

PROBLEMATIKA IZRADE USJEKA NA AUTOPUTU KORIDORA Vc DIONICA VRANDUK - PONIRAK

Prof.dr. Ermedin Halilbegović, email: ehalilbegovic@yahoo.com

Internacionalni univerzitet Travnik

Mr.sci. Nadir Halilbegović, ing.građ., email: nadir_halilbegovic@live.com
FIVE EXTRA

Sažetak: U ovom radu se daje problematika izrade usjeka na autoputu koridora Vc dionica: Vranduk-Ponirak. Teren na ovoj dionici odlikuje se složenim strukturnim i tektonskim sastavom. U građi terena učestvuju flišni sedimenti koji su predstavljeni karbonatima i klastitima koji su jako naborani. Ukupna visina kosine iznosi cca 67,0m i predviđeno je da se izvede šest škarp i pet bermi. Visoko poremećene stijenske mase prisutne su na obje strane usjeka (bušotine NB5-4 i NB5-5), dok se bolje stijenske mase nalaze u blizini centra usjeka. Međutim, u ovim kvalitetnijim stijenskim evidentirane su pukotine sa tragovima kretanja stijena i rasjednim zonama s glinovitim mehkim materijalom ograničene (1-2m) ili šire debljine (3-6m). Analiza stabilnosti kosine je izvršena po centralnom profilu gdje imamo najveću geometriju nagiba. Numeričke analize provedene su korištenjem redoslijeda izgradnje i ugradnje potpornih mjera u fazama.

Ključne riječi: kosina, fliš, stijenske mase, profil, analiza stabilnosti

PROBLEMS OF MAKING A NOTCH ON THE HIGHWAY CORRIDOR Vc SECTION VRANDUK - PONIRAK

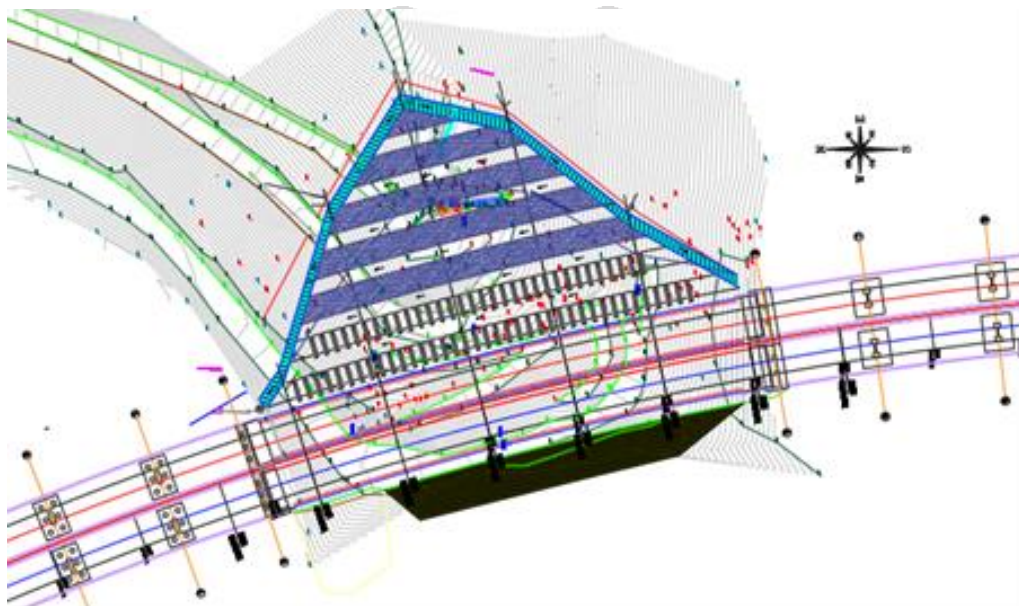
Abstract: This paper presents the issue of making a cut slope on the highway of the corridor Vc section: Vranduk-Ponirak. The terrain on this section is characterized by a complex structural and tectonic composition. Flysch sediments, which are represented by carbonates and clastic that are very folded, participate in the structure of the terrain. The total height of the slope is approximately 67.0 m and it is planned to build six scarps and five berms. Highly disturbed rock masses are present in both edges of the cut slopes (Boreholes NB5-4 and NB5-5), while better rock masses are found close to the center of the road cut. However, in these better quality rock masses there is evidence of fractured rock and in some cases of shear zones with clayey soft material of limited (1-2 m) or wider thickness (3-6 m). Slope stability analysis was performed on the central profile where we have the largest slope geometry. Numerical analyzes were performed using the order of construction and installation of support measures in phases.

