Tunelářské odpoledne 3/2012

Praha 28.11.2012

Systém a výsledky geotechnického monitoringu při realizaci tunelového komplexu Blanka

Ondřej Kostohryz

Imagine the result

ARCADIS GEOTECHNIKA

Zadání monitoringu

Historický vývoj:

1.veřejná soutěž

- **vyhlášení 05/2006, vyhodnocení 11/2006**
- **nejvýhodnější nabídka ARCADIS Geotechnika**
- **soutěž zrušena**

překlenovací období

- **zahájení stavebních prací, Metrostav pověřen prováděním geomonitoringu – únor 2007**
- **Metrostav objednal geomonitoring u ARCADIS Geotechnika – červenec 2007**

2. veřejná soutěž

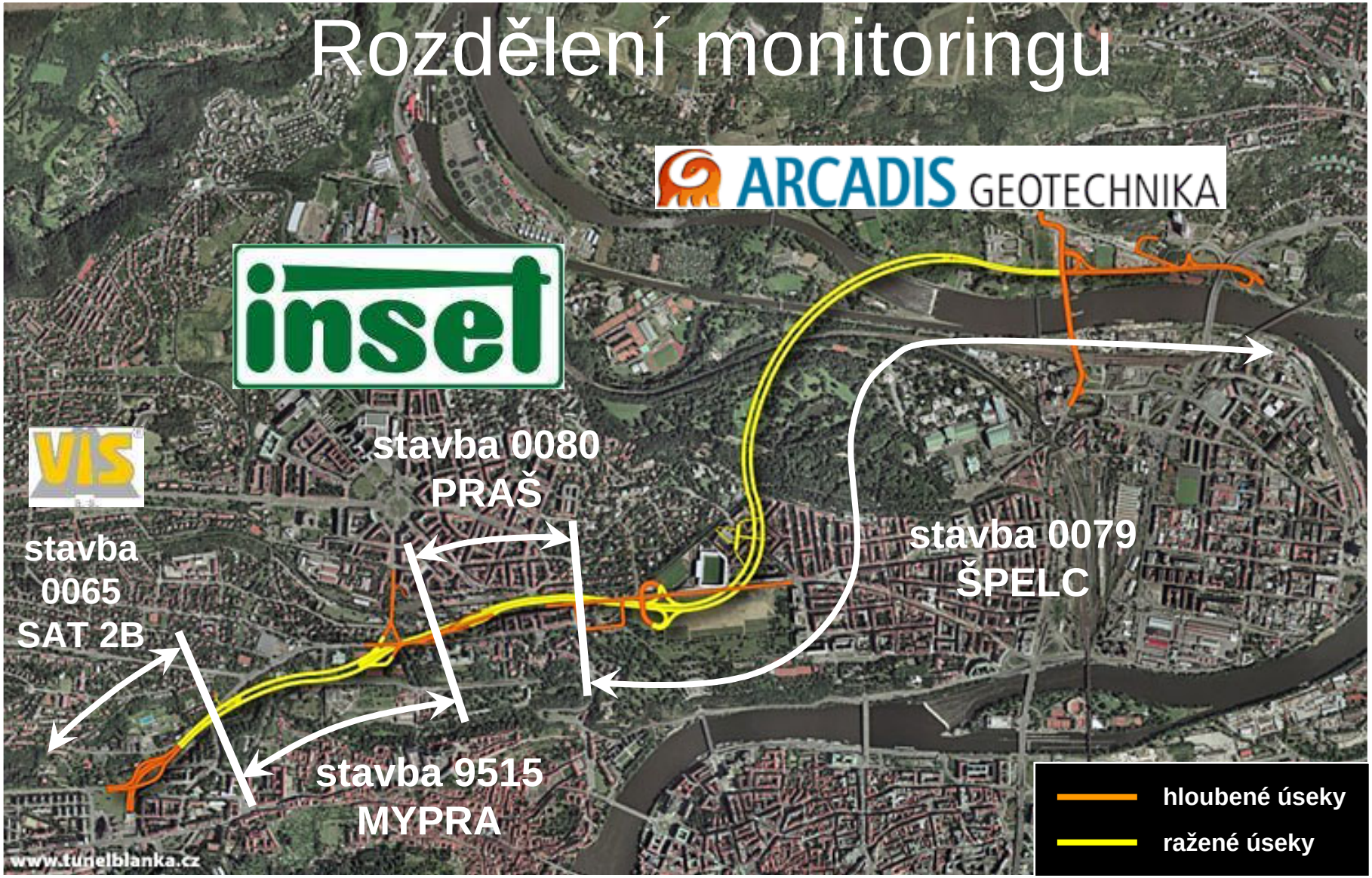
- **vyhlášení 04/2008, vyhodnocení 11/2008**
- **nejvýhodnější nabídka INSET**
- **zahájení prací – únor 2009**

