

Tunel Lahovská (SO 601,602,603) SOKP, stavba 514 Lahovice-Slivenec



Geotechnický monitoring – příklady ze stavby

- *povrchová zástavba nad tunely*
- *příportálový úsek Lochkov s minim. nadložím v délce 80 m*
- *úseky poruchových a tektonických pásem*
- *hydrogeologické poměry ve výrubech tunelů a v okolí výstavby*

Výčet činností GTM

- **geotechnické sledování ražeb** – IG dokumentace výrubů
- **měření deformací výrubu** (konvergenční měření)
- **extenzometrická měření** ve vrtech z povrchu
- **inklinometrická měření** pomocí přesné inklinometrie ve vrtech
- **3D geodetické sledování portálových jam a hloubených portálů**
- **dynamometrické měření kotev** na portálech
- **sledování deformací povrchu**, nivelační měření poklesu terénu
- **měření geodetických bodů na objektech** – sedání
- **měření deformací sekundárního ostění** – hloubené i ražené tunely
- **geoelektrické korozní měření** na primární a sekundární obezdívce
- **sledování rozvoje poruch objektů** - měření trhlin
- **sledování objektů nadzemní zástavby** – prohlídky
- **dynamická a akustická měření** v objektech
- **HG monitoring**, měření h.p.v. v okolí stavby - studny a HG vrty

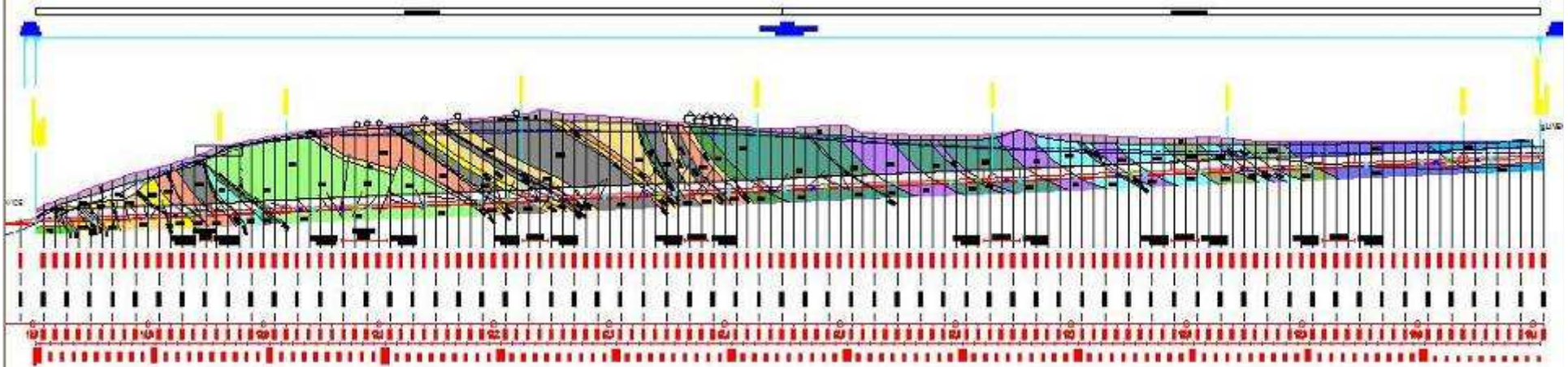
Celková situace výstavby tunelů



Ing. Radek Bernard

Jakub Bohátka

Podélný geologický profil 3PT



Definice varovných stavů



varovný stav	barva	charakteristika deformačního chování	Kriterium: RAŽBA		
			chování masivu a ostění	deformace - trend	deformace - hodnoty
Stav bezpečnosti	zelená	stav s vysokou mírou bezpečnosti	čelba stabilní	rychlé ustálení	méně než 60%
		stav přípustných změn	čelba stabilní	ustálení dle předpokladů	od 60% do 100%
1	žlutá	stav mezní přijatelnosti	čelba stabilní	rychlost def. mírně vyšší	od 100% do 125%
2	oranžová	kritický stav	vyjíždění bloků, trhliny v ostění	konstantní rychlost přetváření	více než 125%
3	červená	havarijní stav	destrukce čelby vyjíždění bloků, porušení ostění	progresivní růst hodnot v čase	-

Třída NRTM	Podtřída NRTM	Tl. ostění (mm)	Geologický rozsah Edef (MPa)	Rozteč ramenátů BRETEX	Varovné hodnoty deformací				
					Umístění bodu	Vyražena kalota		Doraženo jádro	
						D _x (mm)	D _y (mm)	D _x (mm)	D _y (mm)
3.	3.	200	Edef ≥ 2800	1,5-2,5 (2,0)	Kalota	±8	-20	±10	-25
					Pata kaloty	±12	-15	±15	-18
					Pata tunelu			±18	-20
4.	4.1	250	1600-2800	1,5-2,5 (2,0)	Kalota	±10	-25	±15	-35
					Pata kaloty	±14	-15	±18	-20
					Pata tunelu			±18	-23
	4.2	250	350-1600	1,25-1,75 (1,5)	Kalota	±12	-30	±18	-40
					Pata kaloty	±14	-15	±18	-23
					Pata tunelu			±20	-25
5.	5a	300	150-700	0,8-1,2 (1,0)	Kalota	±16	-38	±18	-50
					Pata kaloty	±15	-20	±20	-25
					Pata tunelu			±22	-27
	5b/c	300	Edef ≥ 150	0,8-1,2 (1,0)	Kalota	±18	-45	±20	-60
					Pata kaloty	±20	-26	±24	-30
					Pata tunelu			±6	35



Ing. Radek Bernard

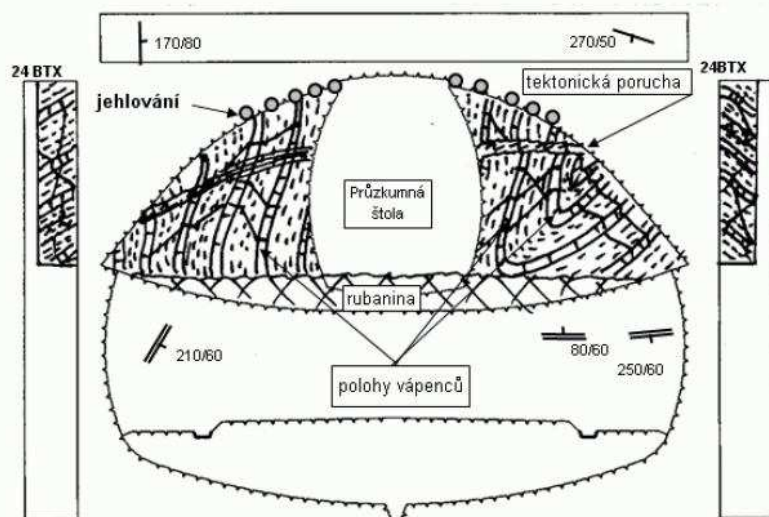
Jakub Bohátka

 PUDIS akciová společnost	SOKP, st. 514 Lahovice - Sliveneč, Tunely Lahovská	 REDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR
--	---	--

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Čelba číslo	Datum	Hodina	Měřítka	Dokumentoval	Tunel. metr od portálu (m)	Staničení [km]
32.01.019	20.2.2007	02:00	1:150	Z.Topinka	20,30	13.085 ⁸⁰

