

**Výstavba trasy I. D metra, úsek  
Pankrác - Olbrachtova**

# **Komplexní geotechnický monitoring během výstavby**

---

Vojtěch Anderle

INSET s.r.o.



Krtek D monitoring



## Obsah:

- Představení společnosti Krtek D monitoring
- Činnosti monitoringu
- Geologické prostředí
- Vybrané úlohy monitoringu
  - RDI
  - Vrty GTM
  - Most a rampa 5. května
  - Objekty Enterprise a Gemini
  - Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40
  - Stoka 600/1100 v ulici Jeremenkova
  - Metro C



# Představení společnosti Krtek D monitoring

Poskytovatel: Společnost „Krtek D monitoring“



## KRTEK D MONITORING

Vedoucí společník:



## SG GEOTECHNIKA

SG Geotechnika a.s.  
Geologická 988/4  
152 00 Praha 5

Společník:



INSET s.r.o.  
Lucemburská 1170/7  
130 00 Praha 3

Společník:

## GeoTec GS<sup>®</sup>

GeoTec-GS, a.s.  
Chmelová 2920/6  
106 00 Praha 10

Společník:

## PUDIS

PUDIS, a.s.  
Podbabská 1014/20  
160 00 Praha 6

# Činnosti monitoringu

- Monitoring ražených a hloubených děl



geologická dokumentace



konvergenční měření



tenzometrické měření





# Činnosti monitoringu

- Monitoring ražených a hloubených děl



budování  
extenzometru



realizace vrtu  
monitoringu



inclinometr  
v pilotě

# Činnosti monitoringu

- Monitoring ražených a hloubených děl



měření hluku



měření technické  
seizmicity



měření seizmicity  
od trhacích prací



# Činnosti monitoringu

- Monitoring stávajících objektů



totální stanice ASD



geodetické měření  
v kabelovodu



geodetické měření  
na povrchu

# Činnosti monitoringu

- Monitoring stávajících objektů



ASD dilatometry



ASD tenzometry



ASD náklonoměry



# Činnosti monitoringu

- Monitoring stávajících objektů



geodetické měření IS



měření konvergenčí ve stoce

# Činnosti monitoringu

- Monitoring stávajících objektů



ASD náklonoměry  
v metru C



geodetické měření  
v metru C



ASD dilatometry  
v metru C

# Geologické prostředí

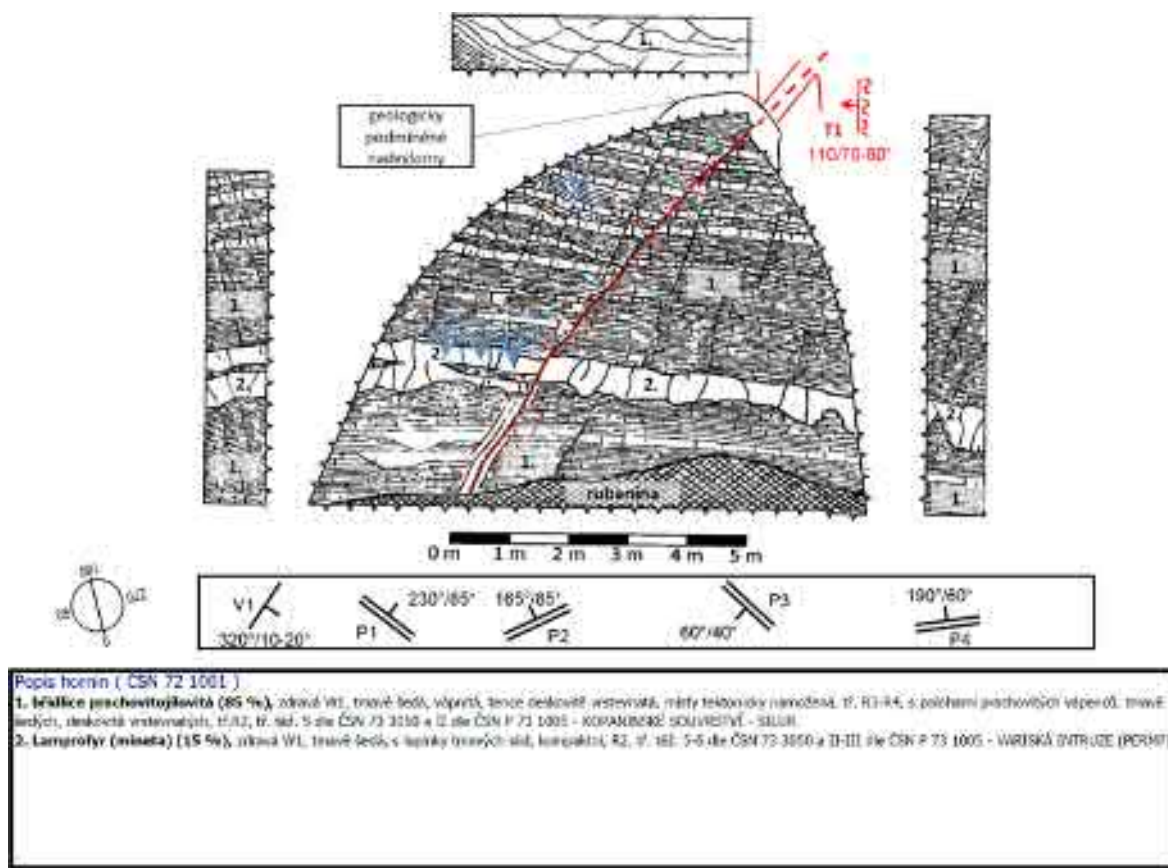
- IGP – PAD1b
  - přídolské souvrství – vápence s vložkami vápnatých břidlic
  - kopaninské souvrství – jílovité a prachovité břidlice, na rozhraní s liteňským souvrstvím tufy, tufity, diabas,...
- IGP – PAD4
  - kosovské souvrství – střídání jílovitých a prachovitých břidlic s polohami pískovců, křemenců a drob
  - liteňské souvrství – jílovité až prachovité břidlice s polohami vápenců
  - vulkanické horniny - diabas
- IGP – VO-OL a OL1
  - bohdalecké souvrství – jílovitoprachovité břidlice
  - královské souvrství - jílovitoprachovité břidlice
  - kosovské souvrství – střídání jílovitých a prachovitých břidlic s polohami pískovců, křemenců a drob
  - liteňské souvrství – mineta





# Geologické prostředí

- SOD 11 – SO 11-15 technologický tunel
  - ražbou zastižena druhá poloha minety, z IGP tento průběh nebyl známý



čelba ve st. 59,5 m



# Geologické prostředí

- SOD 11 – SO 11-20 patní štola
  - významné přítoky do tunelu při přechodu ražby z polohy diabasu do liteňských břidlic a dále





# Geologické prostředí

- SOD 12, 13



zdravé bohdalecké břidlice v P JKT



tektonicky porušené bohdalecké břidlice



silně podrcené břidlice při hloubení šachty pro výstavbu stanice Olbrachtova

# Geologické prostředí

- SOD 12, 13



lavcovité polohy pískovců v prostředí břidlic

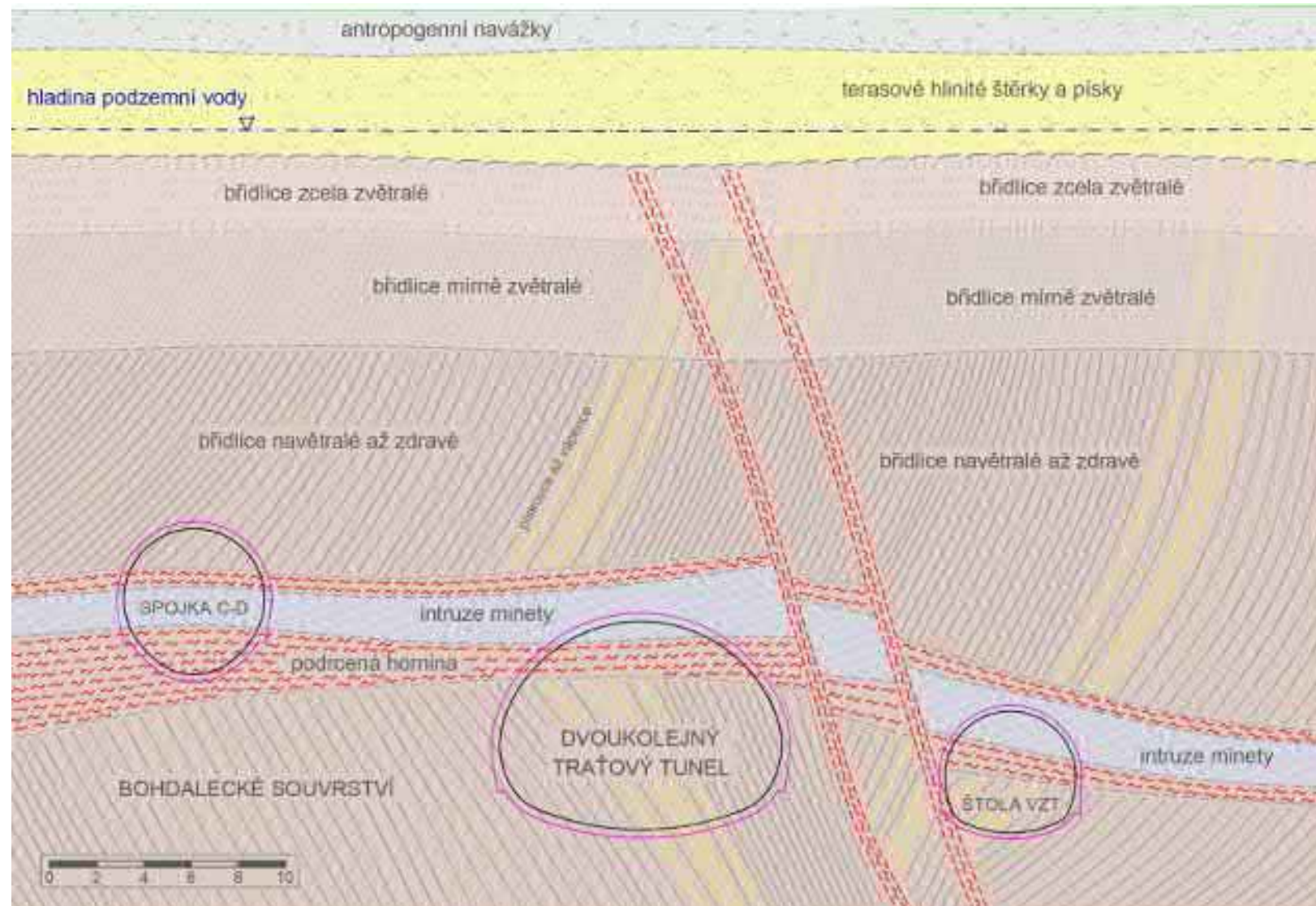


poloha minety zastižená při ražbě DKT



# Geologické prostředí

- SOD 12, 13







# Vybrané úlohy monitoringu

---



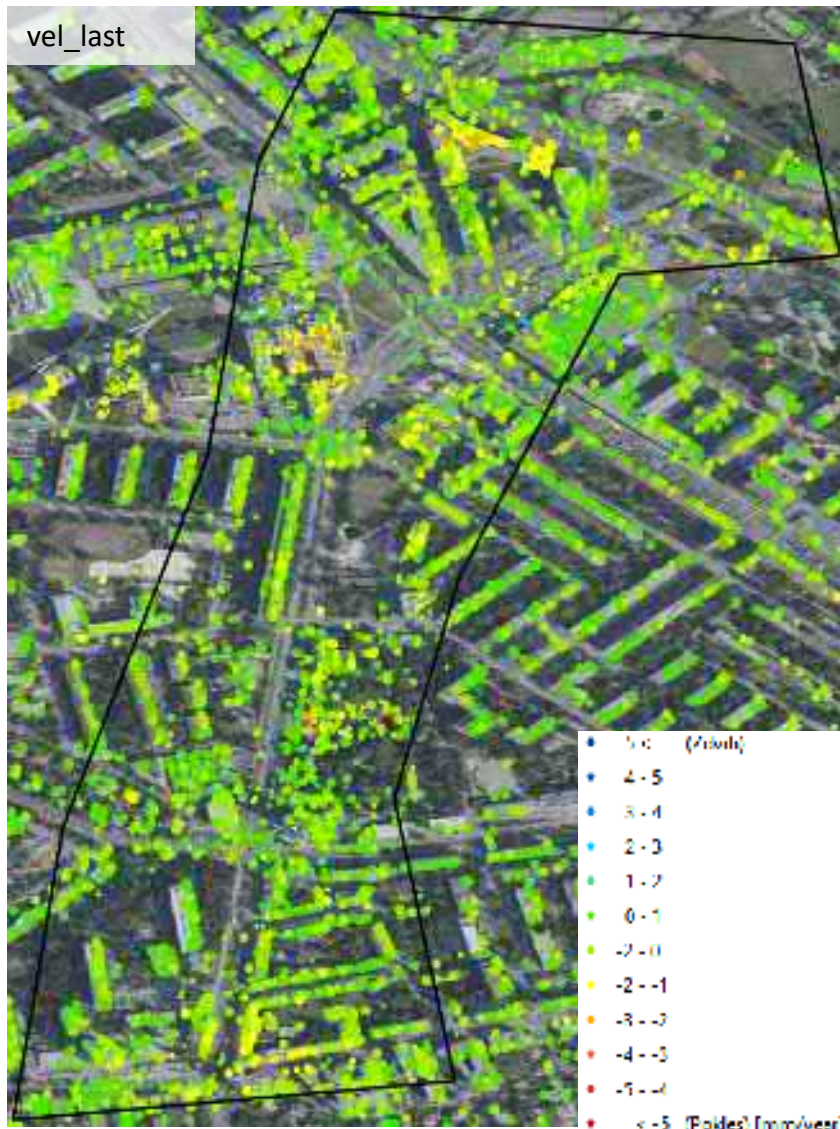
# RDI

- multi-temporální radarová interferometrie (MT-InSAR)
- **mapování poklesů povrchu v zájmovém území**
- cílem je vymezení poklesové aktivity
  - prostorově,
  - časově,
  - kvantifikace,
  - určení charakteru trendu deformací