Keywords: slope, flysch, rock masses, profile, stability analysis
JEL classification of work: L Industrial Organization

1. Uvod

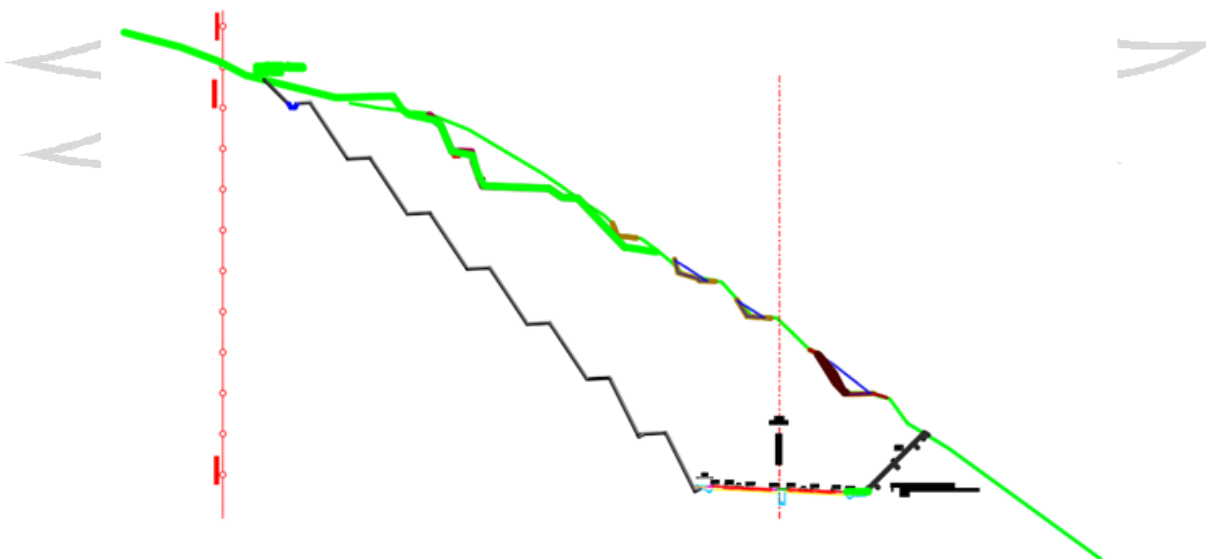
Na trasi koridora Vc - dionica Vranduk-Ponirak na stacionaži od km 3+387.50 do km 3+525.00 predviđena je izrada usjeka visine 67,0m. Na osnovu rezultata istražnih radova urađena je Misija G31 od strane Izvođačevog Konsultanta kojom je definisan geotehnički model i potencijalne vrste slomova. S obzirom na utvrđeno geološko stanje, koje je značajno nepovoljnije u odnosu na pretpostavljeno, pristupilo se izradi dopune glavnog projekta.

