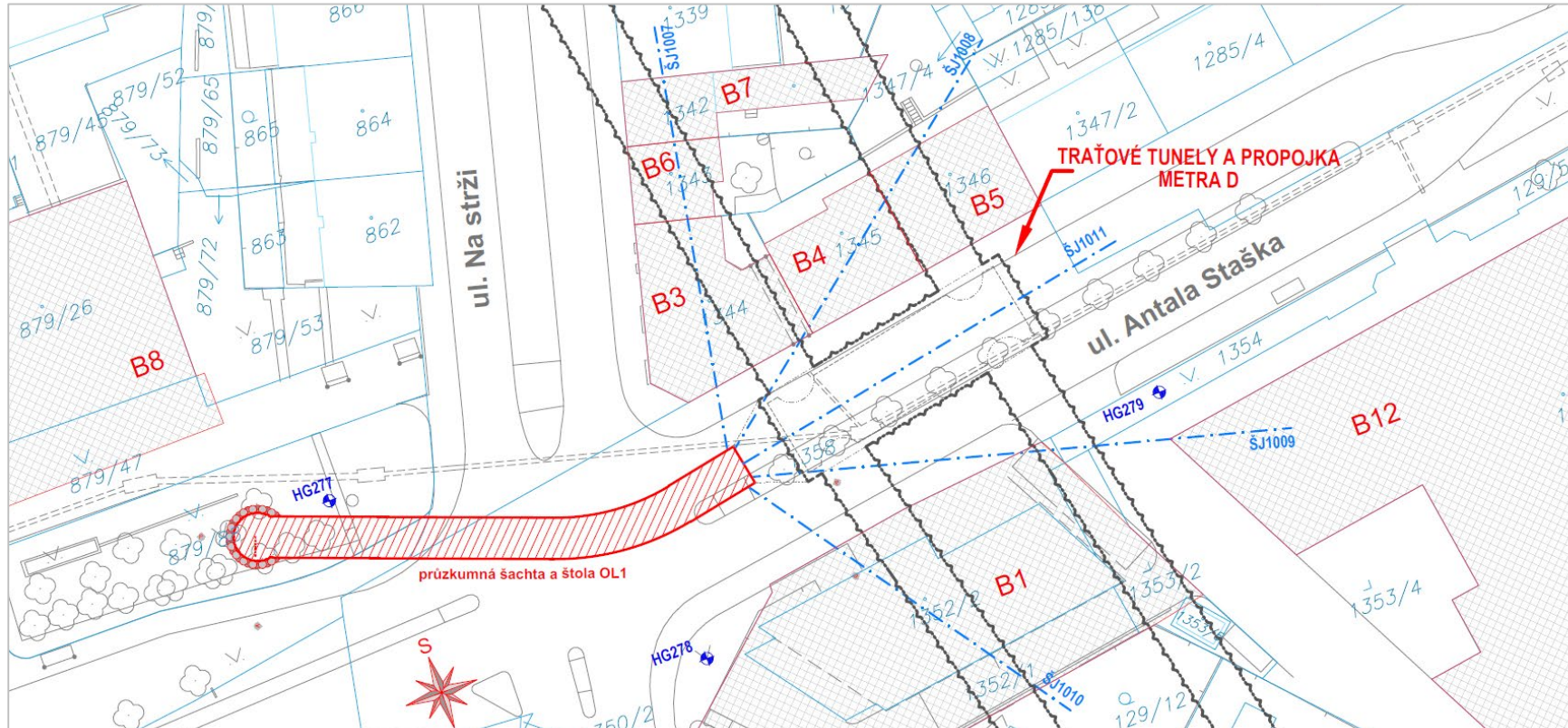
- upřesnění geologické a tektonické stavby
- upřesnění IG a HG poměrů
- upřesnění geotechnických vlastností
- upřesnění podmínek ražby

## Geologické poměry

- antropogenní navážky
- terasové sedimenty
- horniny svrchního ordoviku
- horniny spodního siluru
- silurské vulkanické intruze



# OL1 – podrobná situace průzkumu



- průzkumná šachta a štola dl. 63 m
- průzkumné vrty z povrchu a podzemí
- presiometrické zkoušky a karotáž
- dokumentace ražeb a průzkumných vrtů
- laboratorní zkoušky hornin a zemin
- hydrodynamické zkoušky ve vrtech

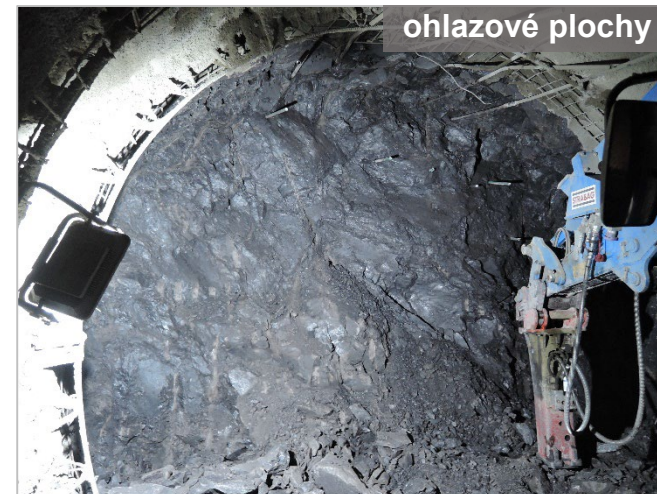
# OL1 – dokumentace hloubení šachty

- antropogenní navážky
- terasové sedimenty (písečné štěrky)
- jílovitoprachovité břidlice - bohdalecké
  - zcela až velmi zvětralé břidlice (R6)
  - mírně zvětralé břidlice (R5)
  - slabě zvětralé a zdravé břidlice (R4)
- různý stupeň tektonického porušení
- slabé přítoky podzemní vody