Výsledný stav:

2 zhotovitelé monitoringu – 2 informační systémy monitoringu

- **ARCADIS Geotechnika – Barab® (stavba 0079)**
- **INSET – Cubula (stavby 0080 a 9515 a část stavby 0079)**

Rozdělení monitoringu



Metody monitoringu v podzemí

- **Konvergenční měření**
- **Geotechnické a geologické sledování**
- **Rozbory chemismu podzemní vody**
- **Bilance přiváděné a odváděné vody**
- **Průkazná měření únosnosti svorníků**
- **Měření namáhání primárního ostění tenzometry**
- **Měření tlaku na rozhraní hornina - primární ostění tlakovými buňkami**
- **Měření namáhání definitivního ostění tenzometry**
- **Měření deformací definitivního ostění**
- **Měření hydrostatického tlaku za definitivním ostěním**
- **Geoelektrická a korozní měření**

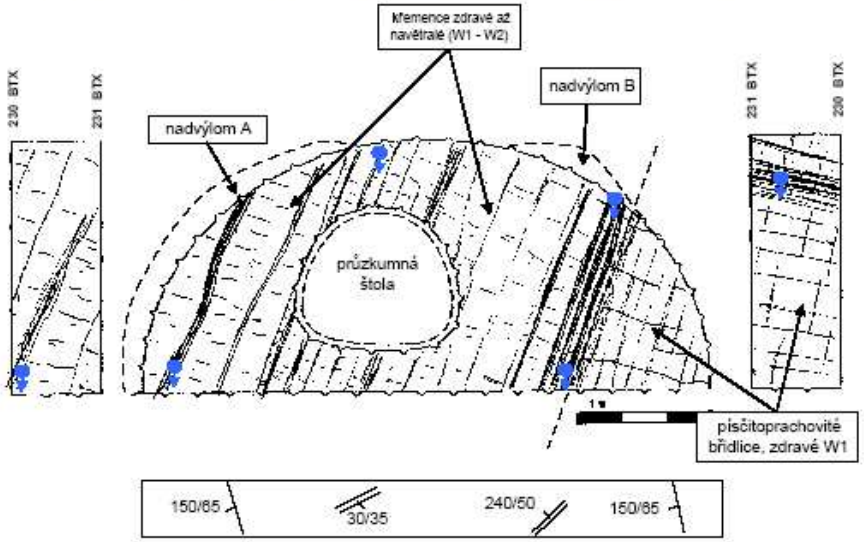
Geologické sledování

	Stavba č.0079 Špejchar – Pelc Tyrolka TUNELY BLANKA	

Geotechnické a geologické sledování výrubů - Tunely Blanka

Celba číslo	Datum	Hodina	Měřítko	Dokumentoval	Tunel. metr od portálu (m)	Staničení [km]
90.07.01.01.0226	19.10.2007	11:30	1:100	Mgr. L. Sila	378,31	6.890 ^{45}

Úsek ražby	Ražba kaloty severní tunelové trouby STT - z portálu Trója



Popis horninového masivu (ČSN 72 1001)

Křemence, zdravé W1, světle šedé, s rezavými povlaky limonitu - navětralé W2, třída R2, deskovitě až lavicovitě vrstevnaté s proplástky **písčitoprachovité břidlice**, černé, zdravé W1, třída R3 - R4, laminovitě vrstevnaté. V pravé části výrubu **písčitoprachovitá břidlice,** tmavě šedá, zdravá W1, třída R3,deskovitě až lavicovitě vrstevnatá. Hustota diskontinuit střední. **SKALECKÉ VRSTVY** (skalecká facie) **- DOBROTIVSKÉ SOUVRSTVÍ - ORDOVIK**