U okviru ovog dokumenta koji predstavlja dopunu projekta za fazu Glavnog/Izvedbenog projekta projektovane su potporne mjere kosina usjeka na Sektoru 5 kao dio Izvedbenog projekta dionice na osnovu svih dosadašnjih saznanja koja su protekla iz istražnih radova, laboratorijskih ispitivanja, terenskih obilazaka i inženjerskogeološkog kartiranja na otvornim usjecima. Predmetna lokacija nalazi se cca. 65 km sjeverozapadno od grada Sarajeva te cca. 15 km sjeverno od grada Zenice. Pomenuti Sektor 5 (P136-3 do P142) buduće poddionice autoceste projektovan je u usjeku koji prolazi kroz postojeći greben i pozicioniran je između dvije strme jaruge. Ovaj je usjek na sektoru 5 povezan sa ostatkom trase dvjema vijaduktima kojima se premoštavaju navedene jaruge, Vijadukt Crni Potok i Vijadukt Koprivna 1 (slika 1).



Slika1: Situacioni prikaz lokacije usjeka

S obzirom na visinski položaj trase na predmetnom sektoru, a koji je uslovljen obližnjim vijaduktima, na centralnom profilu (P 139) sektora 5 pojavljuje se zasijecanje na lijevoj projektnoj strani od cca 70m. Na ostalim profilima visina usijecanja prilično opada budući da su padine obližnjih jaruga strmijeg nagiba (slika 2).



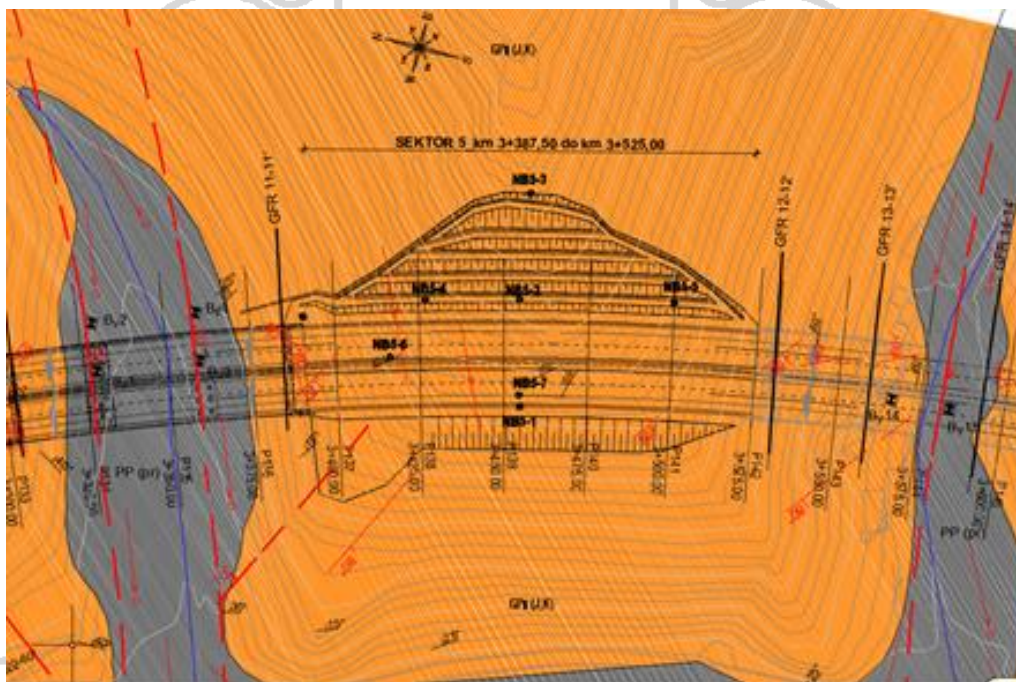
Slika 2. Centralni profil Sektora 5 (P 139)

Pomenuti greben kroz koji se vrši usijecanje trase sastoji se iz geoloških formacija izrazite heterogenosti, veoma tektoniziran i ispucao sa mnogobrojnim sistemima pukotina, varirajućim ravnima slojevitosti i borama. Na osnovu izvršenih iskopa u svrhu izrade pristupnih puteva na otvorenim usjecima uočeno je stanje koje je nepovoljnije u odnosu na rezultate istražnog bušenja koje je tačkaste prirode i ne može dati konačni prihvatljiv rezultat spoznaje geologije u ovakvim heterogenim i tektoniziranim sredinama.

