



METROSTAV

Složitosti ražeb tunelového komplexu Blanka

Ing. Alexandr Butovič, Ph.D. | SATRA, spol. s r. o.

Ing. Miroslav Padevět, Ing. Jan Kvaš | Metrostav, a.s.

Obsah prezentace

1. Tunelový komplex Blanka – obecné informace
2. Ražba dvoupruhových tunelů pod Vltavou
3. Ražba pod zvodněnými sedimenty
4. Ražba strojovny vzduchotechniky
5. Ražba tunelu Brusnice (ražba třípruhových tunelů v zeminách)

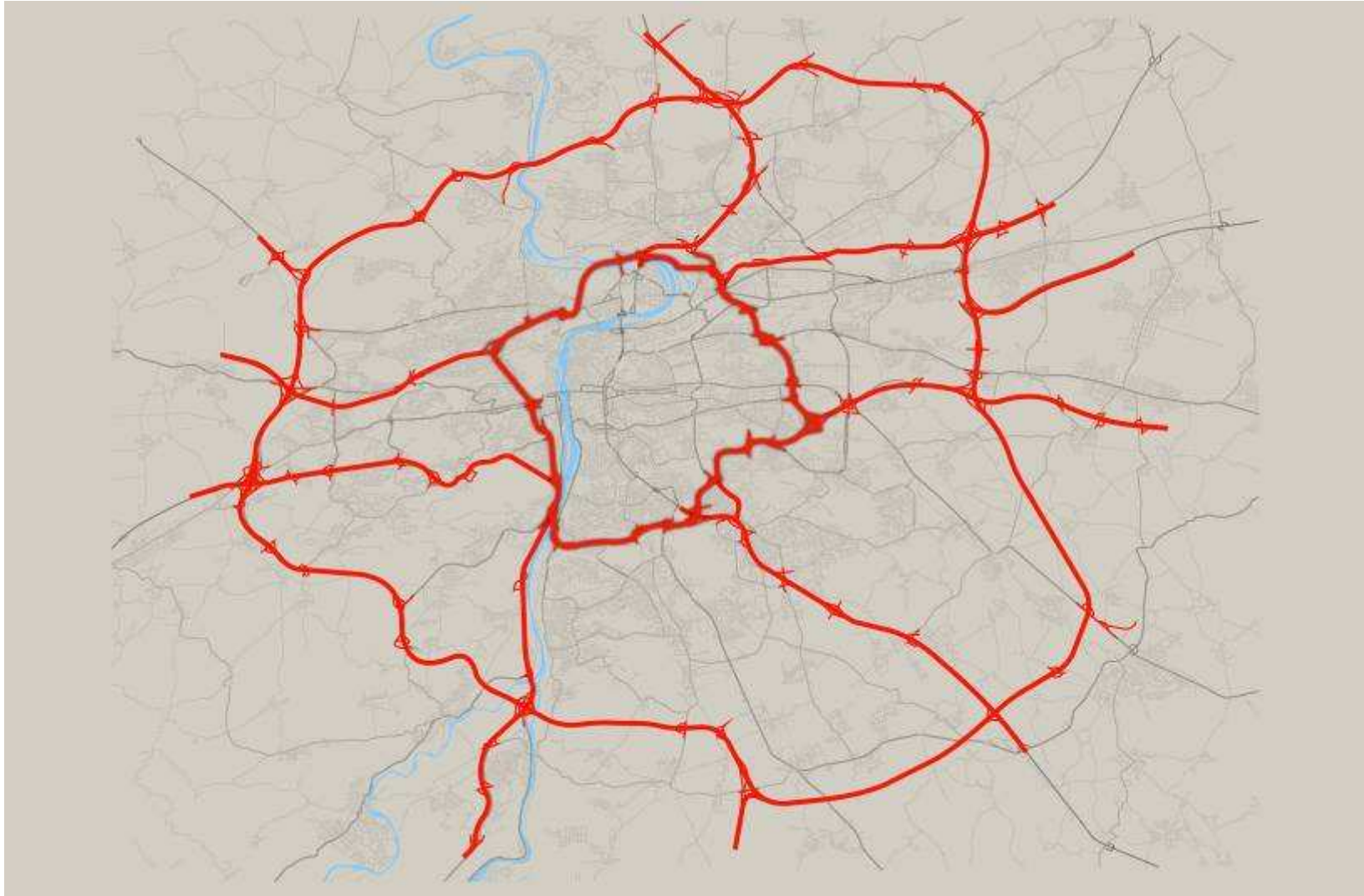
Křižovatka Malovanka (2006)



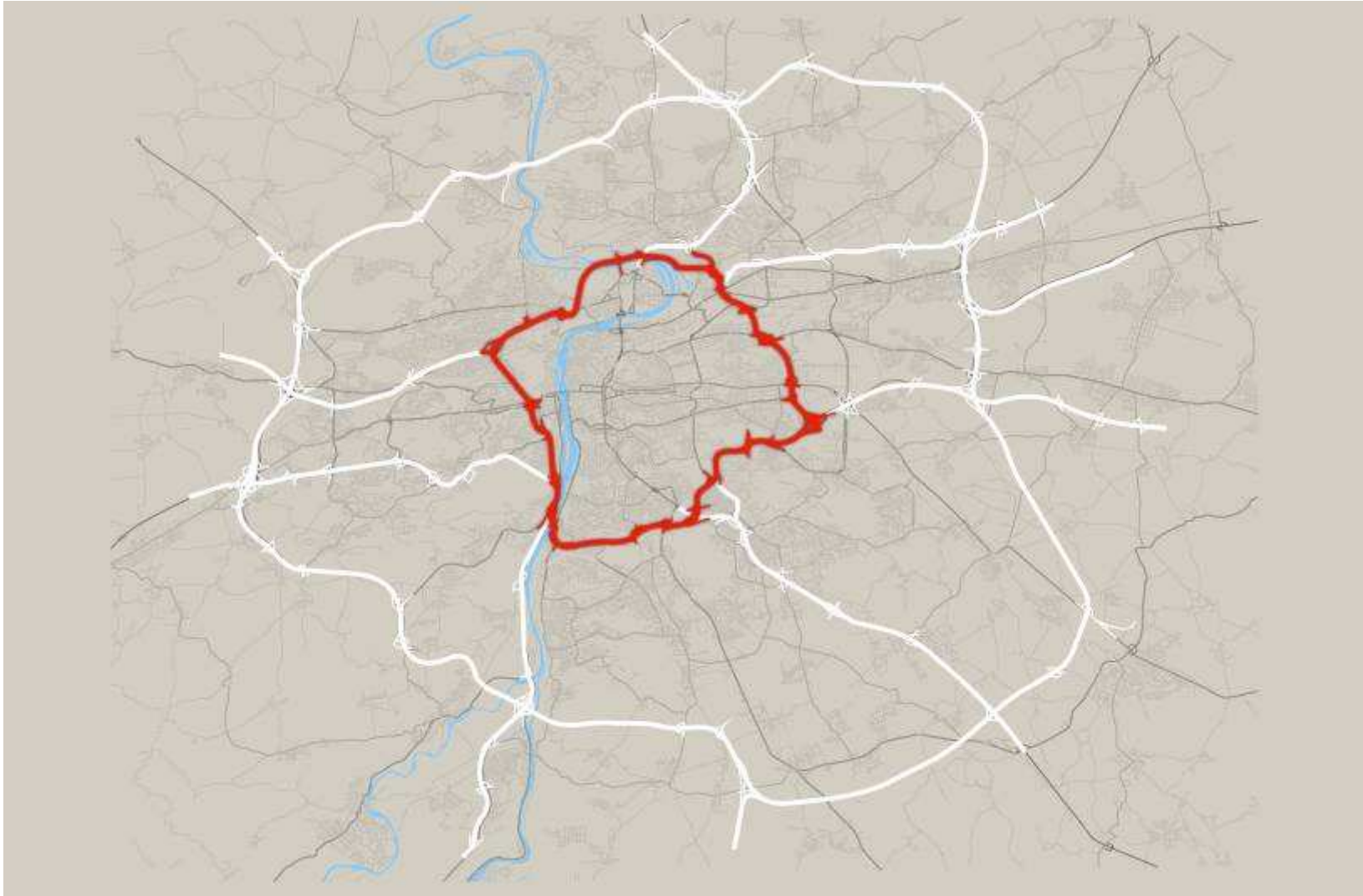
Prašný most (2008)