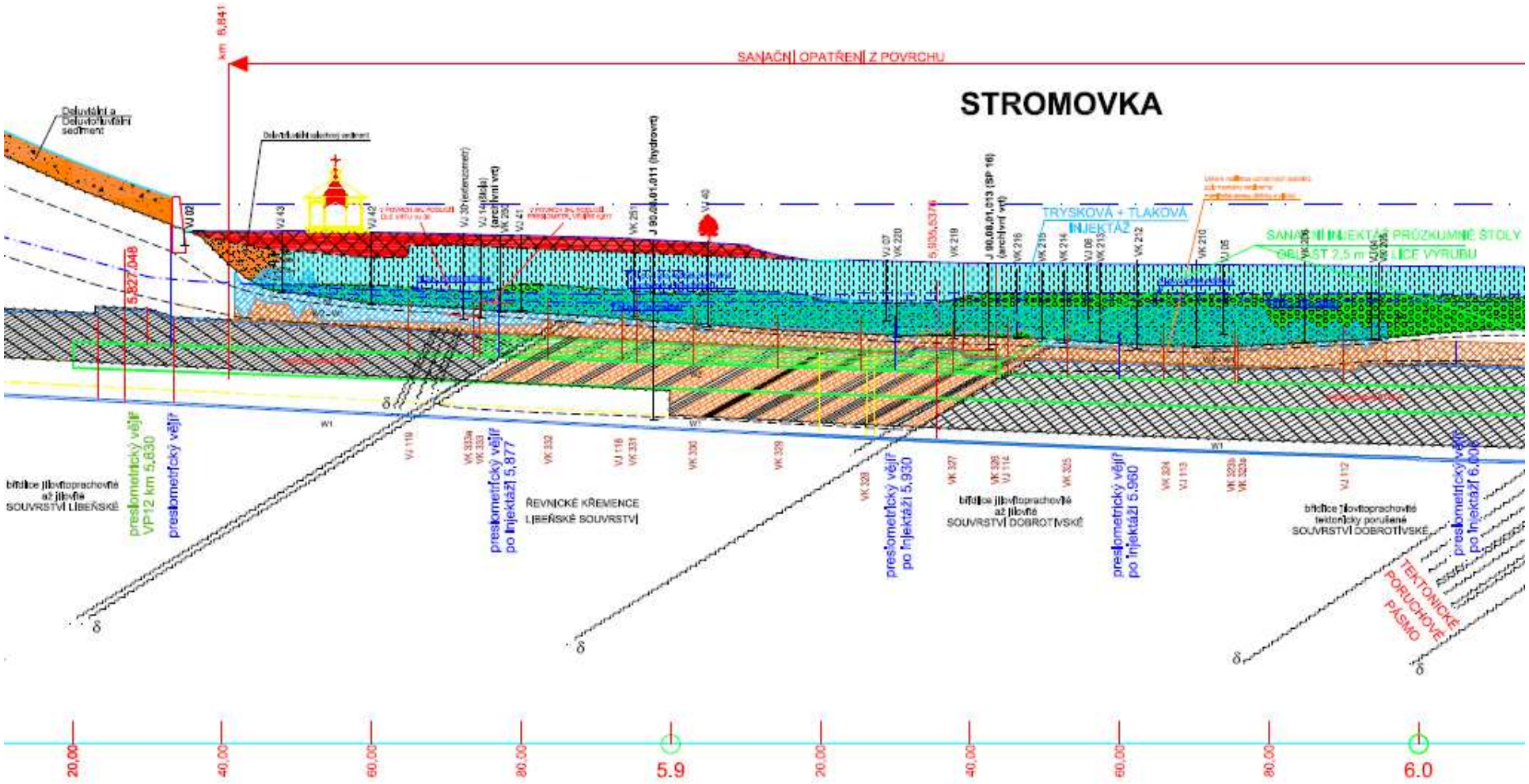
Plochy mechanické nespojitosti	1. systém (hlavní)	2. systém	3. systém	Tektonické poruchy	Poruchová pásma s výplní o šířce X m
Orientace spádnice v °	150/65	30/35	240/50		
Průměr.rozteč (mm)	10 - 450	200 - 600	400 - 600		
Průběžnost	průběžné	část. průběžné	částečně průběžné		
Tvar, drsnost	zvlněné, hladké	rovné, hladké	rovné, hladké		
Rozevření/šířka (mm)	-	-	-		
Výplň	-	Fe-oxidy	Fe-oxidy, kalcit		