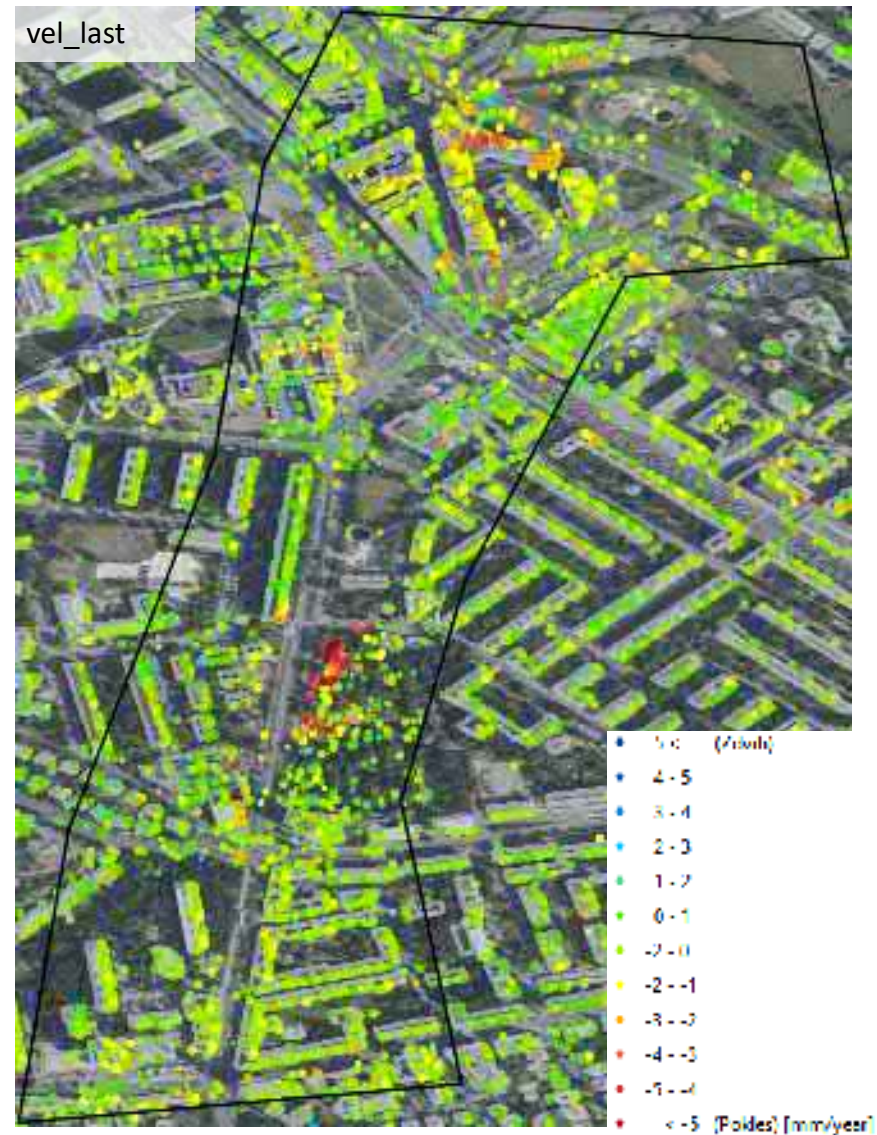




# RDI



Etapa 1 trendy poklesů



Etapa 2 trendy poklesů



# Vrty GTM

- z IGP převzato 52 vrtů GTM – 18 EXT, 5 IN, 29 HG
- nově odvrtáno 43 vrtů GTM – 30 EXT, 5 IN, 8 HG
- celkem 32 ks IN v pilotách (šachty, jámy)



EXT 319



EXT 336

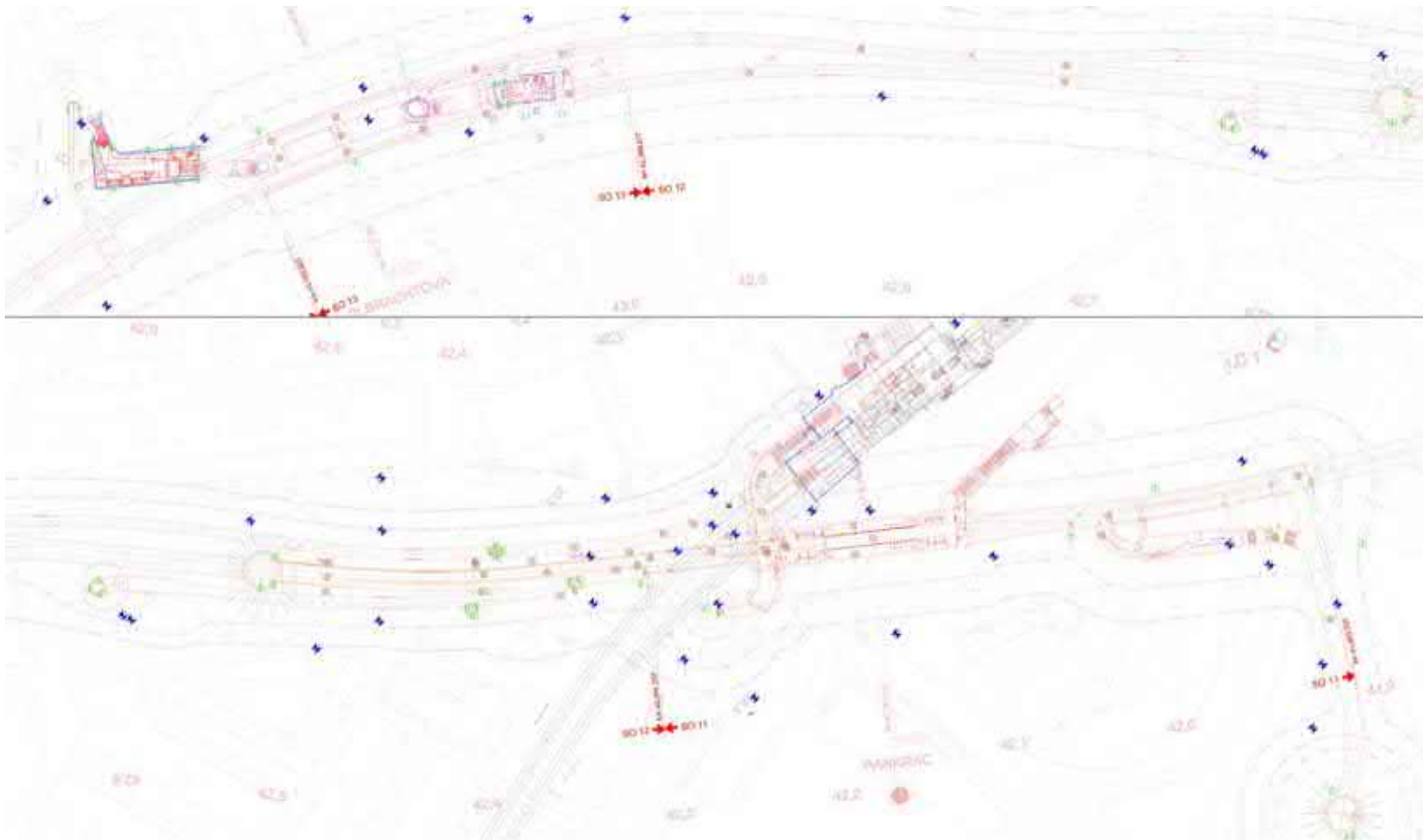


HG 356



HG 358

# Vrty GTM



# Vrty GTM

EXT 333 nad oblastí rozpletu do spojky C-D



Legenda:



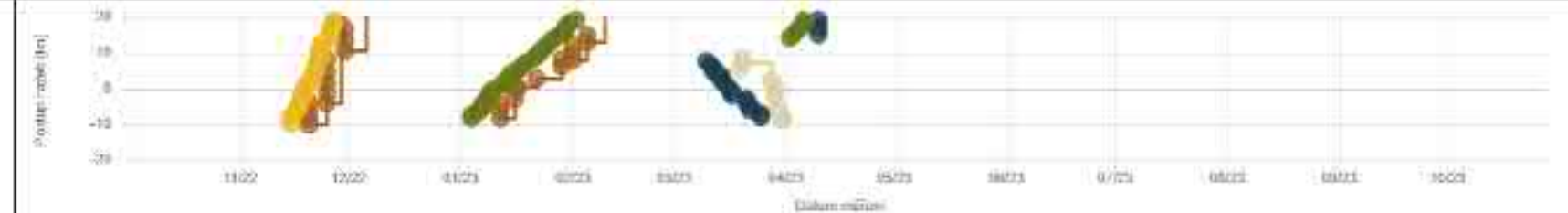
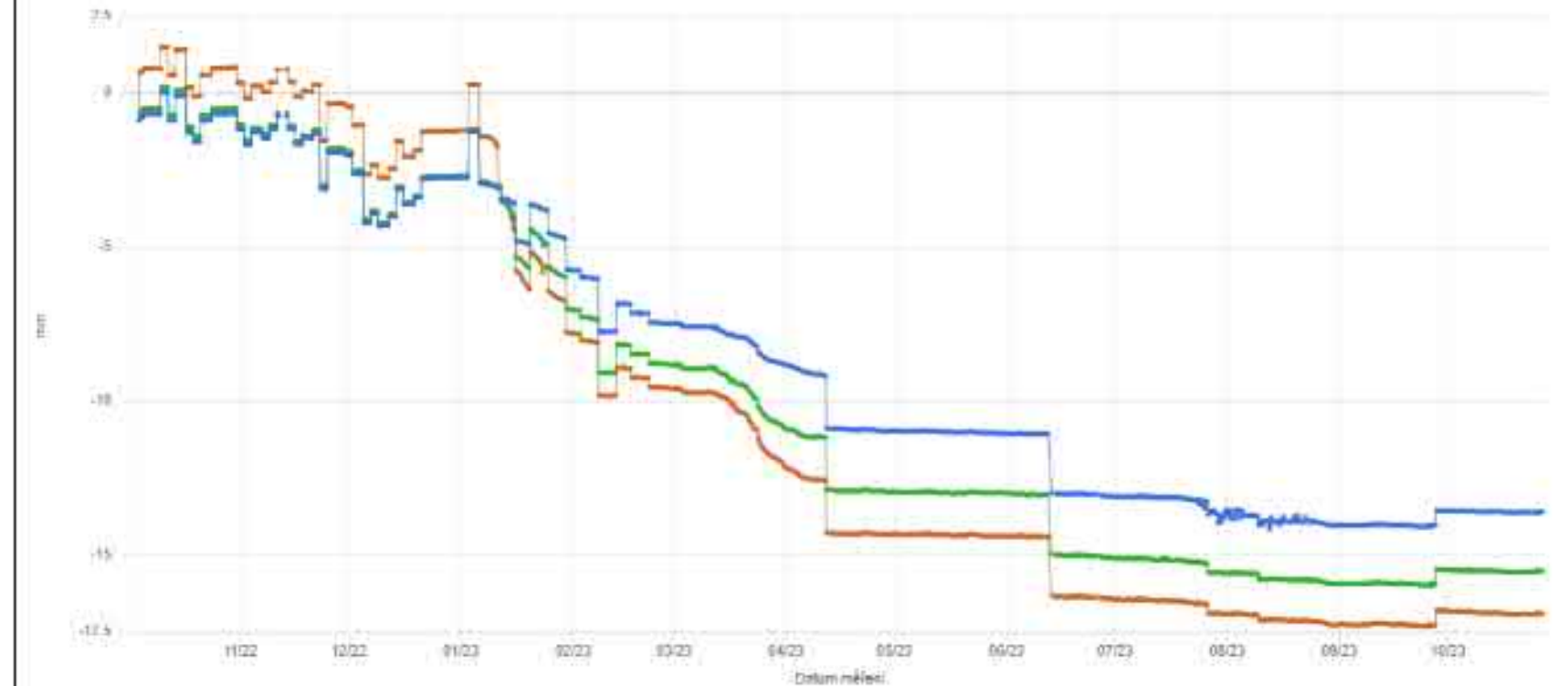
Faznírnika:

Postup ražeb:

- kalota 12-21
- dno 12-21
- kalota 12-22
- dno 12-22
- kalota 12-22 - profil
- dno 12-22 - profil
- kalota 71
- dno 71



pohyb kotev - absolutní





# Vrty GTM

## EXT 338 nad PST stanice Olbrachtova



Legenda:

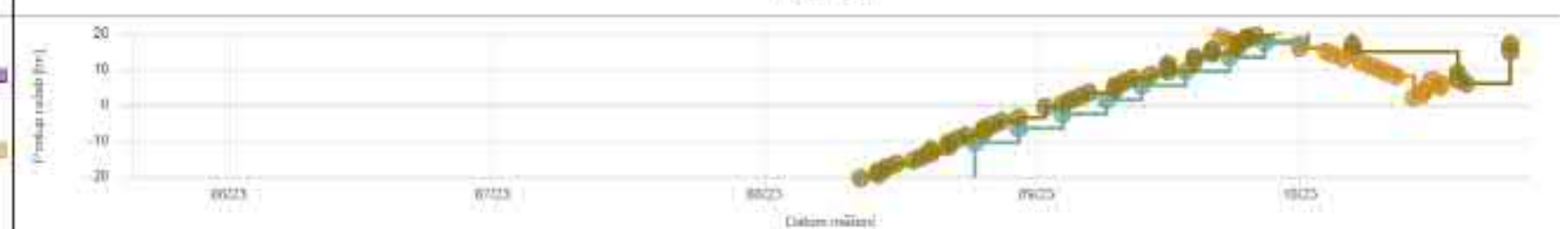
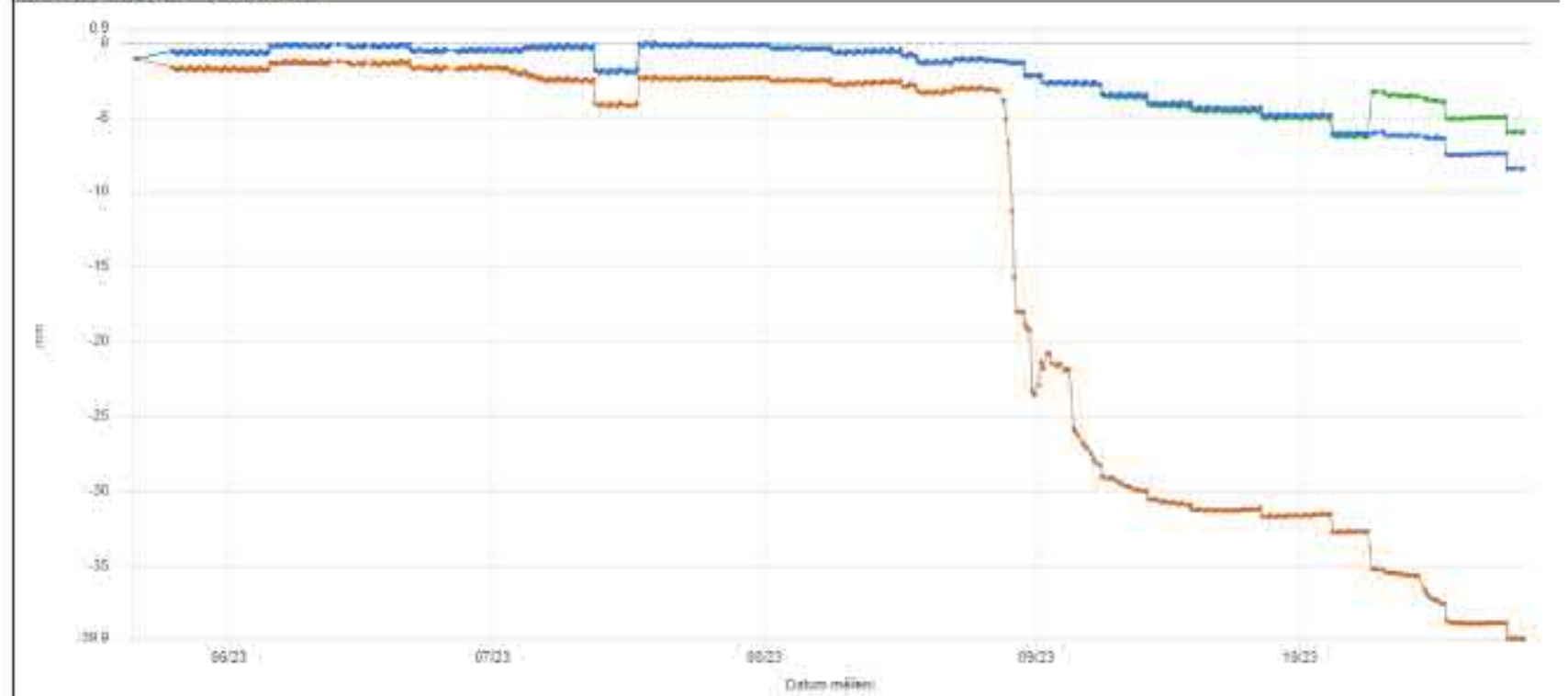