# OL1 – dokumentace ražby štoly

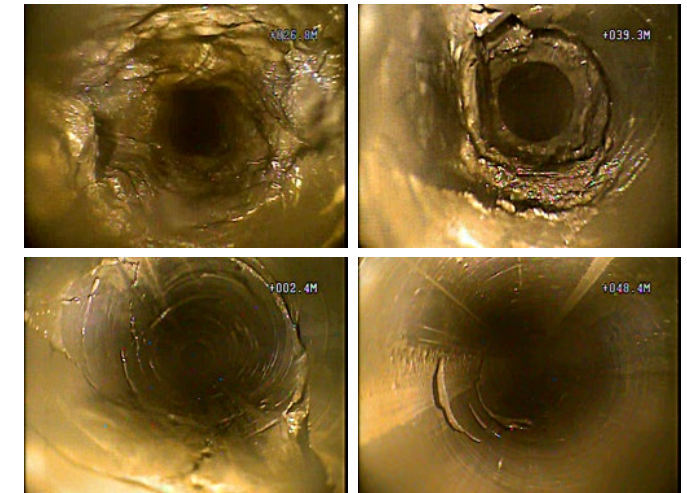
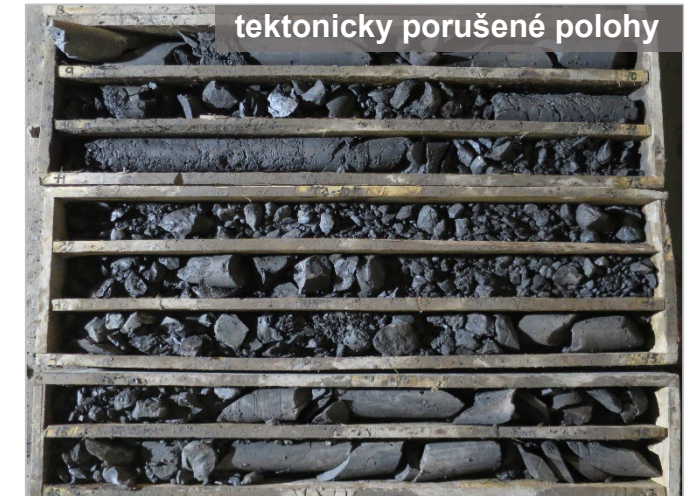
- zdravé bohdalecké břidlice, pevnost R4
- vrstevnatost s orientací 120-140°/60-80°
- 2-4 základní systémy extenzních puklin
- četné střížné pukliny s ohlazy a rýhováním
- různý stupeň rozpuštění a tekt. porušení
- zlomy a poruchová pásma různé mocnosti
- slabé až střední přítoky v celé délce štoly
- hodnota RMR pro celý výrub 38-53 bodů



