ZAŠTITA KOSINE NA PRISTUPNOM PUTU VE MESIHOVINA

Stručni rad/Professional paper
Primljen/Received: 12. 10. 2018.
Prihvaćen/Accepted: 21. 11. 2018.

prof.dr.sc.**Maja Prskalo**, dipl.ing.građ.
Niko Tomić, mag.građ.

Sažetak: U radu je izvršen proračun stabilnosti i zaštite kosina na dionici pristupnog puta VE Mesihovina. Proračun je rađen u programu Geostudio (Geo-Slope International Ltd. Calgary, Kanada), uz usvajanje metode Spencera. Nakon izračuna usvojen je tip zaštite koji se koristi u cilju zašite kosina od lokalnih utjecaja.

Ključne riječi: stabilnost kosina, tip zaštite, usjeci.

SLOPE PROTECTION ON WF MESIHOVINA ACCESS ROAD

Abstract: In the paper, calculation of stability and protection of slopes on a section of the WF Mesihovina access road was performed. The calculation was carried out in the software Geostudio (Geo-Slope International Ltd. Calgary, Canada) with adoption of the Spencer method. After the calculation, the type of protection that is used for protection of slopes from local effects was adopted.

Key words: slope stability, type of protection, cuts.

1. UVOD

Globalnu stabilnost kosina, zajedno s postojećim ili planiranim konstrukcijama u utjecajnom području, treba ispitati s analizama stabilnosti ili sa analizama vjerojatnosti rušenja prema jednoj od priznatih metoda i to:
- u tlu s:
    - analitičkim računima za pretpostavljene klizne plohe jednostavnih oblika (ravna, kružna, logaritamski oblik klizne plohe) u homogenim površinama,
    - numeričkim računima prema metodama za pretpostavljene klizne plohe kružne, odsjecima ravne ili kompleksnijih oblika, (metode Bishopa, Janbua, Morgensterna i Price-a, Spencera, Sarma....)
    - numeričkim računima prema diferencijalnoj metodi.
- u kamenim materijalima (uz smislenu upotrebu gornjih metoda) i s
    - grafičkim analizama (npr. Marklandov test),
    - 2D i 3D analizama klizanja bloka ili klina kamenine,
    - numeričkim analizama prema metodi odvojenih elemenata (distinct element method),
    - metodama klasificiranja kosina (n.pr. SMR – Slope Mass Rating).

Kružna površina rušenje može se koristiti za analizu padina od relativno homogenih i izotropnih materijala. U slučajevima kada može doći do klizanja uzduž kontakta dva različita sloja površine, ili uzduž izrazito lošeg sloja površine, isključna upotreba kružnih kliznih površina za analizu stabilnosti nije prihvatljiva.

Kod odabira računske metode treba uvažavati
- slojevitost površina,
- prisutnost i kut upadanja diskontinuiteta,
- cijeđenje i raspoređivanje tlakova kapilarne vode,
- da li razmatramo kratkoročnu ili dugoročnu stabilnost,
- puzanje zbog visoke razine posmičnih naprezanja,
- vrstu rušenja (kružna ili proizvoljna ploha za rušenje; prevrtanje; tečenje).

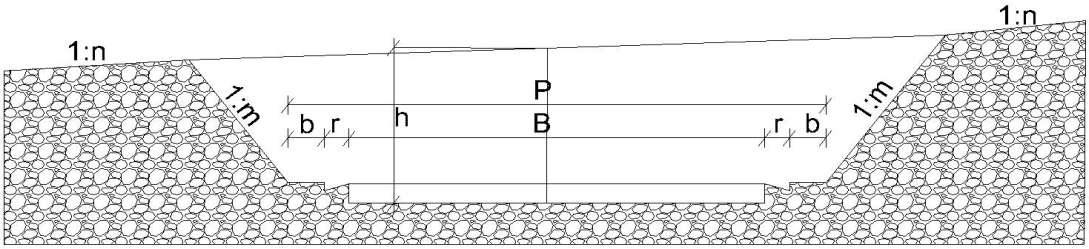
Kod analize globalne stabilnosti površina, u zemljanim ili kamenim materijalima, treba uvažavati sve moguće oblike i načine rušenja.
Kod analize stabilnosti moraju se koristiti djelomični umnošci sigurnosti prema principu metode graničnih stanja i to za:
- efektivni kut smicanja γ_{φ} =1,25
- efektivnu koheziju γ_c =1,25
- nedreniranu čvrstoću smicanja γ_{cu} =1,40
- jednoosnu tlačnu čvrstoću γ_{qu} =1,40
- vlastitu težinu površine γ_{γ} =1,00
- stalno opterećenje na površini površine γ_G =1,35
- povremeno opterećenje na površini površine γ_Q =1,50
- metodu analize γ_M =1,00 (odnosno prema izboru korisnika).

2. OSIGURANJE STABILNOSTI KOSINA S KONSTRUKCIJSKIM MJERAMA

Potencijalno nestabilnim padinama je moguće osigurati odgovarajuću sigurnost s (2):
- promjenom geometrije padine,
- vegetacijskom zaštitom (pretežno kao zaštita protiv erozije),
- drenažnim sustavima,
- konstrukcijama za podupiranje, kao što su kameni blokovi i gabioni od žičane mreže ili geotekstila,
- zemljanim ili kamenim štapnim sidrima,
- armiranjem zemlje,
- betonskom ili armiranobetonskim potporom ili potpornom konstrukcijom sa sidrima ili bez njih,
- kombinacijom svih gore navedenih mjera.