Voda iniciální (cca v l/s/m)	přítoky na čelbě (viz obr.) - celkově do 0,3 l/s přítoků z výrubu, výrub vlhký až mokrý		
Počet systémů diskontinuit	3	Blokovitost	deskovitá až lavicovitá
Mocnost nadloží nad kalotou	**cca 17 m**	**Stabilita výrubu**	**v cyklu stabilní**
Počet bodů QTS	**57 - 62**	**Délka záběru** (m)	**1,75 m**
Tech. třída NRTM (TT)	**3 H**	**Nadvýlom**	**A: 25 x 600 x 175 cm, B: 30 x 200 x 175 cm**
Prognóza, doporučení: Úsek ražby pod korytem Vltavy, výrub v **TT NRTM 3 H**, max. délka záběru 1,75 m s maximální délkou nevystrojeného výrubu 2,3 m.		**Způsob rozpojování horniny**	**trhací práce + strojní rozpojování**
		Poznámky:	
		Čelbu předal:	**Čelbu převzal:**

ARCADIS GEOTECHNIKA

Geologický řez STT u Šlechtovky

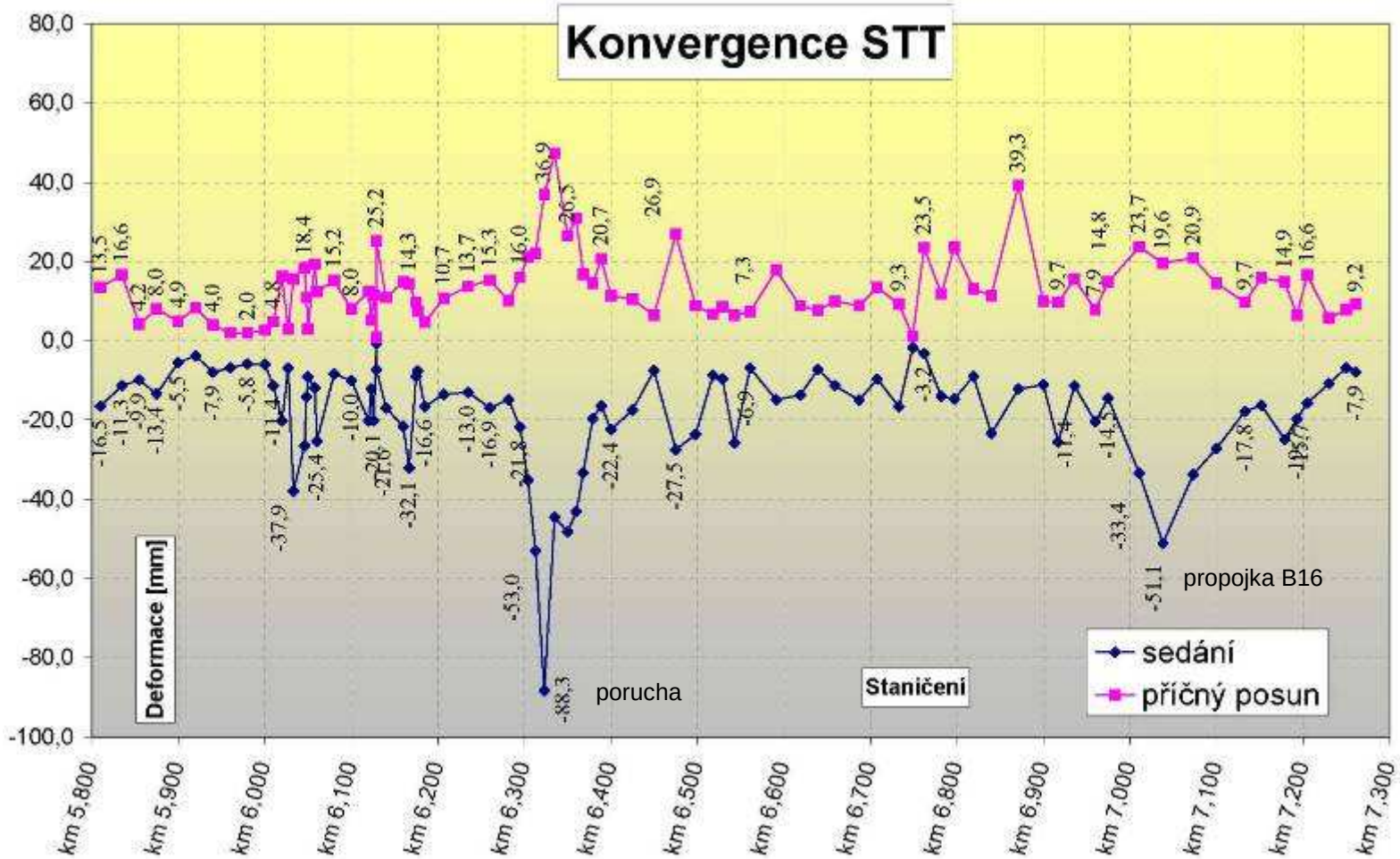
(zpracoval PUDIS, 2011)