inženýrskogeologická dokumentace				stavební oddíl		stavební objekt				výrub																																																																																	
ražba				OL1		štola - TYP I				kalota																																																																																	
č. dokument.	datum	čas	dokumentoval	st. celby (TM)	ram. č.	délka zábrny	volná délka	nadvýlom	rozpoj.	TT-proj.	TT-skut.																																																																																
0 0 0 2 1 0 3 2	28.04.2020	13:00	Mgr. Tlamsa	38.55 m	33	1,20 m	6,40 m	G 0,00 m <sup>3</sup>	mech.	TT6a	TT6a																																																																																
<p><b>geotechnické typy</b> (dle ČSN P 73 1000 a ISO EN 14689-1)</p> <p><b>typ</b>   <b>popis</b>   <b>zvláštní podmínky</b>   <b>pevnost</b>   <b>blok - typ</b>   <b>velikost</b></p> <p>SPT (070)   Břidlice jílovopropagovaná, tmavě šedá, kladivem středně těžce střížená, s nevýraznou vrstevnatostí, deskovitá až lamelovitá, slabě až středně rozpukaná, mírně středně tektonicky porušená - bohdalecké souvrství   středně až dobrá   R4   deskovitá   střední, mírně až málo</p> <p>SPTp (030)   Břidlice jílovopropagovaná, tmavě šedá, tektonicky středně až silně porušená, silně rozpukaná, s četnými ohlazy, kladivem těžce střížená až rákosá lamelární, mírně až charakteru jílovité zeminy s prodláženými střížky   středně až dobrá   R4-R5 (R5)   deskovitá a kosočtverečková   velmi málo až málo</p> <p><b>diskontinuity (dle ISO EN 14689-1)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>typ</th> <th>směr sklonu / sídlo</th> <th>geometrie</th> <th>příčikáznost m</th> <th>rozdílč m</th> <th>rovořivost mm</th> <th>vypěl</th> <th>orientace (RMR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V1</td> <td>130-140/60-70</td> <td>rovinná, hladká</td> <td>3-10</td> <td>200-700</td> <td>&lt;0,1</td> <td>bec</td> <td>velmi příznivá</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>160-100/50-65</td> <td>rovinná, hladká</td> <td>3-10</td> <td>200-700</td> <td>&lt;0,1</td> <td>bec</td> <td>velmi příznivá</td> </tr> <tr> <td>P1</td> <td>240-200/50-60</td> <td>rovinná, hladká</td> <td>&lt;1 m</td> <td>600-2000</td> <td>0,1-1</td> <td>bec</td> <td>středně příznivá</td> </tr> <tr> <td>T1</td> <td>180-200/85-90</td> <td>rovinná, vyřezaná</td> <td>3-10</td> <td>50-200</td> <td>1-2</td> <td>mírně x</td> <td>velmi nepříznivá</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>130-140/60-70</td> <td>rovinná, vyřezaná</td> <td>3-10</td> <td>200-700</td> <td>1-3</td> <td>mírně x</td> <td>velmi příznivá</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>60-70/55-65</td> <td>rovinná, vyřezaná</td> <td>1-3</td> <td>200-2000</td> <td>1-2</td> <td>bec</td> <td>velmi příznivá</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>65-70/75-80</td> <td>rovinná, vyřezaná</td> <td>1-3</td> <td>200-2000</td> <td>1-2</td> <td>bec</td> <td>velmi příznivá</td> </tr> <tr> <td>T5</td> <td>160-100/50-70</td> <td>rovinná, vyřezaná</td> <td>3-10</td> <td>100-2000</td> <td>1-2</td> <td>bec</td> <td>velmi nepříznivá</td> </tr> <tr> <td>Z1</td> <td>160-200/85-90</td> <td>rovinná, vyřezaná</td> <td>3-10 m</td> <td>&gt;2000</td> <td>800-1000</td> <td>x</td> <td>velmi nepříznivá</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>ROD (115-3,3 J)</b>   <b>SP-7 (R4-R5)</b>   <b>SP-7p (R5)</b>   <b>vzorky</b>   <b>blízce odbořeno</b></p> <p><b>poznámka GT</b>          Číslo odbořeno v pravé části ražby souvisejí přítoky vody v celém úseku. V odbořeno je zjištěna přítomnost puklin SPTp a pevnost R5-R6, vlivem přítoků vody mírně vypoždění neúplně kladivem.</p> <p><b>Mocnost nadloží</b> 20 m   <b>OT podmínky</b> V souladu s přílohou projektu   <b>poznámka technologie</b> Stavění stavebního rámu č. 33 je 38,13 TM</p> <p><b>RMR - body</b> SP-7: 52-58   SP-7p: 22-26   <b>prognóza</b> v odbořeno s přílohou podmínky.</p> <p><b>RMR - třída</b> SP-7: II   SP-7p: IV</p> <p><b>Doporučení</b> DR</p> <p><b>stavění objektu</b>          rám č. 33   délka zábrny 1,20 m   volná délka 6,40 m   nadvýlom G 0,00 m<sup>3</sup>   rozpoj. mech.   TT-proj. TT6a   TT-skut. TT6a</p> <p><b>výrub</b>          kalota</p> <p><b>geotechnický průřez</b>          SPT: kladivem neporušená hornina, deskovitá až lamelovitá (T2) s opačnými střížkami (T1) s vodorovným (T) pásmem (pevnost R4-R5) RMR: 52-58 (bodů)          SPTp: síť tektonicky porušená hornina, středně až silně porušená s četnými ohlazy, mírně středně rozpukaná s úhlovitými roztržkami (pevnost R5-R6) RMR: 22-26 (bodů)</p> <p><b>stavění objektu</b>          S: soustředěný přířez s intersticií cca 3-5 mm          S: neusouřaděná síť (kрупный) podzemní vody</p> <p><b>stavění objektu</b>          B: bresko   V: vrstevnatost   soustředěný přířez          K: karbonát   X: podvojná hornina   P: pukliny/extension   neusouřaděný přířez          M: křemík   F: amonit   T: pukliny střížby          S: sádrovec   W: voda   Z: zlom, tekt. pásmo</p> <p><b>stavění objektu</b>          OTM   podpora   SS-GT   podpora</p>												typ	směr sklonu / sídlo	geometrie	příčikáznost m	rozdílč m	rovořivost mm	vypěl	orientace (RMR)	V1	130-140/60-70	rovinná, hladká	3-10	200-700	<0,1	bec	velmi příznivá	T2	160-100/50-65	rovinná, hladká	3-10	200-700	<0,1	bec	velmi příznivá	P1	240-200/50-60	rovinná, hladká	<1 m	600-2000	0,1-1	bec	středně příznivá	T1	180-200/85-90	rovinná, vyřezaná	3-10	50-200	1-2	mírně x	velmi nepříznivá	T2	130-140/60-70	rovinná, vyřezaná	3-10	200-700	1-3	mírně x	velmi příznivá	T3	60-70/55-65	rovinná, vyřezaná	1-3	200-2000	1-2	bec	velmi příznivá	T4	65-70/75-80	rovinná, vyřezaná	1-3	200-2000	1-2	bec	velmi příznivá	T5	160-100/50-70	rovinná, vyřezaná	3-10	100-2000	1-2	bec	velmi nepříznivá	Z1	160-200/85-90	rovinná, vyřezaná	3-10 m	>2000	800-1000	x	velmi nepříznivá
typ	směr sklonu / sídlo	geometrie	příčikáznost m	rozdílč m	rovořivost mm	vypěl	orientace (RMR)																																																																																				
V1	130-140/60-70	rovinná, hladká	3-10	200-700	<0,1	bec	velmi příznivá																																																																																				
T2	160-100/50-65	rovinná, hladká	3-10	200-700	<0,1	bec	velmi příznivá																																																																																				
P1	240-200/50-60	rovinná, hladká	<1 m	600-2000	0,1-1	bec	středně příznivá																																																																																				
T1	180-200/85-90	rovinná, vyřezaná	3-10	50-200	1-2	mírně x	velmi nepříznivá																																																																																				
T2	130-140/60-70	rovinná, vyřezaná	3-10	200-700	1-3	mírně x	velmi příznivá																																																																																				
T3	60-70/55-65	rovinná, vyřezaná	1-3	200-2000	1-2	bec	velmi příznivá																																																																																				
T4	65-70/75-80	rovinná, vyřezaná	1-3	200-2000	1-2	bec	velmi příznivá																																																																																				
T5	160-100/50-70	rovinná, vyřezaná	3-10	100-2000	1-2	bec	velmi nepříznivá																																																																																				
Z1	160-200/85-90	rovinná, vyřezaná	3-10 m	>2000	800-1000	x	velmi nepříznivá																																																																																				

