



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Opatija, 2021.

# Geotehnički izazovi na dionici autoceste Vc u BiH

## Klopče - Donja Gračanica

**Krešimir Bolanča i Emina Ramčić**

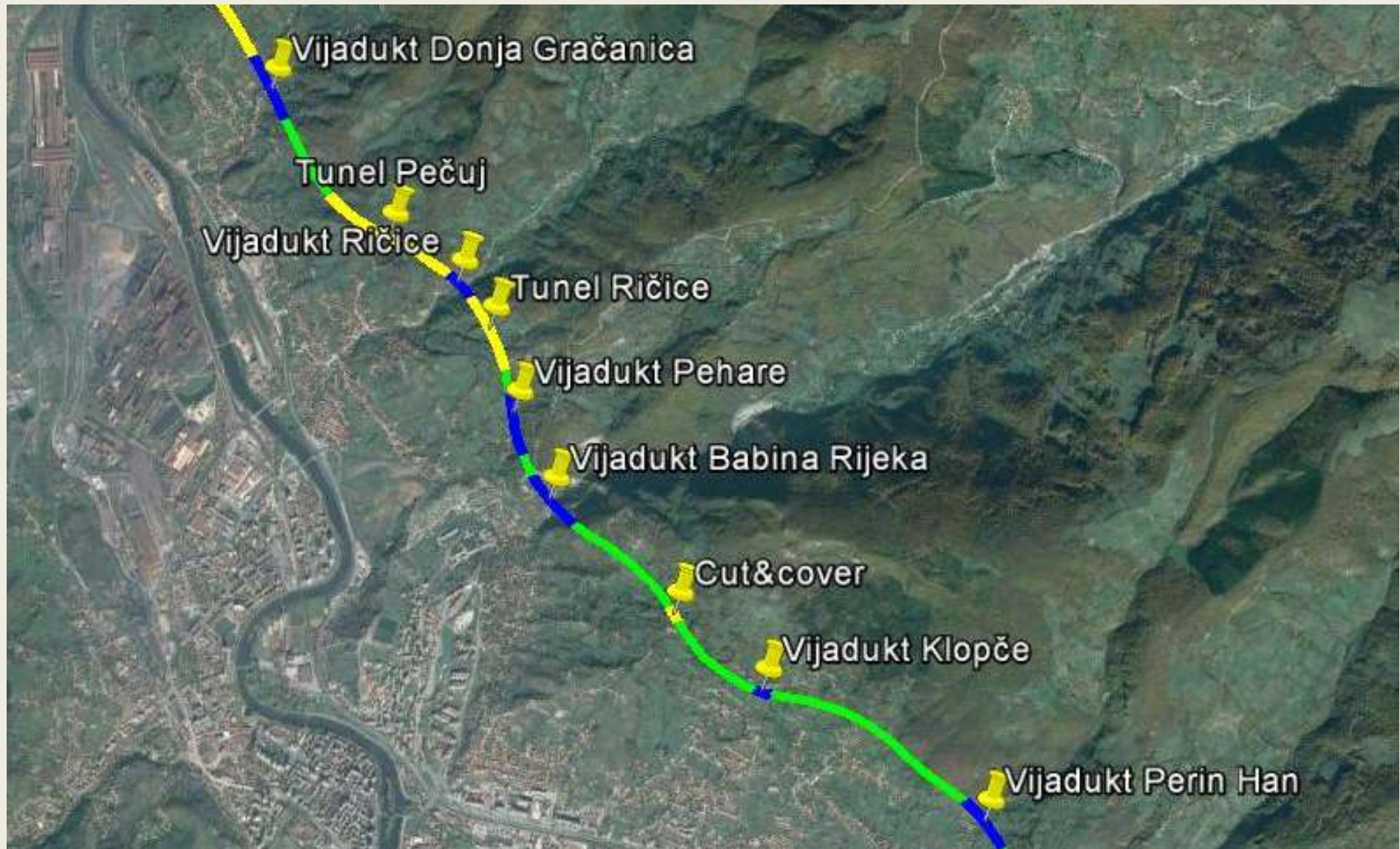
mr. sc. Krešimir Bolanča, dipl.ing.građ., Krešo geo d.o.o., Zagreb