Imagine the result

ARCADIS GEOTECHNIKA

Konvergenční měření



ARCADIS GEOTECHNIKA

Metody monitoringu ve vrtech

- **Sledování hladiny podzemní vody ve vrtech a ve studních**
- **Čerpací zkoušky**
- **Extenzometrická měření**
- **Inklinometrická měření**
- **Měření klouzavými deformetry**

Extenzometrická měření

Celkem 35 vrtů

- **Troja: 4 vrty, nadloží 10 až 16 m, pokles 11 až 56 mm**
  - **kalota 65 až 85 %**
  - **opěří 5 až 35 %**
  - **dno 0 až 10 %**
- **Císařský ostrov: 2 vrty, nadloží 21 m, pokles 2 až 4 mm**
  - **zanedbatelné deformace**
- **Stromovka: 15 vrtů, nadloží 12 až 38,5 m, pokles 6 až 82 mm**
  - **kalota 50 až 80 %**
  - **opěří 15 až 50 %**
  - **dno 0 až 25 %**
- **Letná: 14 vrtů, nadloží 14 až 42 m, pokles 6 až 35 mm**
  - **kalota 40 až 90 %**
  - **opěří 10 až 55 %**
  - **dno 0 až 5 %**

Extenzometrické měření
MO st. 0079 Špejchar - Pelc-Tyrolka

Staničení: km 6,324
Vzdálenost vrtu od portálu Troja: 945 m
Základní měření: 4.2.2008