# OL1 – realizace průzkumných vrtů

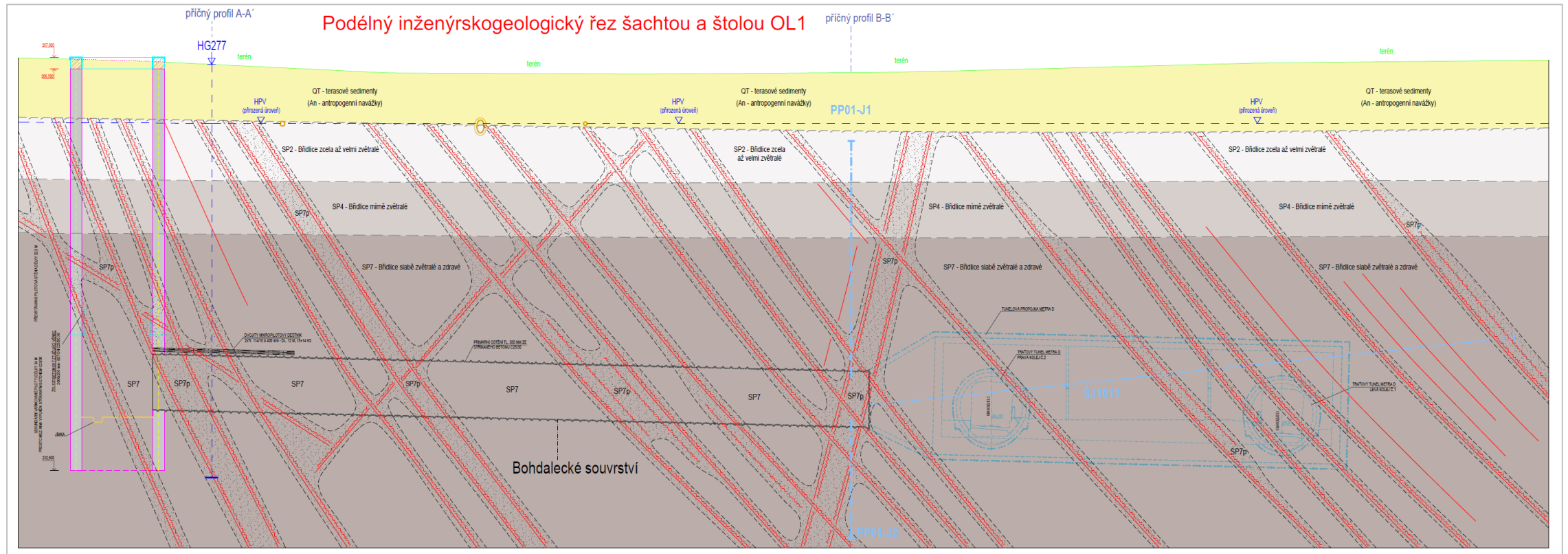
- 5 horizontálních a 2 vertikální vrtů
- zdravé bohdalecké břidlice, pevnost R4
- různá intenzita tektonického porušení
- zlomy a poruchová pásma různé mocnosti
- přítoky vody z vrtů 0.02-0,05 l/s
- karotážní a presiometrická měření:
  - R4, slabě až středně rozpukané -  $E_{def}$ : 340-380 MPa
  - R5-R4, středně až silně rozpukané. -  $E_{def}$ : 160-180 MPa
  - R6-R5, silně tektonicky porušená: -  $E_{def}$ : 12-16 MPa