Emina Ramčić, dipl.ing.građ., PPG d.o.o., Sarajevo

# 1. Opis trase autoceste

- Obilaznica grada Zenice je podijeljena na tri poddionice:
  - Drivuša – Klopče
  - **Klopče – Donja Gračanica**
  - Donja Gračanica - Banlozi
- **Klopče – Donja Gračanica** se nadovezuje na dionicu Drivuša – Klopče u zoni vijadukta „Perin Han“ na km 2+680,00, a završava na km 8+460,00. **Ukupna dužina je 5,78 km.**
- Značajni objekti:
  - Vijadukt Klopče (L≈105 m), vijadukt Babina Rijeka (L≈390 m), Vijadukt Pehare (L≈390 m), vijadukt Ričice (L≈168 m),
  - tunel Ričice (L≈520 m), tunel Pečuj (L≈850 m)
  - Duboki usjeci – sidrenje, AB roštilji, pilotne stijene
  - Potporni zidovi od armiranog tla (Terre armee sustav)
- **Trasa prolazi kroz geološki iznimno zahtjevan teren – nestabilne i latentno nestabilne padine, aktivna klizišta i klizišta aktivirana tijekom izgradnje, česte izmjene materijala, prisutnost podzemne vode u svim usjecima.**
- Trajanje izgradnje – srpanj 2016. – prosinac 2020.





- Trasa autoceste se nije mijenjala u odnosu na glavni projekt/građevinsku dozvolu.
- **Geotehnička rješenja na većini usjeka i temeljenje vijadukta Pehare su značajno korigirana.**
- Generalno je stanje na terenu bilo značajno nepovoljnije i složenije. Svaki dodatni istražni rad i iskop je dodatno ukazivao na geološke probleme.
- **Izmjene materijala po dubini i položaju su nagle i neočekivane.**
- U stijenskoj masi je generalno nagib slojeva niz padinu. Između slojeva stijene su detektirani slojevi gline.
- **U oligomiocenskim naslagama nema pravilnosti. Blokovi stijenske mase od više m<sup>3</sup> su „utopljeni” u glinu, a cijeli masiv je saturiran sa vodom.**
- **Brojna klizišta.**



## 2. Sudionici u izgradnji

- Investitor: JP Autoceste Federacije BiH
- Projektant: TZI d.o.o., Sarajevo. Glavni projektant gosp. Zoran Trobok
- Misije G21 (glavni geotehnički projekt) – GEO KONZALTING d.o.o. Sarajevo i TZI d.o.o., Sarajevo
- Izvođač radova: Konzorcij STRABAG AG i EURO-ASFALT d.o.o.
- Nadzor: Konzorcij EGIS International i IPSA d.o.o., Sarajevo
- **Geotehnički nadzor: PPG d.o.o.,** Sarajevo, kao podizvođač EGIS International



### 3. Zenica

- Nalazi se u središtu Zeničkog polja u Sarajevsko-zeničkoj kotlini, na prosječnoj nadmorskoj visini od 350 metara.
- Okružena je planinama, brežuljcima i kanjonima.
- Kroz općinu i grad protječu rijeke: Bosna, Babina rijeka, Kočeva i Lašva.
- Prema predaji ime je dobio po zjenici oka.....
- Najstariji arheološki nalazi u zeničkom kraju datiraju iz razdoblja od 3000. do 2000. godine pr. Kr.
- Po posljednjem službenom popisu stanovništva iz 1991. godine, općina Zenica imala je 145.517 stanovnika, raspoređenih u 81 naselju.