Poznámka:

Postup ražeb:

- kolata 13-20 P
- ano 13-20 P
- 1 opěr 13-20 P
- kolata
- ano
- 1 kolata 13-20 P
- 1 kolata/ano 13-20 P
- 2 kolata 13-20 P
- 2 opěr 13-20 P
- 2 kolata/ano 13-20 P

pohyb kotev - absolutní



# Vrty GTM

## EXT 340 nad LST stanice Olbrachtova



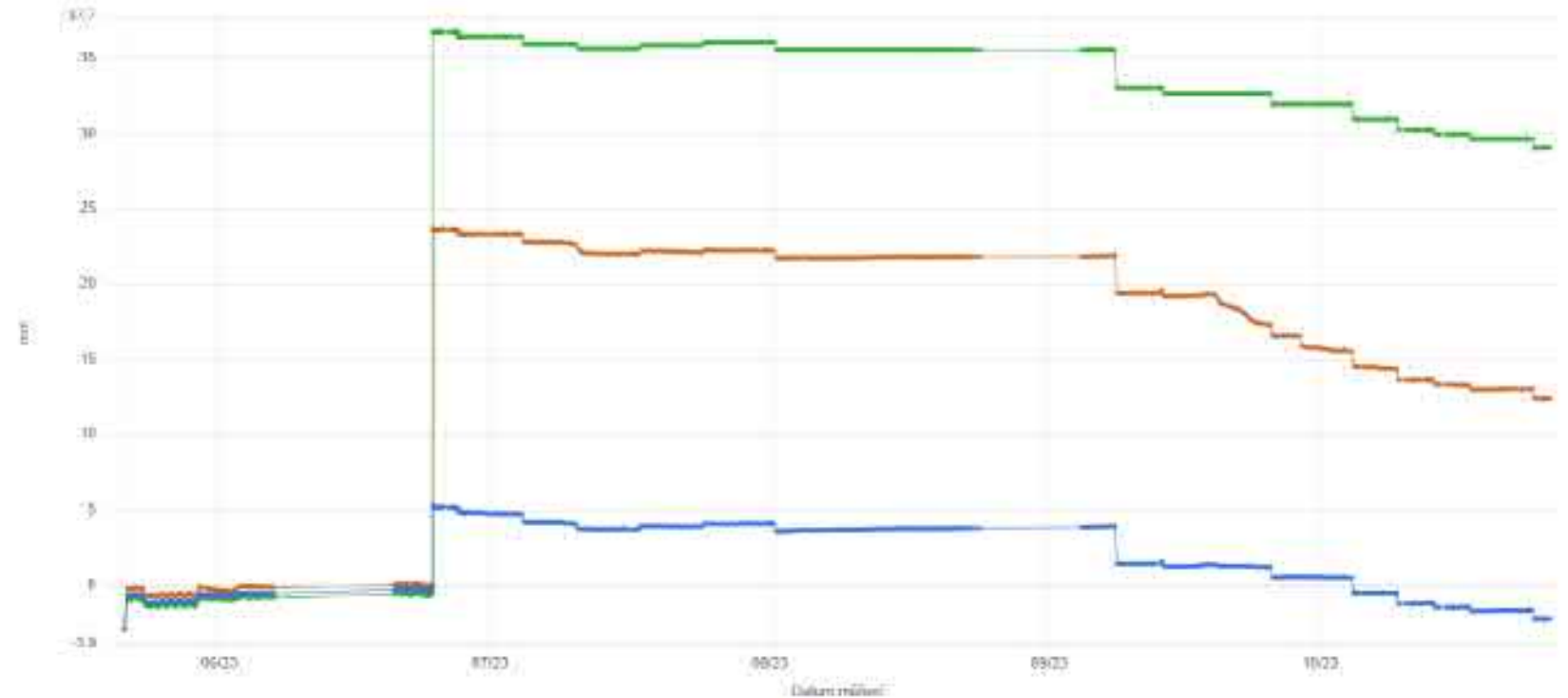
Legenda:

EXT 340 10 m 15 m

22 m

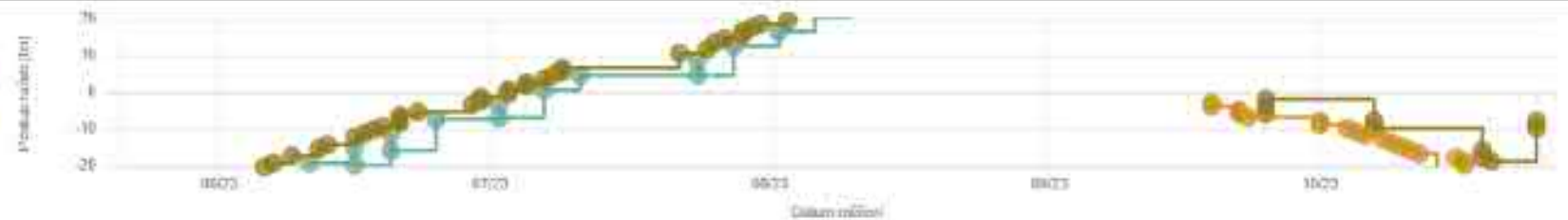
Poznámka:

pohyb kotev - absolutní



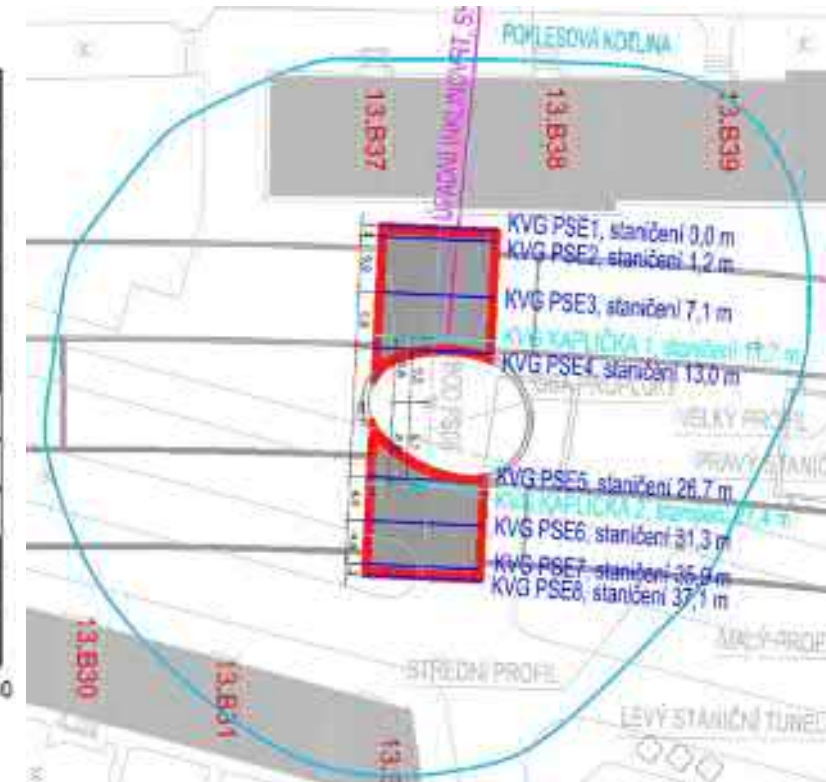
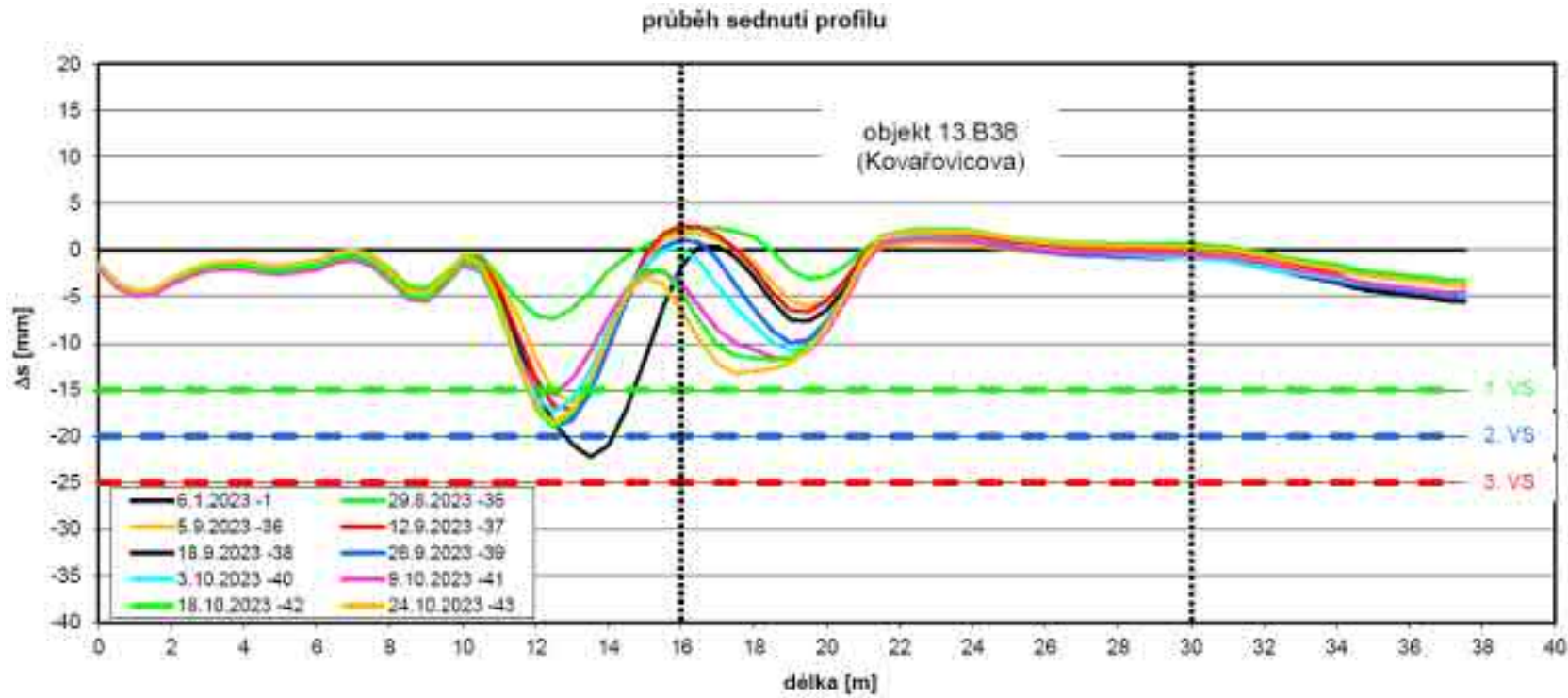
Postup rozebra:

- kalota 13-20 L
- 1 opěr 13-20 L
- čtů 13-20 L
- kalota
- čtů
- 1 kalota 13-20 L
- 1 kalota/čtů 13-20 L
- 2 kalota 13-20 L
- 2 kalota/čtů 13-20 L
- 2 opěr 13-20 L