2. Istražni radovi

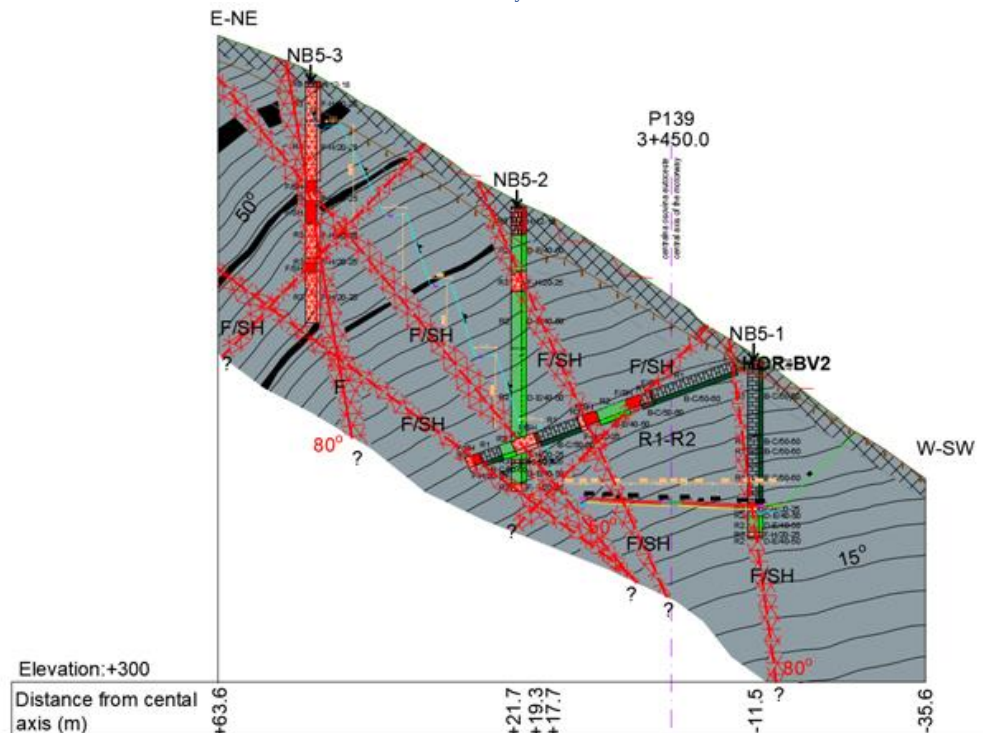
Prilikom izrade Glavnog projekta izvedene su istražne bušotine za obližnje vijadukte „Crni potok“ (bušotine Bv1-Bv4) i „Koprivna 1“ (bušotine Bv14-Bv15). Za poziciju samog usjeka između vijadukata u ovog fazi implementacije projekta nisu izvedene istražne bušotine. Također su po poprečnim profilima na pozicijama vijadukata izvršena geofizička sondiranja.

Za potrebe finalnog Izvedbenog projekta izvršene su dodatne istražne bušotine na lokaciji usjeka. Izvršeno je 5 vertikalnih istražnih bušotina (NB5-1 do NB5-5) i 2 kose bušotine (NB5-6 i NB5-7), a što je prikazano na slici 3.



Slika 3: Karta sa izvedenim istražnim bušotinama na usjeku Sektora 5

Na osnovu istražnog bušenja u prethodnim fazama istraživanja konstatovane su rasjedne zone u bušotinama te je na osnovu toga urađen karakterističan inženjerskogeološki profil po centralnoj osi usjeka koji je dat na slici 4. Površinska istrošena stijena je ograničene debljine (2-3m), a dublje stijenske jedinice R1 i R2 se susreću sa različitim pukotinskim zonama ograničene (1-2m) ili šire (3-6m) debljine, što je dokaz tektonskog poremećaja područja (slika 4).