## 4. Karakteristični objekti

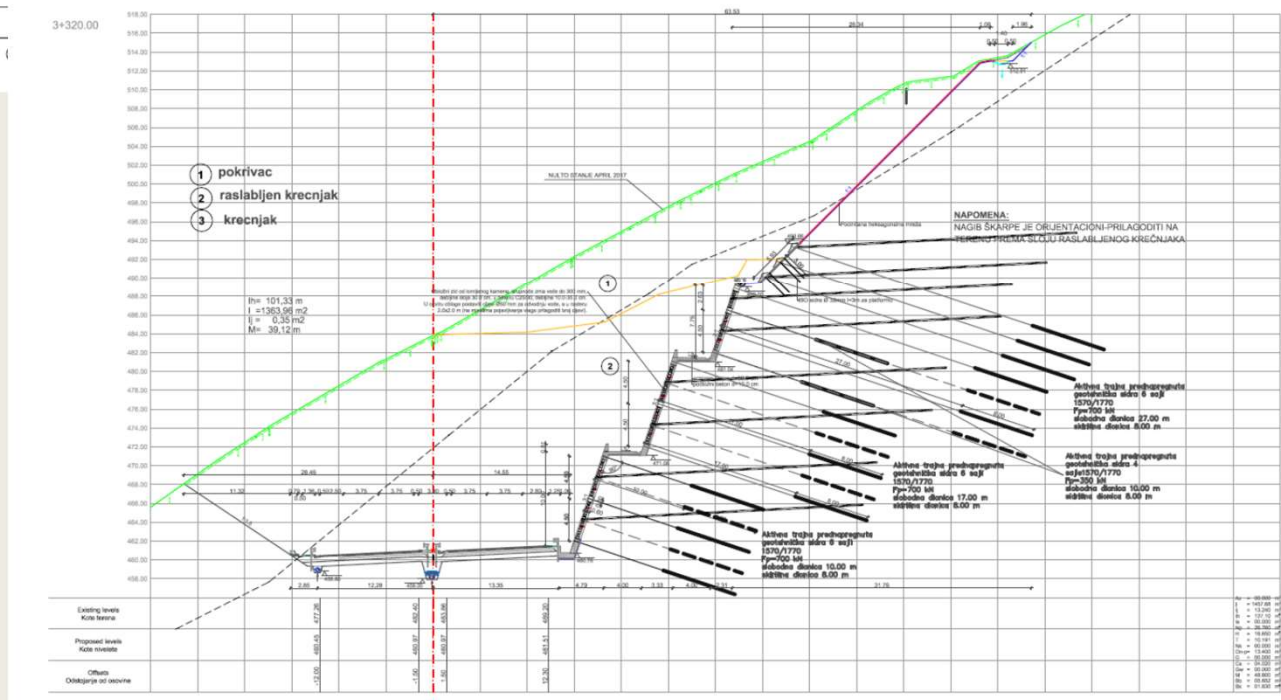
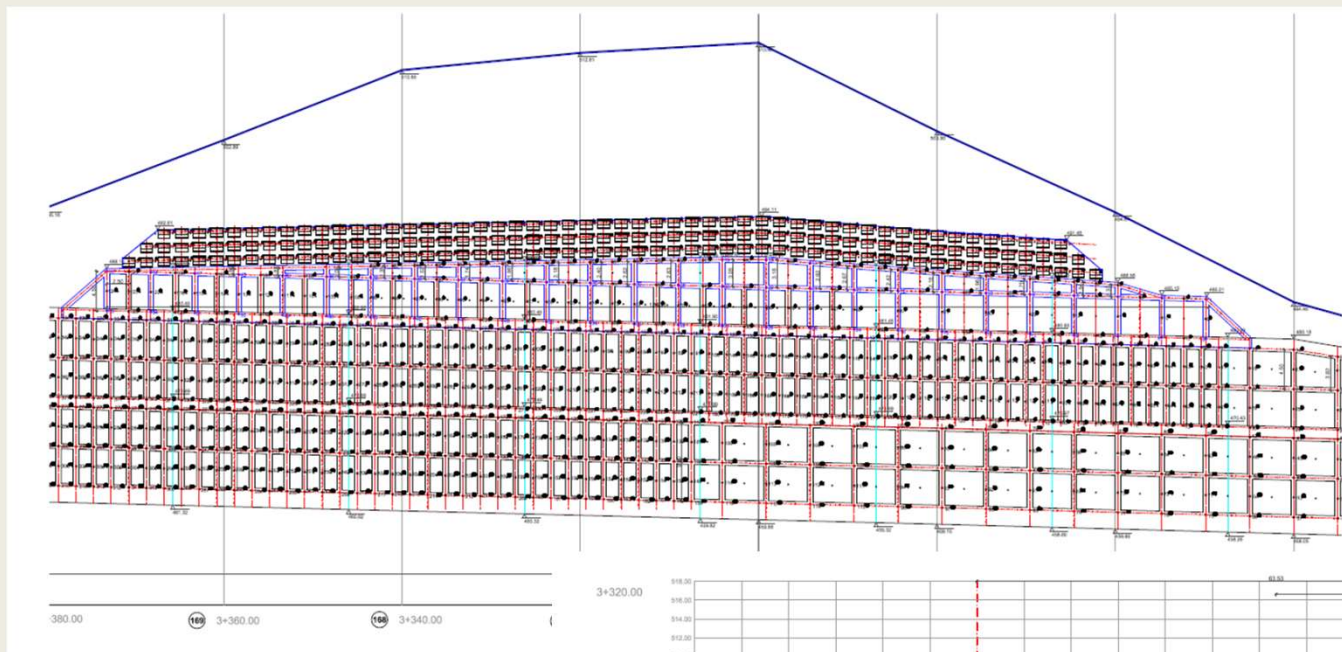
1. Sektor 3 - Duboki usjek u karbonatnoj stijeni
2. Sektor 6 – „cut and cover” - u klizištu, oligomiocenske naslage
3. Vijadukt Babina Rijeka - ” - najviši vijadukt na Koridoru Vc