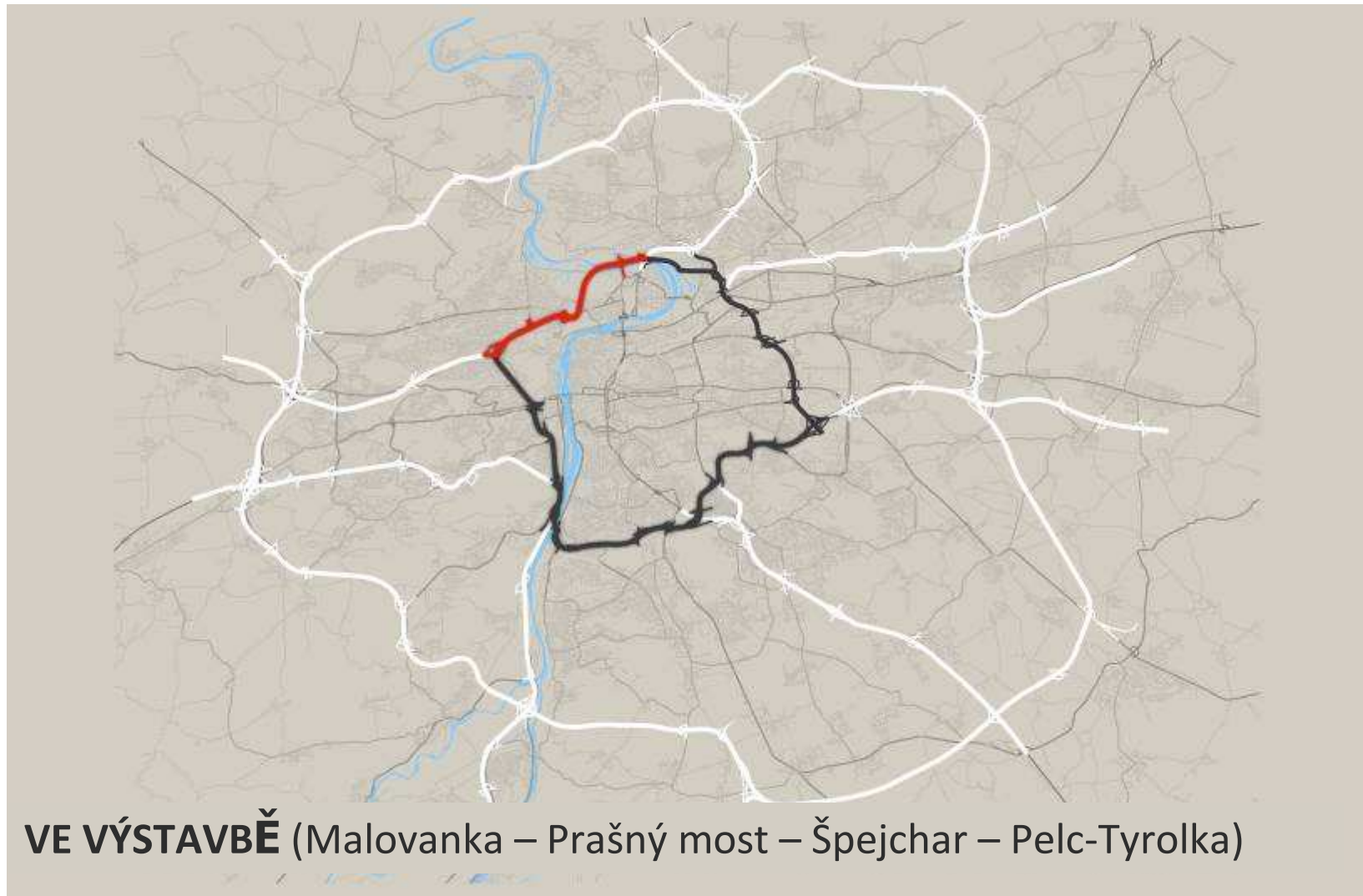
Praha – síť hlavních komunikací



Městský okruh



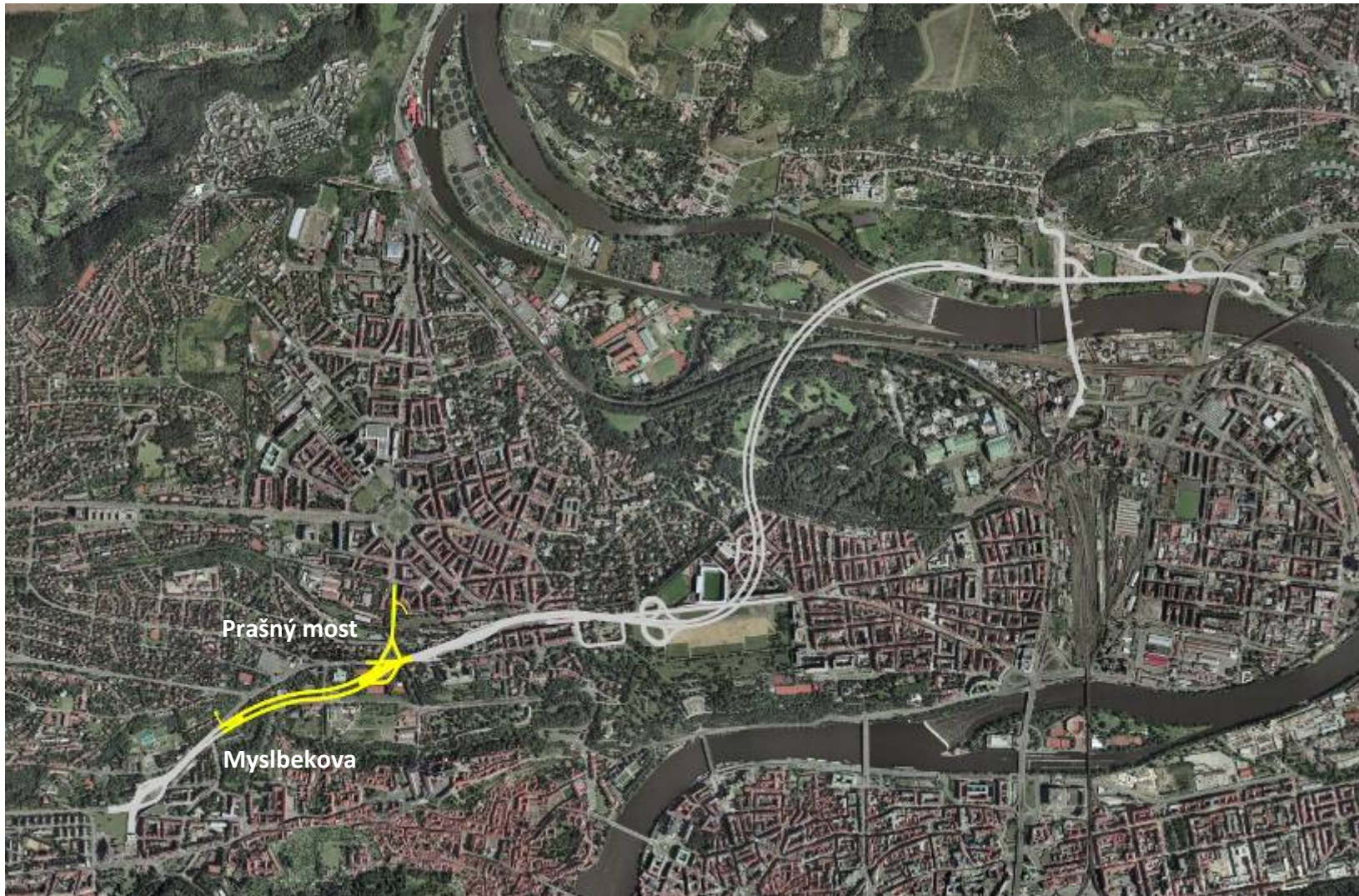
Městský okruh



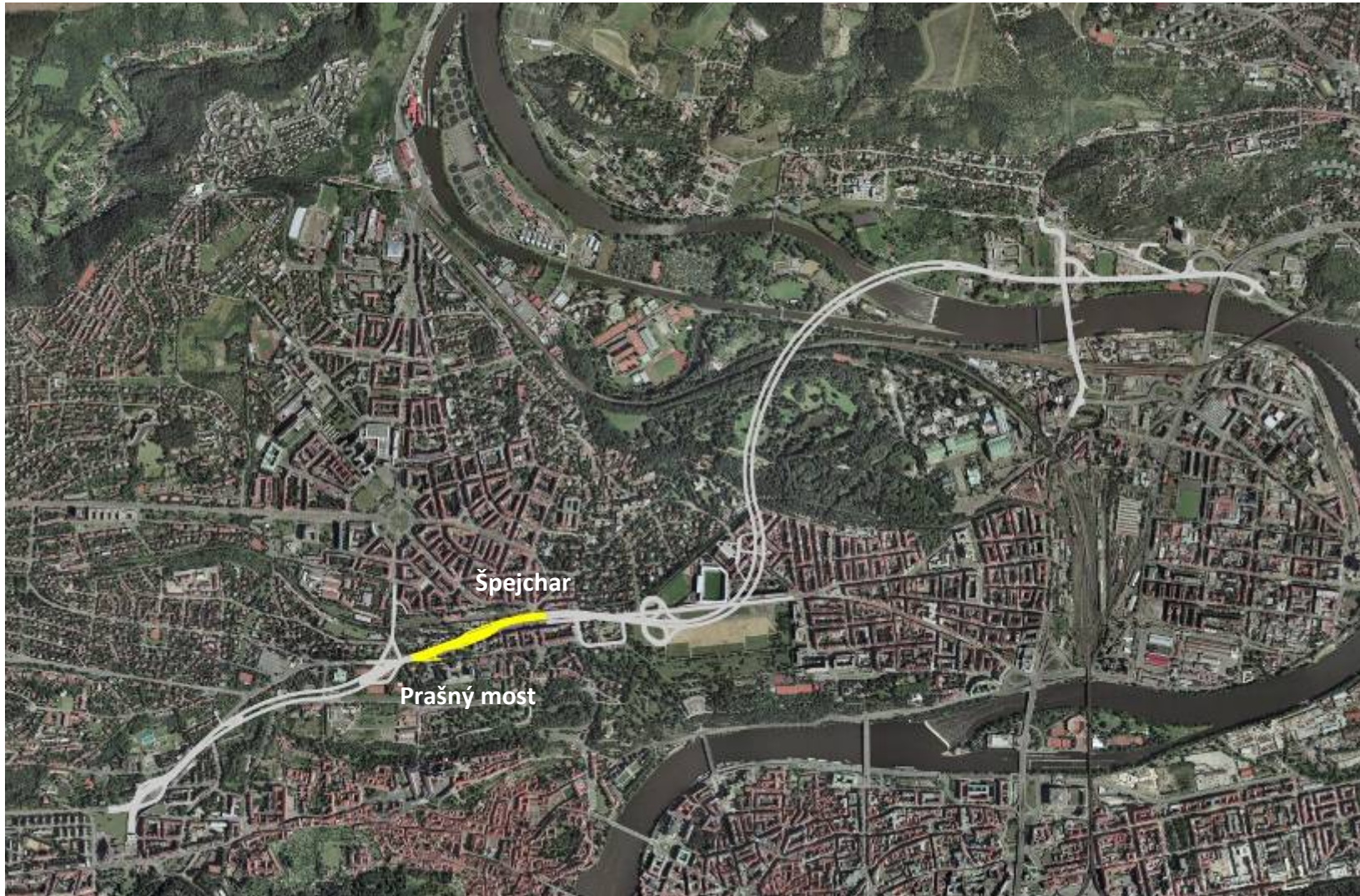
Strahovský tunel – 2A a 2B stavba 0065



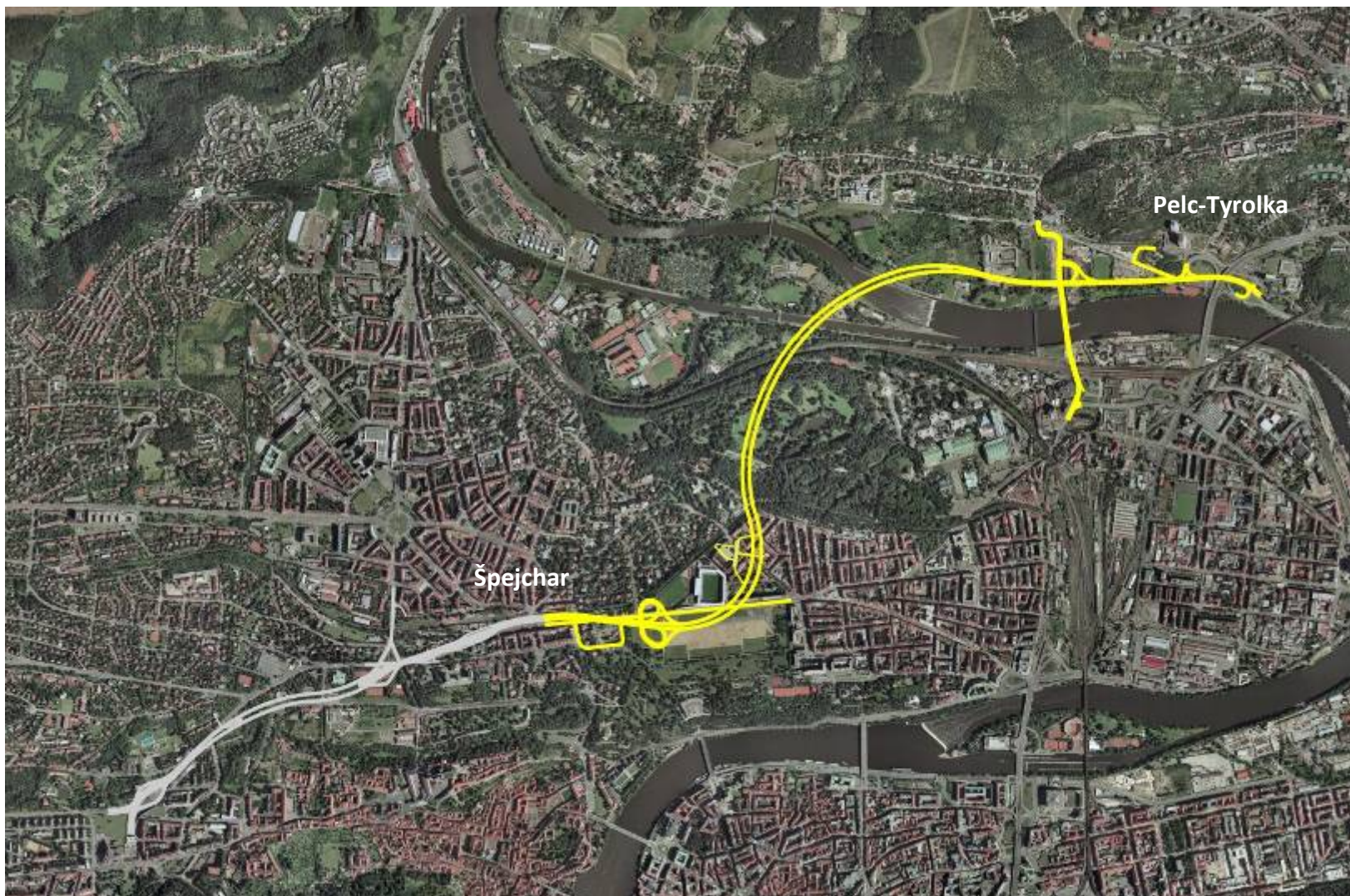
Stavba 9515 Myslbekova – Prašný most



Stavba 0080 Prašný most – Špejchar



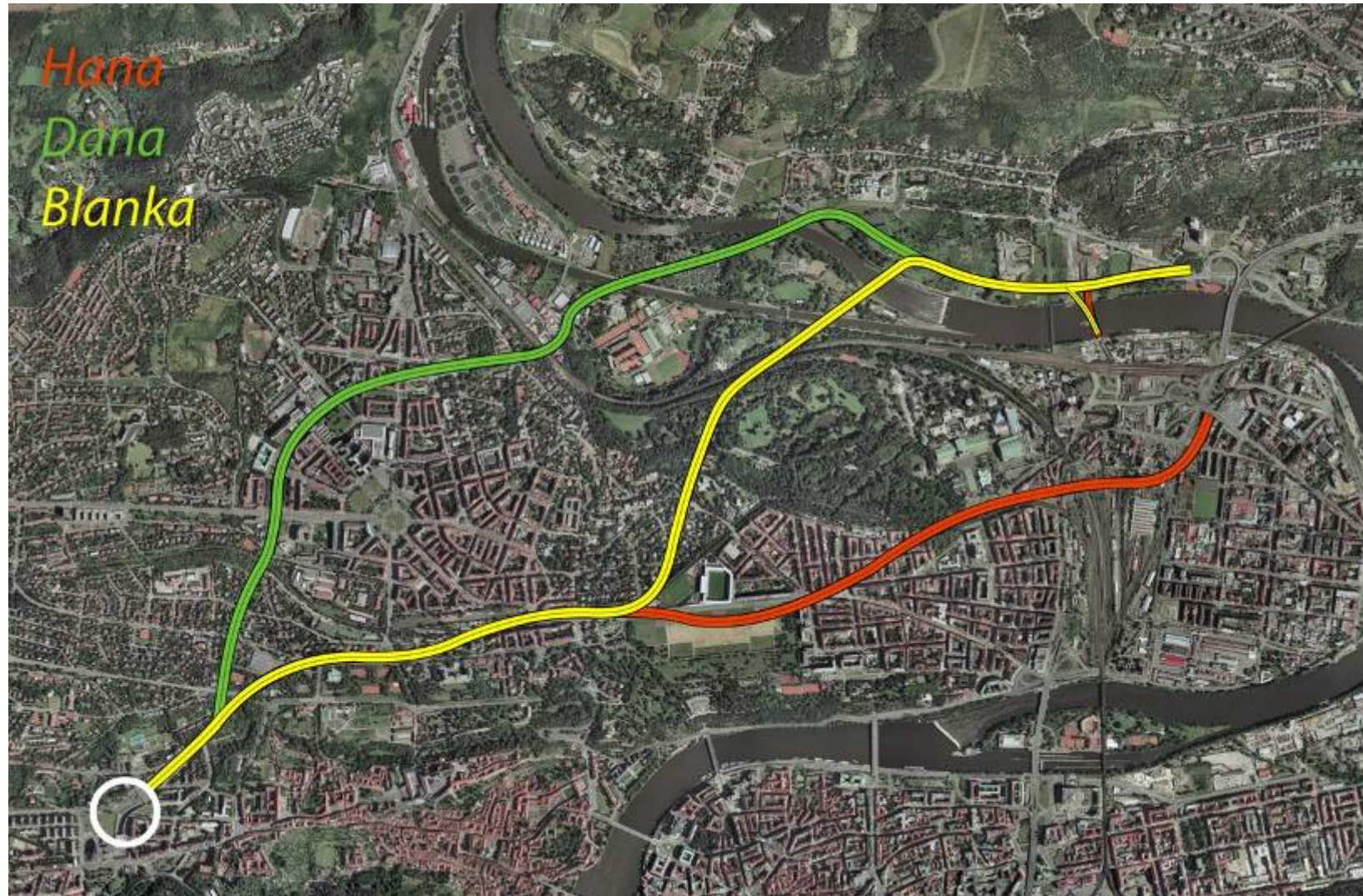
Stavba 0079 Špejchar – Pelc-Tyrolka



Celková situace stavby



Alternativy vedení severozápadní části MO



Tunelový komplex Blanka v číslech

	STT [m]	JTT [m]
Tunelový úsek Brusnice	1405	1398
Tunelový úsek Dejvice	1007	1005
Tunelový úsek Královská Obora	3090	3086
Celková délka tunelů (dle typů)		
Celková délka ražených tunelů MO	2766	2774
Celková délka hloubených tunelů MO	2736	2715
Celková délka všech tunelů MO	5502	5498
Délka hloubených tunelových ramp	450	700
Celková délka všech hloubených tubusů	6600	
Celková délka všech ražených tubusů	5540	
Celková délka všech tunelových tubusů	12140	

Tunelový komplex Blanka v číslech

- Stavby 4
- Stavební objekty (SO) 341
- Podobjekty stavby 2780
- Provozní soubory (PS) 67

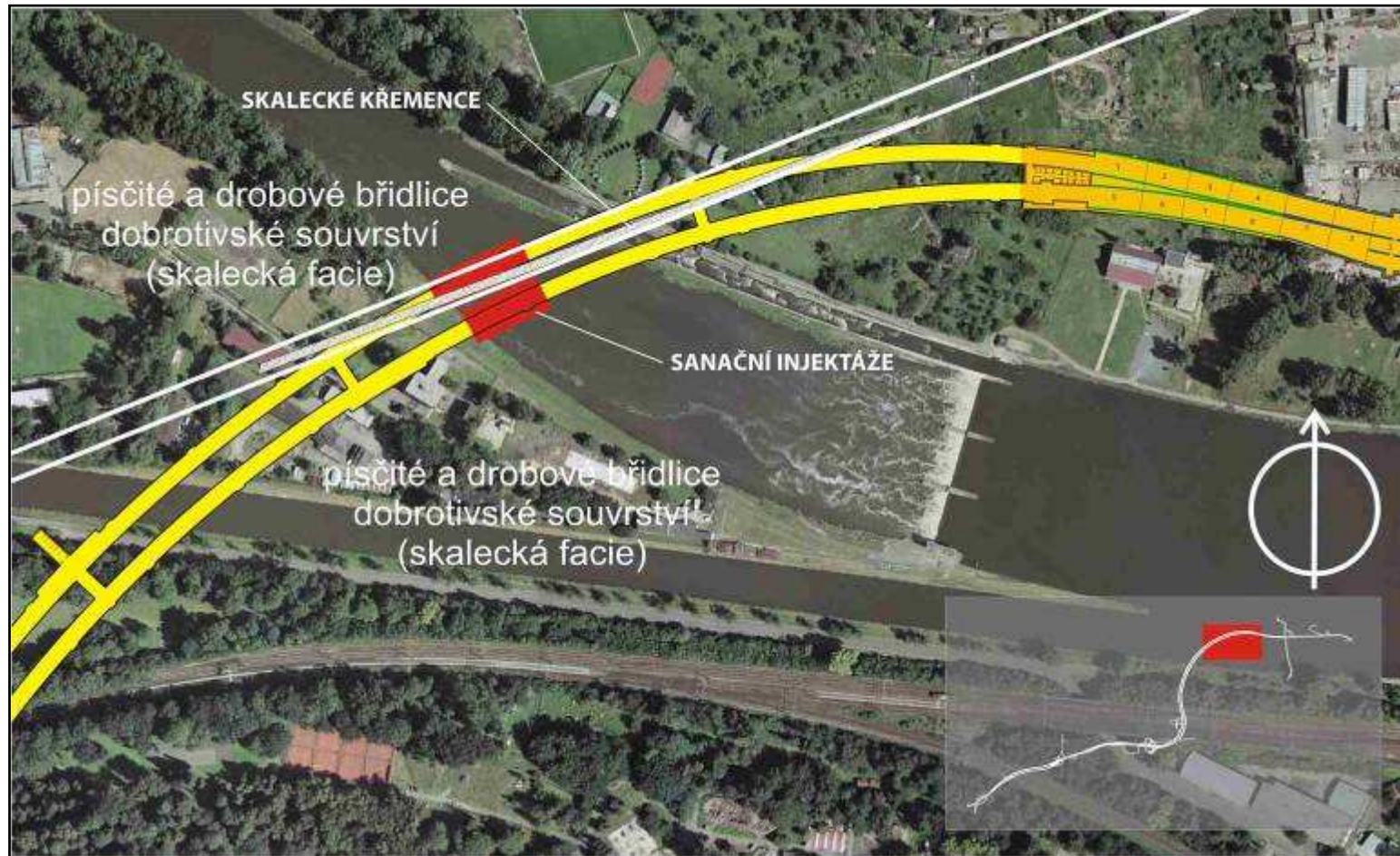
- Stavební povolení a rozhodnutí 72

- Technické rady (TR) 3100
- Předané RDS 4700 (42 m)
- Kontrolní dny správce stavby 686

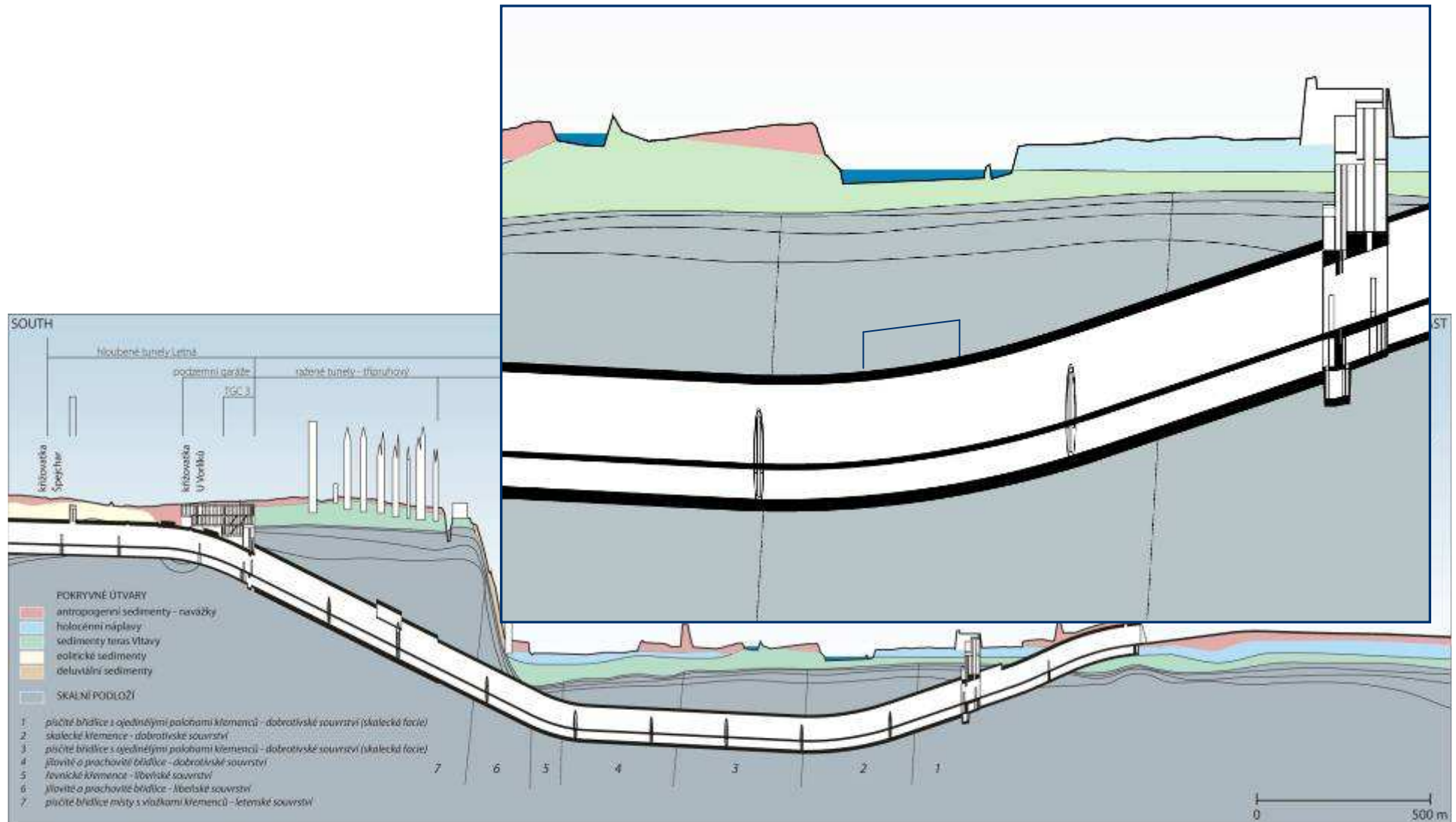
Složitosti ražeb tunelového komplexu Blanka