Úsek ražby: 3PT - Ražba kaloty třípruhového tunelu - z portálu Lochkov



Popis horninového masivu (ČSN 72 1001)

Břidlice jílovité, vápnité, rezavě šedohnědé, silně až mírně zvětralé W4-W3, třída R5, tenké deskovité vrstevnaté s vložkami **mikritických vápenců**, šedých s rezavými povlaky Fe-oxidů, mírně zvětralých až navětralých W3-W2, deskovité vrstevnatých (6-20 cm) max 30 cm. **Horninový masív tektonicky porušen** - výskyt tektonické poruchy 250/60 s výplní podrcené a proklouzané horniny, tuhé konzistence. **KOPANINSKÉ SOUVRSTVÍ-SILUR**

Plochy mechanické nespojitosti	1. systém (hlavní)	2. systém	3. systém	Tektonické poruchy	Poruchová pásma s výplní o šířce X m
Orientace spádnice v °	170/80-270/50	250/60	210/60, 80/60	250/60	
Průměr rozteče (mm)	20 -300	20 -300	150-300		
Průběžnost	průběžné	průběžné	část. průběžné	průběžná	
Tvar, drsnost	zvlňněné, hladké	zvlňněné, hladké	mírně zvlňněné, hladké		
Rozevření/šířka (mm)	1-2	1-2	1-2	50-200	
Výplň	oxidy Fe	oxidy Fe	oxidy Fe, kalcit	podle proklouzané horniny	
Voda iniciální (cca v l/s/m)	čelba suchá				
Počet systémů diskontinuit	5	Blokovitost	deskovitá		
Mocnost nadloží nad kalotou	cca 5,5 m	Stabilita výrubu	v cyklu stabilní		
Počet bodů QTS	32-38	Délka záběru	1,0 m		
Tech. třída NRTM (TT)	5c	Nadvýlom			
Prognóza, doporučení: Další záběr ve třídě 5c NRTM .Dbát zvýšené opatrnosti při práci na nezajištěné čelbě, nebezpečí vypadávání zvětralé horniny z přístropi. Doporučujeme jehlování. Dále doporučujeme max. délku záběru 1,0 m.	Způsob rozpojování horniny		strojní		
	Poznámky: Horninový masív detailně provrášněn.				
	Čelbu předal:		Čelbu převzal:		