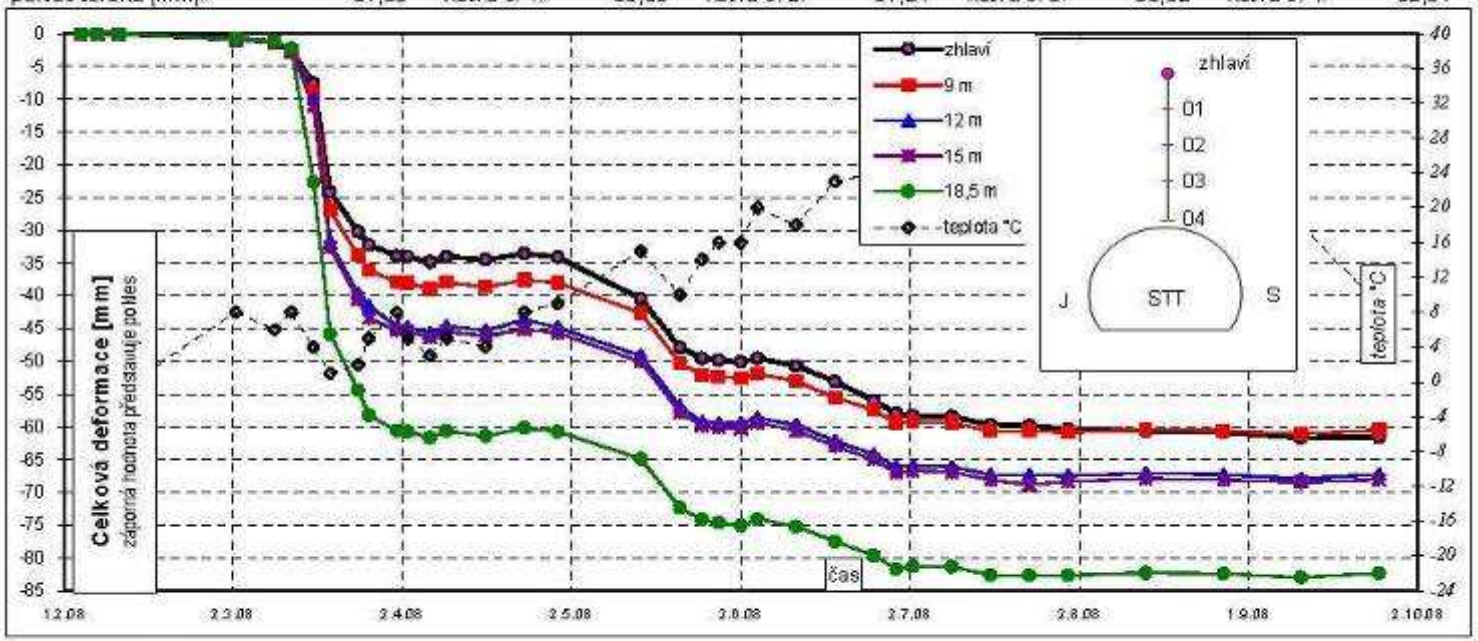
STT

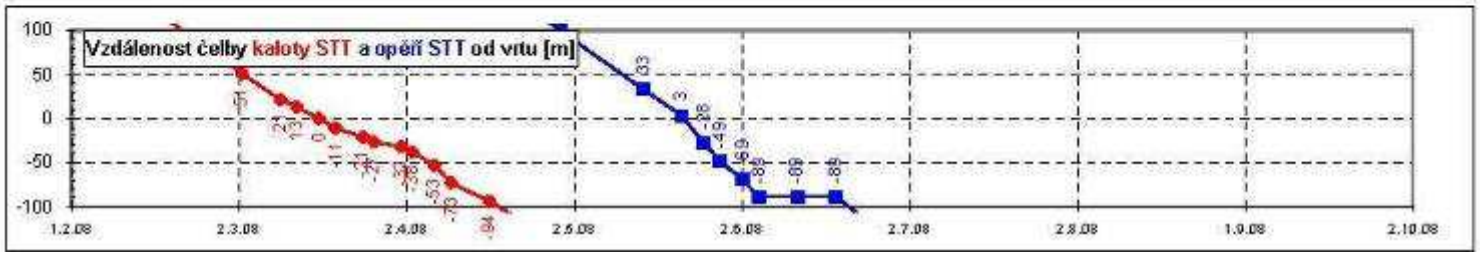
Extenzometr 90.15.024

Celkový pokles terénu a kotev

Výsledky: stav k **25.9.2008**

pokles terénu [mm]: -61,80 kotva č. 1: -60,50 kotva č. 2: -67,21 kotva č. 3: -68,02 kotva č. 4: -82,31