Ražba dvoupruhových tunelů pod Vltavou

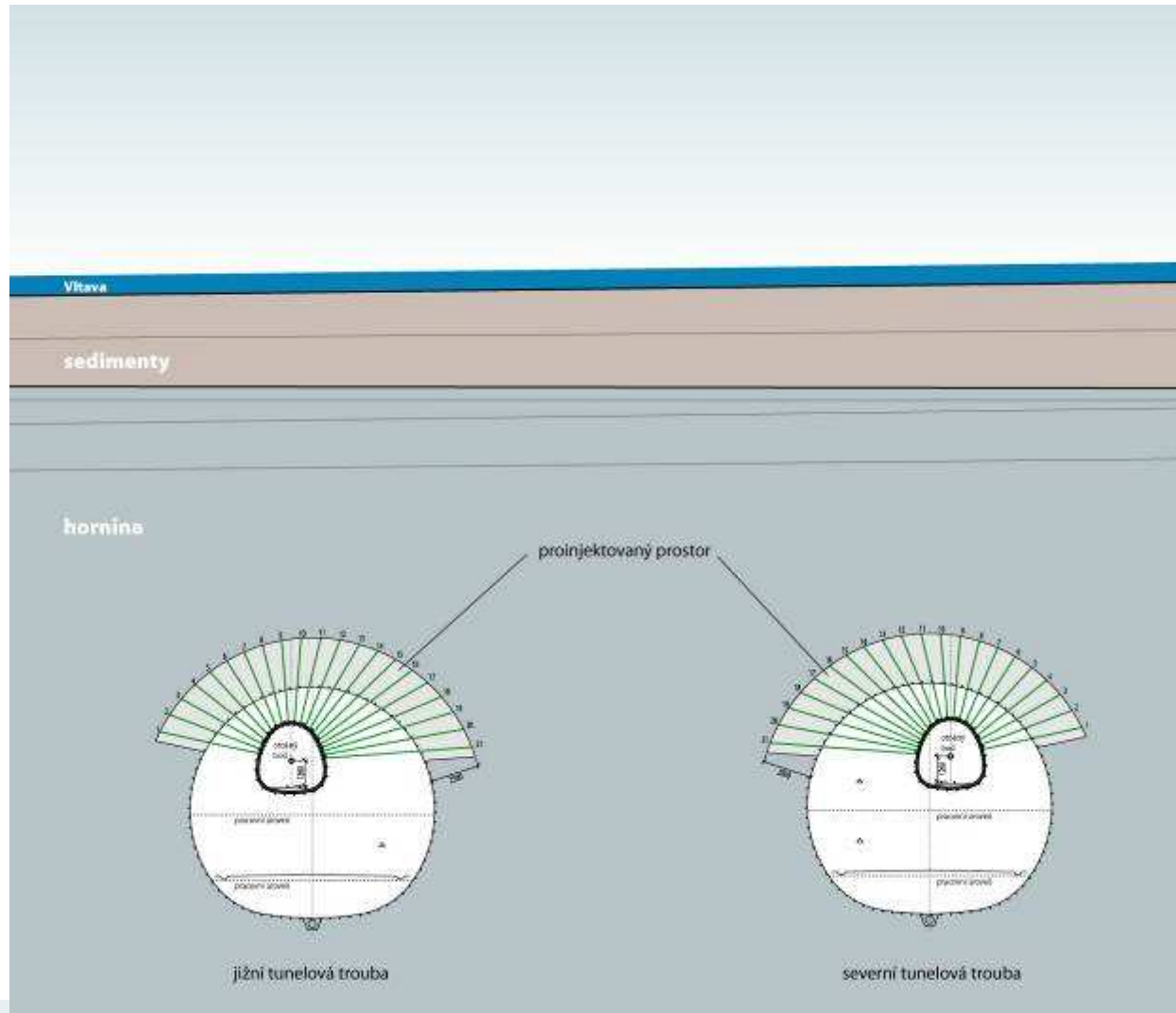
Těsnící injektáže – situace



Těsnící injektáže – podélný řez



Těsnící injektáže – příčný řez



Parametry injekčních prací

- **Přítoky na Čelbě :**

- štola až 4 l/s
- pro tunel očekáváno až 40 l/s
- vybrány úseky o délce 2 x 100 m
- Nejprve jen STT, po dobrých zkušenostech i JTT

- **Parametry injektáží :**

- radiální vějíře á 1,5 m
- délka vrtů 7-9,2 m
- průměr vrtů 75 mm
- obálka tl. 2,5 m
- vzestupná injektáž
- injekční tlak 2 MPa

Poměr C/V	složení 1 m ³			objemová hmotnost kg/l	Viskozita s	dekantace			pevnost v tlaku	
	C	B	V			% obj./hod			7	28
	kg	kg	kg			1	2	3	MPa	
1,1	750	15	750	1,51	32 - 35	2	-	-	-	10

- **Doplňující informace :**

- 18 km vrtů
- proinjektováno 3000 m³
- cca 2 x 10 týdnů
- teplota vody !

- **Ověření účinnosti injektáží :**

- Snížení přítoku do průzkumné štoly z 15 l/s na 0,x l/s
- Provedeno celkem 10 presiometrických zkoušek (v místě presiometrických zkoušek z PGP)
- Zvýšení presiometrických modulů o 150 %

Těsnící injektáže – výsledek

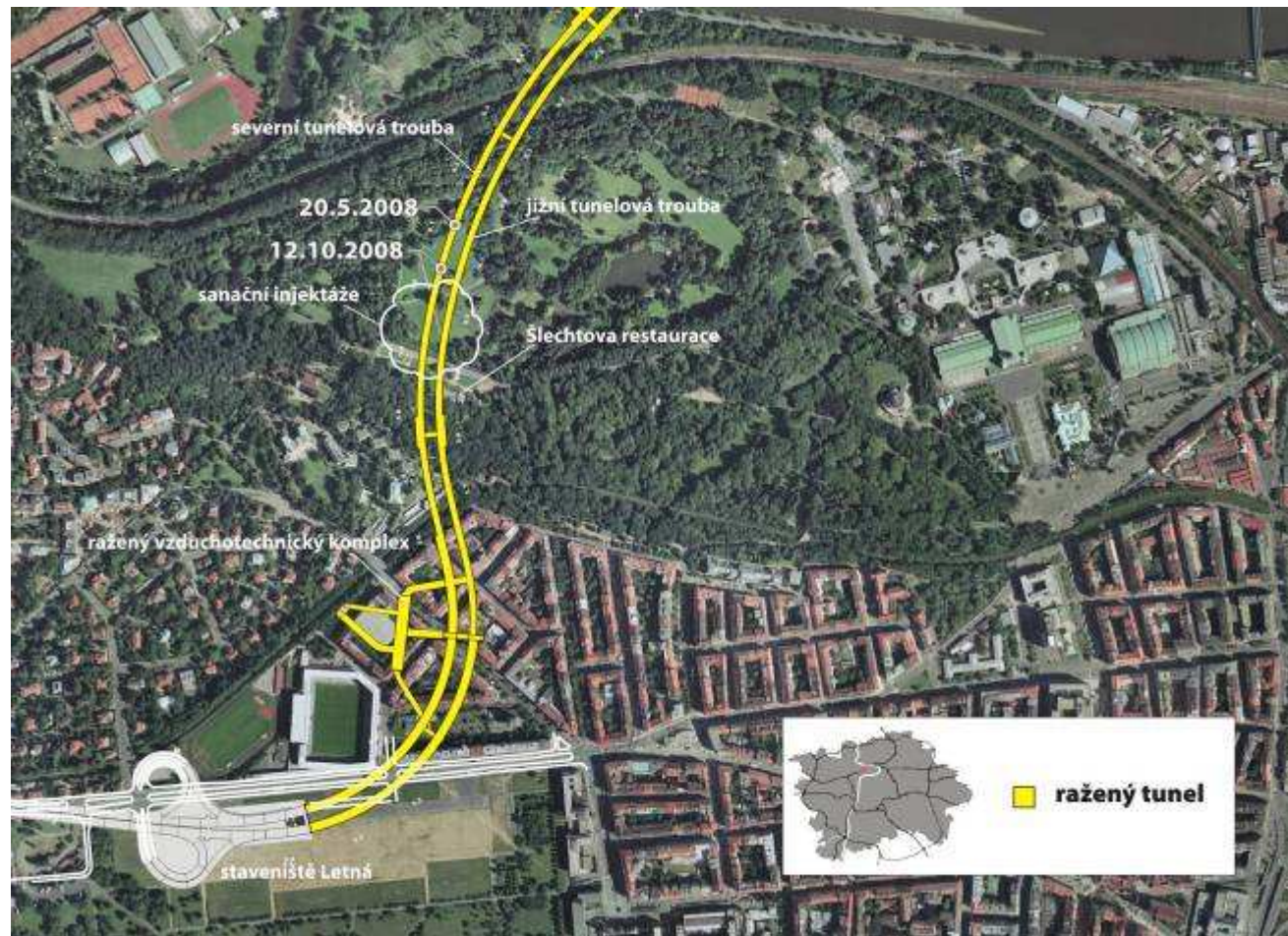
Výsledek?

- Přítoky na čelbě do 2 l/s
- Bezpečný podchod Vltavy!
(plocha výrubu 125 m²)

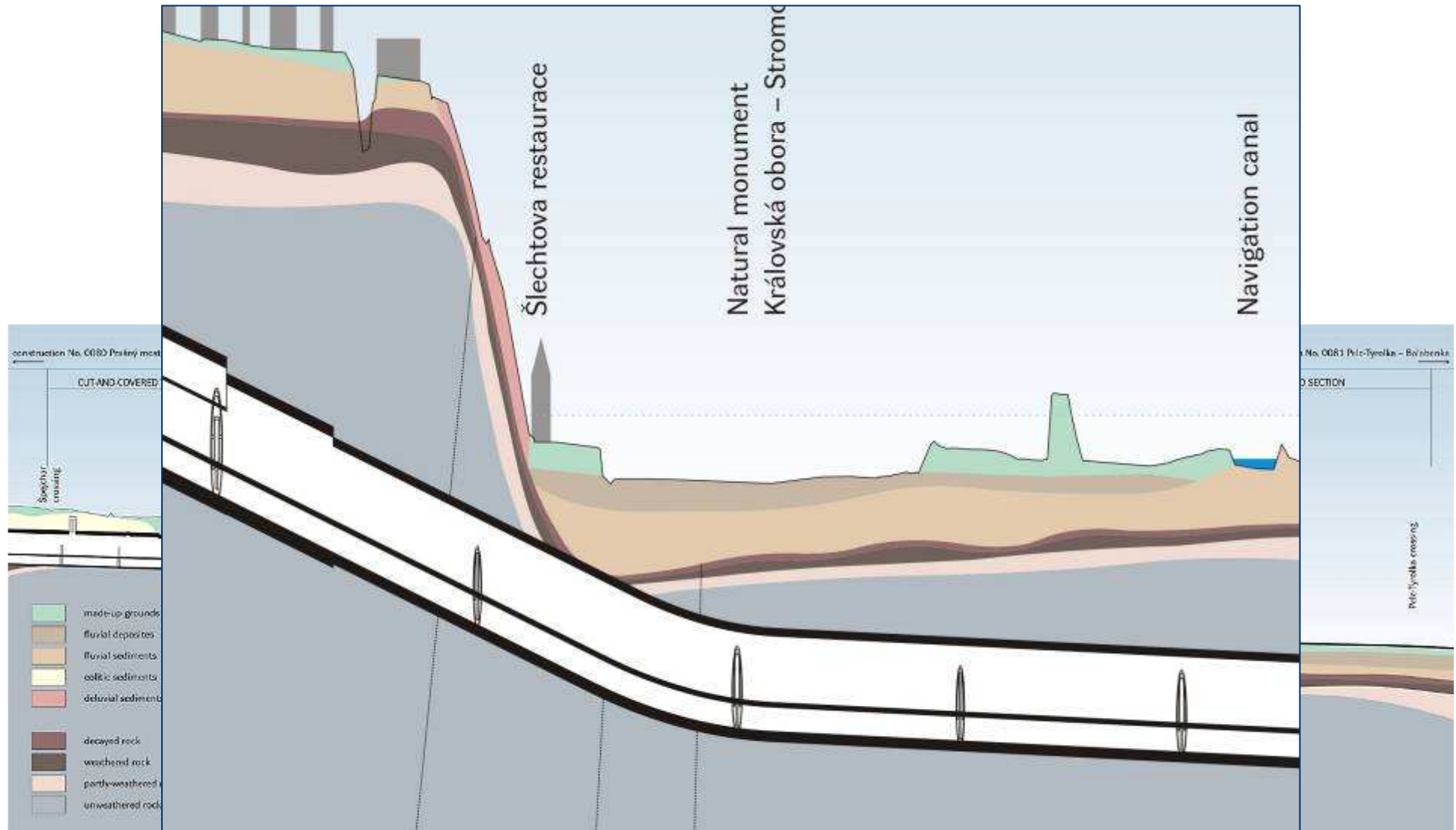
Složitosti ražeb tunelového komplexu Blanka

Ražba pod zvodněnými sedimenty

Ražba pod zvodněnými sedimenty – situace



Podélný řez



Sanační injektáže – původní návrh

Základní informace :

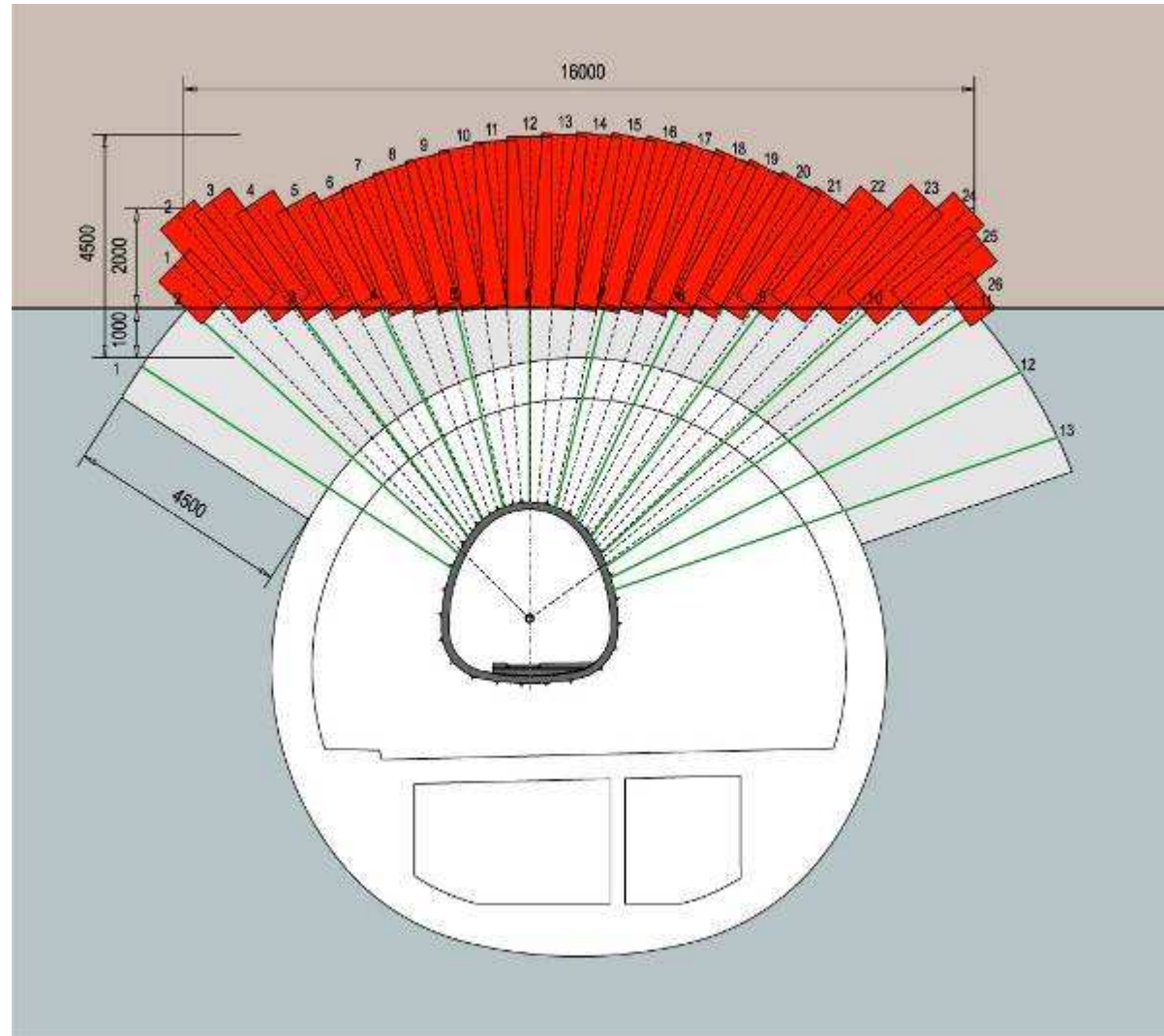
- řešení v DSP a ZDS
- provádění jen ze štoly
- bez zásahu z povrchu

Princip řešení :