Ing. Radek Bernard

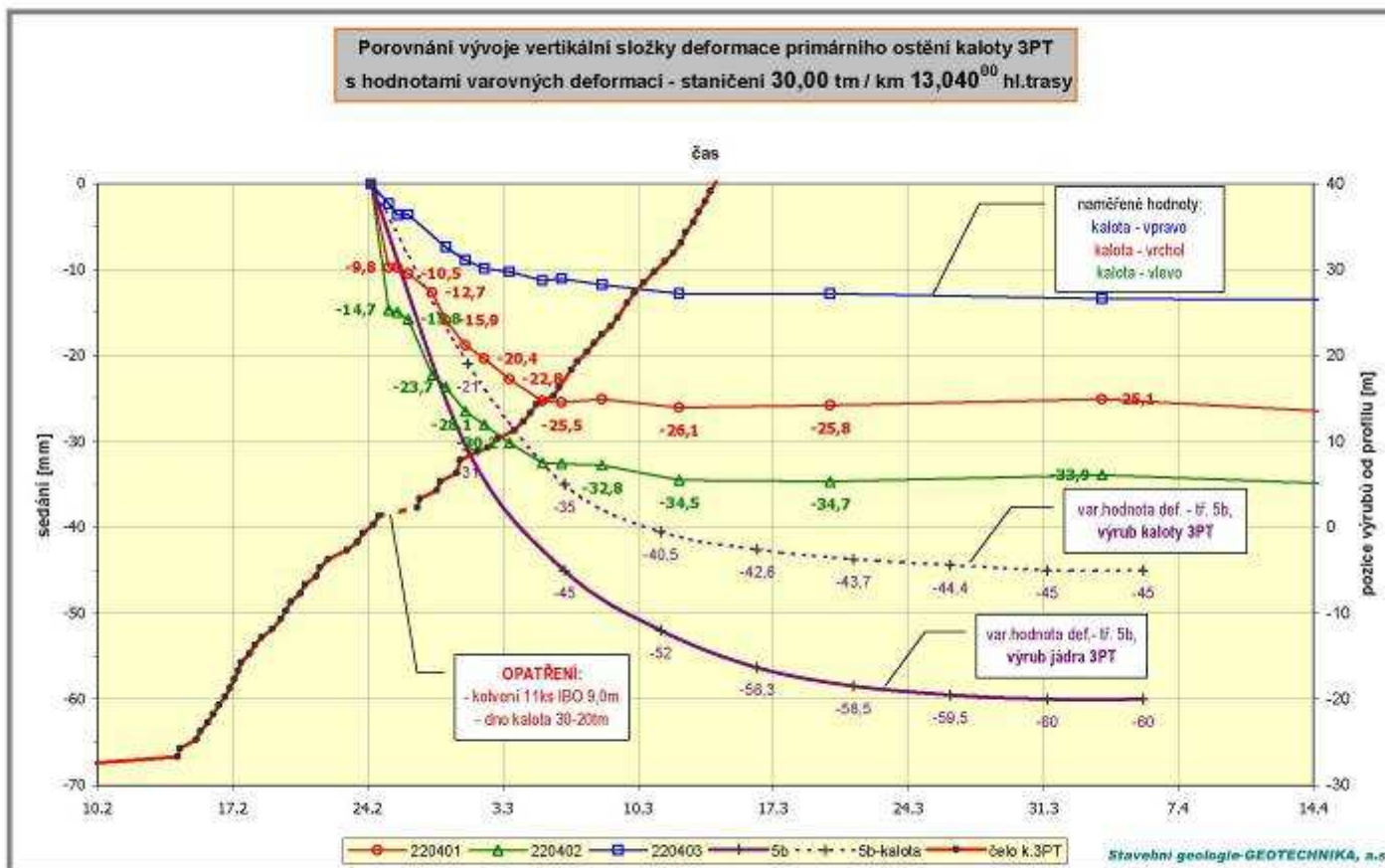
Jakub Bohátka

3PT , 20.0 – 30.0 tm, vývoj deformací

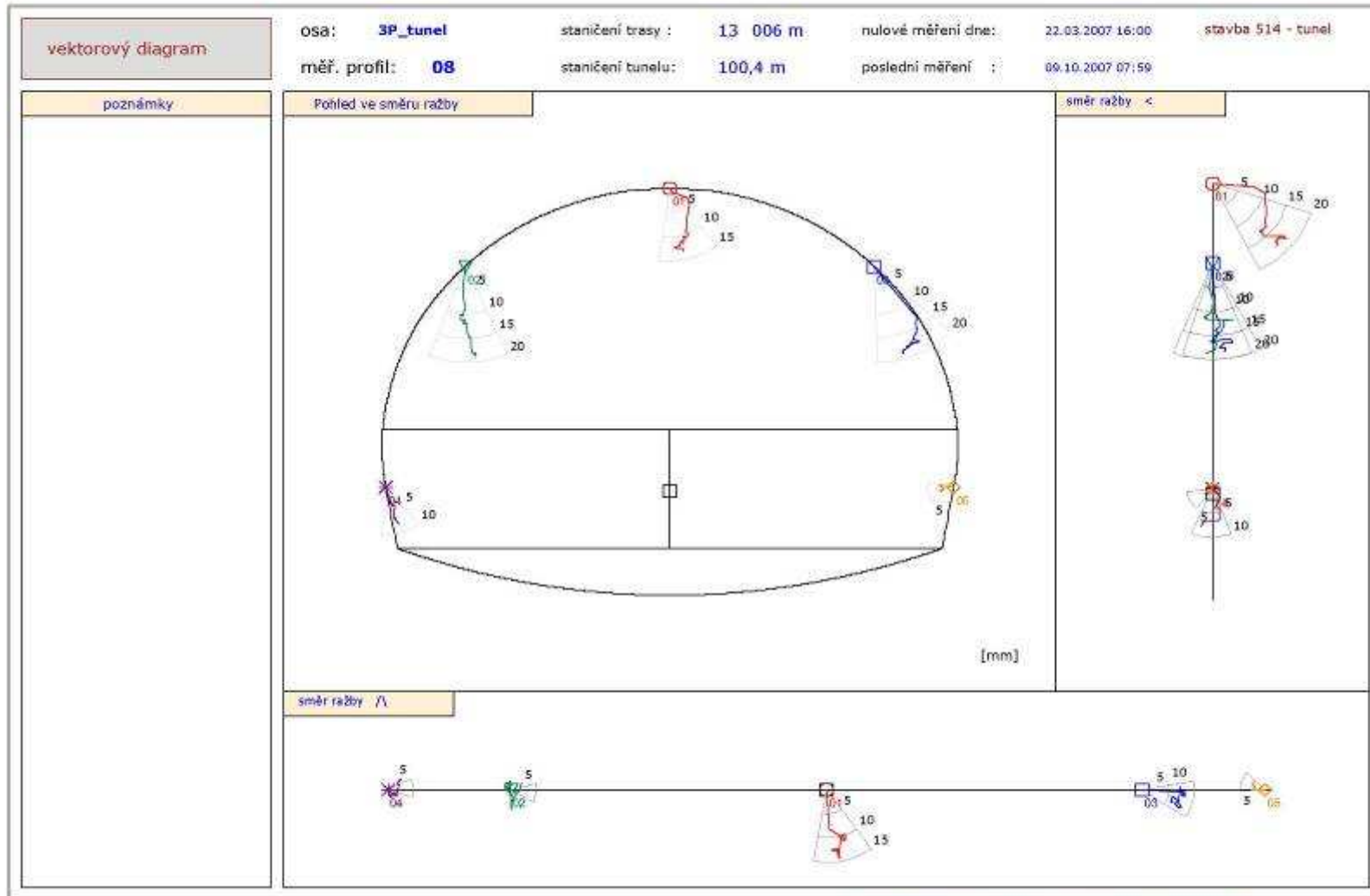
SCKP, stavba 514 Lahovice-Slivenec

SO 600 - ražené tunely

Geologický a hydrogeologický monitoring

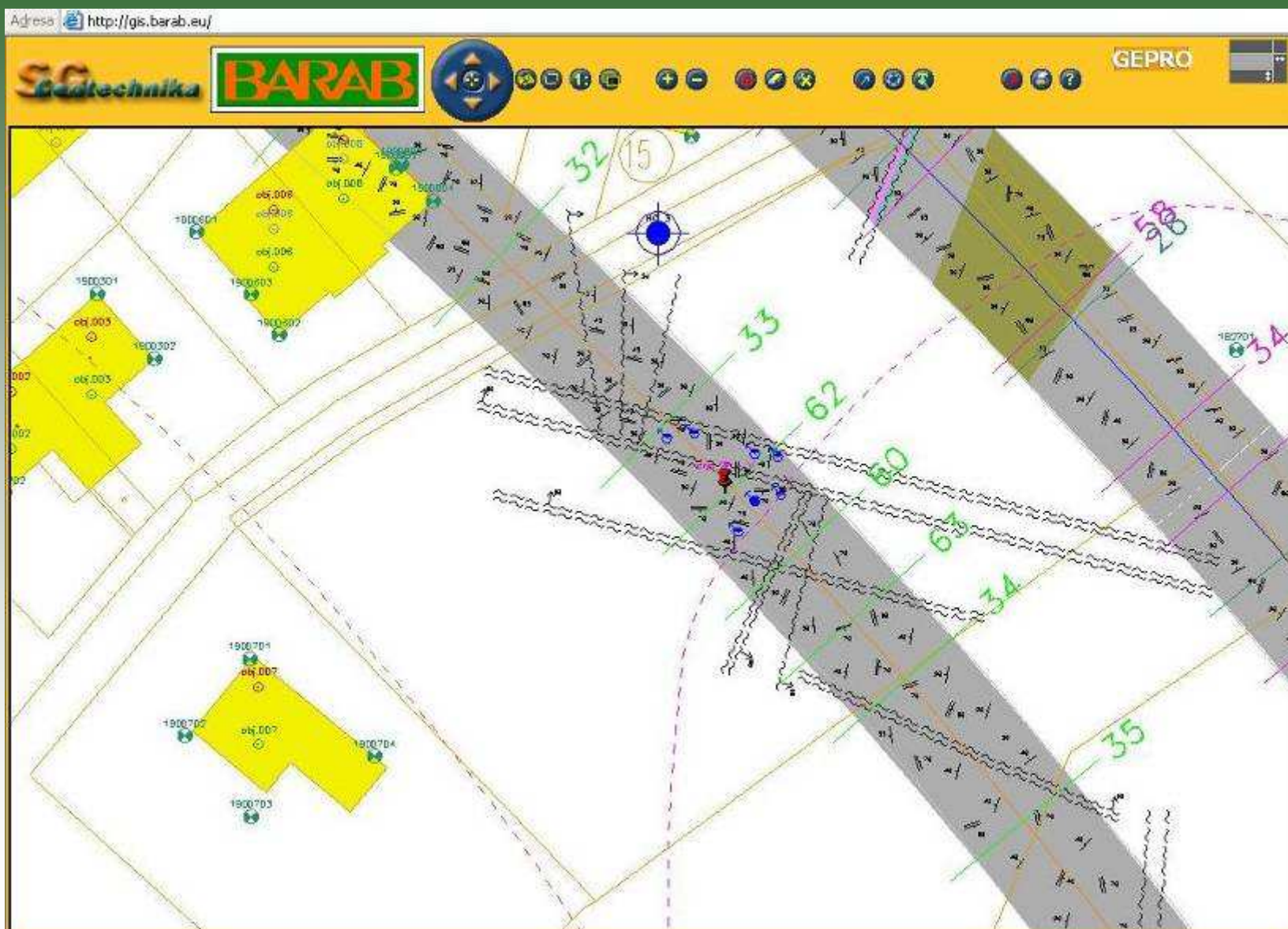


3PT , 20.0 – 100.0 tm , vývoj deformací



Created by Barab (c) 2003 DB Pro v.o.s (c) 2003 SG Geotechnika a.s.