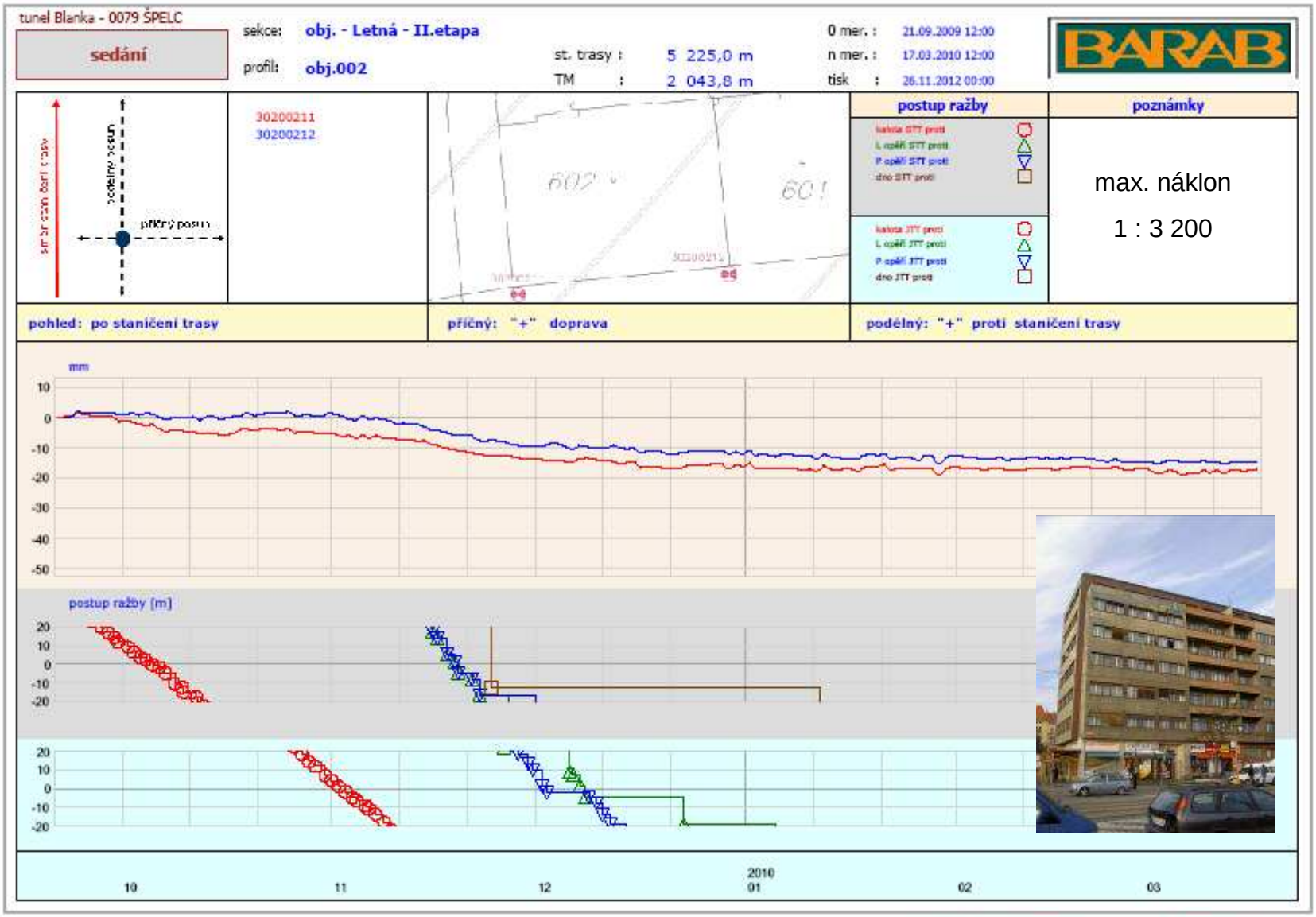
Imagine the result

ARCADIS GEOTECHNIKA

Metody monitoringu na povrchu

- **Geodetická měření deformací povrchu**
- **Geodetická měření deformací objektů nadzemní zástavby**
- **Sledování poruch objektů nadzemní zástavby prostřednictvím prohlídek objektů**
- **Měření poruch objektů nadzemní zástavby hrotovými deformetry**
- **Měření poruch objektů nadzemní zástavby dilatometry**
- **Měření napětí v táhlech v objektech nadzemní zástavby**
- **Geodetická měření průhybu táhel v objektech nadzemní zástavby**
- **Měření geometrie kolejí**
- **Seismická měření**
- **Akustická měření**
- **Měření půdní vlhkosti**
- **Biologický monitoring**

Objekty nadzemní zástavby



Barab (c) 2012 Pavel Vesely (c) 2012 ARCADIS Geotechnika a.s.