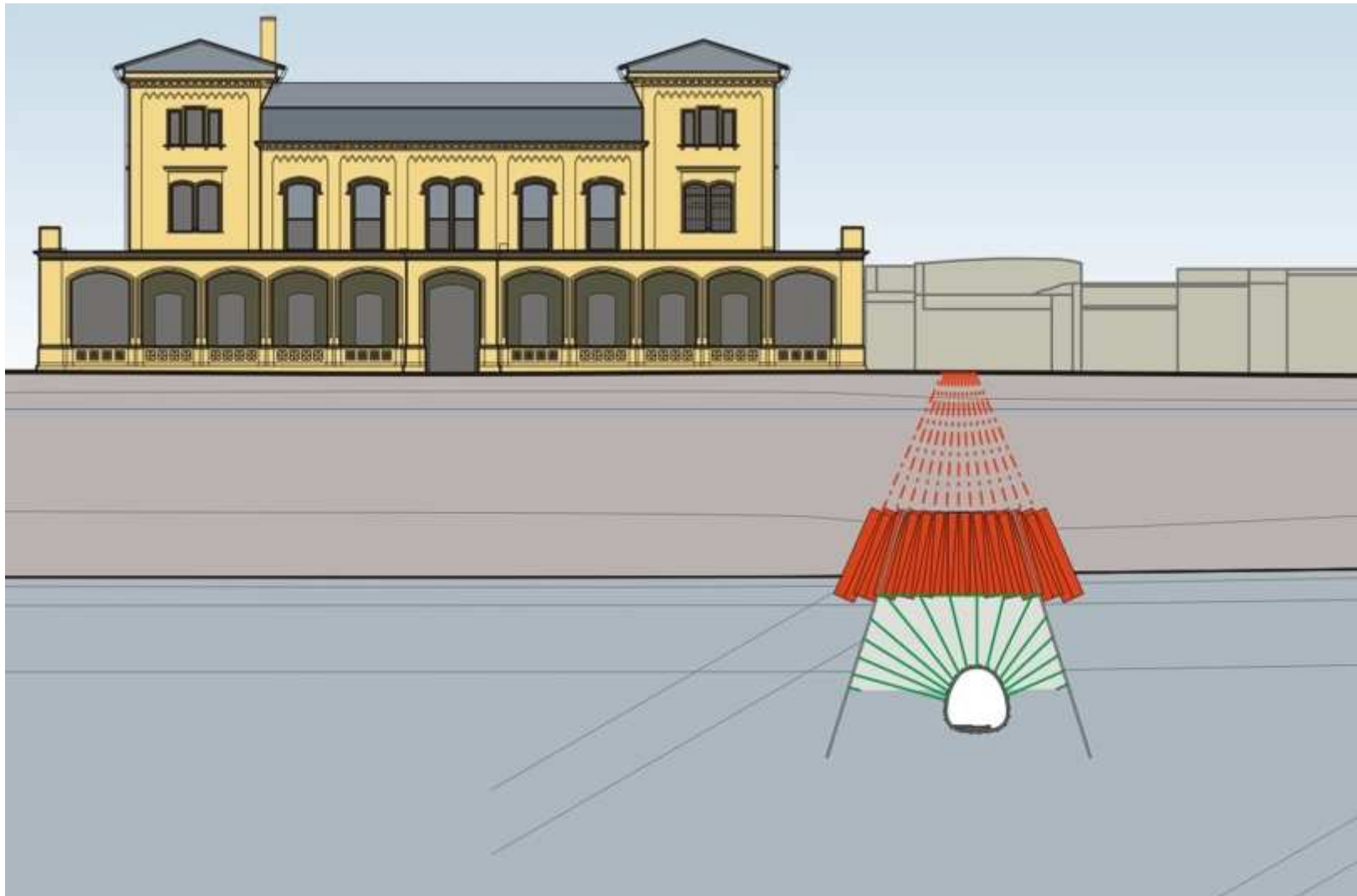
- tlaková injektáž
- osazení preventrů
- trysková dovrchní inj.
- tlaková injektáž

Komplikace :

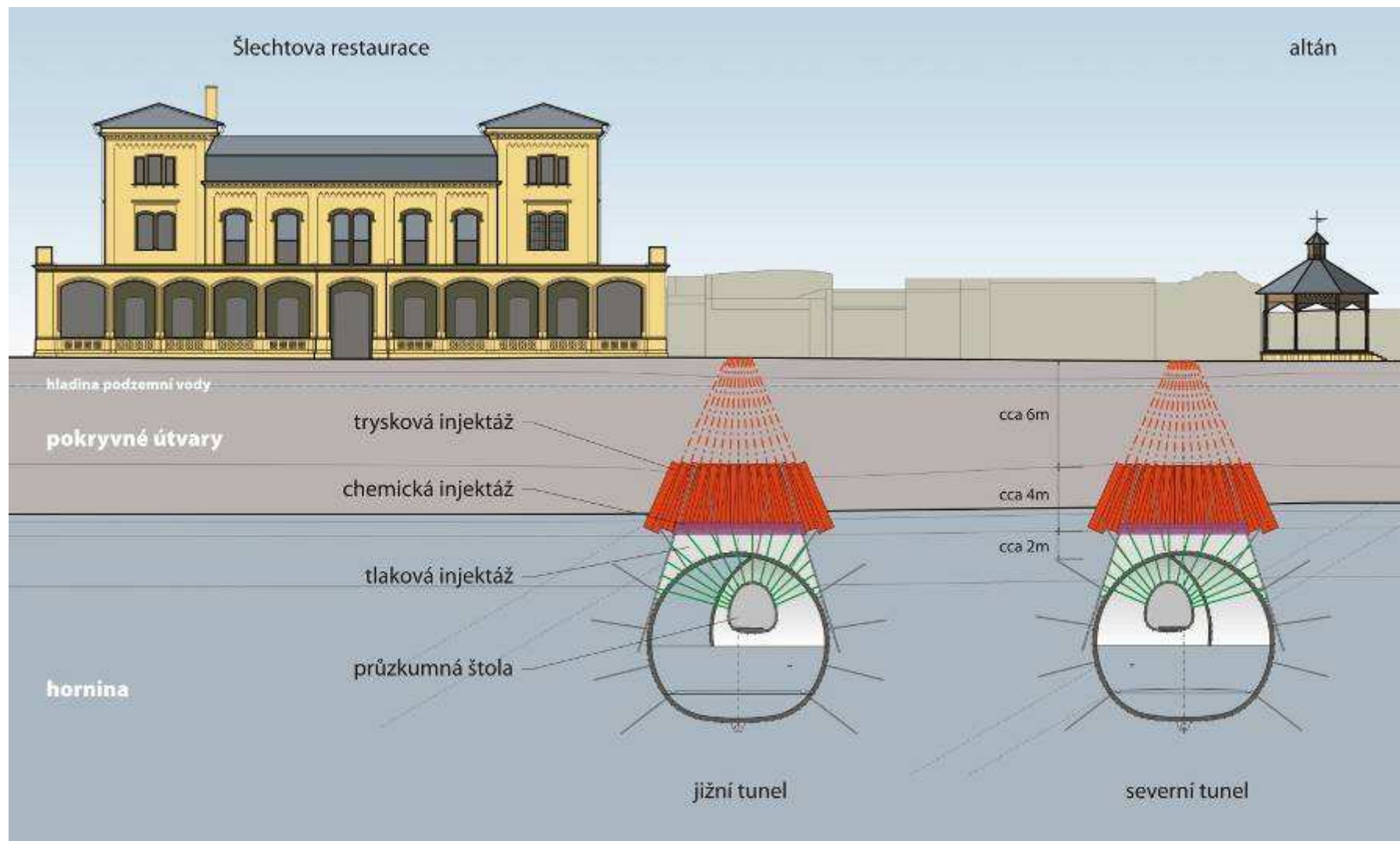
- přítoky podz. vod
- přísun materiálu
- dlouhá doba provádění
- vysoké inv. náklady