2PT, 740 tm - situace



Ing. Radek Bernard

Jakub Bohátka

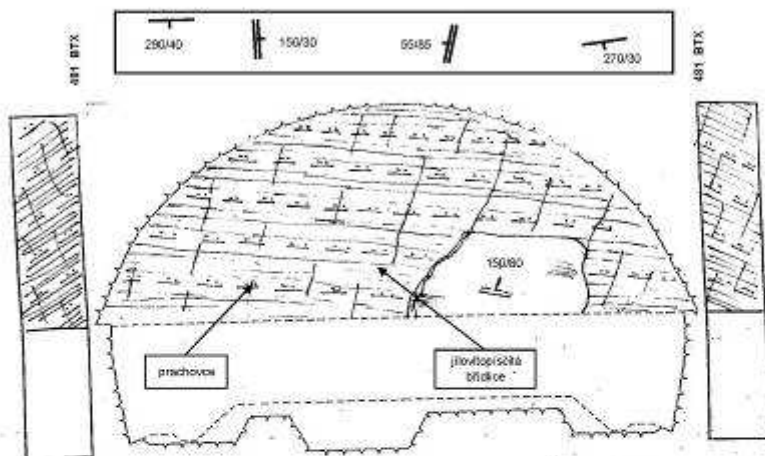
2PT, 700 - 740 tm, geologická dokumentace

PUDIS akciová společnost
 SOKP, st. 514 Lahovice - Sliveneč, Tunely Lahovská
 REKONSTRUJTELI SVĚLICO A DALINOŮŮ

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Číslo	Datum	Hodina	Měřítko	Dokumentoval	Tunel, metr od portálu (m)	Staničení [km]
31.01.475	21.9.2007	7:00	1:100	Síla, Malý	701,6	12.362 ⁰⁴

Úsek ražby: **2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov**



Popis horninového masivu (ČSN 72 1001)
Javoitprachovitá břidlice, šedožemá, zdravá WL, třídy R3-R4, tenké deskovité až deskovitě vrstevnaté s četnými propřískými **prachovce**, světle šedého, zdravého WL, třídy R2-R3, laminární až tenké deskovité vrstevnatého. Hustota diskontinuit velká až střední D4-D5. **Kosovalské souvrství - Ordovik**.

Plochy mechanické nespojitosti	1. systém (hlavní)	2. systém	3. systém	Tektonické ohlasy	Tektonické poruchy
Orientace spádnic v 0	200/40, 270/30	150/30	55/85		
Průměr, rozteč (mm)	10-250	200 - 500	400-800		
Průběžnost	průběžná	neprůběžná	neprůběžná		
Tvar, drsnost	má mírně zvláňání	má mírně zvláňání	má mírně zvláňání		
Rozvíření/síla (mm)	-	-	-		
Výplň	-	-	-		
Voda iničiální (cca v l/s/m)	pouze část šelby vlhka (místy mokrá), voda na počít				
Počet systémů diskontinuit	4	diskontinuit	tenké deskovité až deskovité		
Mocnost nadloží nad kalotou	cca 48,5 m	Stabilita výrubu	stabilní		
Počet bodů QTS	46 - 48	Délka záběru	1,2 m		
Tech. třída NRTM (TT)	5a *	Nadvýšim			

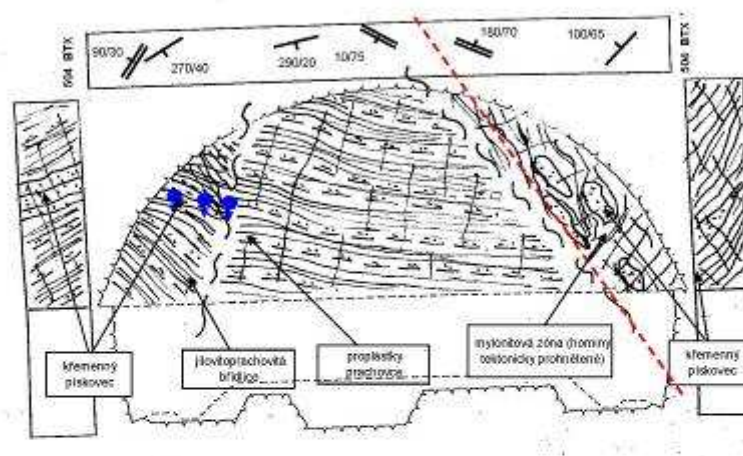
Prognóza, doporučení:
 Další záběr v třídě 5a NRTM.
 Způsob rozpojeování horniny: strojně rozpojeování
 Poznámka: Technologická třída změněna dle denní schůzky ražeb tunelu SOKP 514 ze dne 30.8.07 na 5a NRTM *) (viz zápis). Geotechnická třída 4 NRTM.
 Čelbu předal: Čelbu převzal:

PUDIS akciová společnost
 SOKP, st. 514 Lahovice - Sliveneč, Tunely Lahovská
 REKONSTRUJTELI SVĚLICO A DALINOŮŮ

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Číslo	Datum	Hodina	Měřítko	Dokumentoval	Tunel, metr od portálu (m)	Staničení [km]
31.01.498	29.9.2007	17:30	1:100	Mgr. L. Síla	732,5	12.331 ¹⁴