## 4.1. Sektor 3 - Duboki usjek u karbonatnoj stijeni

- **Maksimalna dubina usjeka je oko 50 m**
- Rješenje 02/2020 – u gornjem dijelu pokos 1:1, ispod iskop u etažama nagiba 3:1, AB roštilj i geotehnička sidra  $L \approx 18 - 35$  m, sub-horizontalni drenovi.
- Komentar kolega 02/2018 – „Krešo, na sektoru 3 nema problema, hajmo dalje da ne gubimo vrijeme”
- 04/2018 – između slojeva karbonatne stijene (slojevi padaju u iskop) su registrirani slojevi plavo-sive gline visoke plastičnosti, natopljene podzemnom vodom.
- **Opravdana mogućnost da cijeli masiv klizi po kontinuiranom sloju gline.**
- **Rezultat: dodavanje velikog broja dugačkih geotehničkih sidara prednapetih na silu  $P_0 = 700$  kN, dodatan monitoring.**
- Masivno i skupo rješenje, dugotrajno izvođenje
- **Konzervativno? Vjerovatno je. Opravdano? Vjerovatno je.**













## 4.2. Sektor 6 – „cut and cover” - u klizištu, oligomiocenske naslage

- Jako složena lokacija
- **Dubina iskopa na pribrežnoj strani oko 35 m. Teren u padu od sjevera prema jugu**
- **Klizište – 3 dubine klizanja – do 21 m dubine, voda u usjeku**
- **Geološki i geotehnički heterogeno. Karbonati, glina, debele naslage ugljena....**
- U oligomiocenskim naslagama nema pravilnosti. Blokovi stijenske mase od više m<sup>3</sup> su „utopljeni u glinu, a cijeli masiv je saturiran sa vodom.
- Voda u usjeku, hidrološka veza se nije mogla uspostaviti
- „Lutanje” tijekom projektiranja, daljnje „lutanje” i prilagodba rješenja tijekom izvođenja.
- **Konačno rješenje u središnjem dijelu – „cut and cover”. Gornja konstrukcija su dva svoda oslonjena na 3 reda dubokih AB bušenih pilota  $\Phi 150$  cm.**