# Vrty GTM

HINK1 nad propojkou Sever stanice Olbrachtova

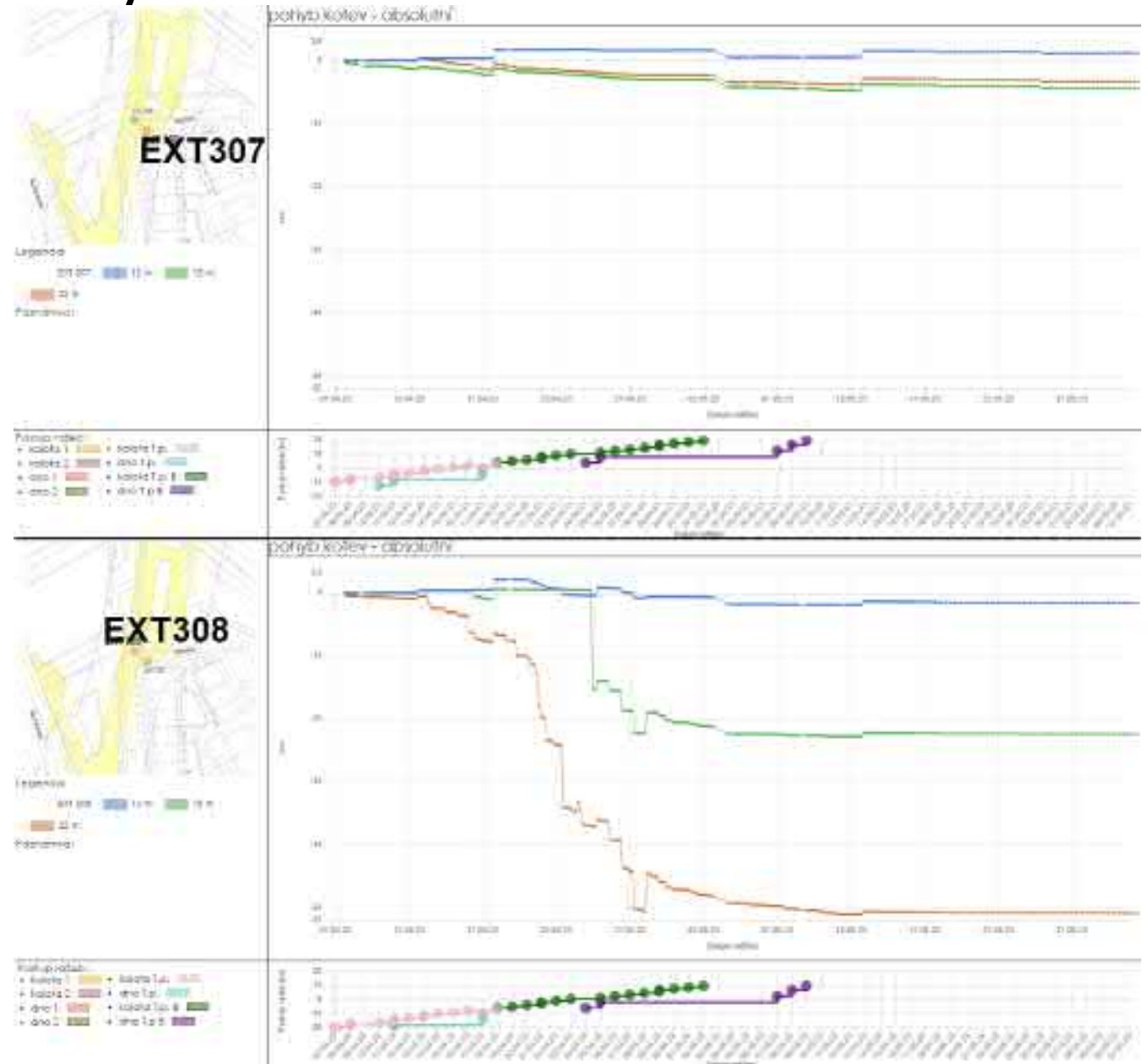






# Vrty GTM

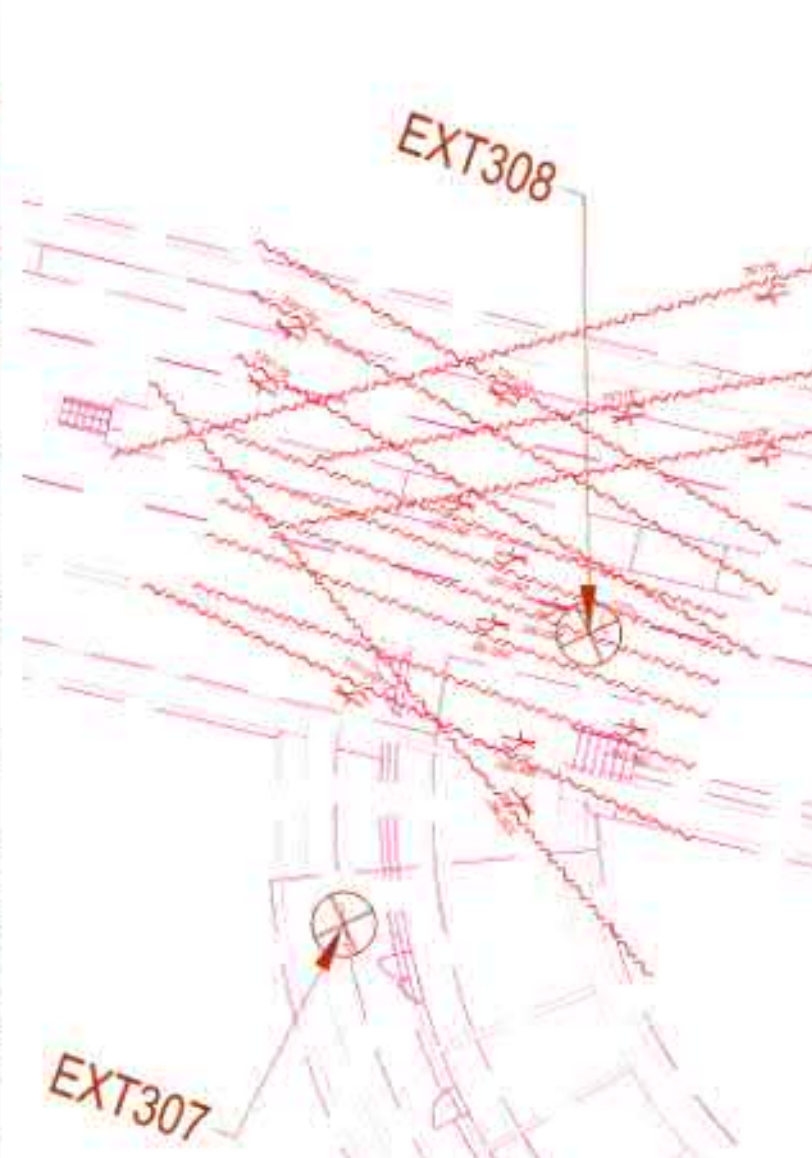
EXT 307 a 308





# Vrty GTM

EXT 307 a 308



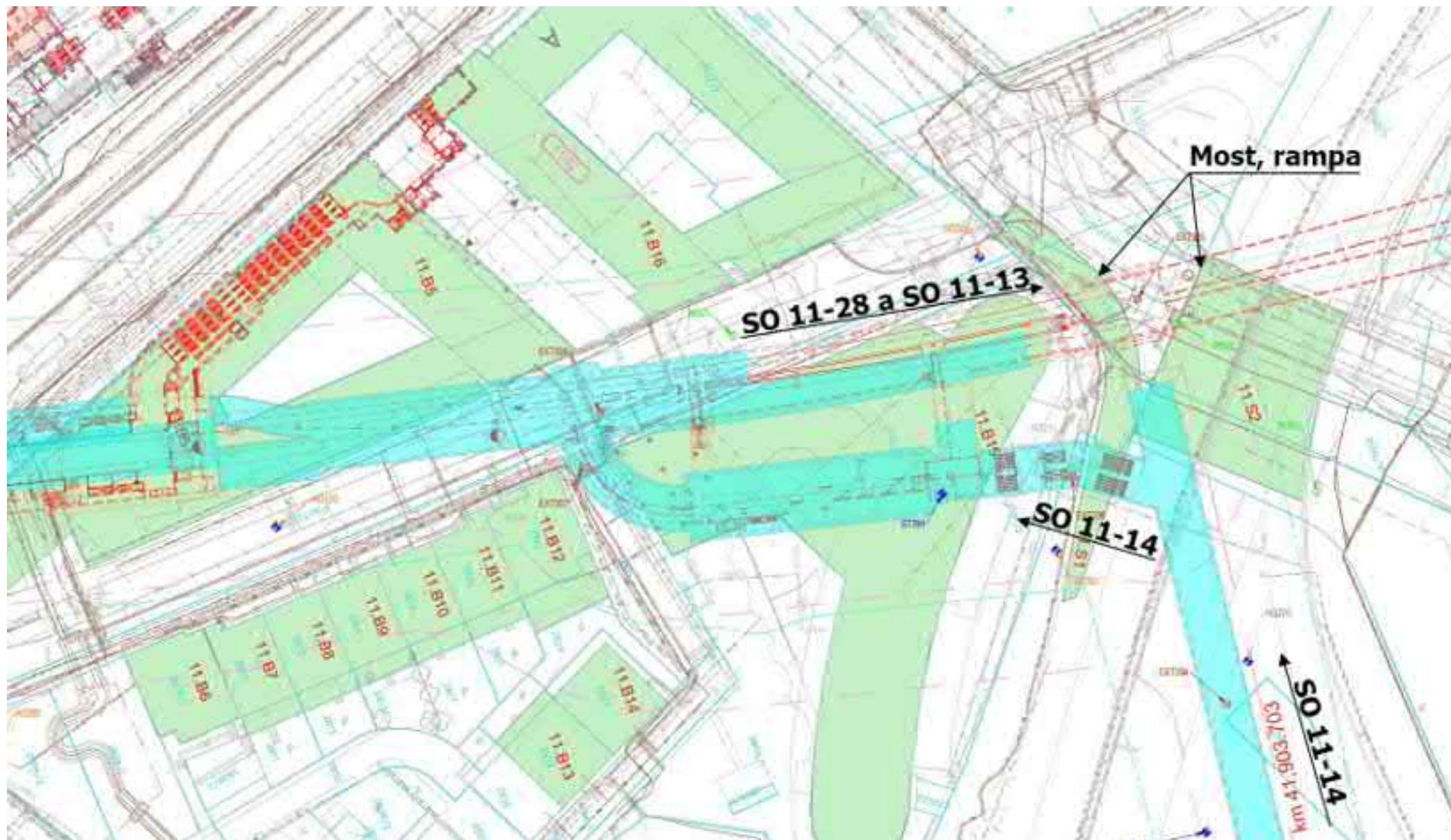


# Most a rampa 5. května

- most X-683 na ul. 5. května + rampa X-618 z ul. Hvězdova
- denní intenzita 80 118 vozidel (TSK hl. m. Prahy, 2022)

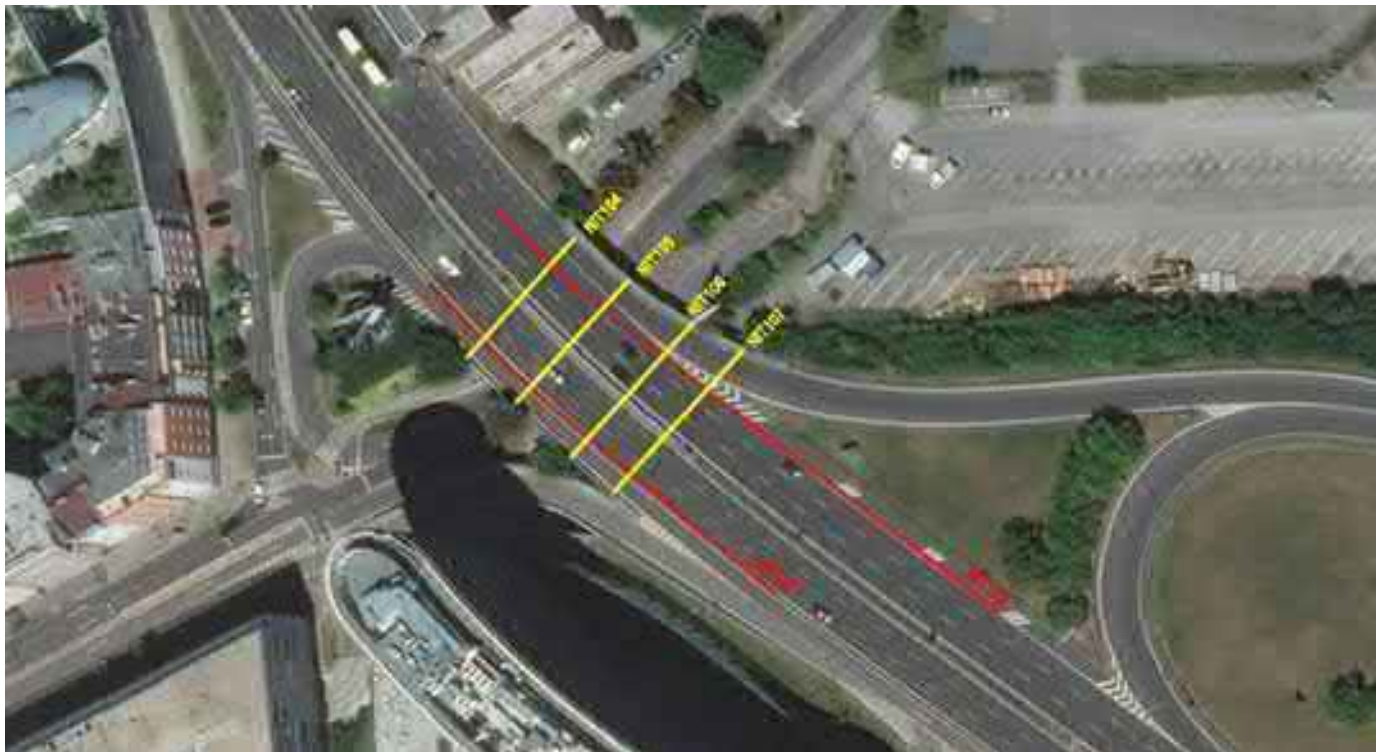


# Most a rampa 5. května

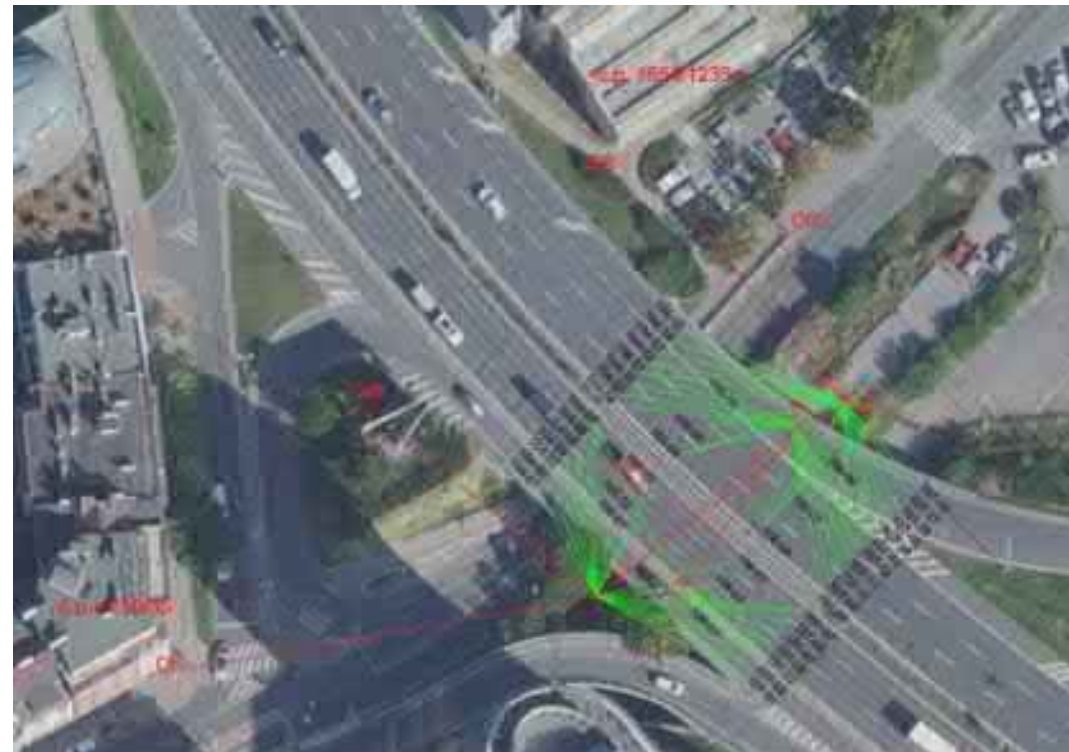




# Most a rampa 5. května



příčné a podélné profily pro trigonometrické měření



měřicí stanoviska a záměry

# Most a rampa 5. května



- Legenda:**
- W101 W102
  - W103 W104
  - W105 W106
  - W107 W108
  - W109 W110
  - W111 W112
  - W113 W114
  - W115 W116
  - W117 W118
- Pozvánka:**