Sanační injektáže – realizované řešení



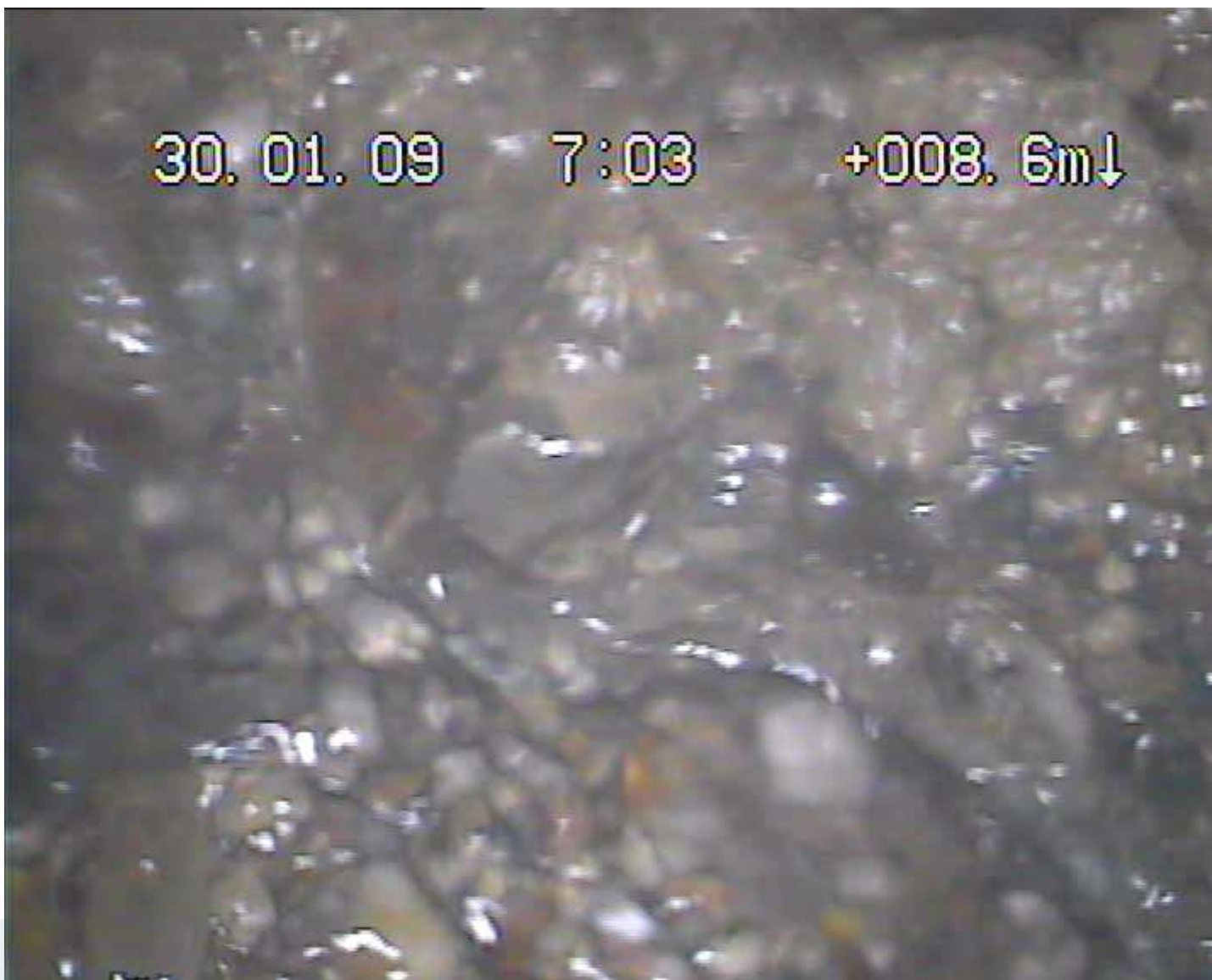
Sanační injecktáže – realizované řešení



Sanační injektáže – ověření kvality TI



Sanační injektáže – ověření kvality TI



Sanační injektáže – ověření kvality TI



Fotografie z realizace



Fotografie z realizace



Fotografie z realizace



Fotografie z realizace



Fotografie z realizace



Fotografie z realizace



Složitosti ražeb tunelového komplexu Blanka

Ražba strojovny vzduchotechniky

Ražba strojovny – animace

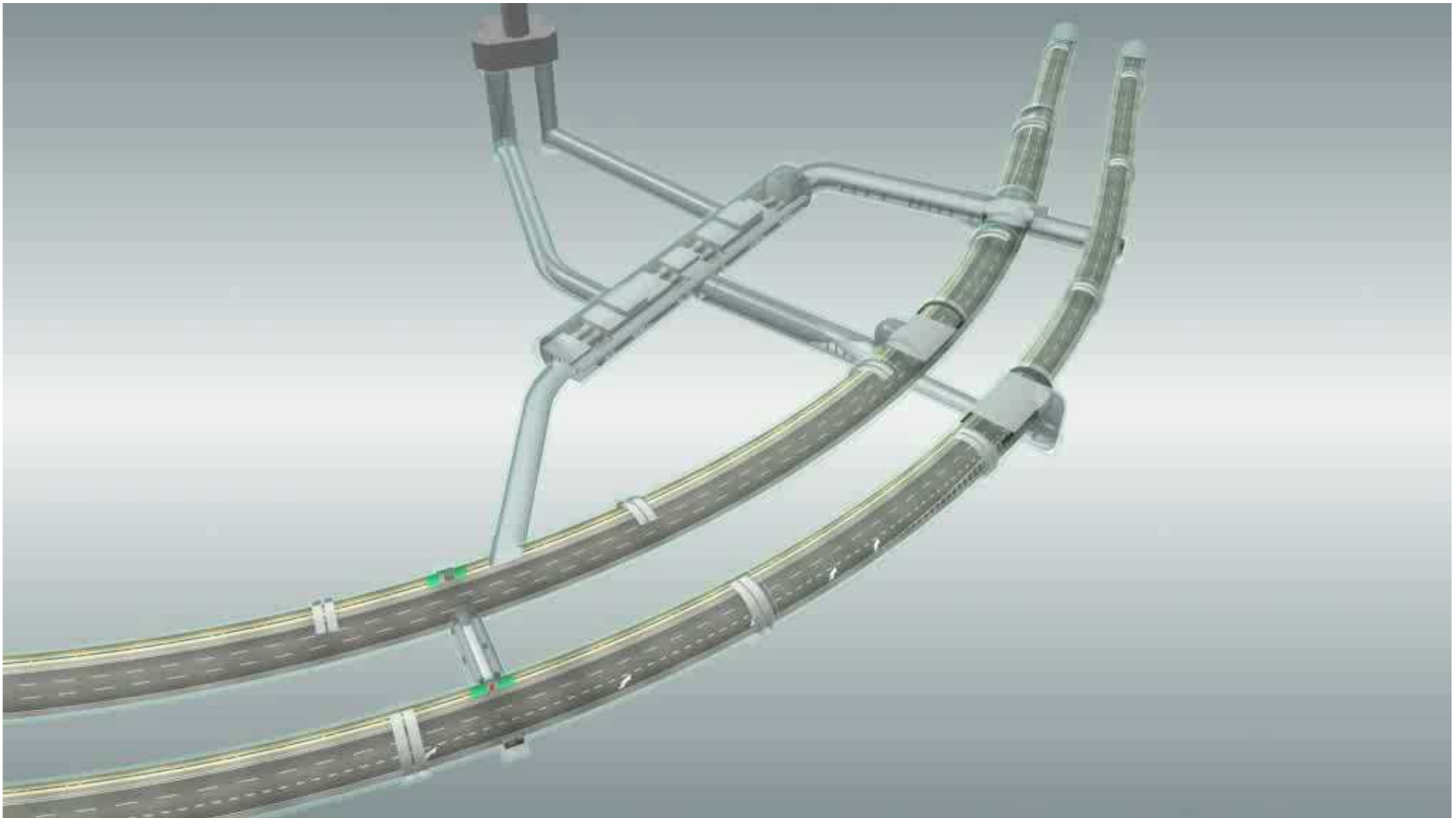


4.12.2012

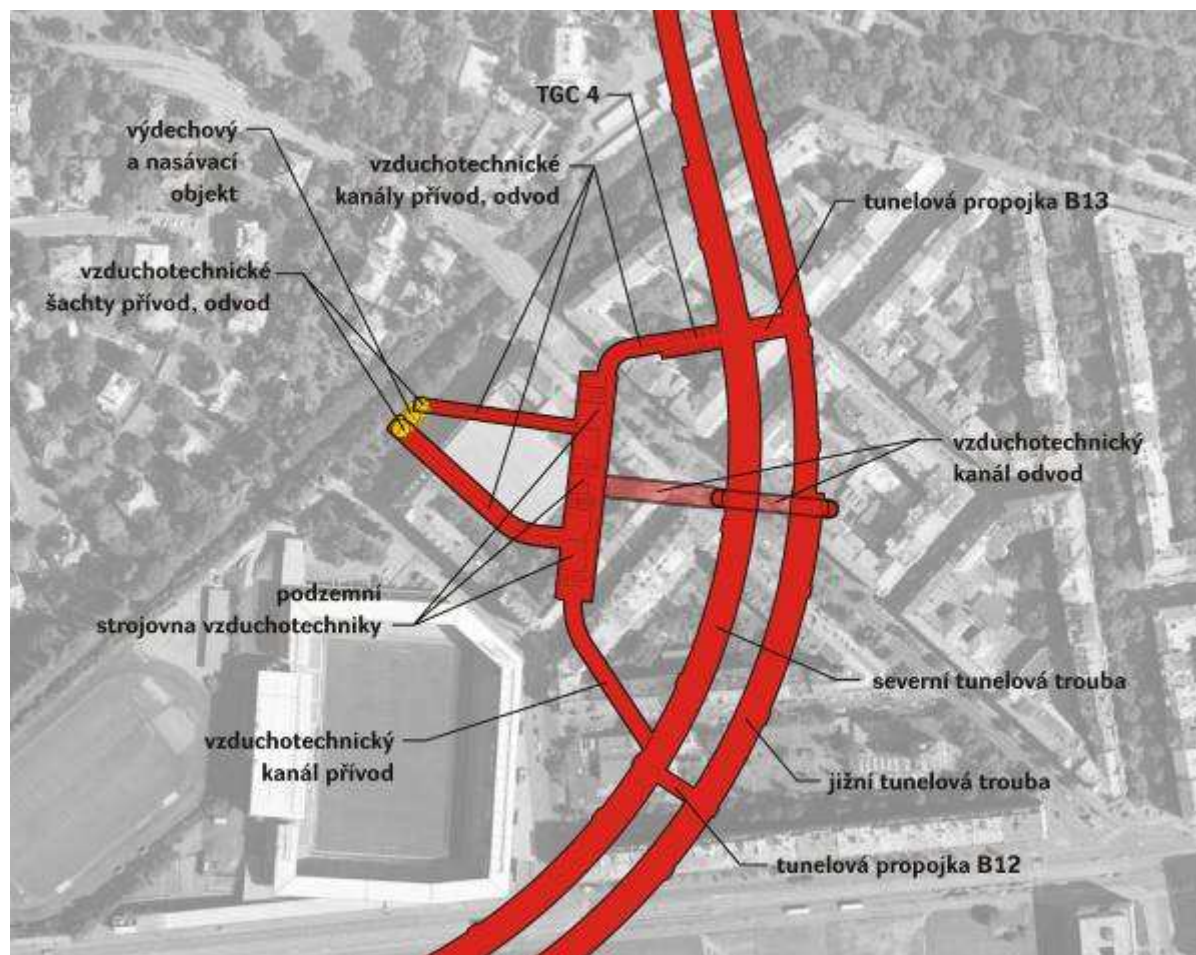
TUNELÁŘSKÉ ODPOLEDNE 3/2012

38

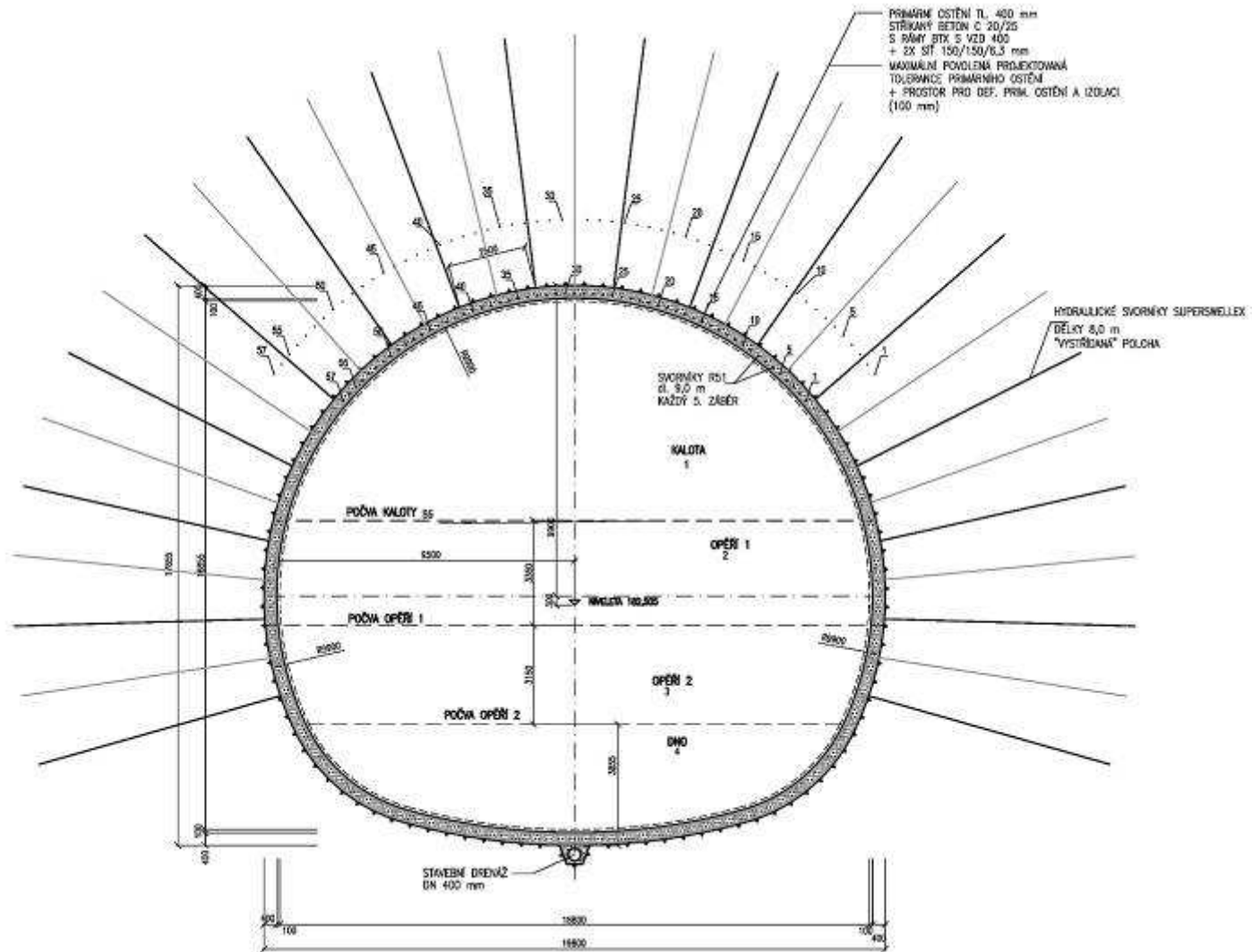
Ražba strojovny – animace



Strojovna vzduchotechniky



Ražba strojovny – příčný řez



Ražba strojovny



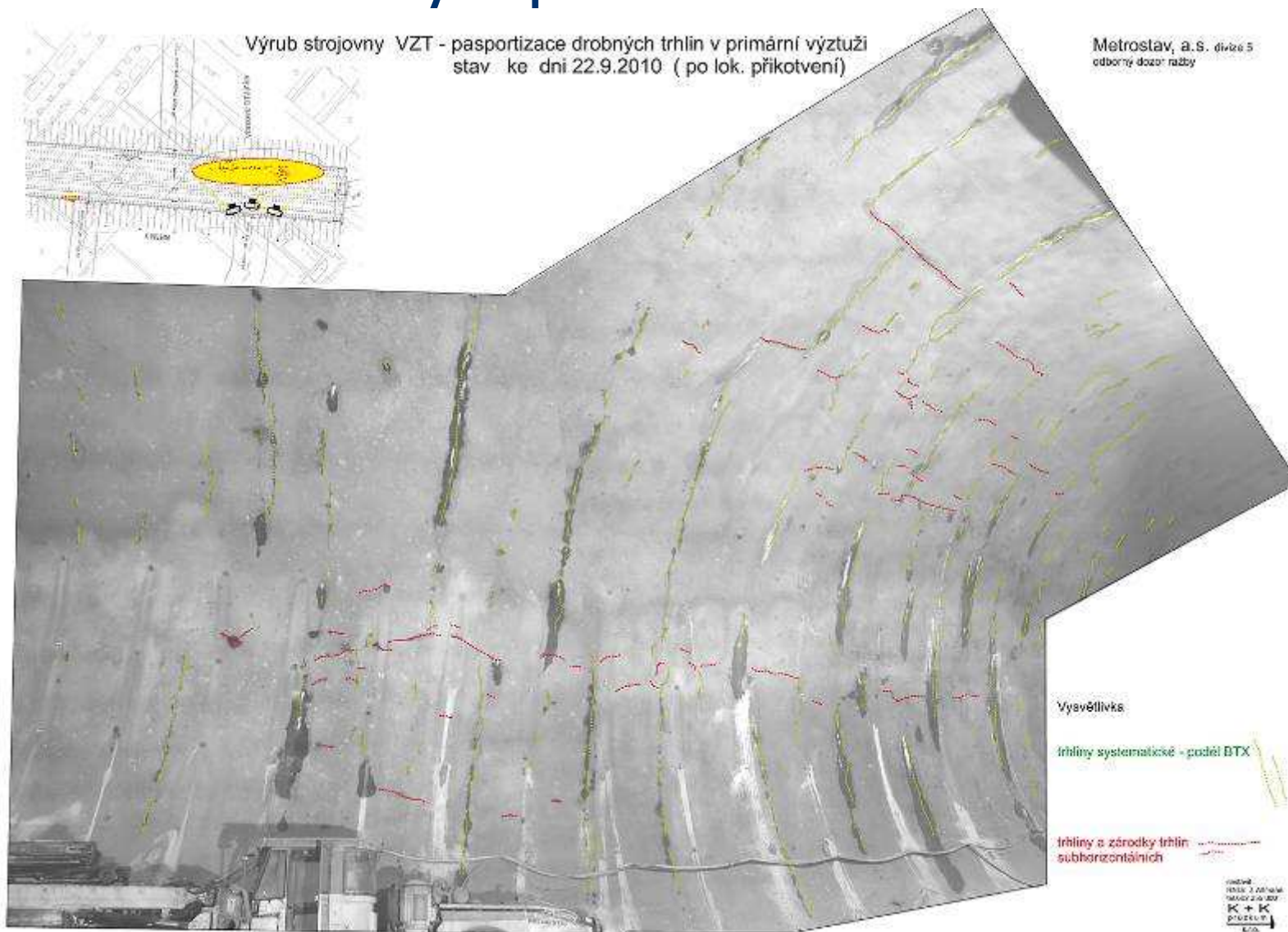
Ražba strojovny



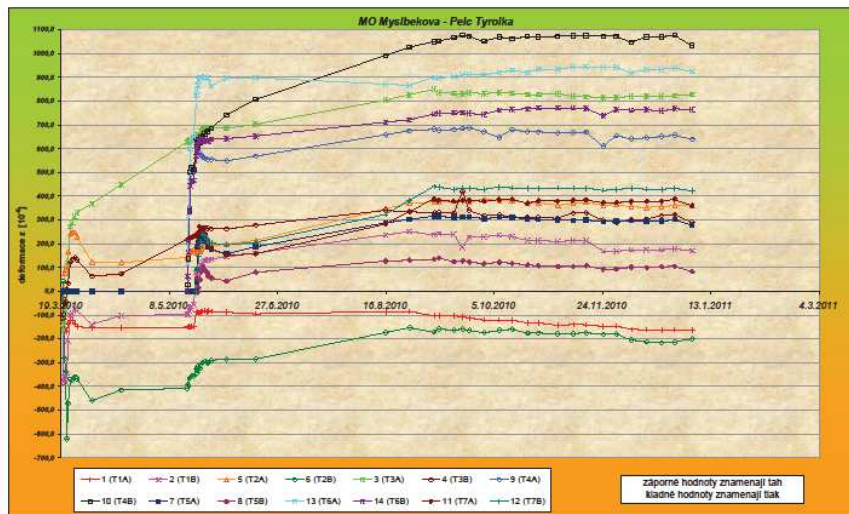
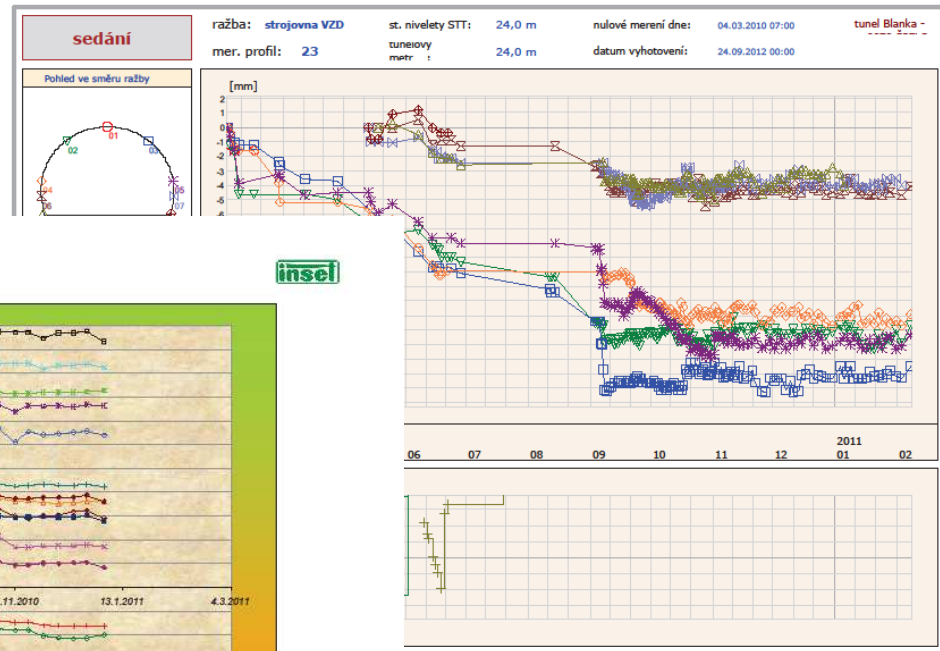
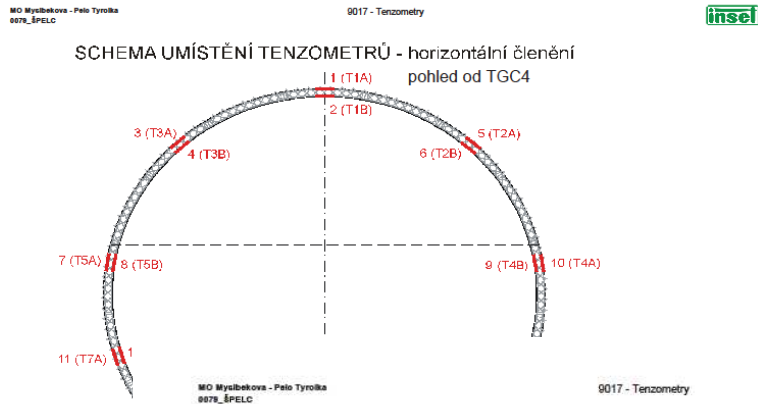
Ražba strojovny