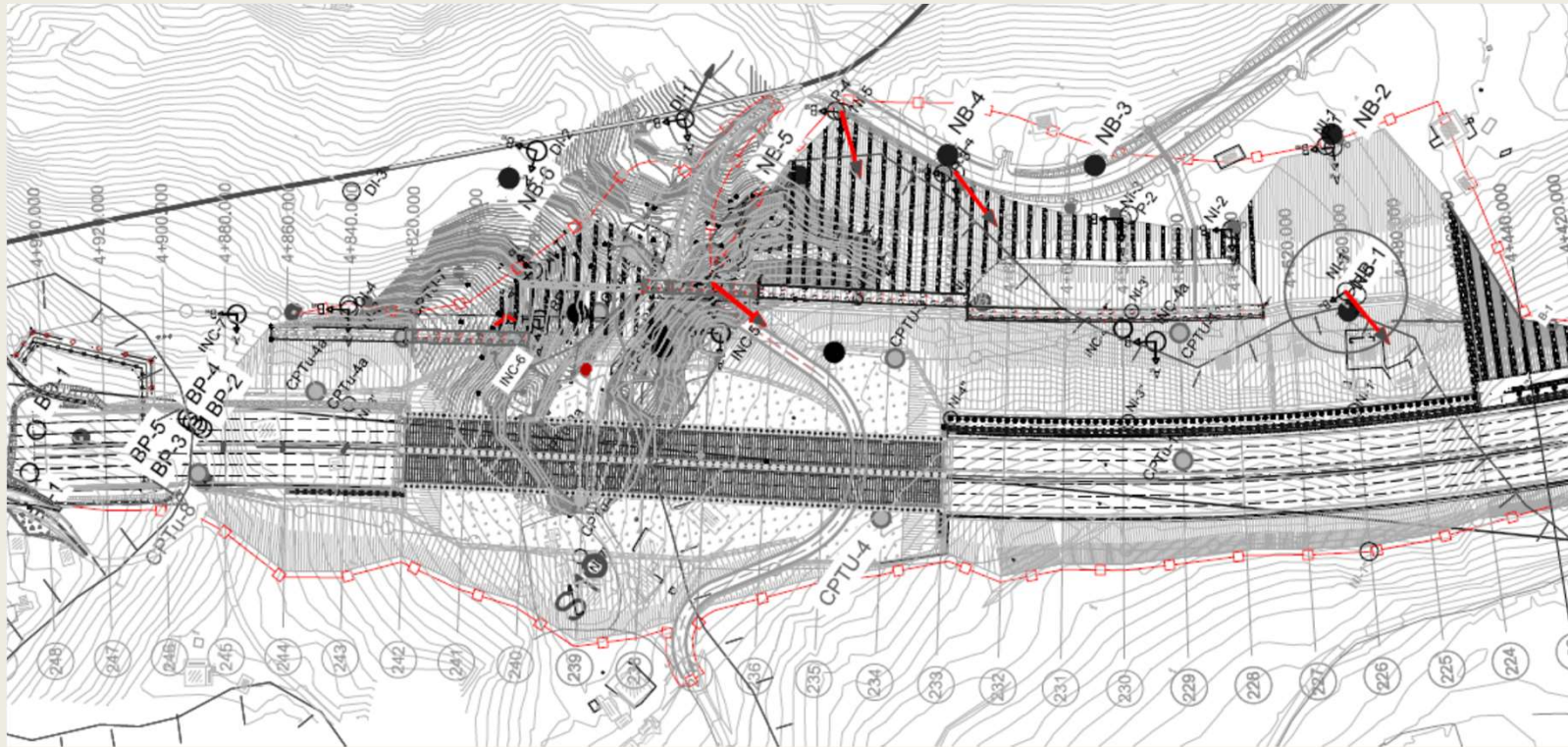




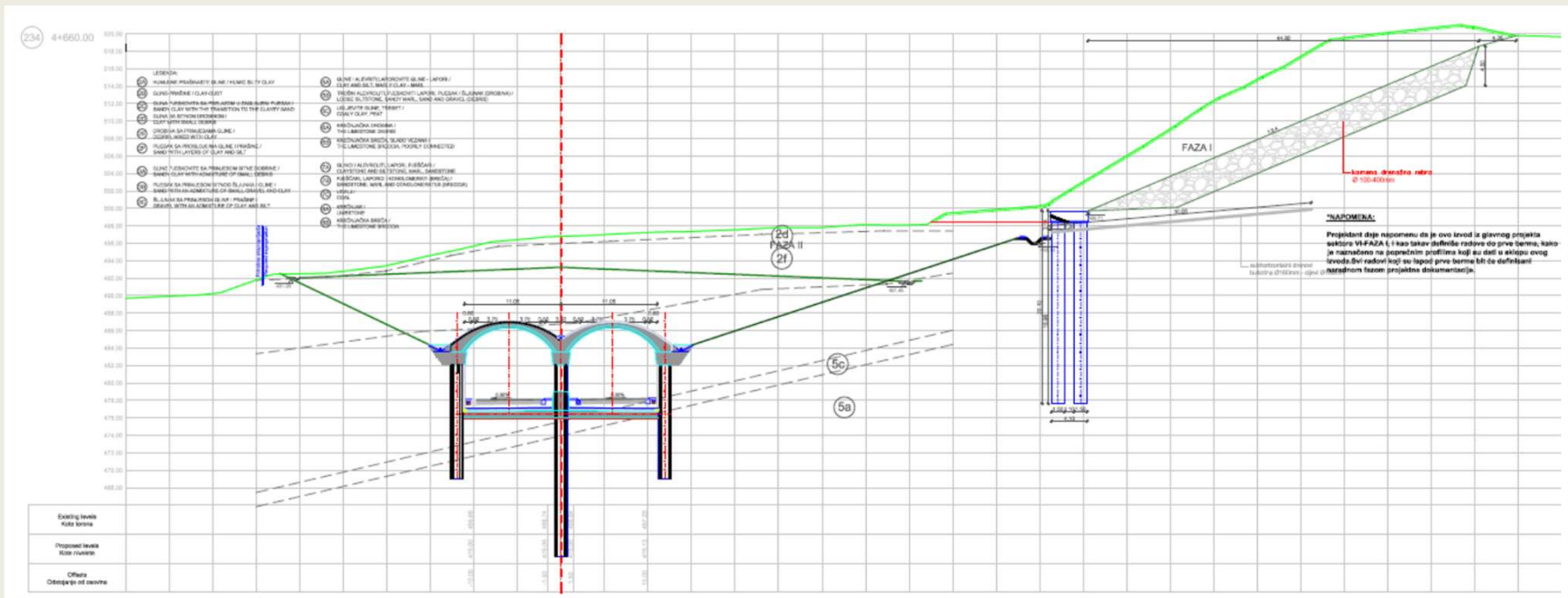
### Faze izvođenja radova

- Iskop prve etaže na pribrežnoj strani.
- Izvedba „sekundarne konstrukcije” – pilotne stijene i drenažnih kamenih rebara na pribrežnoj strani. Svrha je preuzimanje dijela opterećenja kako bi se „cut and cover” konstrukcija dovela u stanje približno uravnoteženih horizontalnih pritisaka.