Úsek ražby: **2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov**

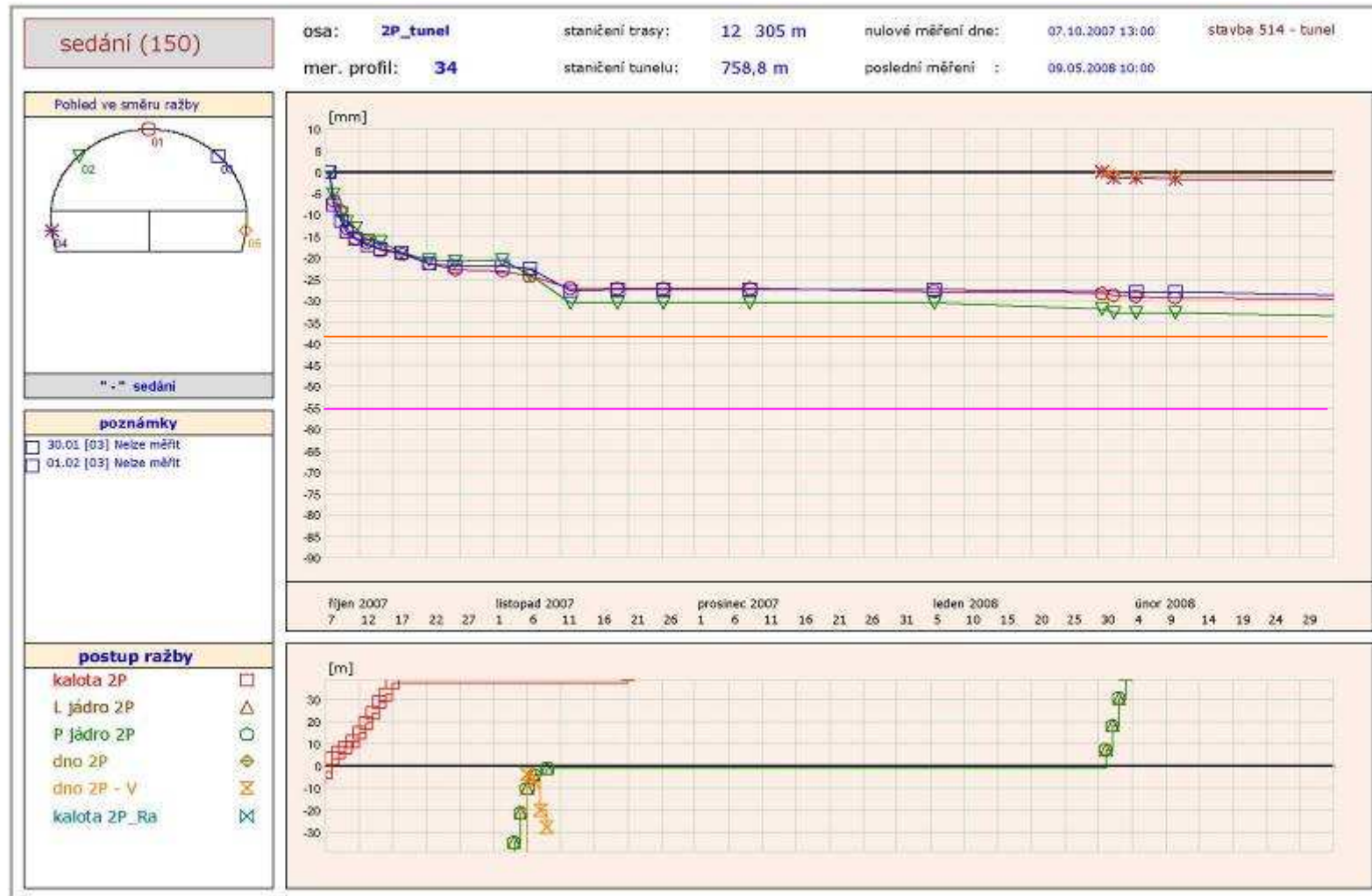


Popis horninového masivu (ČSN 72 1001)
Javoitprachovitá břidlice, šedožemá, zdravá WL, třídy R4, tenké deskovité vrstevnaté s četnými propřískými **prachovce**, světle šedého, zdravého WL, třídy R2-R3, laminární až tenké deskovité vrstevnatého. **Křemenný pískovec**, šedý, zdravý WL, třídy R2, deskovité vrstevnatý. Hustota diskontinuit velká. Horninový masiv tektonicky narušen a prořezán **Kosovalské souvrství - Ordovik**.

Plochy mechanické nespojitosti	1. systém (hlavní)	2. systém	3. systém	Tektonické poruchy	Tektonické poruchy
Orientace spádnic v 0	200/40, 270/30	10/75, 290/30	90/30		30/80, 240/45
Průměr, rozteč (mm)	10-250	200-500	200-250		
Průběžnost	průběžná	neprůběžná	neprůběžná		průběžná
Tvar, drsnost	zvláňání	má mírně zvláňání	má mírně zvláňání		zvláňání
Rozvíření/síla (mm)	-	-	-		5 - 1 - 4 m
Výplň	-	-	-		prohrátá hornina
Voda iničiální (cca v l/s/m)	levý bok a část levé šelby mokrá, slabý přítok z levého boku (viz obr.) - 0,0X l/s, na počít voda				
Počet systémů diskontinuit	3-4	diskontinuit	tenké deskovité až deskovité		
Mocnost nadloží nad kalotou	cca 51 m	Stabilita výrubu	stabilní		
Počet bodů QTS	42 - 46	Délka záběru	1,1 m		
Tech. třída NRTM (TT)	5b	Nadvýšim			

Prognóza, doporučení:
 Další záběr v třídě 4 NRTM. **Doporučujeme ihned po oděžení provést stabilizační nástřik čelby.**
 Způsob rozpojeování horniny: trhací práce + strojně rozpojeování
 Poznámka: Změna TT NRTM na základě denní schůzky ražeb ze dne 6.11.2007 na TT NRTM 5b od staničení 731 TM do 757,7 TM.
 Čelbu předal: Čelbu převzal:

2PT, 710-760 tm, vývoj deformací ostění



3PT, 1060-1160 tm, geologická dokumentace

PUDIS
akciová společnost

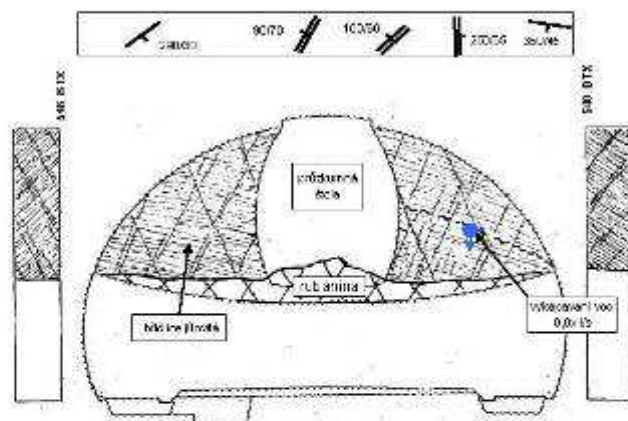
SOKP, st. 514 Lahovice - Sliveneč,
Tunely Lahovská

PROJEKTOVÝ ÚSTAV A. PRZYBYLA

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Číslo žeb	Datum	Udina	Měřítka	Dokumentace	Tunel, měř. od portálu (m)	Stanění (km)
52.01.542	7.10.2007	22:20	1:150	Jišch	1061,5	12,011 ^{RO}

Účel: zábr 3PT - Ražba kaloty třípruhového tunelu - z portálu Lochkov



Typ: Horninová masiva (ČSN 78 1000)
BFidice žlobitá, seká, masivní, zrnitá M, M3s P, deskové až lavičovitě stěpná, Husová ocelinná žilná až střední, KRÁLUDVYDORSKÉ SOUVRSTVÍ - ORDOVIK.

Popis mechanické respouzení	1. vrstva (třída)	2. vrstva	3. vrstva	Tabulová poznámka	Použití výhledová výhledová výhledová
Ořezání spádnic v ³	290/30 250/45	110/40 250/45	100/50 300/70		225/15, 225/15
Příčná síť (mm)	20x400	50x1000	50x1000		
Příčná síť	roční síť	roční síť	roční síť		příčná
Průřez	roční síť	roční síť	roční síť		roční síť
Průřez (mm)	-	-	-		50-100
Průřez	-	-	-		deska žebra
Voda (m3/m2 (cca v l/m2))	V pravé poloze: 100-200 (příklady se žlobitá, 0,1-0,2)				
Průřez (m3/m2)	3-4	10-15	10-15	liminální až desková	
Minimální vzdálenost mezi stěnami	cca 55,5 m	Stabilita výrubu		stabilita	stabilita
Počet bodů GPS	50-60	Délka zábrny (m)		2,2 m	
Tech. třída NRTM (TT)	3	Nadýlan			
Průřez, doplnění	Zábrna respouzení lamary		líhád práce + sb. oří respouzení		
Další údaje v rámci NRTM	Poznámky:				
	Čelba předal:		Čelba převzal:		