Imagine the result

ARCADIS GEOTECHNIKA

Metody monitoringu na portálech a stavebních jamách

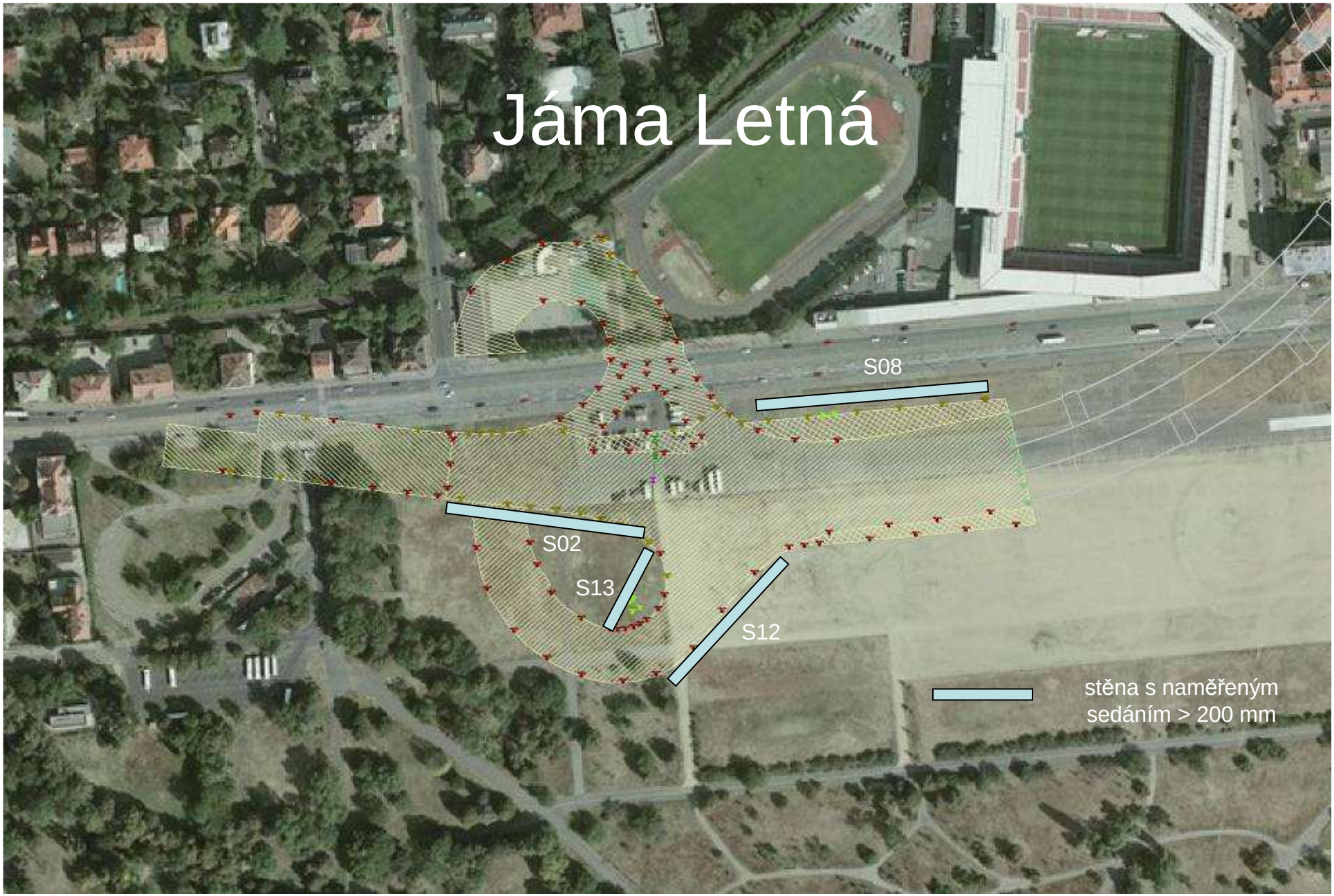
- **Geotechnické a geologické sledování**
- **Inklinometrická měření**
- **Geodetická měření deformací**
- **Dynamometrická měření**

Geodetická měření deformací na portálech a stavebních jámách

- **jámy Troja (max. hloubka 20 m)**
  - **celkem 136 bodů**
  - **max. sedání 35 mm**
  - **max. vodorovný posun 45 mm**
  - **portálová stěna – vliv ražby tunelů a výstavby TGC**

- **jáma Nad Královskou oborou**
  - **celkem 11 bodů**
  - **deformace do 10 mm**

- **jámy Letná (max. hloubka 26 m)**
  - **celkem 178 bodů**
  - **max. sedání 274 mm**
  - **max. vodorovný posun do jámy 276 mm**


Jáma Letná
S08
S02
S13
S12
stěna s naměřeným
sedáním > 200 mm

Barab (c) 2012 Pavel Veselý (c) 2012 ARCADIS Geotechnika a.s.

Imagine the result

ARCADIS GEOTECHNIKA

Závěr

Kritická místa

- **podchod řeky Vltavy (přítoky podzemní vody do tunelů)**
- **podchod železniční trati ve Stromovce (deformace kolejí)**
- **ražba pod nízkým nadložím ve Stromovce a pod Šlechtovou restaurací (stabilita čelby, deformace primárního ostění tunelu, poruchy objektu)**
- **ražba pod městskou zástavbou na Letné (poruchy objektů, seismická a akustická zátěž)**
- **hluboké stavební jámy Letná (stabilita stěn)**

Výsledky monitoringu

- **shoda s předpoklady projektu**
- **dodatečná opatření účinná**

Mimořádné události ve Stromovce

- **náhlé a prostorově omezené děje mimo osazené prvky monitoringu = nemožnost predikce**

Děkuji za pozornost