- Izvedba 3 reda pilota – oslonci za „cut and cover” konstrukciju.
- Izvedba svodova.
- Nasipavanje materijala na svodove – rezultira horizontalnim pritiscima prema van što rezultira djelomičnim uravnoteženjem horizontalnih pritisaka tla.
- Iskop ispod svodova.
- Izvedba donje AB ploče.
- Završno uređenje.



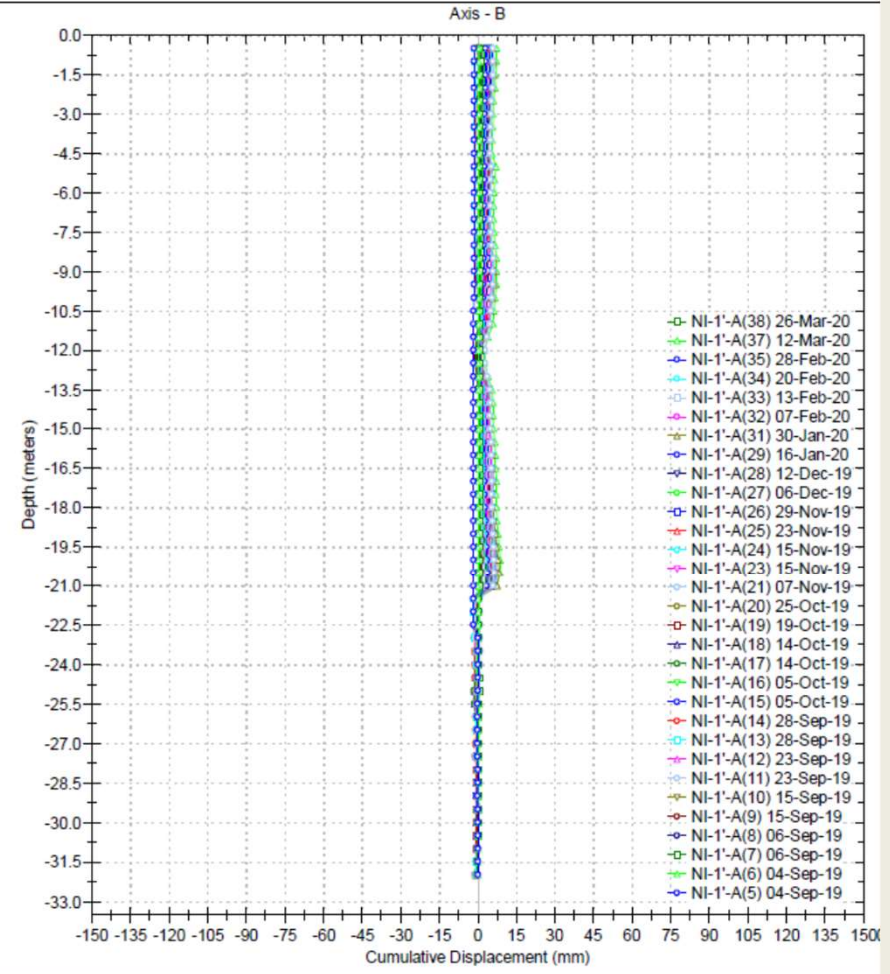
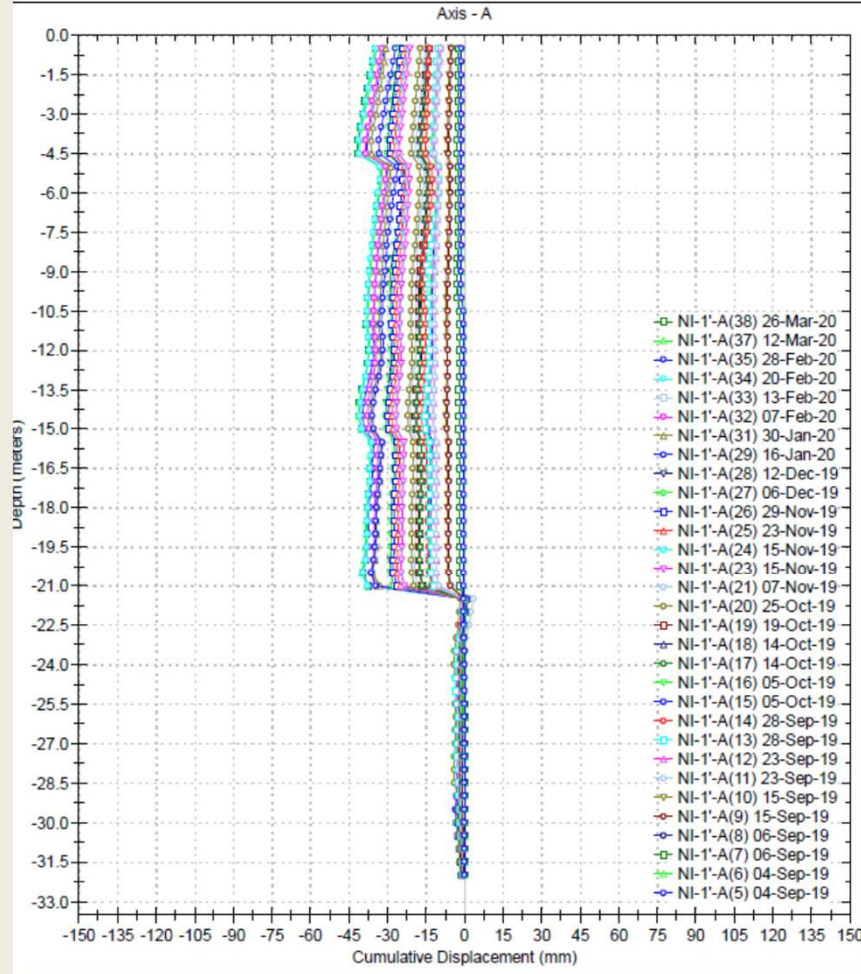