PUDIS
akciová společnost

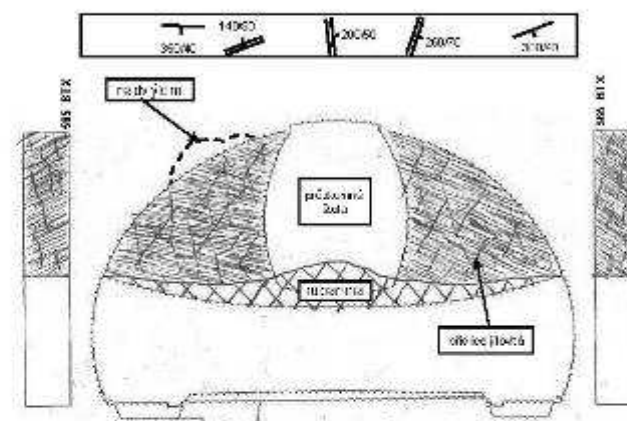
SOKP, st. 514 Lahovice - Sliveneč,
Tunely Lahovská

PROJEKTOVÝ ÚSTAV A. PRZYBYLA

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Číslo žeb	Datum	Udina	Měřítka	Dokumentace	Tunel, měř. od portálu (m)	Stanění (km)
52.01.559	14.10.2007	11:00	1:150	A. Przybyla	1094,3	12,011 ^{RO}

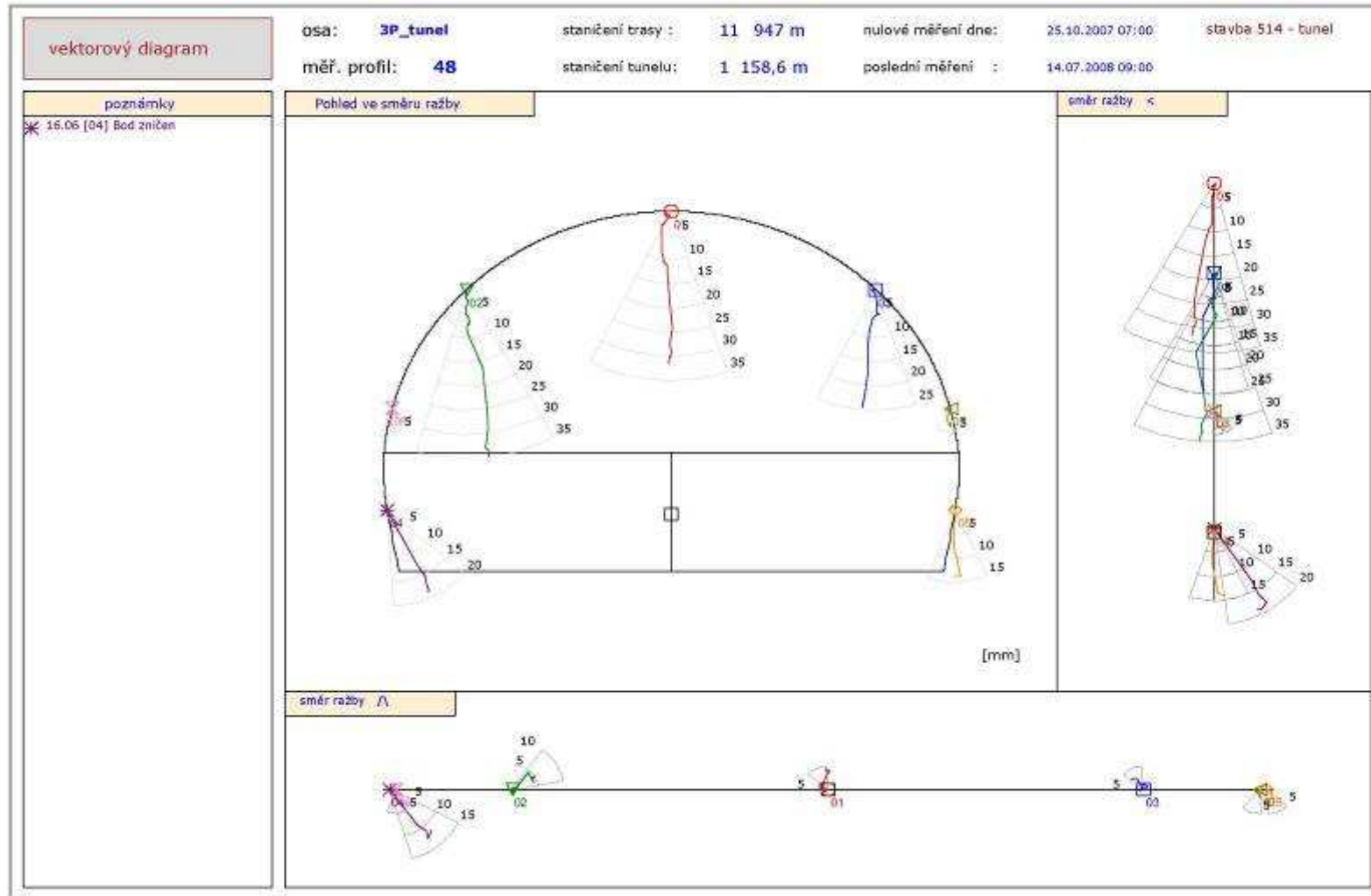
Účel: zábr 3PT - Ražba kaloty třípruhového tunelu - z portálu Lochkov



Typ: Horninová masiva (ČSN 78 1000)
BFidice žlobitá, seká, masivní, zrnitá M, M3s P, deskové až lavičovitě stěpná, Husová ocelinná žilná až střední, KRÁLUDVYDORSKÉ SOUVRSTVÍ - ORDOVIK.

Popis mechanické respouzení	1. vrstva (třída)	2. vrstva	3. vrstva	Tabulová poznámka	Použití výhledová výhledová výhledová
Ořezání spádnic v ³	290/30 200/40	110/50	200/50 250/70		225/15, 225/15
Příčná síť (mm)	20x400	50x1000	50x1000		
Příčná síť	roční síť	roční síť	roční síť		příčná
Průřez	roční síť	roční síť	roční síť		roční síť
Průřez (mm)	-	-	-		50-100
Průřez	-	-	-		deska žebra
Voda (m3/m2 (cca v l/m2))	V pravé poloze: 100-200 (příklady se žlobitá, 0,1-0,2)				
Průřez (m3/m2)	4-5	10-15		liminální až desková	
Minimální vzdálenost mezi stěnami	cca 55,5 m	Stabilita výrubu		stabilita	stabilita
Počet bodů GPS	45-60	Délka zábrny (m)		2,2 m	
Tech. třída NRTM (TT)	3	Nadýlan			
Průřez, doplnění	Zábrna respouzení lamary		líhád práce + sb. oří respouzení		
Další údaje v rámci NRTM	Poznámky:		Na základě zvýšených deformací primárního ostění a v návaznosti na bloky definičního ostění byl realizován inwert od stanění 1079,1 +01 do stanění 1137,6 +04 a přetřída TT na NRTM 3b		
	Čelba předal:		Čelba převzal:		