Trhliny v primárním ostění



Namáhání primárního ostění



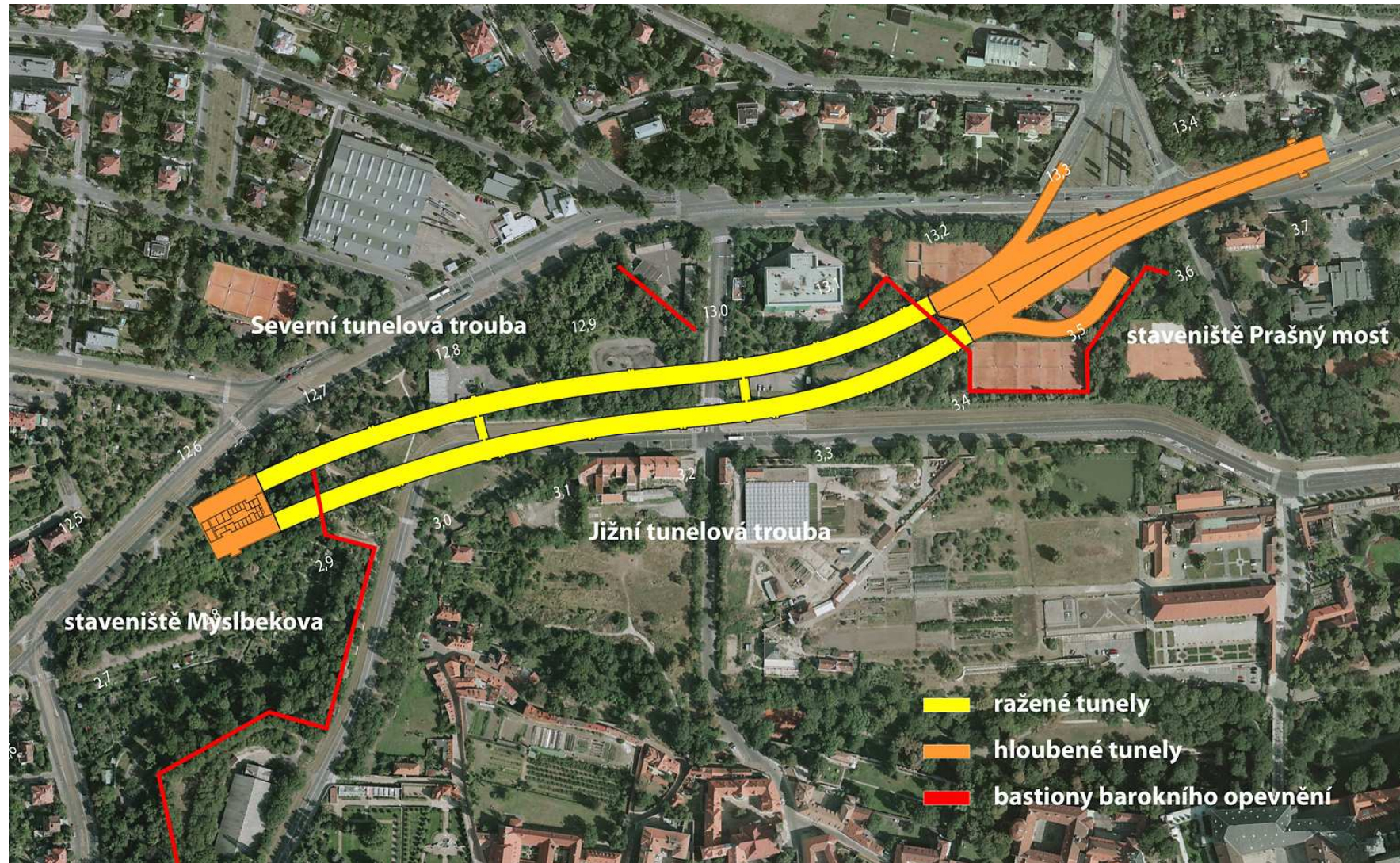
VZT 90.17.03.01 51,64 km VZT

3 / 4

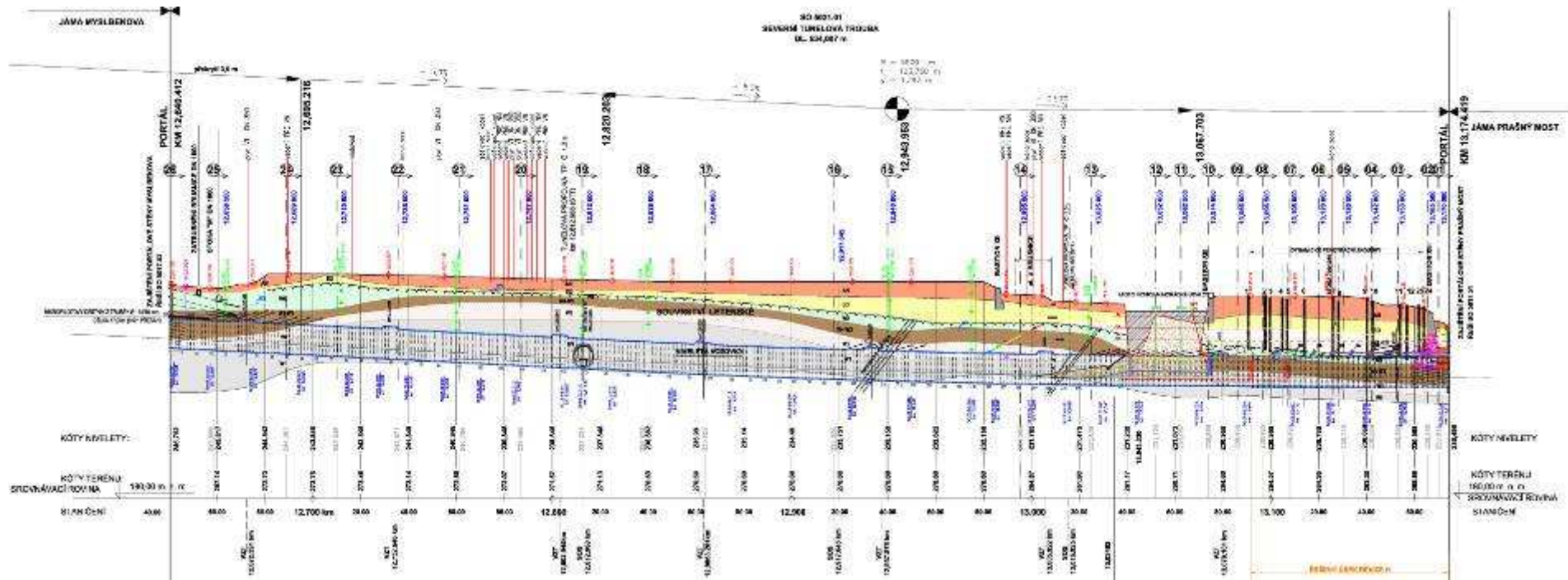
Složitosti ražeb tunelového komplexu Blanka

Ražba tunelu Brusnice (třípruhové tunely v zeminách)

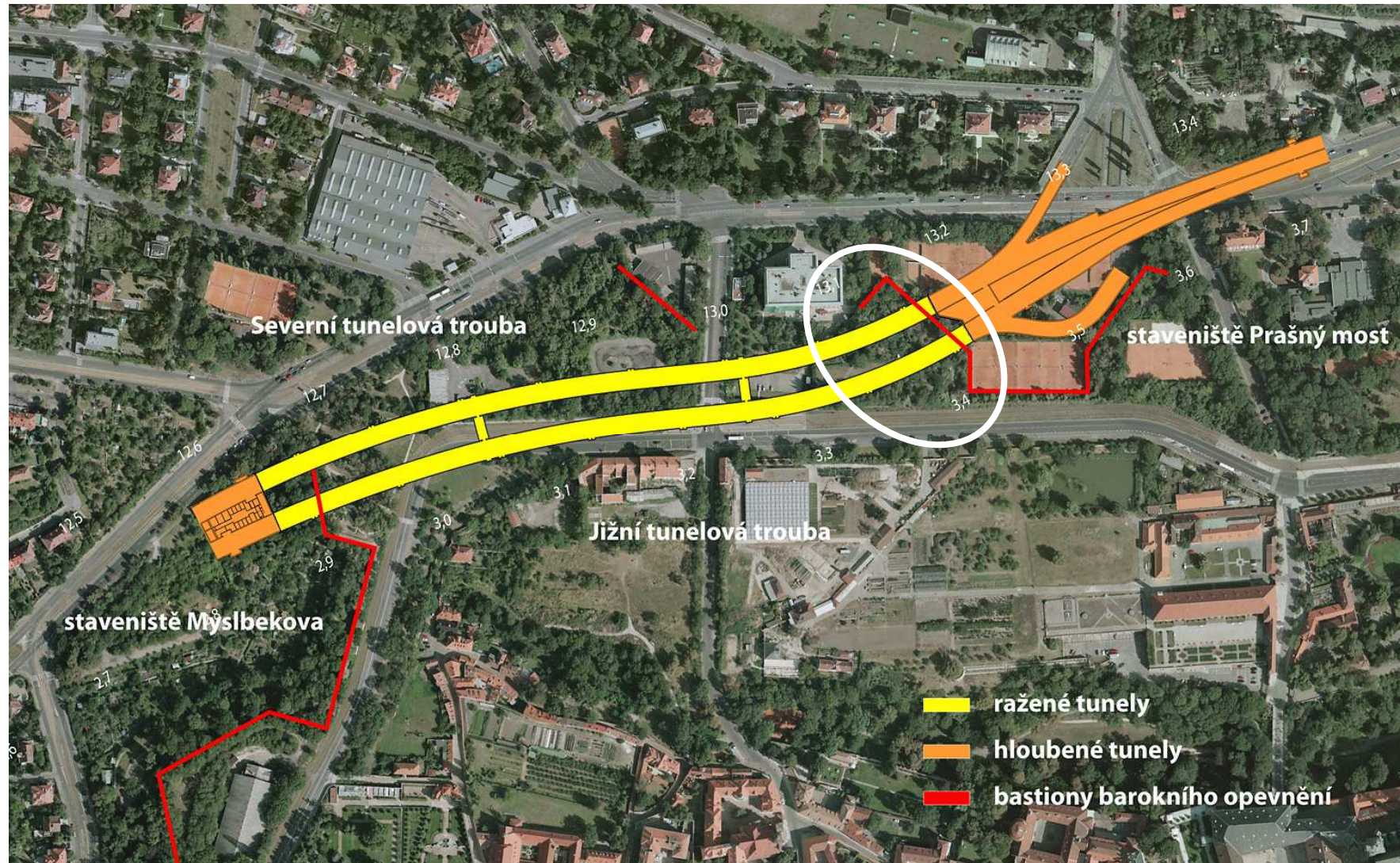
Tunel Brusnice – situace



Tunel Brusnice – podélný řez

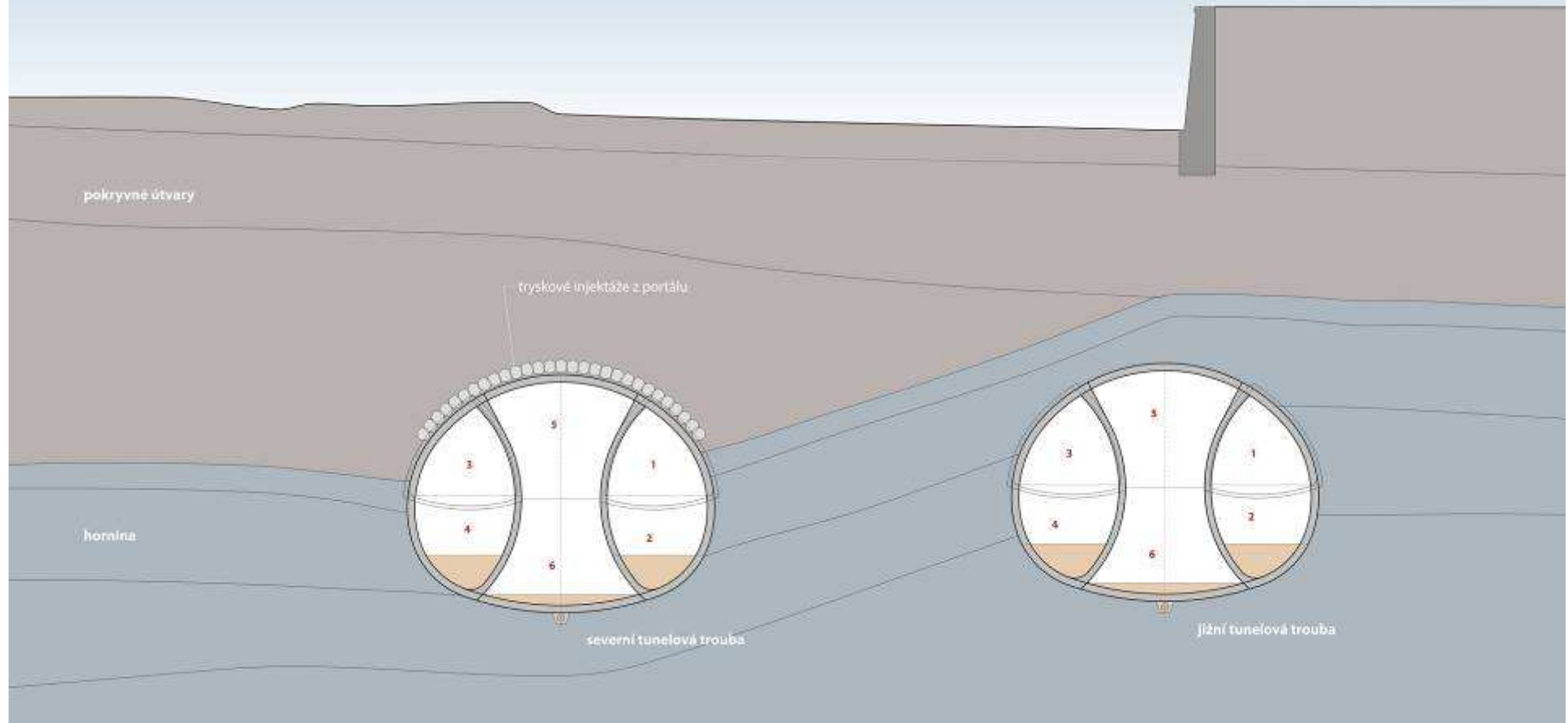


Tunel Brusnice – doplňující opatření



Tunel Brusnice – příčný řez ZDS

ZDS / geologické podmínky



Tunel Brusnice – doplňující opatření

- Tryskové injektáže prováděné z povrchu terénu
sloupy \varnothing 1200 mm v úseku za pažením stavební jámy (délka 7,2 m)
sloupy \varnothing 900 mm pod barokním opevněním (délky 4,3 – 12 m)
- V obou případech byly TI navrženy tak, aby vzniklý geokompozit splňoval požadavek na charakteristickou válcovou pevností sloupů v prostém tlaku po 28 dnech 4-6 MPa.
- Po provedení tryskových injektáží byla ověřena jejich kvalita pomocí presiometrických zkoušek. Byly zjištěny následující, vyhovující hodnoty přetvárných presiometrických modulů:
 - střední části sloupů TI 600 – 2200 MPa
 - okrajové části sloupů TI 20 – 140 MPa
 - zemina mezi sloupy TI 2 – 20 MPa

Tunel Brusnice – doplňující opatření



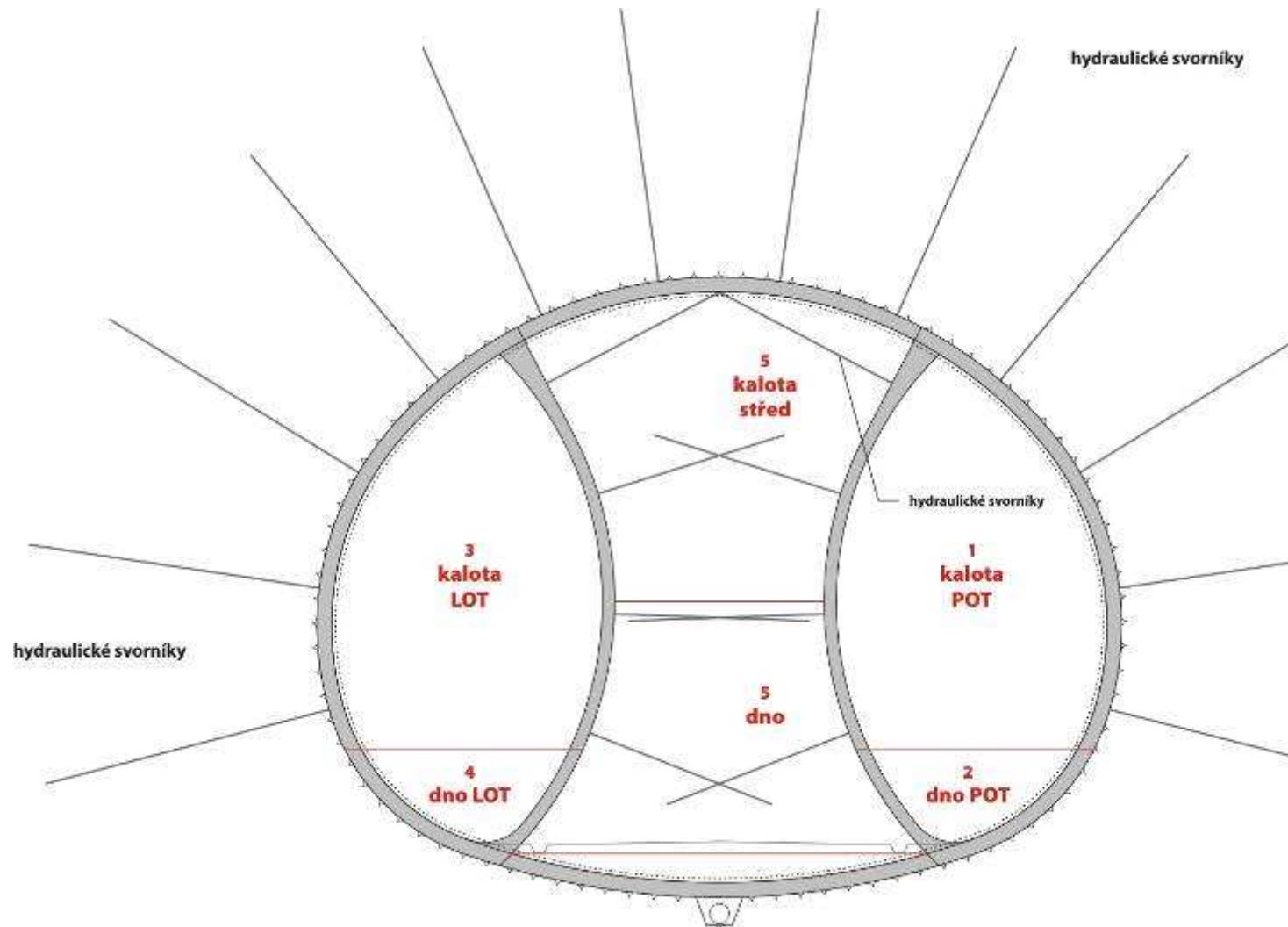
Tunel Brusnice – doplňující opatření



Tunel Brusnice – doplňující opatření



Tunel Brusnice – příčný řez



Tunel Brusnice – ražba OT



Tunel Brusnice – ražba OT



Tunel Brusnice – ražba OT



Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka



Pohled: Ve směru staničení tunelu

Měření: 500502 konvergenční měření STT

Osa: 50STT

Měřicí místo: STT 023

Staničení: 13029.47

Nulové měření: 20.04.2010

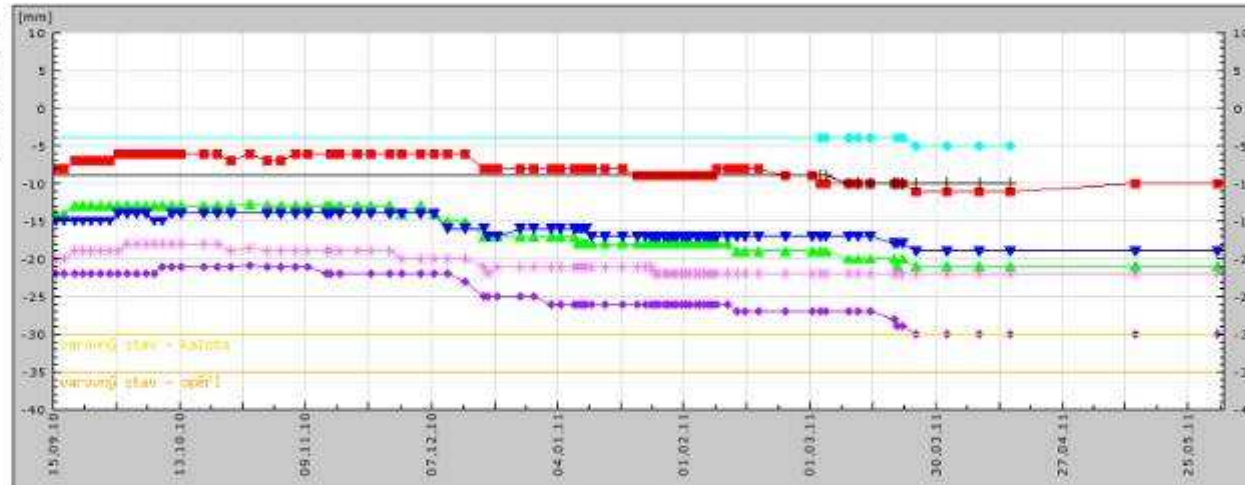
Čas měření: 06:00

Poslední měření: 31.05.2011

Poznámky:

23007	20.03.2011	poškozen stavbou
23007	13.05.2011	zrušen stavbou
23006	06.07.2010	zával
23006	20.03.2011	zničen stavbou
23006	13.05.2011	zrušen stavbou
23006	13.05.2011	zrušen stavbou