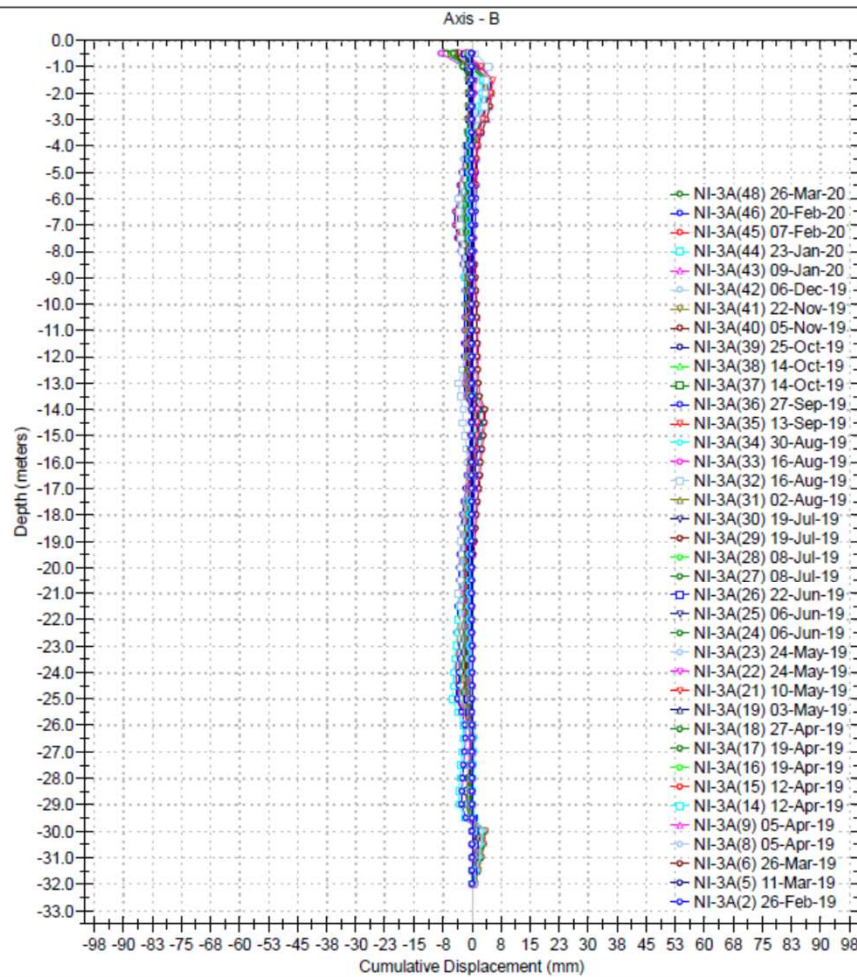
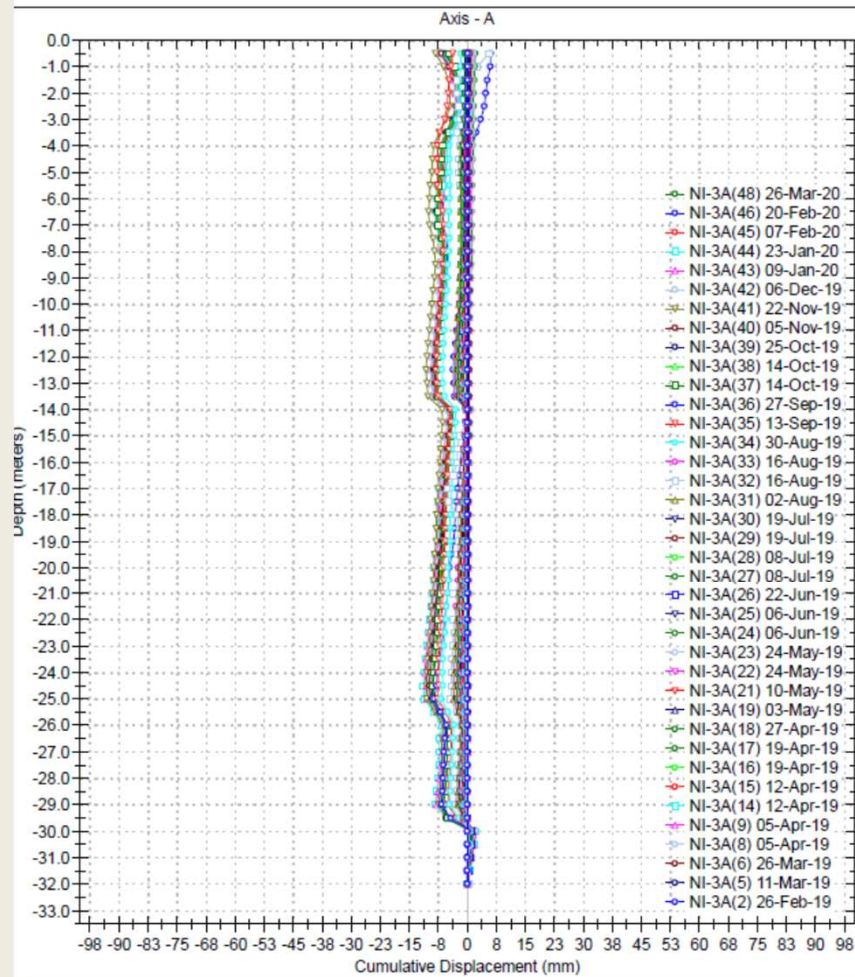
Borehole : NI-1'  
 Project : A  
 Location : sektor 6  
 Northing : st. 4+500,00km  
 Easting :  
 Collar :  
 x=6496021.9870  
 y=4895478.2170  
 z=493,57