3PT, 1090-1160 tm, vývoj deformací

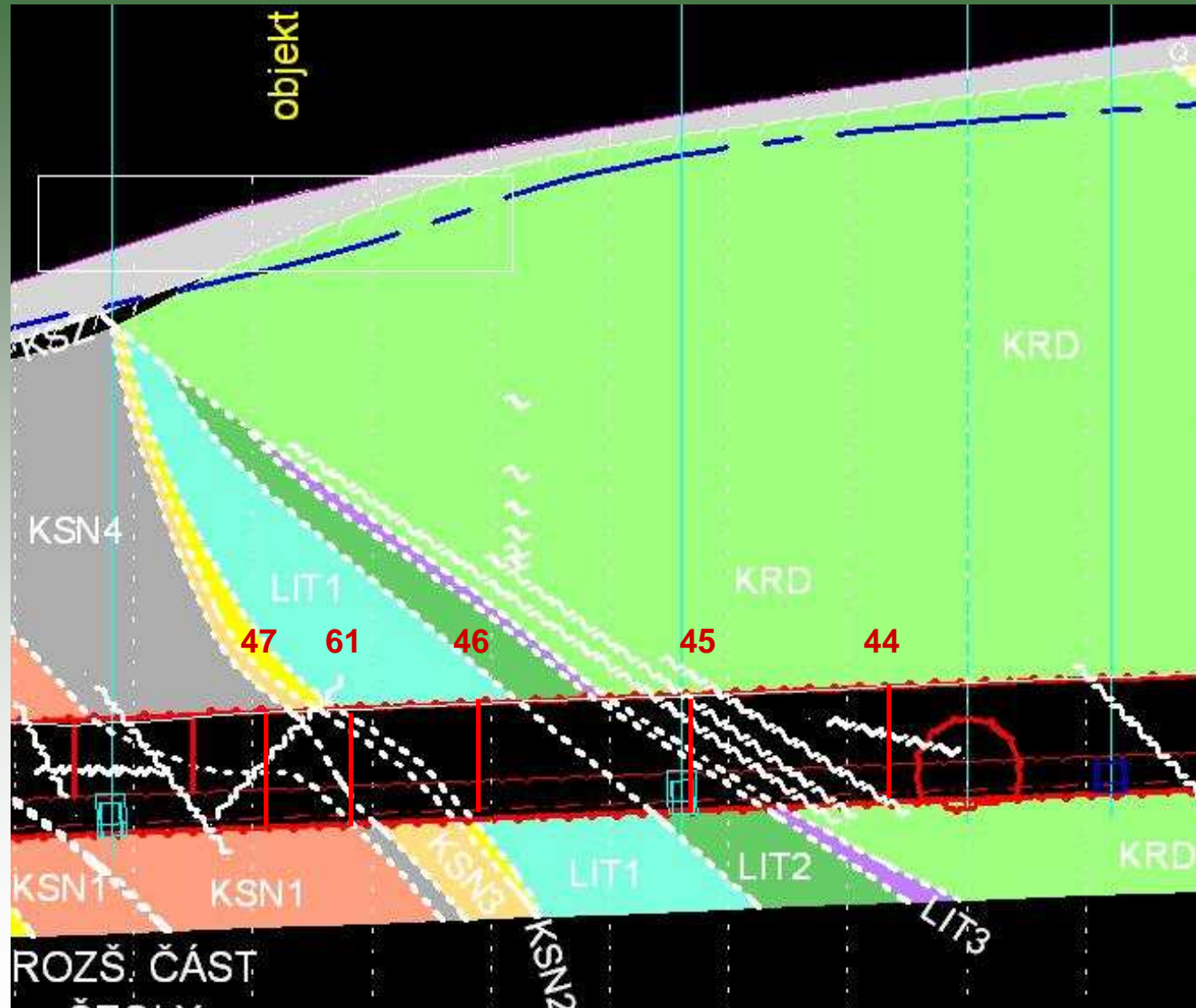


Created by Barab (c) 2003 DB Pro v.o.s (c) 2003 SG Geotechnika a.s.

3PT, 1090-1160 tm, vývoj deformací



3PT, 1090-1160 tm, vývoj deformací



Ing. Radek Bernard

Jakub Bohátka



Ing. Radek Bernard

Jakub Bohátka

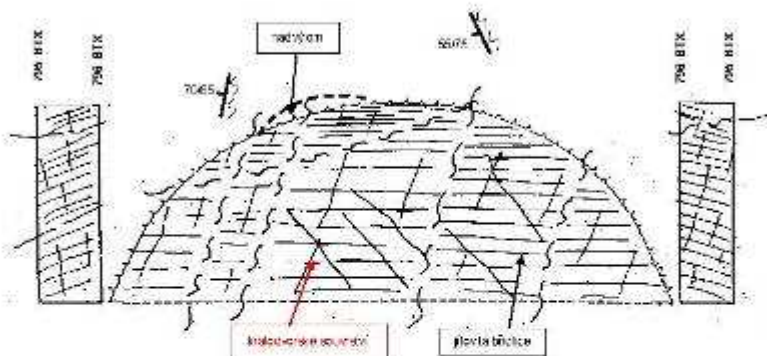
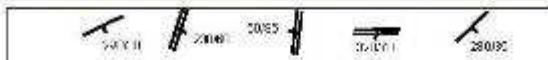
Mimořádná událost - nadvýlom ve 2PT

PUDIS akciová společnost
 SOKP, st. 514 Lahovice - Slivenec, Tureň I. a Lávková
 REKONSTRUJE BUNO A DALNIO CR

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Celba číslo	Datum	Hodina	Měřítko	Dokumentoval	Tunel. metr od portálu (m)	Staničení [km]
31.01.791	16.4.2008	11:00	1:100	Mgr. L. Šila	1222,1	11.841 ⁰¹

Účel: razba 2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov



Popis horninového masivu (ČSN 72 3001):
Horninová kůra - nevápná břidlice, světlá až tmavě šedá (příležitostně světlá až tmavě šedá), deskovitá struktura, křehká (málo plastická), deskovitě uspořádaná; **KRÁLOVSKÉ SOUVRSTVÍ - ORDOLIEK**. Hustota diskontinuit horninového masivu sled 1 až vešle D3 - D4.

Množství mechanické nepojistnosti	1. systém (číslo)	2. systém	3. systém	Indikator číselně	Tektonické poruchy
Orientace spárnice v °	280-290/25-35	230/20	50/85-320/30	70-70/60-80	
Průměr rozteč (mm)	40-200	100-400	200-600	-	
Průběžnost	přibližně	část průběžná	část průběžná	průběžná	
Dřev, drsnost	mírně zvláště	rovinná	mírně zvláště	mírně zvláště	
Rozsah (mm) (m)	-	-	-	1, 10 - 120 mm	
Typ	-	-	-	dřevná hornina, J	

Voda infiltruje (cca v l/s/m)		období mrazy, na počátku roční	
Počet systémů diskontinuit	3-4	Stabilita	dekvizita
Množství nedost. nad kalotou	cca 11,0 m	Stabilita výrubu	vážený
Počet bedí QT8	31-37	Stabilita zářezů	1,3 m
Tech. třída NRTM (TT)	Sb	Nadvýlom	70 x 270 x 120 cm