# OL1 – horizontální geologický řez

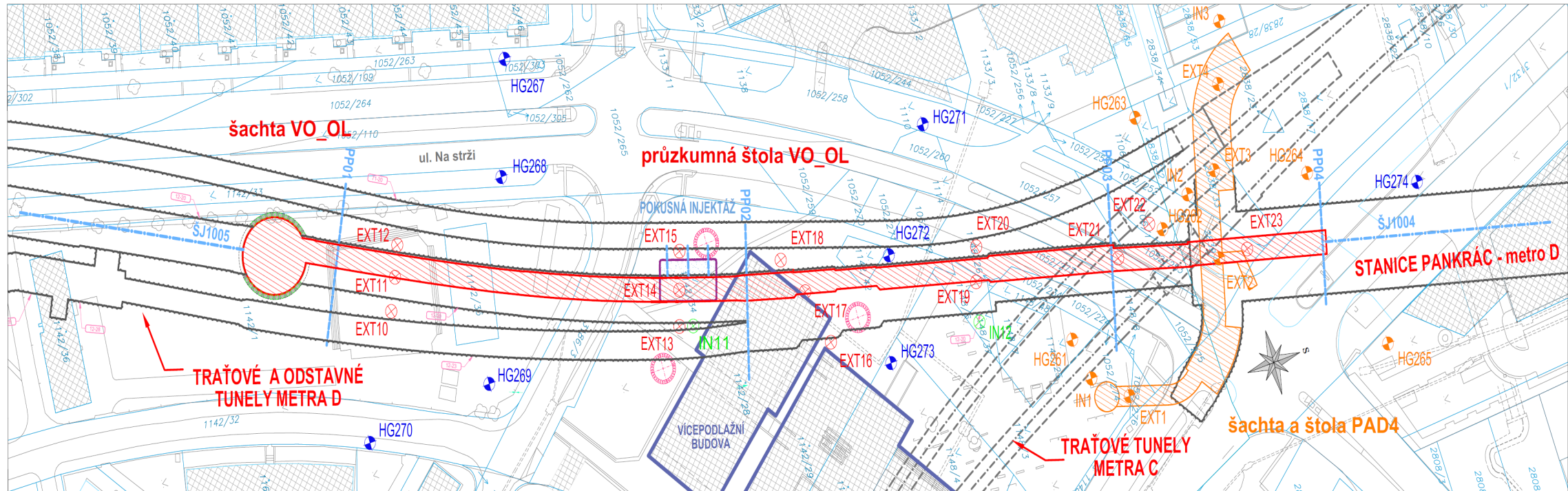


# OL1 – podélný geologický řez





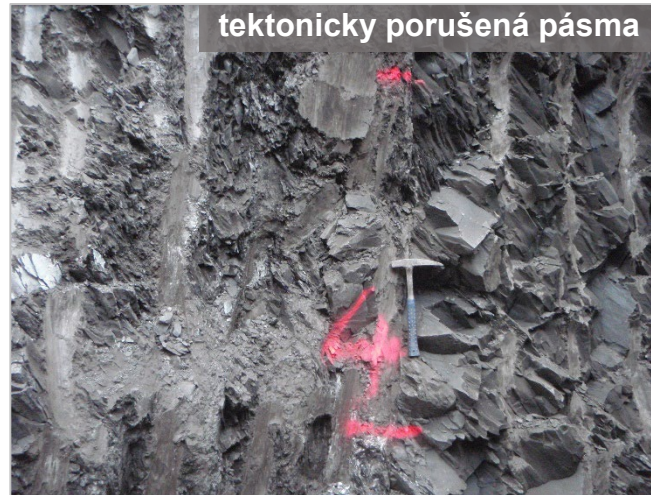
# VO-OL – podrobná situace průzkumu



- průzkumná šachta a štolá délky 322 m
- monitorovací vrty z povrchu (HG, IN, EXT)
- průzkumné horizontální vrty z podzemí
- presiometrické profily ze štol
- pokus sanačních injekcí
- dokumentace ražeb a průzkumných vrtů
- strukturální kinematická analýza
- laboratorní zkoušky hornin a zemin
- presiometrické zkoušky ve vrtech
- karotážní měření a hydrodynamické zkoušky

# VO-OL – dokumentace hloubení šachty

- terasové sedimenty (písečné štěrky)
- jílovitoprachovité břidlice - bohdalecké
  - zcela až velmi zvětralé břidlice (R6)
  - mírně zvětralé břidlice (R5)
  - slabě zvětralé a zdravé břidlice (R4)
- různý stupeň tektonického porušení
- slabé přítoky podzemní vody
- těleso silurské minety ve dně šachty



# VO-OL – dokumentace ražby štoly

- bohdalecké a královodvorské břidlice, R4
- vrstevnatost s orientací 310-360°/55-75°
- 3-4 základní systémy extenzních puklin
- četné střížné pukliny s ohlasy a rýhováním
- různá intenzita tektonického porušení
- zlomy a poruchová pásma různé mocnosti
- velmi omezené přítoky podzemní vody
- hodnota RMR pro celý výrub 22-64 bodů