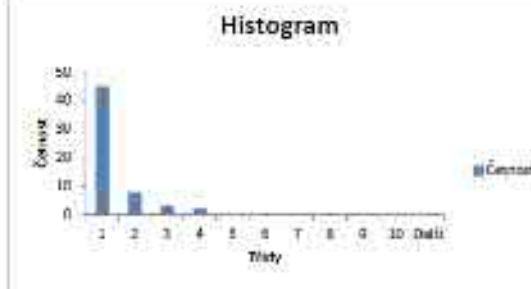


SO 11-30 nerovnoměrné poklesy [mm]

01.12.2022

	O4	P3	P7	O1			
Pravý most - S83-2	OP104-14	0,2	NT106-06	0,1	NT106-06	-0,1	OP103-17
	-0,1	0	0,0	0,0	-1	-0,0	
	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0		
	OP104-11	1,2	NT106-06	0,1	NT106-06	1,6	OP107-16
	0,2	0	0,0	0,0	-0,6	0,1	
0,0	1,3	0,2	0	1,0			
OP104-09	0,0	NT106-04	-0,2	NT106-04	-0,5	OP103-09	

	O4	P3	P7	O1			
Levý most - S83-1	OP104-06	0,5	NT106-04	-0,5	NT106-03	-0,9	OP103-07
	0,2	0,2	-0,2	0	-0,1	1,0	
	0,0	0,0	-0,2	0	-0,5		
	OP104-04	0,7	NT106-07	0,4	NT106-07	1,1	OP107-04
	0,2	-0,1	-0,2	0,0	0	1,1	
0,0	0,0	0,2	0,0	-0,0			
OP104-02	-0,1	NT106-01	-0,1	NT106-01	0,5	OP107-02	



Přírůstek	105-01	-0,5	105-02	-0,3	105-03
	-0,2	-0,0	0,1	-1,2	-0,2
	106-01	-0,1	106-02	1,0	106-03

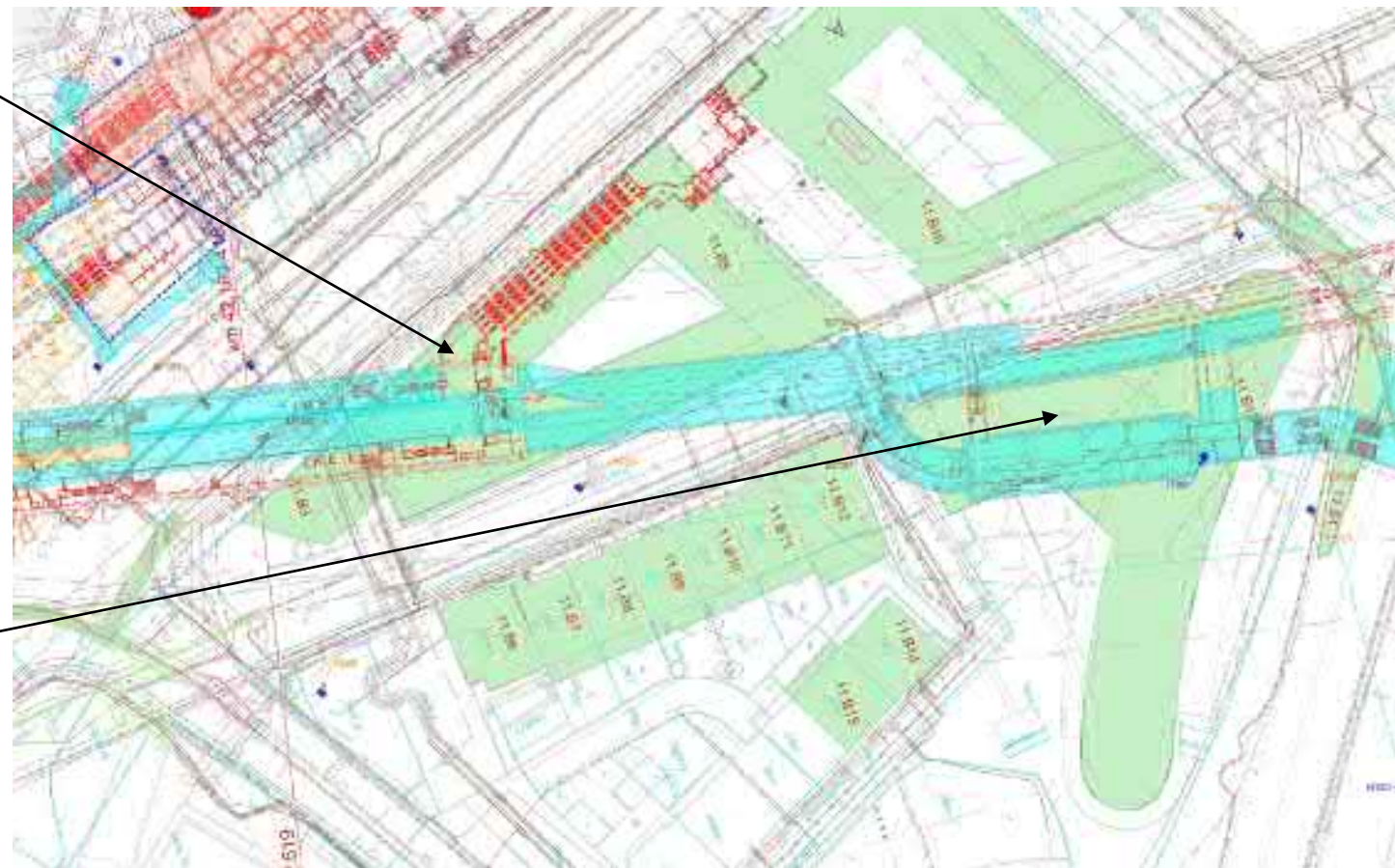


# Objekty Enterprise a Gemini

Gemini



Enterprise





# Objekty Enterprise a Gemini



ASD totální stanice



snímač rychlosti kmitání



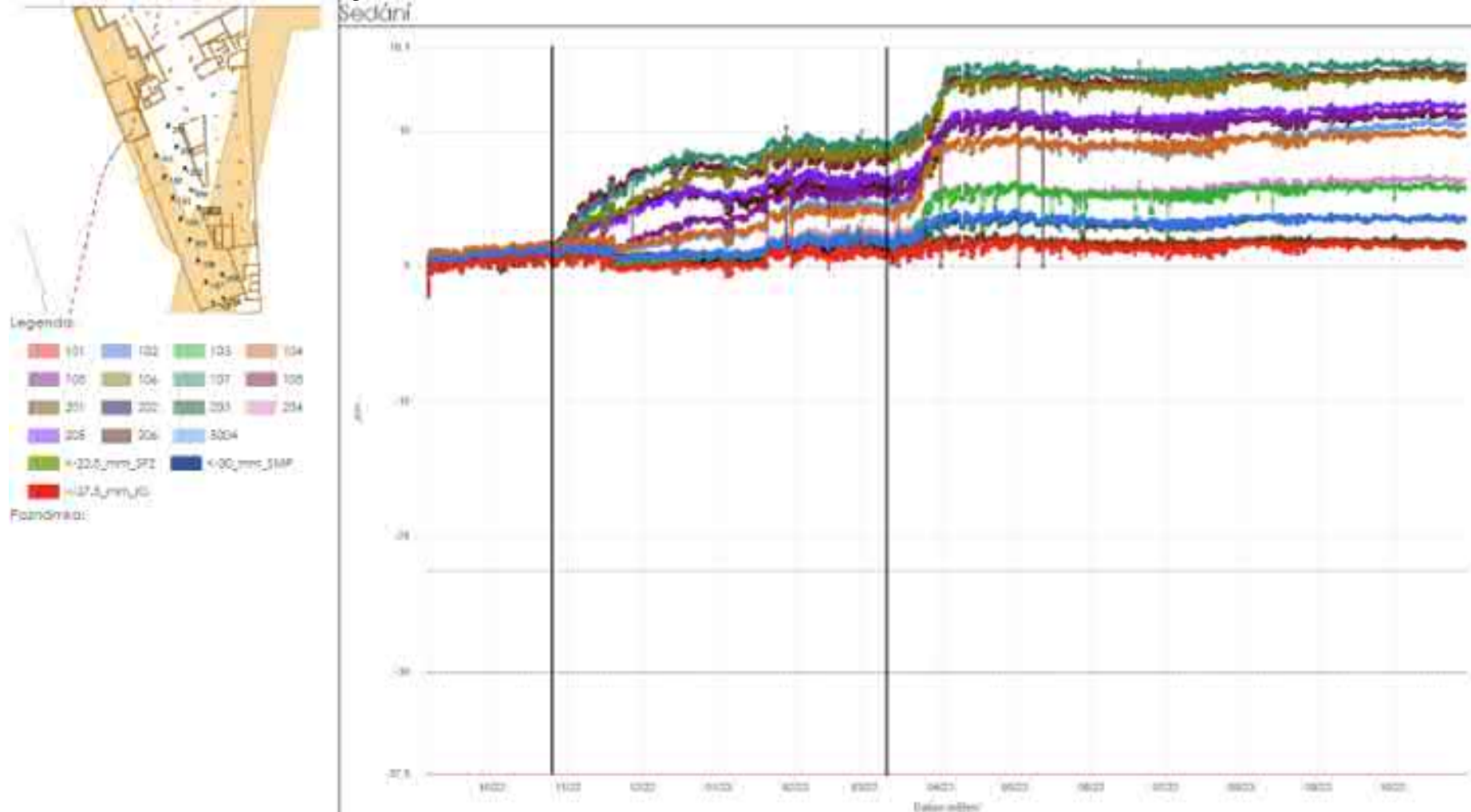
ASD deformetr na trhlině



nivelační bod

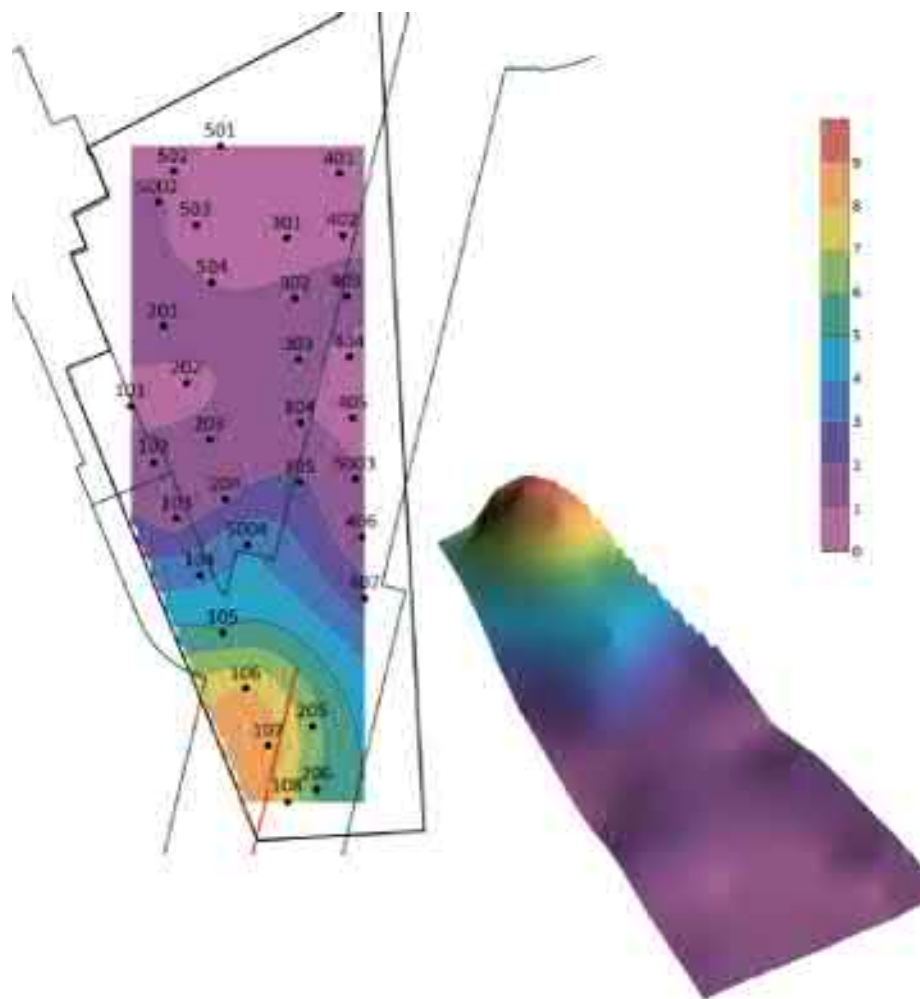
# Objekty Enterprise a Gemini

Gemini – zdvih vlivem injektáží z tunelu

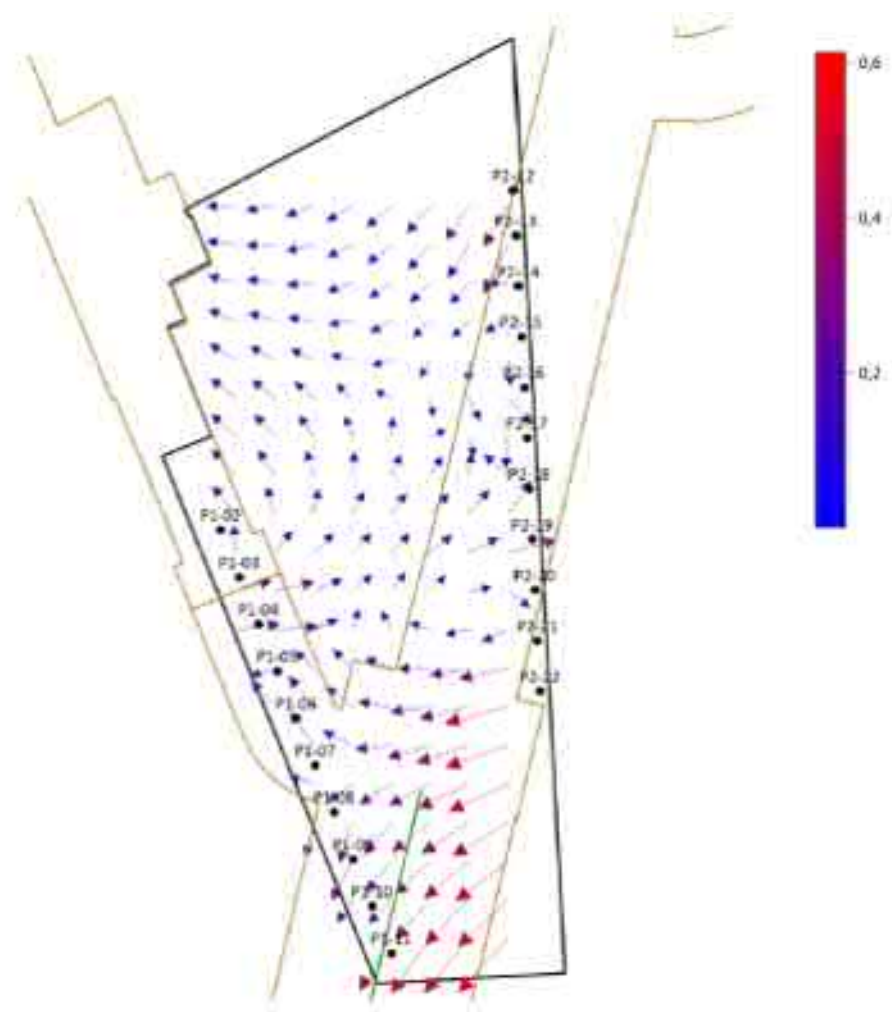


# Objekty Enterprise a Gemini

Gemini – zdvih vlivem injektáží z tunelu



izoplochy sedání/zdvih [mm]