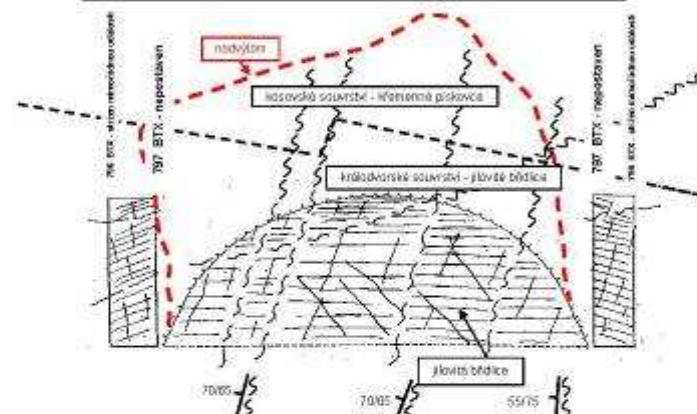
Průběžnost: 2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov
 Další záznam v TT NRTM Sb s datkou záznamu maximálně 1,1 m a s maximální délkou nejvyššího výrubu 1,5 m.
 Účel: razba 2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov
 Účel: převzat: / Účel: převzat:

PUDIS akciová společnost
 SOKP, st. 514 Lahovice - Slivenec, Tureň Lahovská
 REKONSTRUJE BUNO A DALNIO CR

Geotechnický dozor - Tunely Lahovská

Celba číslo	Datum	Hodina	Měřítko	Dokumentoval	Tunel. metr od portálu (m)	Staničení [km]
31.01.791	16.4.2008	18:30	1:145	O. Běhal, L. Šila	1223,2	11.840 ⁰¹

Účel: razba 2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov



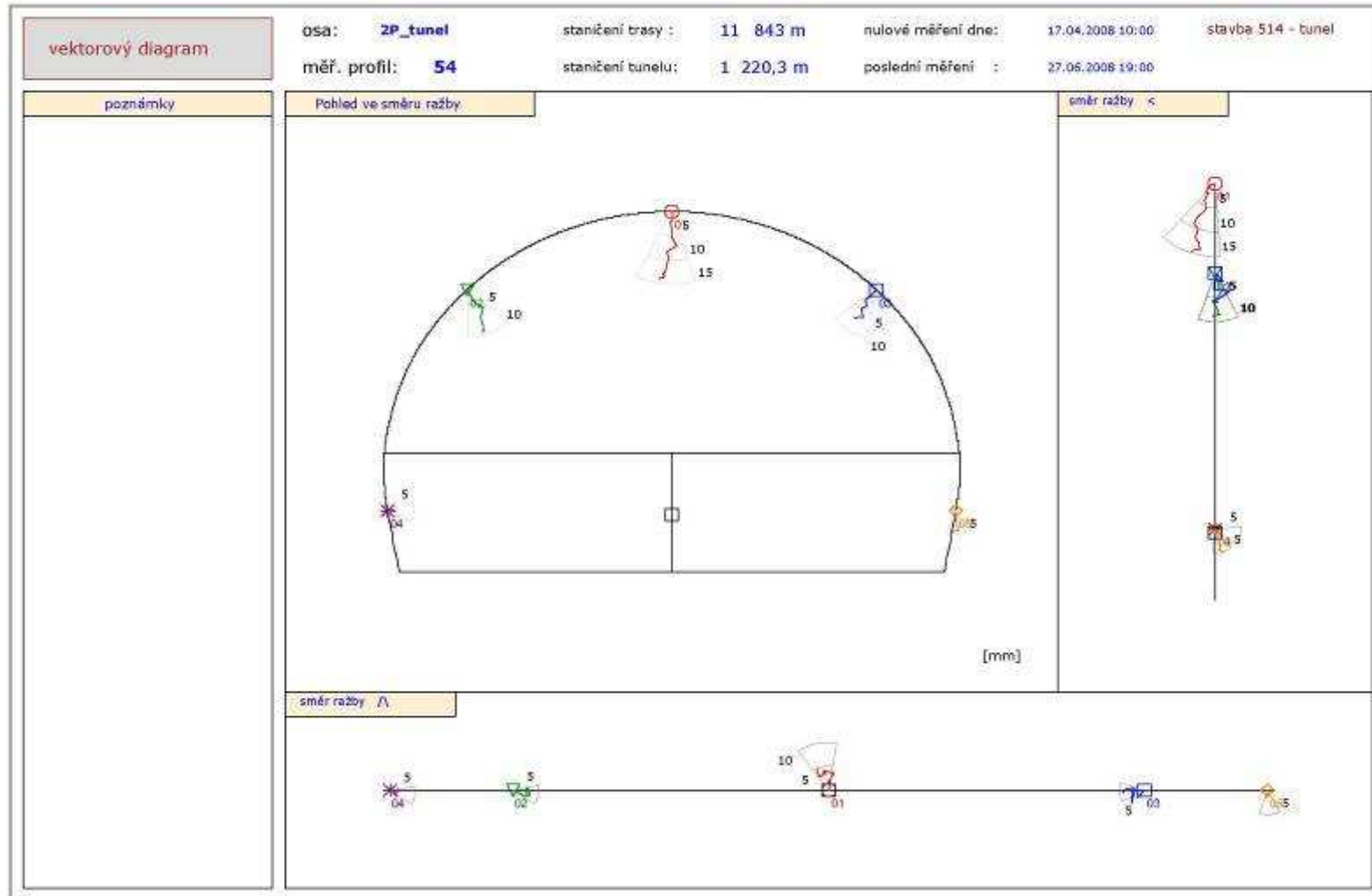
Popis horninového masivu (ČSN 72 3001):
Horninová kůra - nevápná břidlice, světlá až tmavě šedá (příležitostně světlá až tmavě šedá), deskovitě uspořádaná, křehká (málo plastická), deskovitě uspořádaná; **KRÁLOVSKÉ SOUVRSTVÍ - ORDOLIEK**. Hustota diskontinuit horninového masivu sled 1 až vešle D3 - D4. Kalota průběžná orientací pářkami s výjímku a zvláště břidlice. Neprůběžný úkol vstev do výrubu, ve spojení s nepřímou orientací diskontinuit a slabších poruch způsobí tvorbu velkého nadvýlomu ve stropě kaloty.

Množství mechanické nepojistnosti	1. systém (číslo)	2. systém	3. systém	Indikator číselně	Tektonické poruchy
Orientace spárnice v °	280-290/25-35	230/20	50/85-320/30	70-70/60-80	
Průměr rozteč (mm)	40-200	100-400	200-600	-	
Průběžnost	průběžná	část průběžná	část průběžná	průběžná	
Dřev, drsnost	mírně zvláště	rovinná	mírně zvláště	mírně zvláště	
Rozsah (mm) (m)	-	-	-	1, 30 - 120 mm	
Typ	-	-	-	dřevná hornina, J	

Voda infiltruje (cca v l/s/m)		období mrazy, na počátku roční	
Počet systémů diskontinuit	3-4	Stabilita	dekvizita
Množství nedost. nad kalotou	cca 11,0 m	Stabilita výrubu	neustabiliz
Počet bedí QT8	31-35	Délka zářezů	1,3 m
Tech. třída NRTM (TT)	Sb	Nadvýlom	400 x 1000 x 440 cm

Průběžnost: 2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov
 Další záznam v TT NRTM Sb s datkou záznamu maximálně 1,1 m a s maximální délkou nejvyššího výrubu 1,5 m.
 Účel: razba 2PT - Ražba kaloty dvoupruhového tunelu - z portálu Lochkov
 Účel: převzat: / Účel: převzat:

Mimořádná událost - nadvýlom ve 2PT



3PT – průzkumná štola v profilu



Ing. Radek Bernard

Jakub Bohátka