bohdalecké břidlice



tektonicky porušené břidlice



královodvorské břidlice



detail tektonické poruchy

inženýrskogeologická dokumentace				stavěbní oddíl		stavěbní objekt		výrub			
ražba	č. dokument.	datum	čas	staniční čísla (L/R / TM)	ram. c.	d. záberu	volná délka	nadvýškom	rozpoč.	TT-proj.	TT-akut.
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
inženýrskogeologická dokumentace dokumentoval: Mgr. Tlmaš 42 499,20 m 19.01.2020 23.00				staniční čísla (L/R / TM) 42 499,20 m 13,00 m 12		stavěbní objekt štola - tunel ov. 5,0 m 1,30 m 0,40 m G. 0,00 m <sup>2</sup>		výrub keteta - levá mech. MPD MPD			
geotechnická typy (dle ČSN EN 15921 a ČSN EN 15922-1)											
typ	popisování popř.	zvětrání	pevnost	blok	typ	velikost					
SPT	břidlice jílovitopracovitá, tmavě šedá, tektonicky porušená, s výraznou vrstevnatostí, středně těžce dřítená, s četnými ohlasy, každém směru dřítená až nákov šarpatá, v poruchách až čtrnáctkrát zjemnělá s drobnými střepky	středně až slabě	R4	deskový	střížné, mírně až mály						
SPTP	břidlice jílovitopracovitá, tmavě šedá, tektonicky porušená, s výraznou vrstevnatostí, středně těžce dřítená, s četnými ohlasy, každém směru dřítená až nákov šarpatá, v poruchách až čtrnáctkrát zjemnělá s drobnými střepky	středně až slabě	R4-R5 (R6)	deskový a kosočkový	velmi mály až mály						
diskontinuity (dle ISO EN 14689-1)											
typ	směr sklonu / síla	geometrie	průběžnost	rozložení	vypěl	orientace (RMR)					
P1	310-360/55-75	rovná, hladká	3-10 m	50-300	č.1	střížná					
P2	310-360/55-75	rovná, hladká	1-3 m	600-2000	č.1,1	místy S					
P3	80-120/10-30	rovná, hladká	1-3 m	600-2000	č.1,1	místy S					
T1	310-360/55-75	rovná, vlnitá	3-10 m	50-300	č.1,1	S					
T2	S-20/85-90	rovná, vlnitá	1-3 m	600-2000	č.1,1	S					
T3	300-330/40-60	rovná, vlnitá	1-3 m	600-2000	č.1,1	S					
Z1	310-360/55-75	rovná, vlnitá	3-10 m	>2000	20-50	K, S					
Z2	30-30/10-35	rovná, vlnitá	3-10 m	>2000	20-50	K, S					
Z3	80-100/40-45	rovná, vlnitá	3-10 m	>2000	20-50	K, S					
voda, přítoky (l/min)											
0 ->10 ->20-25 ->25-125 ->125											
sucho -vlhký -místy kapání -střední přítok -vzorky (bez odvětví)											
RQD (115-3,3 J)											
SPT: 10-100 SPT: 10-110 SPT: 10-15 SPT: 10-15 SPT: 10-15 SPT: 10-15											
poznámka GT											
SPT: 10-100 SPT: 10-110 SPT: 10-15 SPT: 10-15 SPT: 10-15 SPT: 10-15											
poznámka technologie											
SPT: 10-100 SPT: 10-110 SPT: 10-15 SPT: 10-15 SPT: 10-15 SPT: 10-15											
poznámka RMR											
RMR: 28 RMR: 27-40 RMR: 21-23											
poznámka RMR											
RMR: 28 RMR: 27-40 RMR: 21-23											
poznámka RMR											
RMR: 28 RMR: 27-40 RMR: 21-23											

# VO-OL – dokumentace ražby štoly

- horniny kosovského souvrství (od TM 207)
- prachovité jílovce (R5), prachovce (R4)
- hrubozrnné droby (R3), křemence (R2)
- nepravidelné střídání jednotlivých hornin
- vrstevnatost s orientací 350-20°/35-55°
- ojedinělé zlomy a menší poruchová pásma
- silné přítoky podzemní vody - křemence
- hodnota RMR pro celý výrub 29-61 bodů



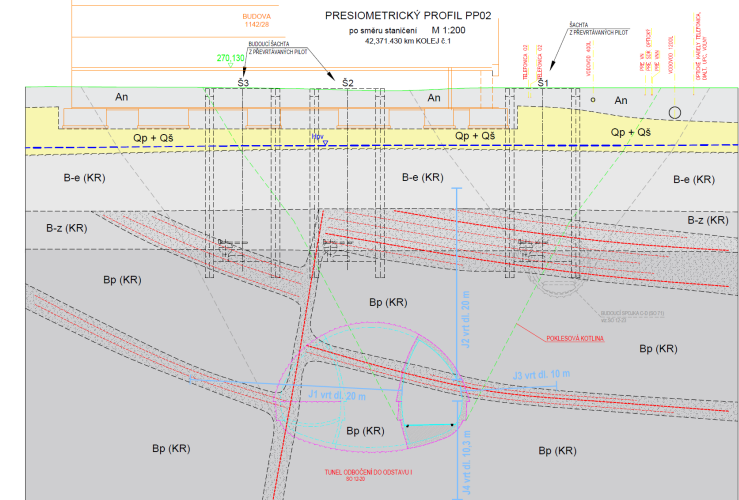
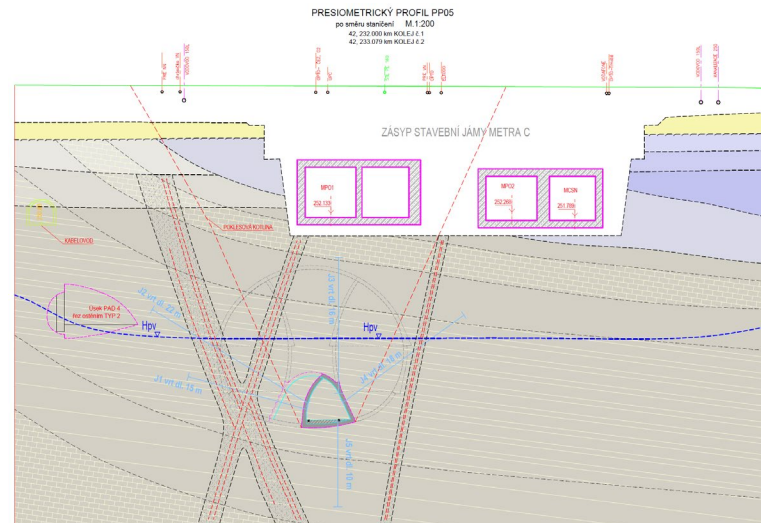
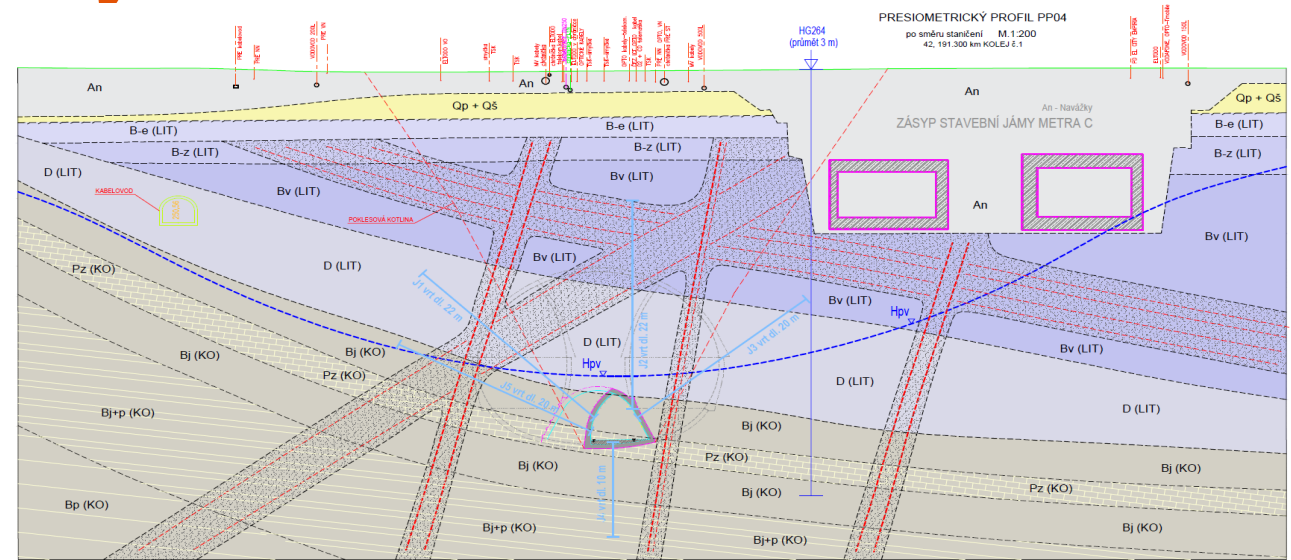
# VO-OL – realizace průzkumných vrtů