Slika 4: Inženjersko-geološki podužni profil P 139

Ove zone nisu ograničene samo na površinu, već se mogu naći u dubini. Jako poremećene stijenske mase prisutne su u oba ugla usjeka (NB5-4, NB5-5 i NB5-6), dok se bolje stijenske mase nalaze u blizini centra usjeka. Međutim, u ovim kvalitetnijim stijenskim masama postoje tragovi pukotina i u nekim slučajevima smičućih zona s glinovitim mehkim materijalom.

3. Geotehnički model terena

S obzirom na veoma komplikovanu i heterogenu geološku građu navedene padine, te rizik koji sa sobom donosi duboko usijecanje trase u padinu, težilo se pojednostavljenju i inženjerski prihvatljivom pristupu modeliranja zaštite kosina usjeka. Geološki uslovi i geometrija problema daju mogućnost za nastankom generalno 3 vrste sloma:

- klizanje krečnjačkih blokova po subvertikalnim sistemima pukotina i ravnima slojevitosti ili njihovo ispadanje iz slabije klastične sredine, rasjeda ili tzv. “shear” zona,
- formiranje kliznih masa bliže liniji iskopa usjeka sa dubinom klizanja 5-20 m mjereno od površine zasijecanja kosine, a koje zapreminski obuhvaćaju dvije ili više etaža kosine.
- formiranje globalnog sloma (slom sa kliznom masom koja zahvata cijelu padinu) usljed značajnog rasterećenja uzrokovano dubokim iskopom.

U skladu sa gore pomenutim pretpostavkama izvršeni su geostatički proračuni stabilnosti i usvojeni proračunski parametri. Za određivanje parametara čvrstoće na smicanje korišten je software RocData (za bočno naprezanje koje odgovara dubini usjeka 60m) kako bi se pomoću Hoek-Brown-ovog kriterija dobila Mohr-Coulombova anvelopa sloma za izabrano područje naprezanja, odnosno kohezija i ugao unutrašnjeg trenja, a preko parametra MR modul deformabilnosti stijenske mase. Ulazni podaci (monoaksijalna čvrstoća, GSI indeks, parametri c, mi i MR) su dobiveni analizom i sintezom ranijih istraživanja i trenutnih kartiranja i opservacija na “svježe” otvorenim usjecima na lokaciji.

S obzirom na vrste stijenskih masa i njeno trenutno stanje degradacije uticaj faktora D nije uzet u obzir prilikom određivanja parametara kombinovanih sredina R1-R2 (za ovu sredinu u obzir uzet uticaj “razmekšanja” stijenske mase).

Geotehnička sredina R1-R2

Za sredinu R1-R2 korišteni su sljedeći ulazni podaci:

σ_{ci} (MPa)	GSIpoč; GSIres	m_i	MR
20	35 ; 21	8	400

Geotehnička sredina R3

U okviru ove sredine vršene su parametarske analize kako bi se ocijenio geotehnički rizik. Parametarske analize vršene su varirajući monoaksijalnu čvrstoću od min utvrđenog iznosa (PLT indeks $0,14 \approx \sigma_{ci}=1,8$ MPa, uz $K=13$) do maks. iznosa $\sigma_{ci}=15$ MPa. Za sredinu R3 korišteni su sljedeći ulazni podaci:

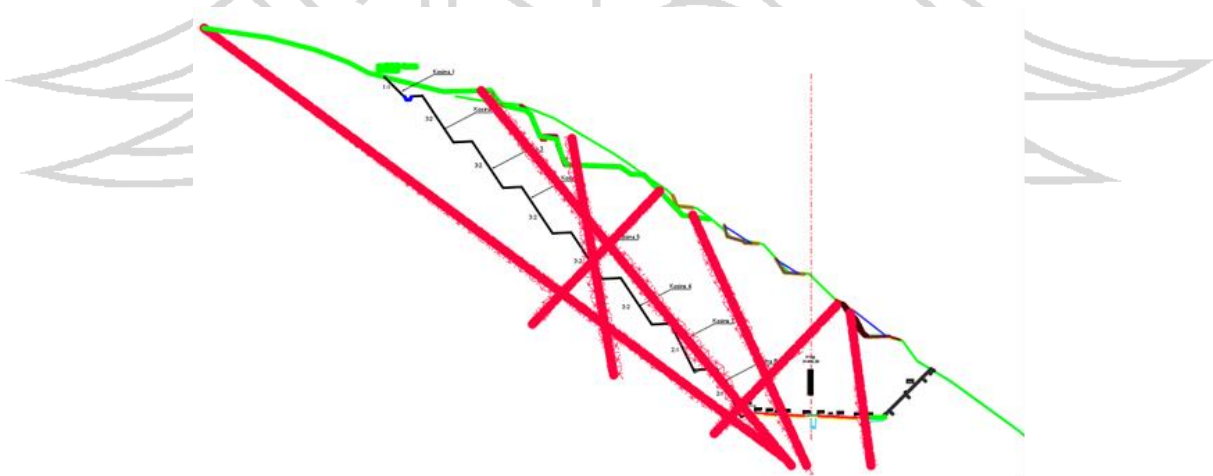
σ_{ci} (MPa)	GSI	m_i	MR
1,8-15	20-22	6	300

Izvršeni su proračuni stabilnosti dvjema metodama:

- MKE analiza programskim paketom Plaxis 2d 2020
- Analiza stabilnosti metodama granične ravnoteže

Za geostatičke proračune korištena su dva modela:

- Model za slom po “shear” zoni (zona za koju se pretpostavlja pružanje iza linije iskopa 3:2)
- Model za globalni slom koristeći jednu geotehničku sredinu sa parametrima iz analize za R3_15MPa



4. Zaključak

Trasa autoputa na predmetnoj lokaciji je položena u veoma kompleksnoj i heterogenoj geološkoj sredini tkz. flišnoj formaciji. Ovde imamo naizmjenično smjenjivanje mekih i tvrdih stijena. Ukupna visina kosine iznosi cca 67,0m i predviđeno je da se izvede šest škarpi i pet bermi. Analiza stabilnosti kosine je izvršena po centralnom profilu gdje imamo najveću geometriju nagiba. Numeričke analize provedene su korištenjem redoslijeda izgradnje i ugradnje potpornih mjera u fazama.

Literatura

- [1] Knjiga C2010 Geotehnički istražni radovi/Misija G21, Izvještaj o izvršenim geotehničkim ispitivanjima, dionica: Sjeverna administrativna granica općine Zenica (Nemila) – Zenica Sjever (Donja Gračanica), poddionica 2: Vranduk-Ponirak (st km 0+000.00 - km 5+309.30) Integra d.o.o. Mostar, 07/2017.
- [2] Knjiga C2020 Geotehnički istražni radovi/Misija G21, Inženjerskogeološki i hidrogeološki istražni radovi, dionica: Sjeverna administrativna granica općine Zenica (Nemila) – Zenica Sjever (Donja Gračanica), poddionica 2: Vranduk-Ponirak (st km 0+000.00 - km 5+309.30) Integra d.o.o. Mostar, 07/2017.
- [3] Knjiga C2030 Geotehnički projekt/Misija G21 glavne trase i objekata na tras,i dionica: Sjeverna administrativna granica općine Zenica (Nemila) – Zenica Sjever (Donja Gračanica), poddionica 2: Vranduk-Ponirak (st km 0+000.00 - km 5+309.30) Integra d.o.o. Mostar, 07/2017.
- [4] Misija G31: Geotehnička izvedbena studija (Sektor 5, glavna trasa P137-P142), Geokonzalting d.o.o. Sarajevo 04/2020