Spiral Correction : N/A  
 Collar Elevation : 0.0 meters  
 Borehole Total Depth : 32.0 meters  
 A+ Groove Azimuth :  
 Base Reading : 2019 Sep 04 00:45  
 Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : NI-3  
 Project : A  
 Location : sektor 6  
 Northing : st.4+540,00km  
 Easting :  
 Collar :  
 x=6495998.8537  
 y=4895553.2066  
 z=510,87

Spiral Correction : N/A  
 Collar Elevation : 0.0 meters  
 Borehole Total Depth : 32.0 meters  
 A+ Groove Azimuth :  
 Base Reading : 2019 Feb 26 01:31  
 Applied Azimuth : 0.0 degrees













## 4.3. Vijadukt Babina Rijeka

- **Najviši vijadukt na Koridoru Vc, visine cca 120 m** od prepreke koju premoštava.
- Dužina lijevog vijadukta iznosi 597,28 m, a desnog 380,74 m. Centralni rasponi iznose 166,84 m i 163,17 m.
- Visina stupova lijevog vijadukta je 60,00 i 78,00 m, a desnog 59,36 i 77,30 m.
- Primijenjena tehnologija gradnje vijadukta je **slobodna konzolna gradnja**. Izvođač radova Strabag AG.
- Temeljenje na bunarima.
- **Nije bilo geotehničkih problema!**

















*Hvala na pažnji!*