- 3 horizontální vrty:
  - 70 m – směr stanice Olbrachtova
    - bohdaleckého souvrství, intruze minety
    - četné poruchové zóny
  - 90 + 40 m – prostor stanice Pankrác
    - jílovce kosovského souvrství, silurský diabas
    - liteňské a kopaninské souvrství
- presiometrické a dilatometrické zkoušky
- karotážní měření, seismická tomografie
- zkoušky hornin, vodní tlakové zkoušky

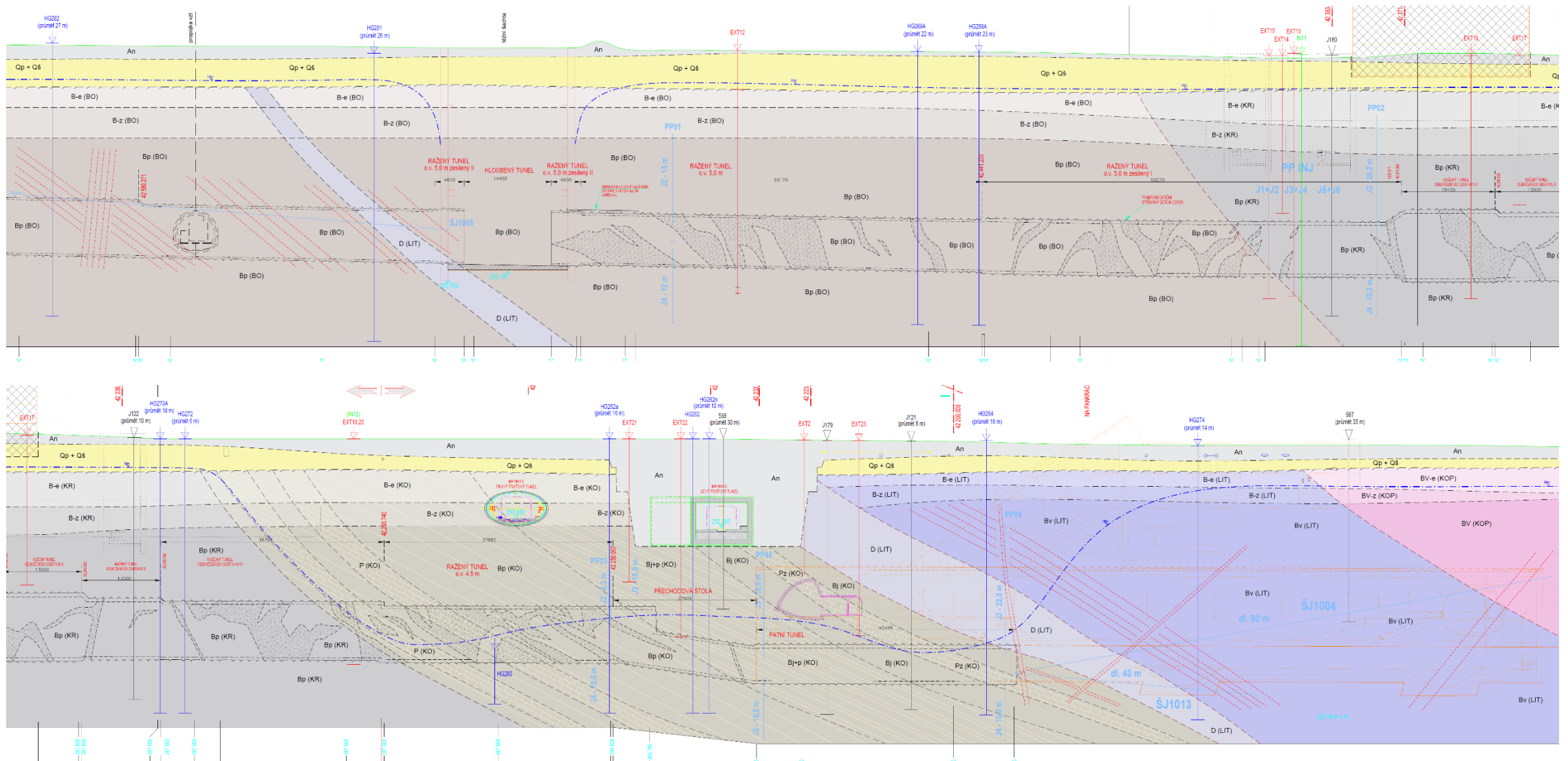


# VO-OL – presiometrické profily

- celkem 5 presiometrických profilů:
  - PP01 – bohdalecké souvrství
  - PP02 – královodvorské souvrství
  - PP03 a 04 – kosovské souvrství
  - PP05 – kosovské a liteňské souvrství
- radiální vrty délky 10-22 m (strop, boky, dno)
- ověření geotechnických poměrů v okolí štoly
- stanovení deformačních vlastností hornin
- laboratorní zkoušky hornin

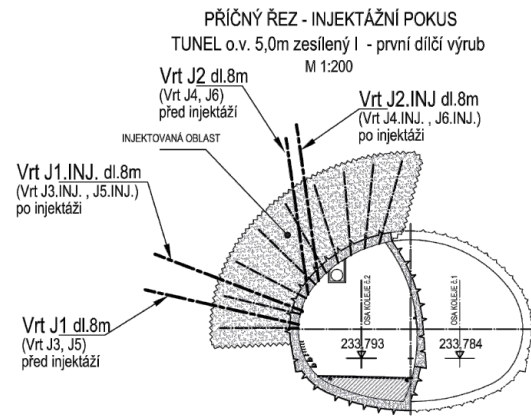
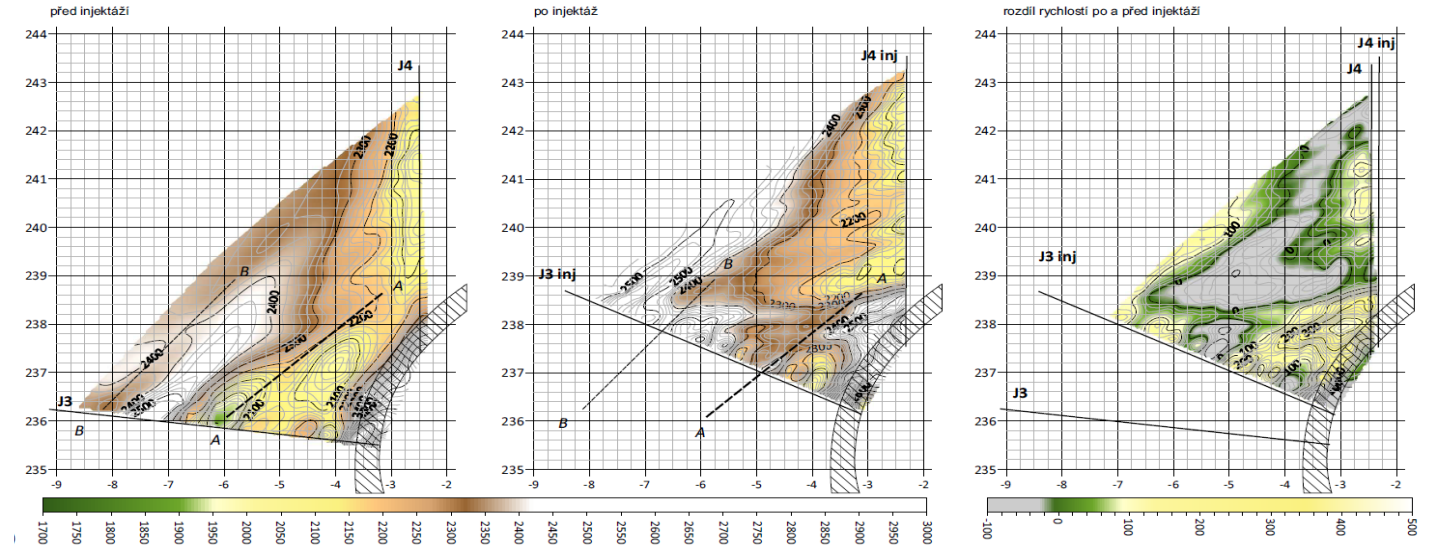


# VO-OL – podélný geologický řez



# VO-OL – pokus sanačních injektáží

- královodvorské a bohdalecké břidlice
- pilotní a ověřovací vrty (4 x 2 dvojice vrtů)
- zkoušeny 3 typy směsí
- laboratorní zkoušky horniny
- seismická karotáž a georadar
- seismická tomografie mezi vrty
- presiometrické měření ve vrtech
- vliv na geomechanické parametry





# Závěr – výsledky průzkumných prací

## Upřesnění geologické stavby území

- úložné poměry a stratigrafická rozhraní
- litologie a petrografie jednotlivých souvrství
- intruzivní tělesa silurských vulkanitů

## Upřesnění rozsahu a charakteru porušení

- průběh a mocnost zlomů a poruchových pásem
- rozdílný charakter porušení horninových typů
- zhodnocení vlivu porušení masivu na ražbu

## Upřesnění geotechnických parametrů hornin

- velký počet laboratorních zkoušek hornin
- presiometrická a dilatometrická měření
- pevnostní a přetvárné vlastnosti hornin
- zhodnocení kvality horninového masivu (RMR, QTS)



**Děkujeme za pozornost**