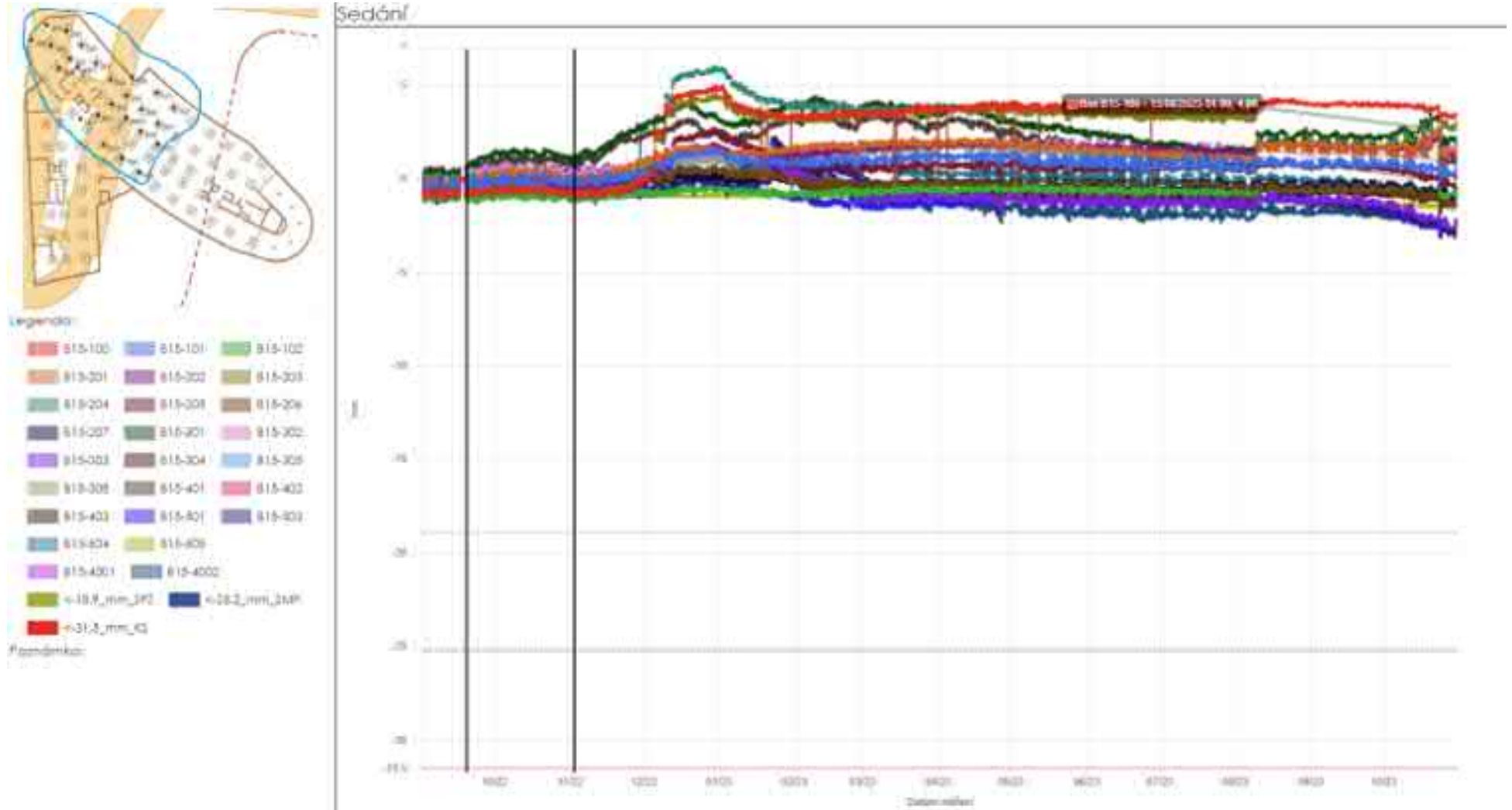


vektory z náklonoměrů [mm/m]



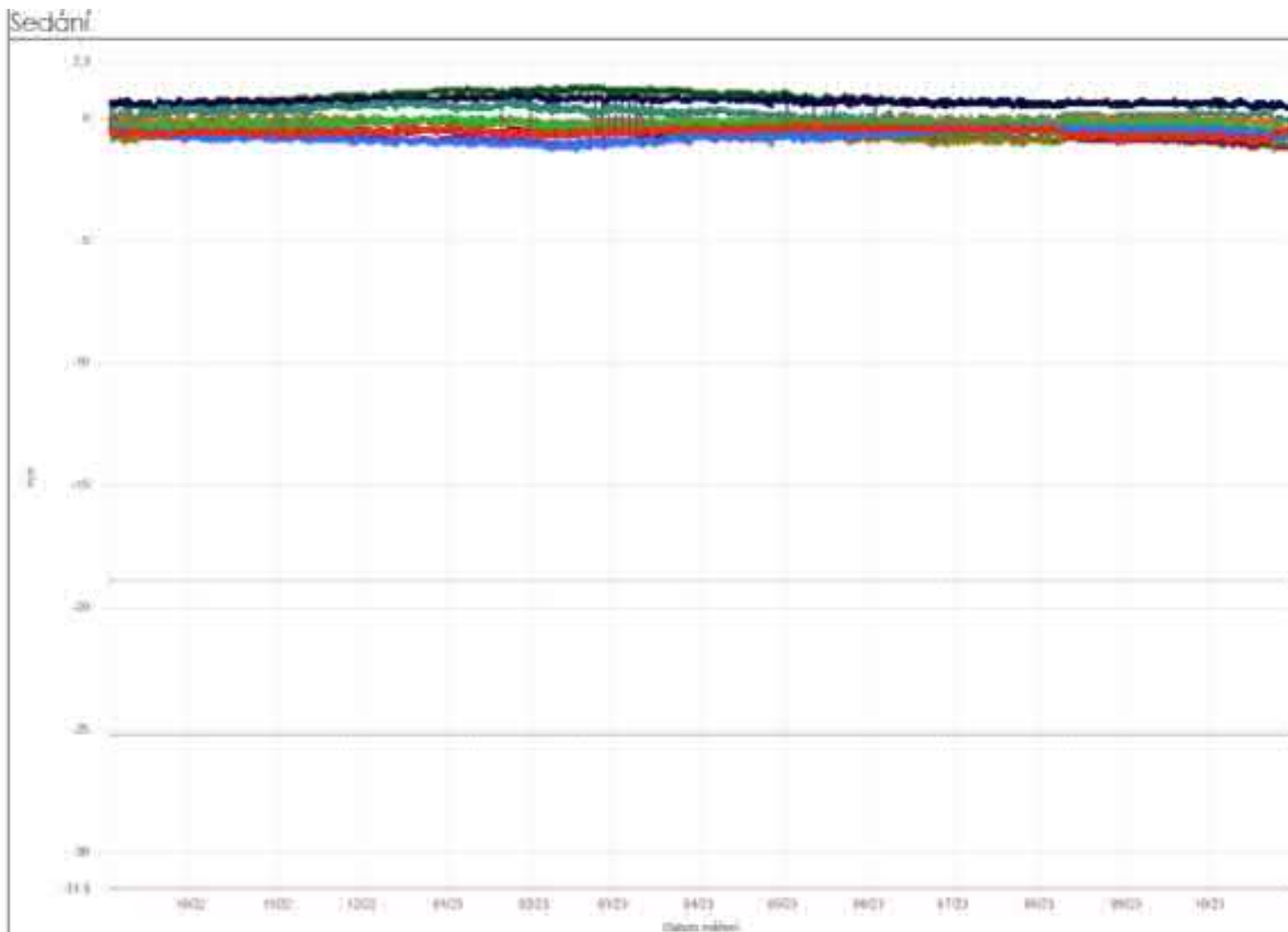
# Objekty Enterprise a Gemini

Enterprise – vliv ražby na sedání/zdvih objektu



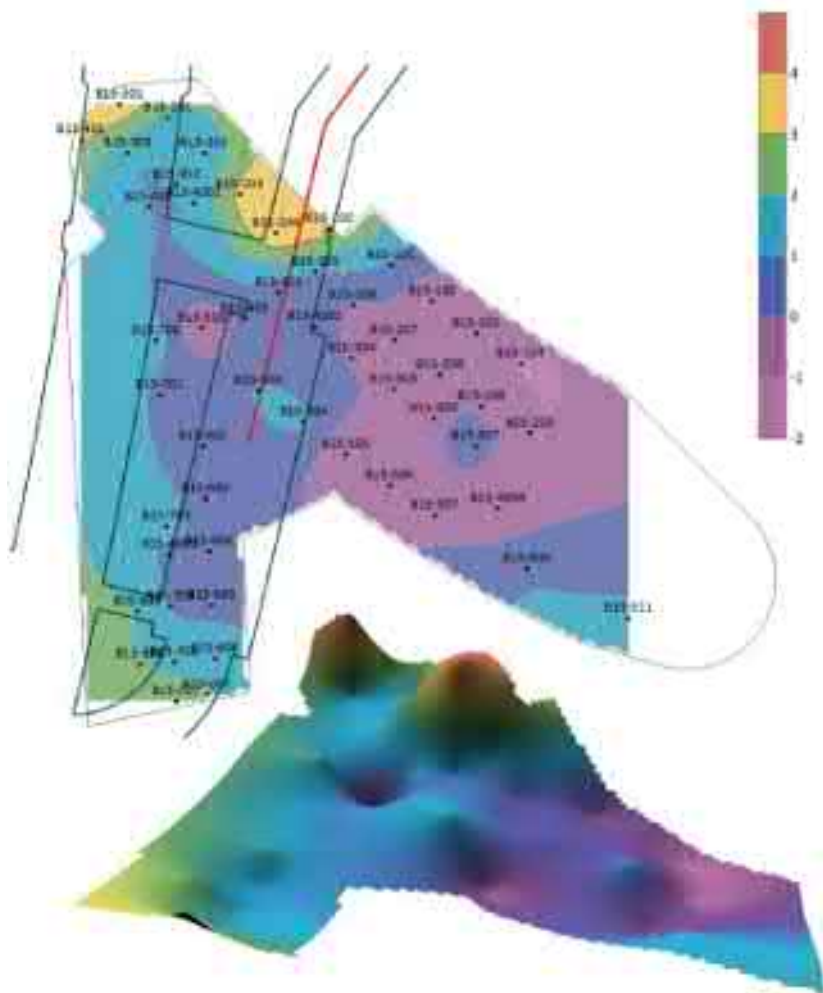
# Objekty Enterprise a Gemini

Enterprise – vliv ražby na sedání/zdvih objektu

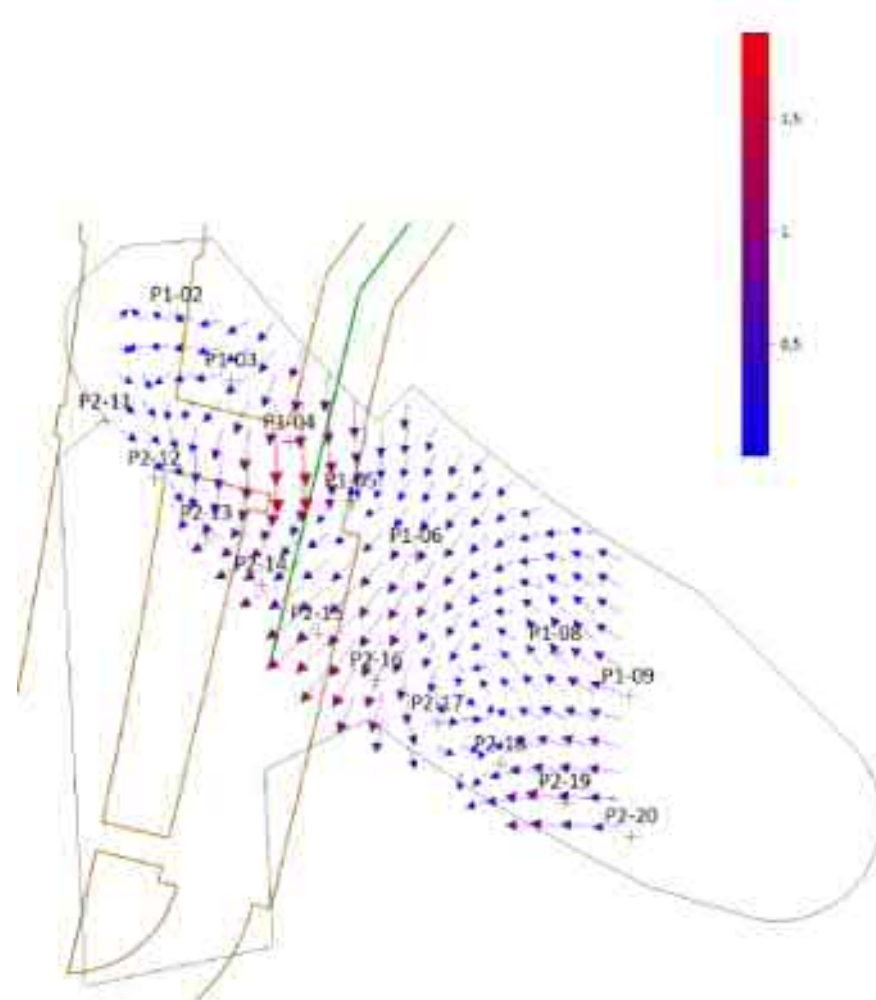


# Objekty Enterprise a Gemini

Enterprise – vliv ražby na sedání/zdvih objektu



izoplochy sedání/zdvih [mm]



vektory z náklonoměrů [mm/m]



# Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40

- historicky budova UV KSČ
- podcházení tunely
  - DKT,
  - ODS I, II,
  - OT
- očekávány významné deformace
- nízká deformační odolnost  
=> přísné limity



# Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40

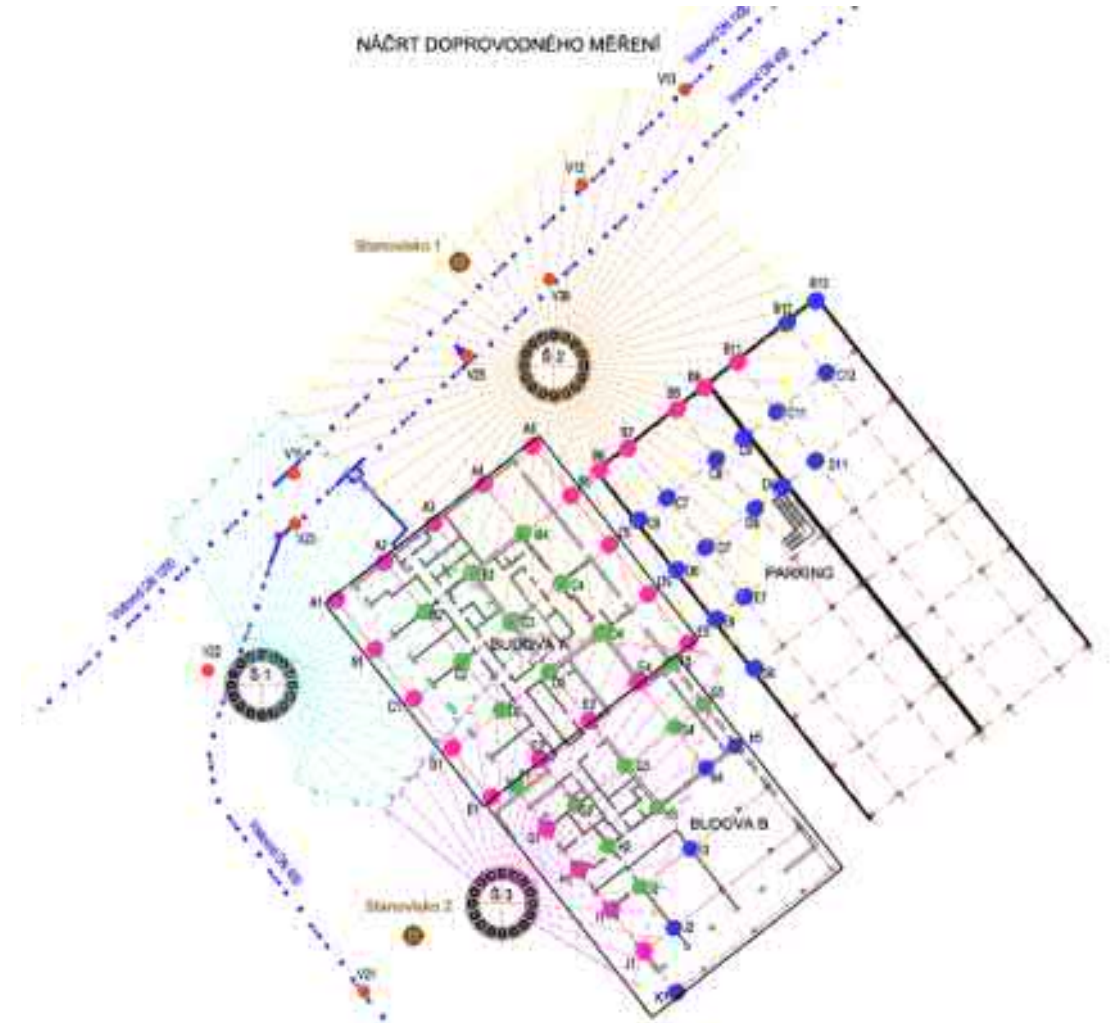
- opatření:
  - aktivační injektáže ze šachet,
  - injektáže z tunelu,
  - ztužení budovy,
  - monitoring.





# Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40

- monitoring:
  - sledování poklesu/zdvihu geodeticky (ASD TS)
  - hydrostatická nivelace
  - ASD snímače
    - deformetry
    - náklonoměry
    - tenzometry





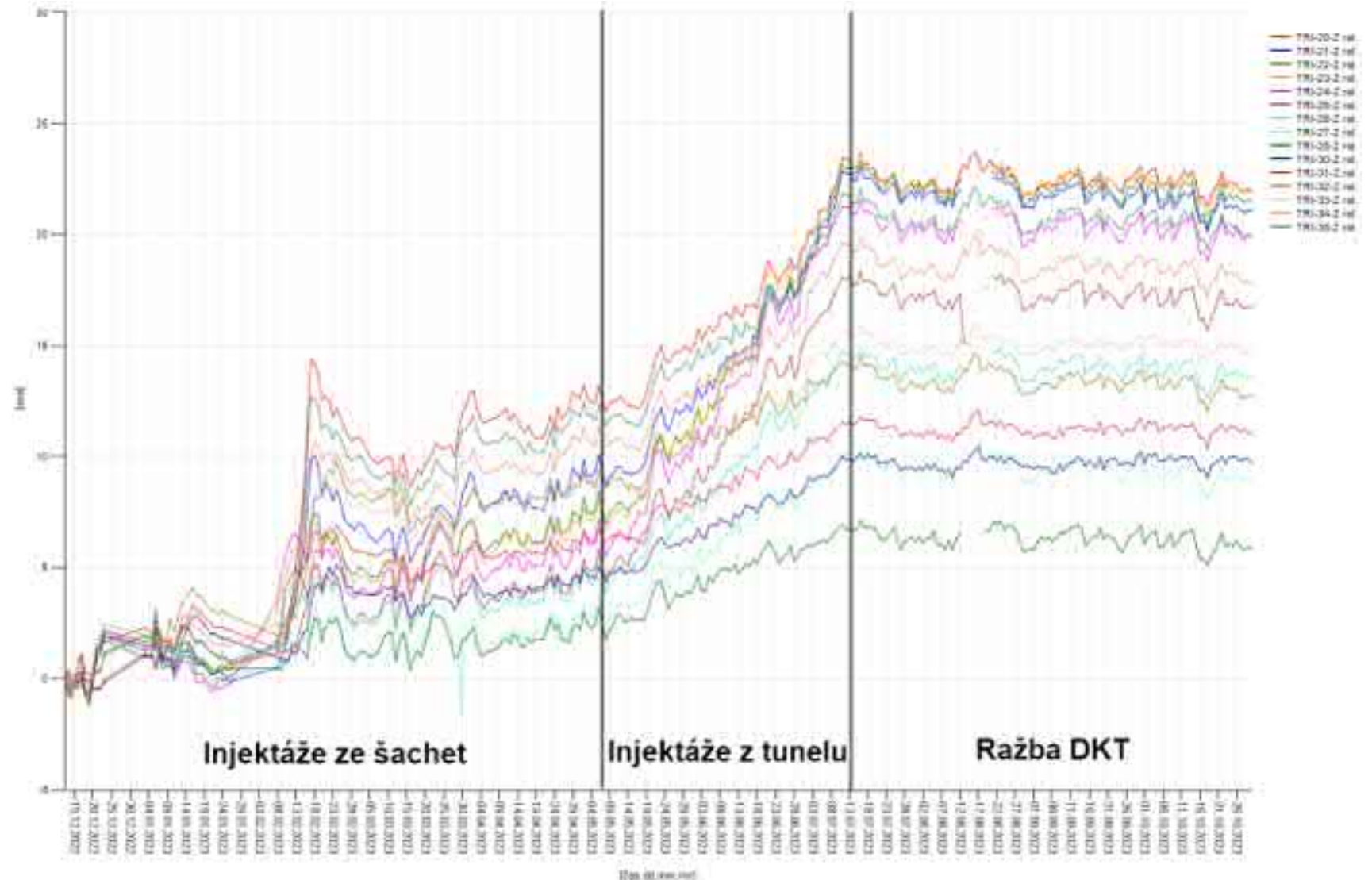
# Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40

- monitoring:
  - sledování poklesu/zdvihu geodeticky (ASD TS)
  - hydrostatická nivelace
  - **ASD snímače**
    - deformetry
    - náklonoměry
    - tenzometry



# Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40

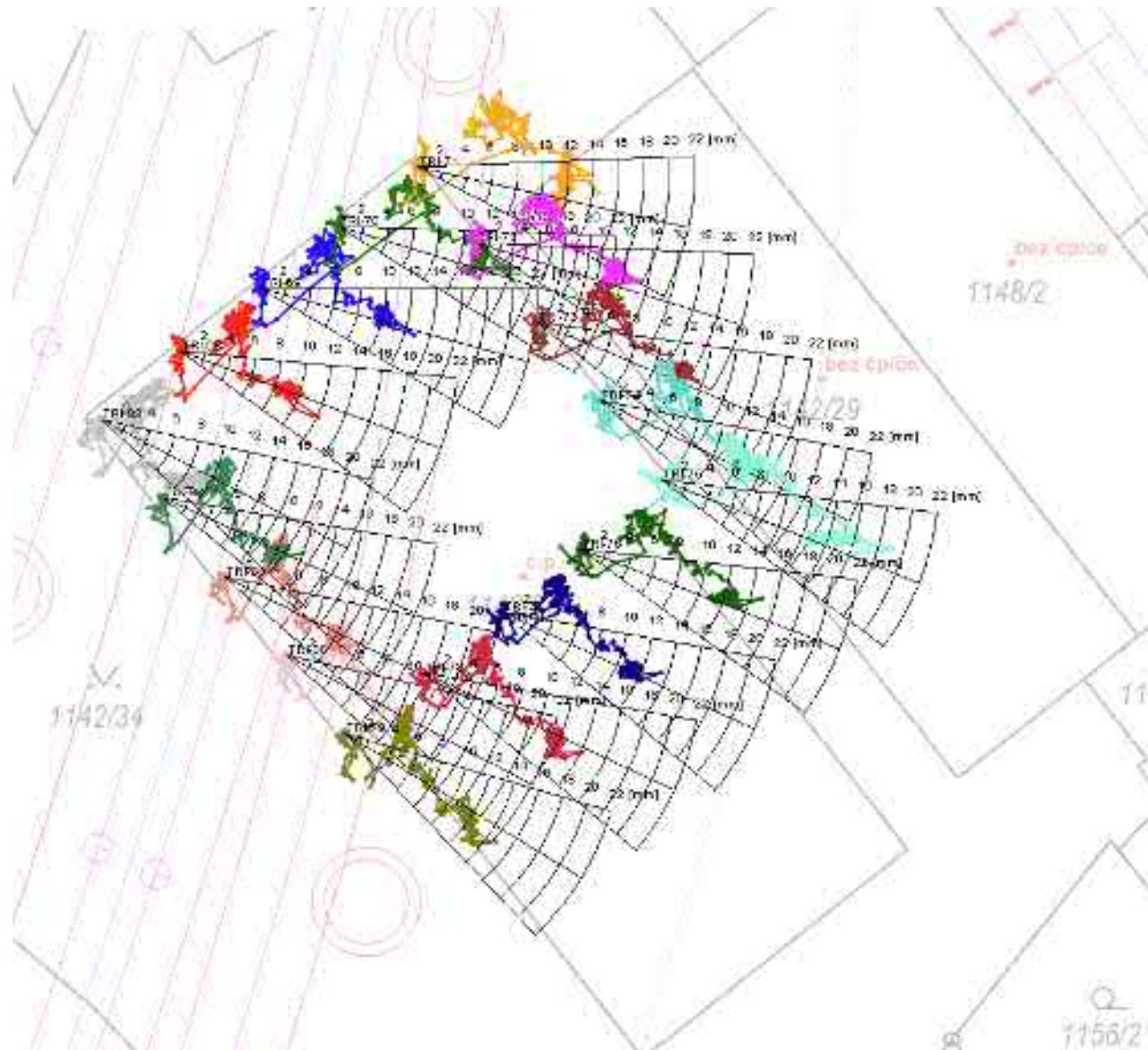
- Zdvih vlivem injektáží





# Příprava na kompenzační injeckáže pod objekt č.p. 1683/40

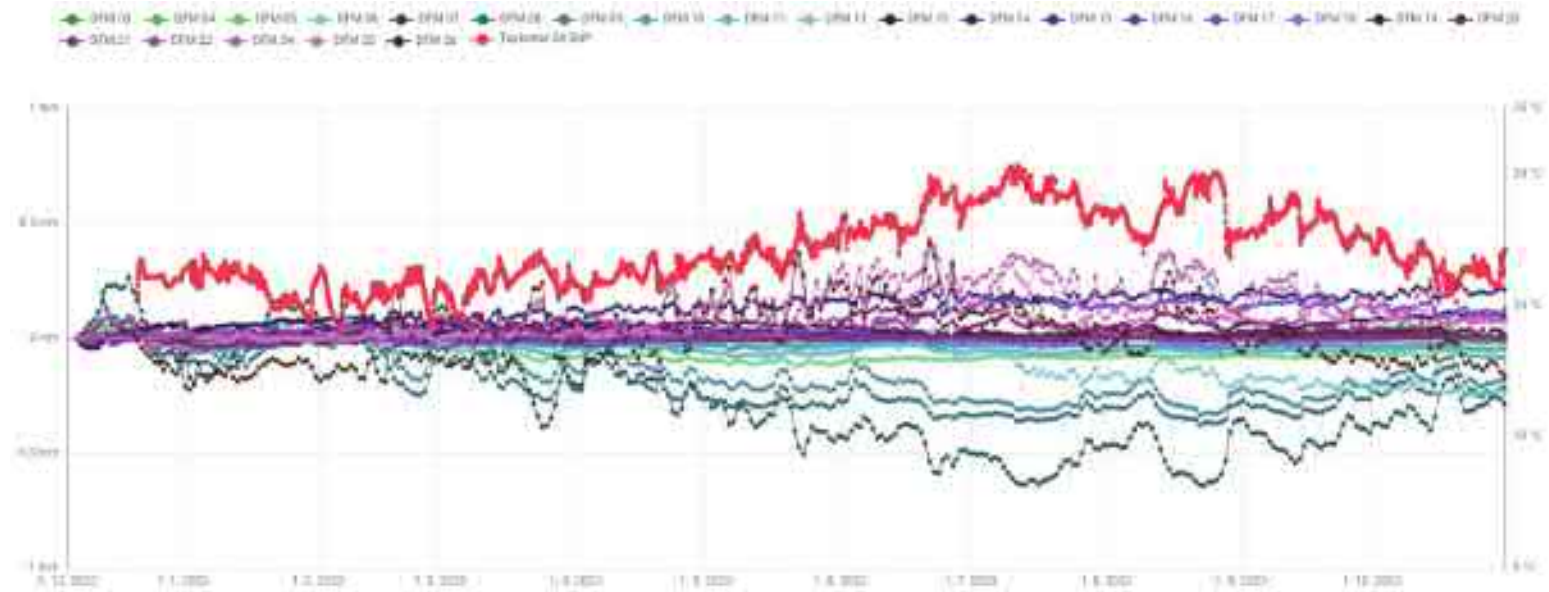
- Zdvih vlivem injeckází



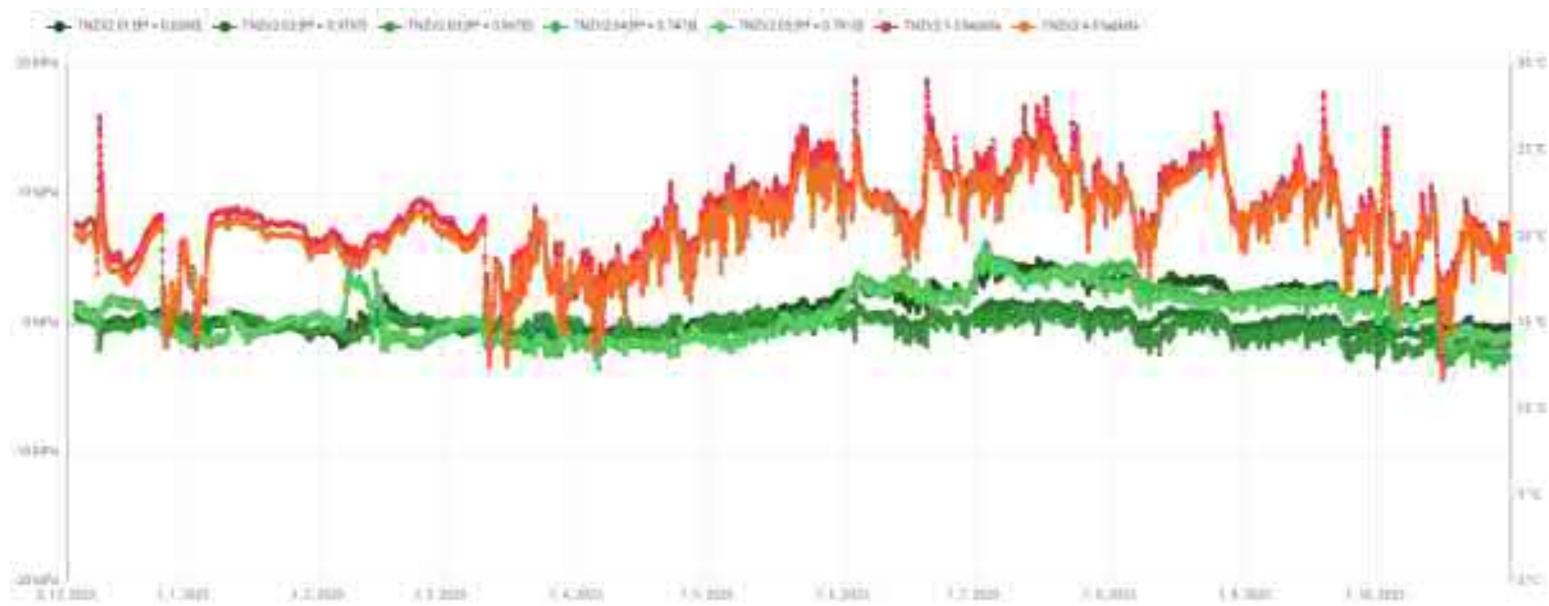


# Příprava na kompenzační injektáže pod objekt č.p. 1683/40

- Rozvoj trhlin  
vliv teploty



- Napětí ve ztužidlech  
minimální změny



# Stoka 600/1100 v ulici Jeremenkova

- zděná stoka 600/1100 mm
- množství závažných poruch  
=> přísné limity deformací
- podcházení postupně LST, PST a TT  
stanice Olbrachtova



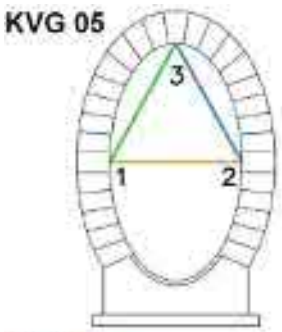


# Stoka 600/1100 v ulici Jeremenkova

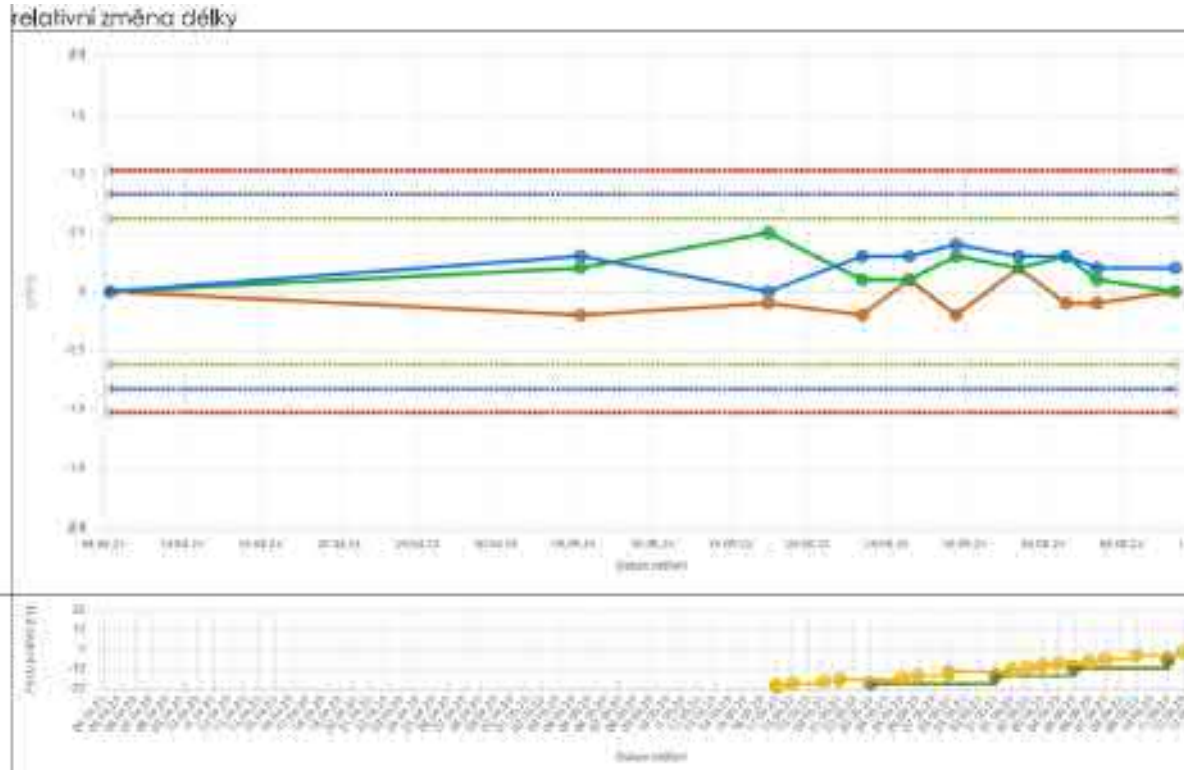




# Stoka 600/1100 v ulici Jeremenkova



- Legenda:
- 2-5
  - 1-4
  - 1-2
  - KL...\_kg\_pismo (m/s)
  - KL...\_kg\_pismo (m/s)
  - SWP...\_kg\_pismo (m/s)
  - SWP...\_kg\_pismo (m/s)
  - SPZ...\_kg\_pismo (m/s)
  - SPZ...\_kg\_pismo (m/s)
- Poznámka:
- koleno 13-00 L
  - odřez 13-00 L
  - ústí 13-00 L



KVG 05 při průchodu LST



situace



KRTEK D  
MONITORING

# Stoka 600/1100 v ulici Jeremenkova

sanace zpevňujícím rukávem



# Stoka 600/1100 v ulici Jeremenkova

KVG 05



Legenda:

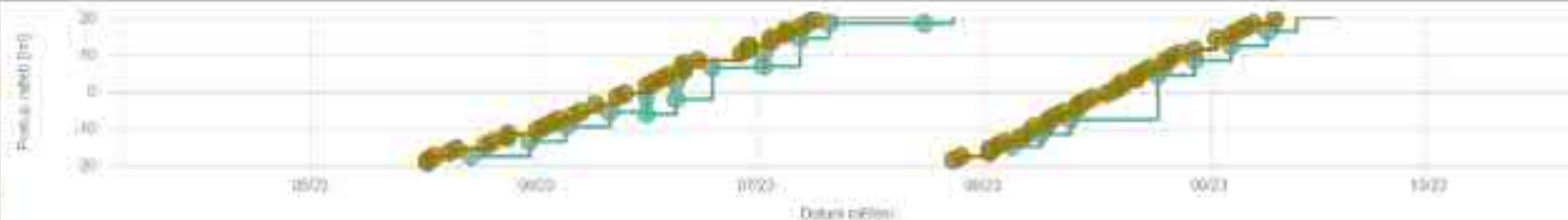
- 2-3
- 1-3
- 1-2
- +/- 1,35\_mm\_SPZ (min)
- +/- 1,35\_mm\_SPZ (max)
- +/- 1,8\_mm\_SMP (min)
- +/- 1,8\_mm\_SMP (max)
- +/- 2,25\_mm\_KS (min)
- +/- 2,25\_mm\_KS (max)

Poloha měřítka:

Přístupové žebří:

- 1 kolo 13-20 L
- 2 kolo 13-20 P
- 1 opěří 13-20 L
- 2 opěří 13-20 P
- dno 13-20 L
- 2 kolo/dno 13-20 P
- kolo 13-20 P
- 1 kolo 13-20 L
- 1 kolo 13-20 P
- 2 kolo 13-20 L
- 1 opěří 13-20 P
- 2 kolo/dno 13-20 L
- 1 kolo/dno 13-20 P
- 2 opěří 13-20 L

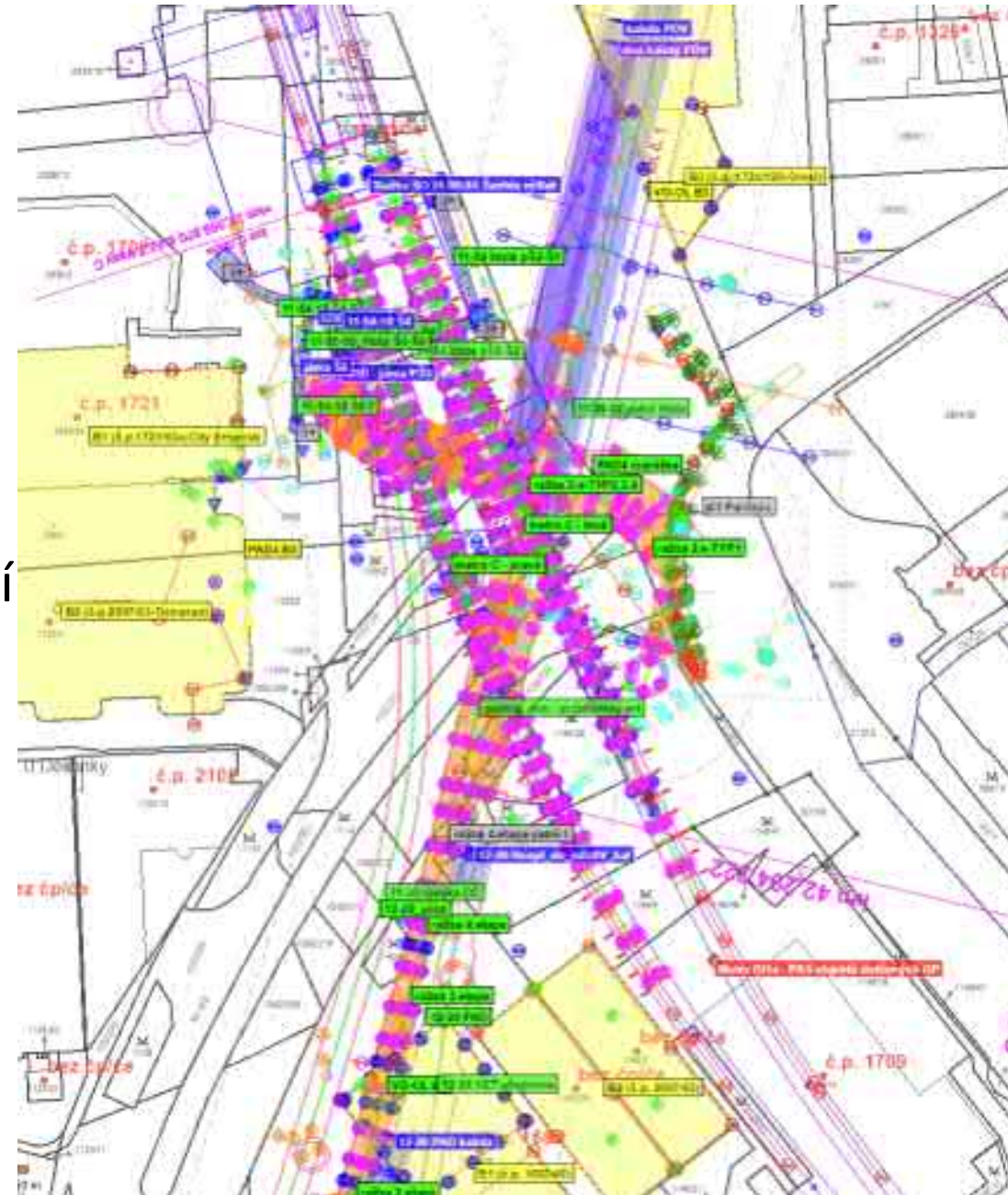
relativní změna délky





# Metro C

- sledováno celkem přes 600 m tunelů
  - 450 KVG bodů
  - 271 náklonoměrů ASD
  - 126 ks NIV bodů
  - 49 ks dilatometrů ASD
  - 2 SEI stanice
- ovlivnění ražbou stanice Pankrác D, přestupní chodby, eskalátorového tunelu a jámy pro úpravy stanice Pankrác C



Děkuji za pozornost.