- Body:
- 500502023001
 - ▲ 500502023002
 - ▼ 500502023003
 - ◆ 500502023004
 - ◇ 500502023005
 - ◇ 500502023006
 - + 500502023007



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Vektory

Projekt: tunel Blanka



Pohled: Ve směru staničení tunelu

Body:

- 500502023001
- ▲ 500502023002
- ▼ 500502023003
- ◆ 500502023004
- ◇ 500502023005
- ◇ 500502023006
- + 500502023007

Měření: 500502 konvergenční měření STT

Osa: 50STT

Měřicí místo: STT 023

Staničení: 13029.47

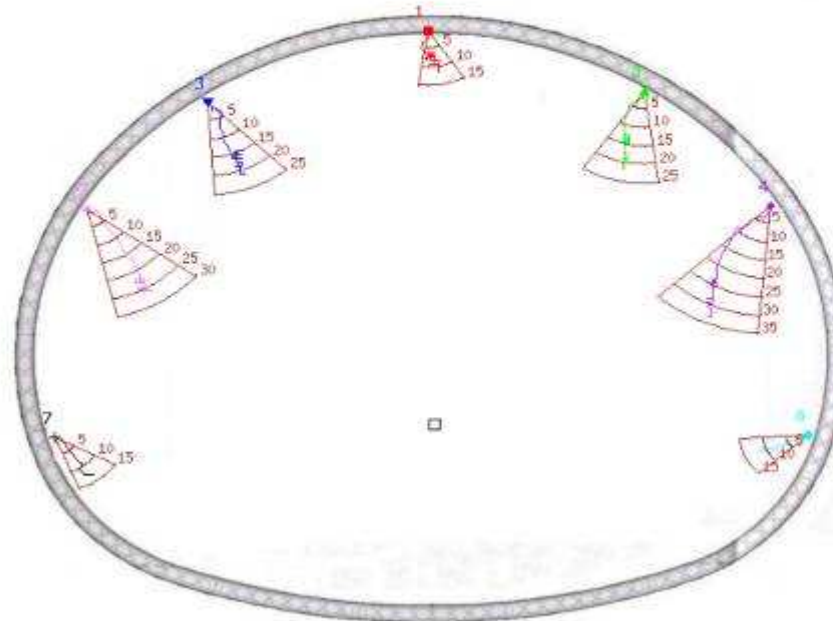
Nulové měření: 20.04.2010

Čas měření: 08:00

Poslední měření: 31.05.2011

Poznámky:

23007	20.03.2011	poškozen střívkou
23007	13.05.2011	zrušen stavbou
23006	06.07.2010	zával
23006	20.03.2011	zničen stavbou
23006	13.05.2011	zrušen stavbou
23006	13.05.2011	zrušen stavbou



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Měření: 500502 konvergenční měření STT

Osa: 50STT

Měřicí místo: STT 027

Staničení: 13109.5

Nulové měření: 14.01.2011

Čas měření: 14:00

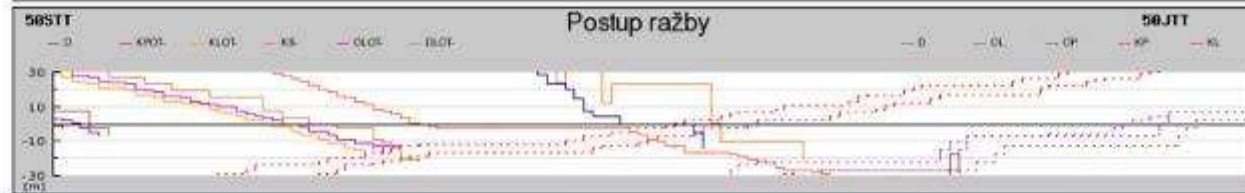
Poslední měření: 23.05.2011

Poznámky:

500502027010 14.03.2011 poškozen
 500502027010 19.03.2011 nepřístupný
 500502027010 20.03.2011 nepřístupný
 500502027010 21.03.2011 nepřístupný
 500502027010 22.03.2011 nepřístupný
 500502027010 23.03.2011 nepřístupný

Body:

- 500502027001
- 500502027002
- ▼ 500502027003
- ◆ 500502027004
- ◆ 500502027005
- ◆ 500502027006
- + 500502027007
- 500502027008
- ▲ 500502027009
- ▼ 500502027010
- + 500502027011



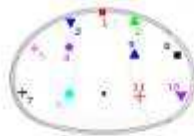
Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Vektory

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Body:

- 500502027001
- ▲ 500502027002
- ▼ 500502027003
- ◆ 500502027004
- ⊕ 500502027005
- ⊖ 500502027006
- + 500502027007
- 500502027008
- ▲ 500502027009
- ▼ 500502027010
- ⊕ 500502027011

Měření: 500502 konvergenční měření STT

Osa: 50STT

Měřicí místo: STT 027

Staničení: 13109.5

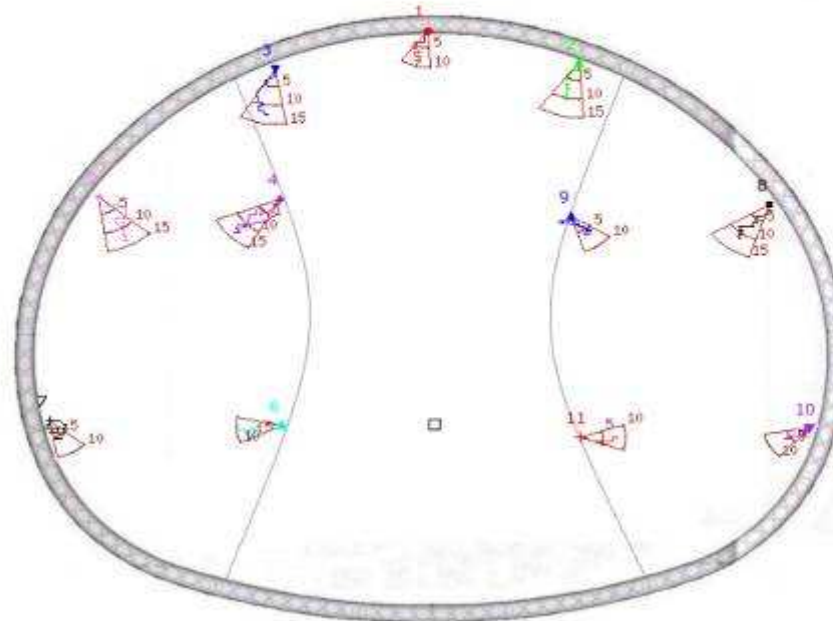
Nulové měření: 14.01.2011

Čas měření: 14:00

Poslední měření: 23.05.2011

Poznámky:

- 500502027010 14.03.2011 poškozen
- 500502027010 19.03.2011 nepřístupný
- 500502027010 20.03.2011 nepřístupný
- 500502027010 21.03.2011 nepřístupný
- 500502027010 22.03.2011 nepřístupný
- 500502027010 23.03.2011 nepřístupný



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Měření: 500502 konvergenční měření STT

Osa: 50STT

Měřicí místo: STT 032

Staničení: 13164.56

Nulové měření: 21.11.2010

Čas měření: 13:00

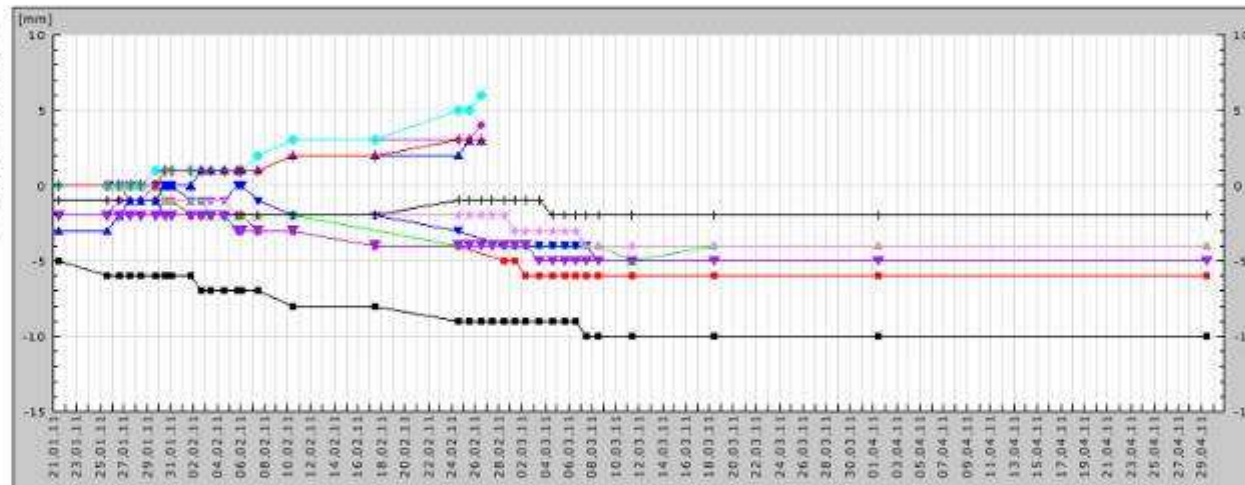
Poslední měření: 29.04.2011

Poznámky:

500502032011 27.02.2011 zničen postupem stavby
 500502032009 27.02.2011 zničen postupem stavby
 500502032006 27.02.2011 zničen postupem stavby
 500502032004 27.02.2011 zničen postupem stavby
 500502032003 25.02.2011 nepřístupný
 500502032003 26.02.2011 nepřístupný

Body:

- 500502032001
- 500502032002
- 500502032003
- 500502032004
- 500502032005
- 500502032006
- 500502032007
- 500502032008
- 500502032009
- 500502032010
- 500502032011



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Měření: 500501 konvergenční měření JTT

Osa: 50JTT

Měřicí místo: JTT 032

Staničení: 3379.2

Nulové měření: 04.05.2011

Čas měření: 17:00

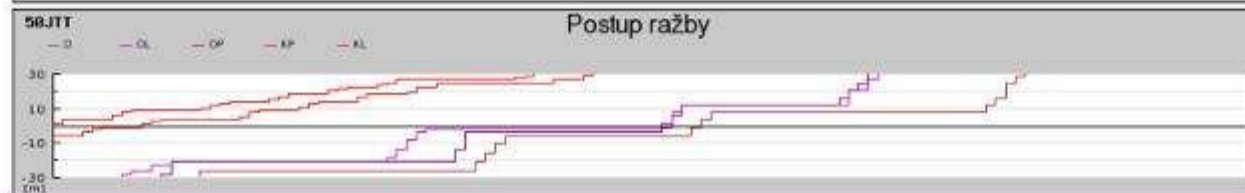
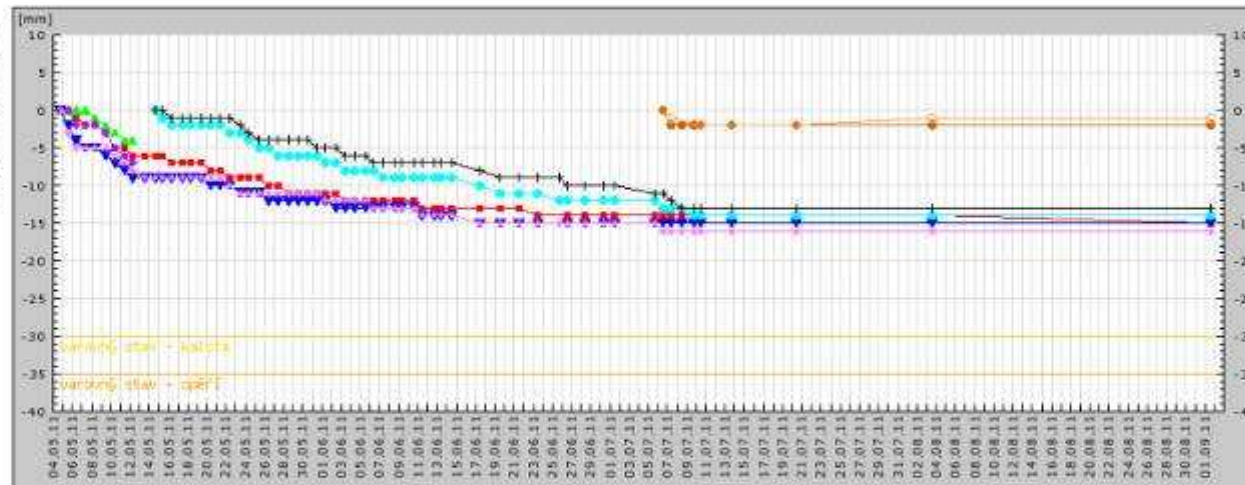
Poslední měření: 01.09.2011

Poznámky:

32009	08.07.2011	poškozen, nepřístupný
32009	09.07.2011	poškozen, nepřístupný
32008	06.07.2011	měřeno v 1.vrstvě, nestabilní instalace
32007	26.06.2011	profilace
32006	26.06.2011	profilace
32006	04.05.2011	měřeno v 1.vrstvě, nestabilní instalace

Body:

- 500501032001
- 500501032002
- ▼ 500501032003
- ◆ 500501032004
- ◆ 500501032005
- ◆ 500501032006
- + 500501032007
- 500501032008
- 500501032009



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Vektory

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Body:

- 500501032001
- 500501032002
- ▼ 500501032003
- ◆ 500501032004
- ◆ 500501032005
- ◆ 500501032006
- + 500501032007
- 500501032008
- 500501032009

Měření: 500501 konvergenční měření JTT

Osa: 50JTT

Měřicí místo: JTT 032

Staničení: 3379.2

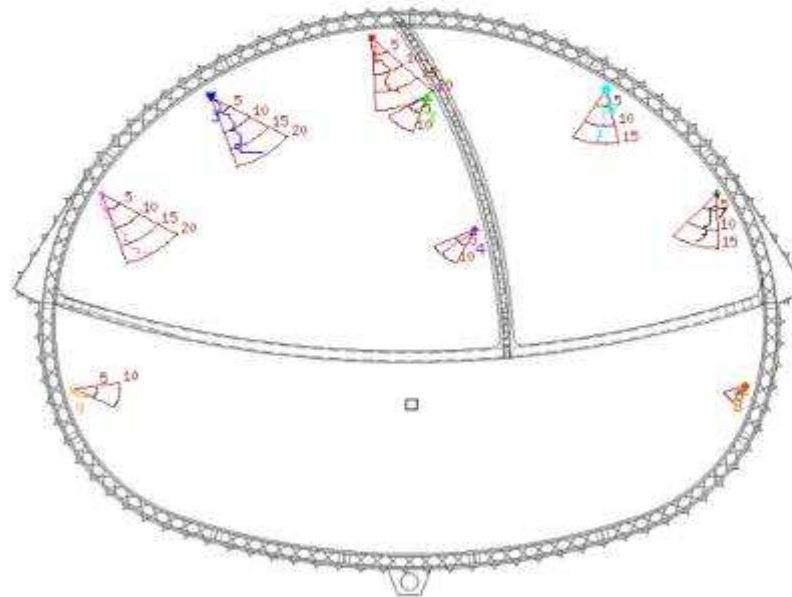
Nulové měření: 04.05.2011

Čas měření: 17:00

Poslední měření: 01.09.2011

Poznámky:

32009	08.07.2011	poškozen, nepřístupný
32009	09.07.2011	poškozen, nepřístupný
32008	06.07.2011	měřeno v 1.vrstvě, nestabilní instalace
32007	26.06.2011	profílace
32006	26.06.2011	profílace
32005	04.05.2011	měřeno v 1.vrstvě, nestabilní instalace



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Měření: 500501 konvergenční měření JTT

Osa: 50JTT

Měřicí místo: JTT 034

Staničení: 3410.28

Nulové měření: 26.06.2011

Čas měření: 15:00

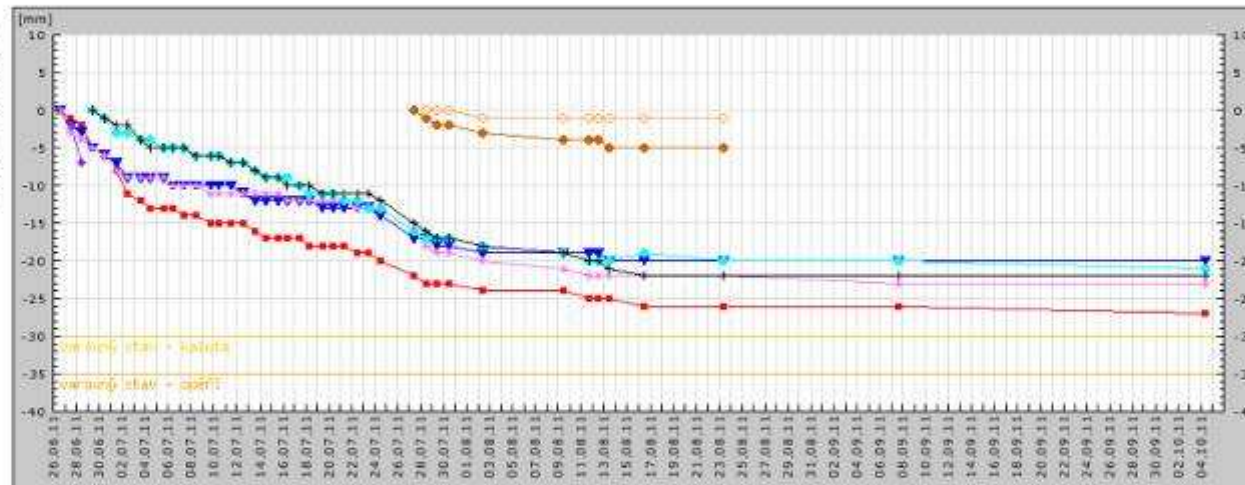
Poslední měření: 04.10.2011

Poznámky:

34006	27.07.2011	měřeno v 1.vrstvě
34008	28.07.2011	měřeno v 1.vrstvě
34008	29.07.2011	měřeno ve 2.vrstvě
34007	29.08.2011	měřeno v 1.vrstvě
34007	30.08.2011	měřeno v 1.vrstvě
34007	01.07.2011	měřeno v 1.vrstvě

Body:

- 500501034001
- 500501034002
- ▼ 500501034003
- ◆ 500501034004
- 500501034005
- 500501034006
- + 500501034007
- 500501034008
- 500501034009



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Vektory

Projekt: tunel Blanka



Pohled: ve směru staničení tunelu

Body:

- 500501034001
- 500501034002
- ▼ 500501034003
- ◆ 500501034004
- ◆ 500501034005
- ◆ 500501034006
- + 500501034007
- 500501034008
- 500501034009

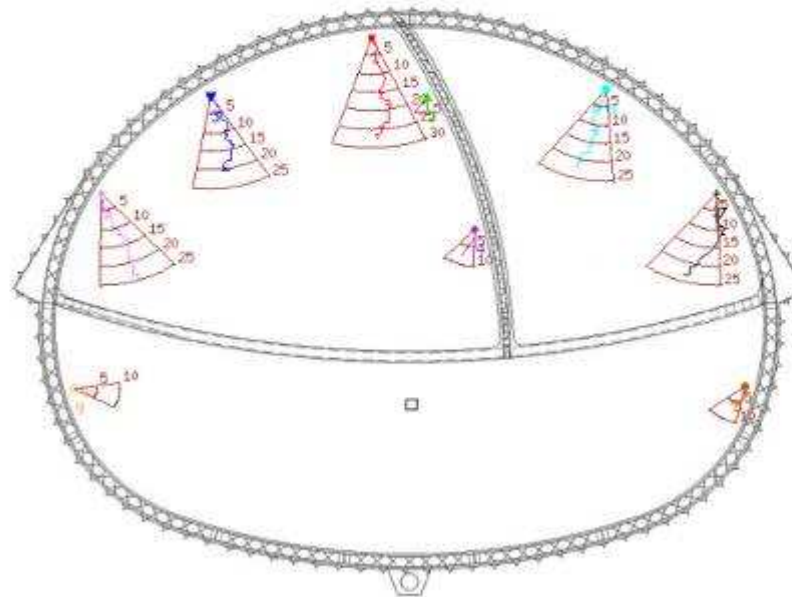
Měření: 500501 konvergenční měření JTT

Osa: 50JTT
Měřicí místo: JTT 034
Staničení: 3410.28

Nulové měření: 26.06.2011
Čas měření: 15.00
Poslední měření: 04.10.2011

Poznámky:

34008	27.07.2011	měřeno v 1.vrstvě
34008	28.07.2011	měřeno v 1.vrstvě
34008	29.07.2011	měřeno ve 2.vrstvě
34007	29.08.2011	měřeno v 1.vrstvě
34007	30.06.2011	měřeno v 1.vrstvě
34007	01.07.2011	měřeno v 1.vrstvě



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka



Pohled: situace

Měření: 500201 body na terénu poklesy

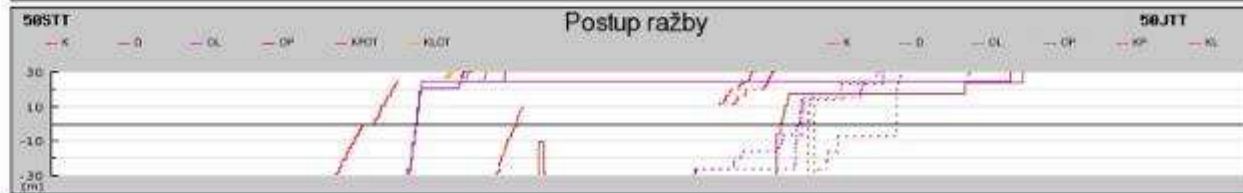
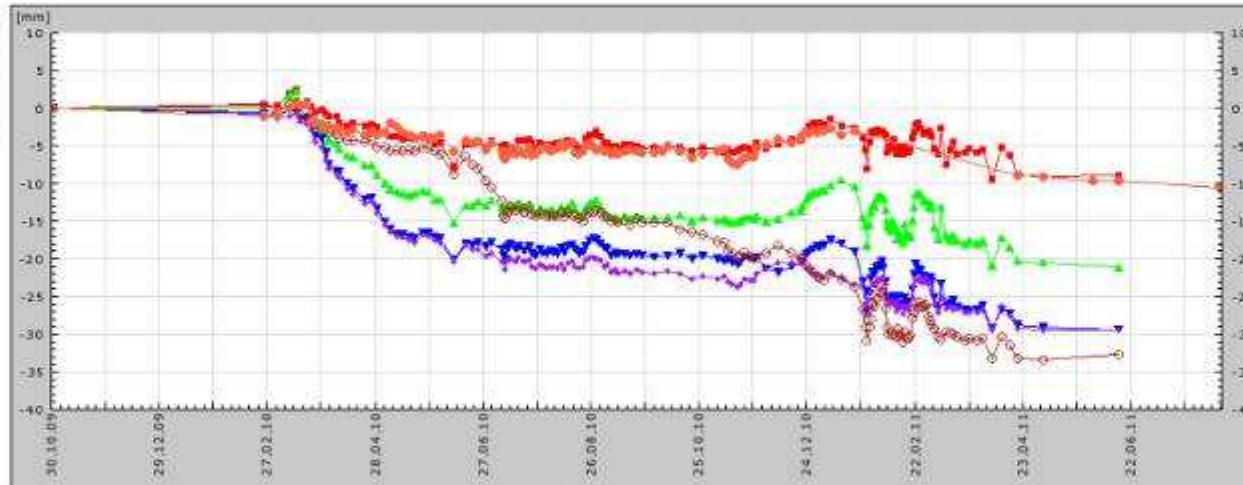
Poznámky:

Osa: 50STT
Měřicí místo: km:13,010
Staničení: 13010

Nulové měření: 30.10.2009
Čas měření: 10.00
Poslední měření: 10.08.2011

Body:

- 500201020194
- 500201020195
- ▼ 500201020196
- 500201020197
- 500201020198
- 500201020199



Strana 1

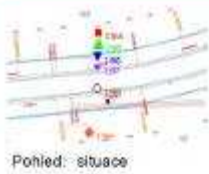
© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Poklesy

Projekt: tunel Blanka

cubula



Měření: 500201 body na terénu poklesy

Poznámky:

Osa: 50STT

Nulové měření: 30.10.2009

Měřicí místo: km:13,010

Čas měření: 10.00

Staničení: 13010

Poslední měření: 10.08.2011



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka

CUBULA



Pohled: situace

Měření: 500201 body na terénu poklesy

Poznámky:

Osa: 50STT

Nulové měření: 30.10.2009

227

30.07.2010 bod přestabilizován v rámci standardizace

Měřicí místo: km:13,110

Čas měření: 10.00

220

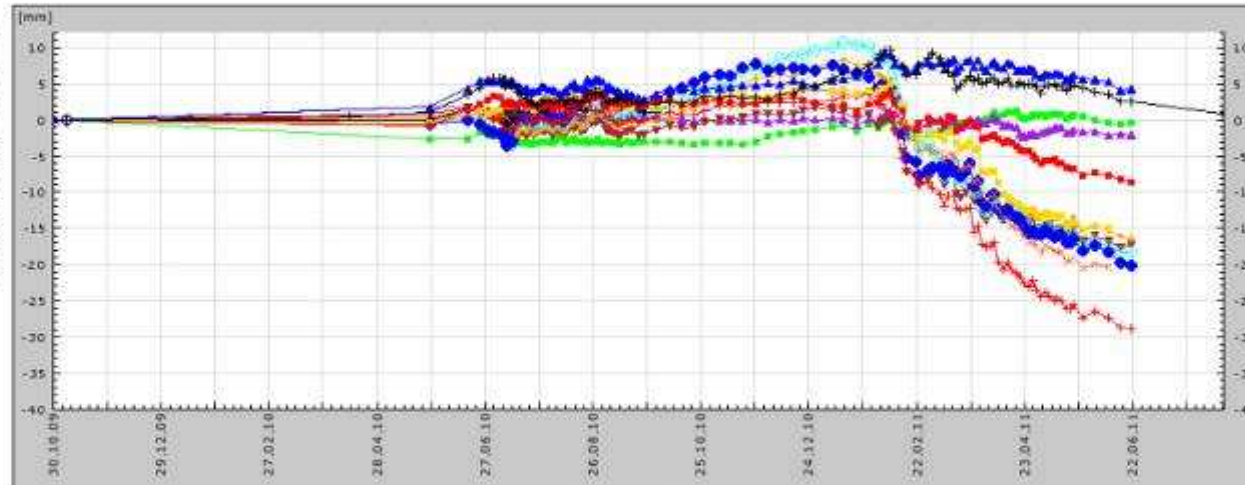
30.07.2010 bod přestabilizován v rámci standardizace

Staničení: 13110

Poslední měření: 10.08.2011

Body:

- 500201022217
- 500201022218
- 500201022219
- 500201022220
- 500201022221
- 500201022222
- 500201022223
- 500201022224
- 500201022225
- 500201022226
- 500201022227
- 500201022228
- 500201022229



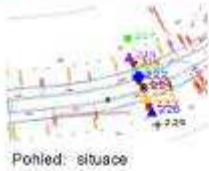
Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

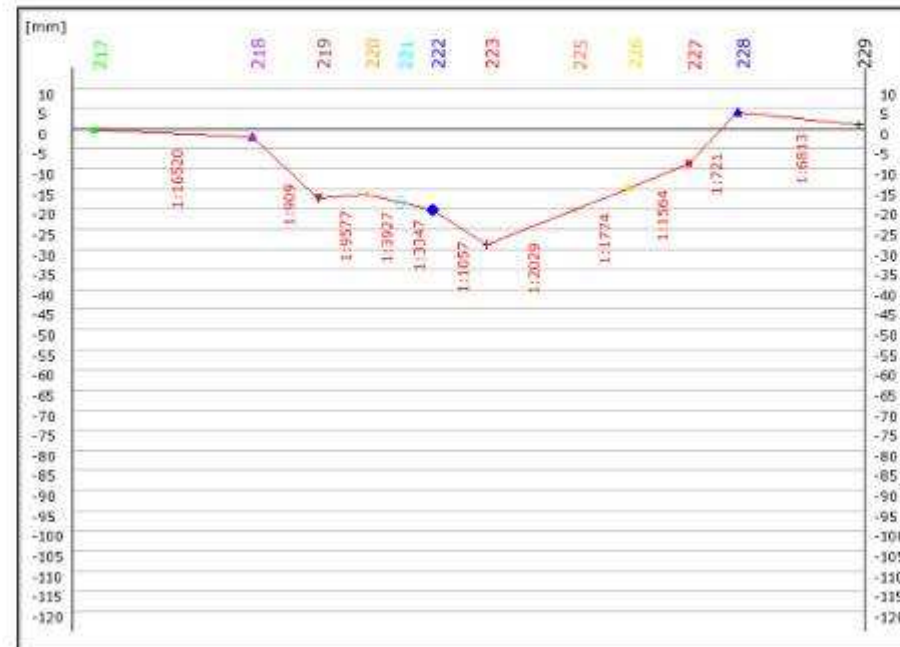
Tunel Brusnice – výsledky měření

Poklesy

Projekt: tunel Blanka



Měření:	500201 body na terénu poklesy		Poznámky:	227	30.07.2010 bod přestabilizován v rámci standardizace
Osa:	50STT	Nulové měření:	30.10.2009	220	30.07.2010 bod přestabilizován v rámci standardizace
Měřicí místo:	km:13,110	Čas měření:	10.00		
Staničení:	13110	Poslední měření:	10.08.2011		



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Sedání

Projekt: tunel Blanka

CUBULA



Pohled: situace

Měření: 500201 body na terénu poklesy

Poznámky:

Osa: 50STT

Nulové měření: 06.11.2009

Měřicí místo: km:13,165

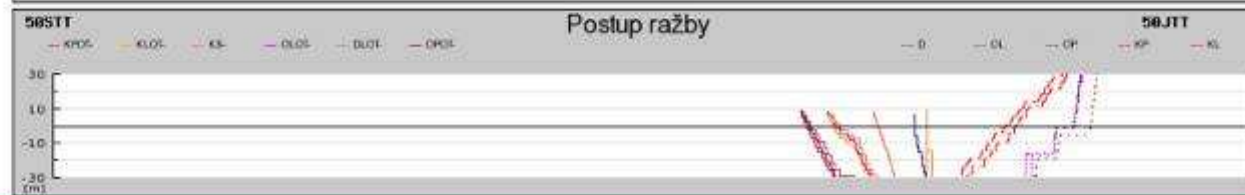
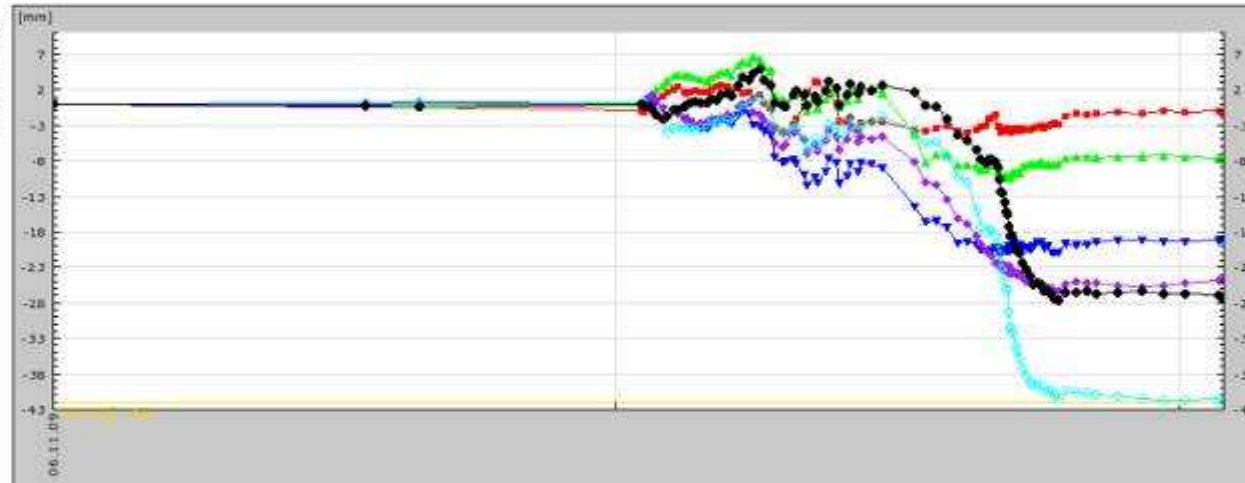
Čas měření: 10.00

Staničení: 13165

Poslední měření: 03.12.2011

Body:

- 500201023236
- 500201023237
- ▼ 500201023238
- ◆ 500201023239
- 500201023240
- 500201023241



Strana 1

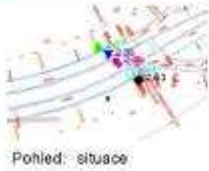
© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření

Poklesy

Projekt: tunel Blanka

cubula



Měření: 500201 body na terénu poklesy

Poznámky:

Osa: 50STT

Nulové měření: 06.11.2009

Měřicí místo: km:13,165

Čas měření: 10.00

Staničení: 13169

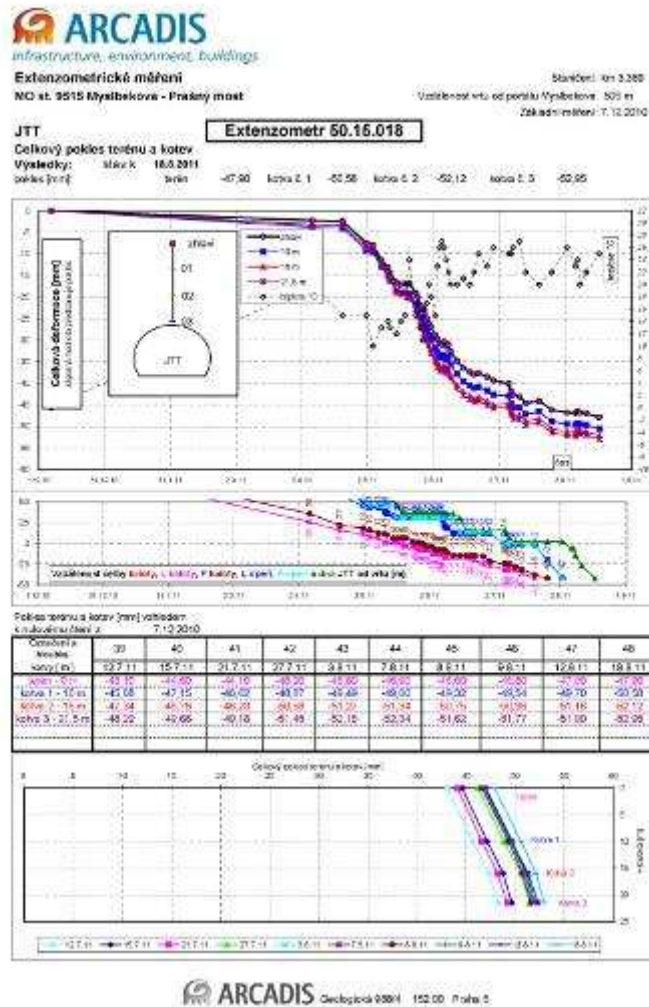
Poslední měření: 03.12.2011



Strana 1

© 2012 RIGES s.r.o.

Tunel Brusnice – výsledky měření



ČESKÁ TUNELÁŘSKÁ ASOCIACE (CzTA)
SLOVENSKÁ TUNELÁŘSKÁ ASOCIACE (STA)

PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2013

22.-24.4.2013

Děkujeme za pozornost

www.tunelblanka.cz