2.1. Usjek

Usjek predstavlja dio trupa prometnice koji se formira iskopom postojećeg terena, odnosno njegovim usijecanjem.



Slika 1. Usjek

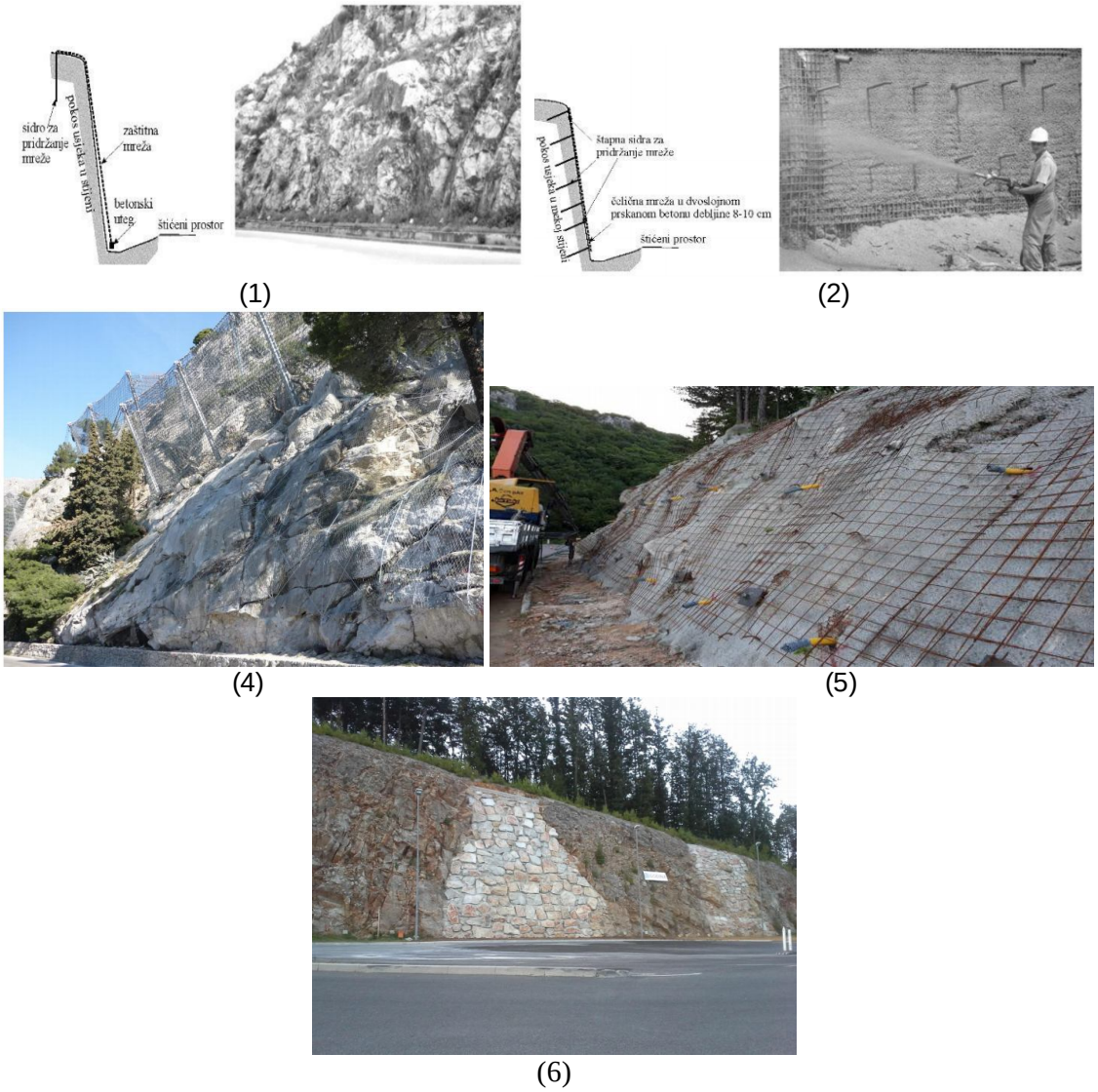
gdje su:
1 : n – nagib terena ;
1: m – nagib kosine usjeka ;
h – visina usjeka ;
P - širina podtla P = B + 2 r + 2 b ;
B – širina kolovoza ;
r – širina rigola ;
b – širina berme.

Geotehničkim projektom rješava se pitanje globalne stabilnosti i to odabirom stabilnih pokosa i definiranjem zaštite pokosa za pojedine vrste nestabilnosti. Odabrani nagibi pokosa moraju zadovoljiti globalnu stabilnost na većem dijelu zasijecanja, a lokalne pojave nestabilnosti rješavaju se primjenom zaštite pokosa. Primjenom zaštite pokosa rješava se i problem erozijske nestabilnosti. Da bi globalna stabilnost bila zadovoljena tehnologija iskopa treba biti takva da minimalno poremećuje strukturu. Za usjeke koji se izvode u stijeni može se očekivati da će se tijekom izvođenja, pojavljivati određeni problemi stabilnosti pokosa. Očekuju se globalne nestabilnosti na ograničenim potezima u oslabljenim i zdrobljenim zonama osnovne stijene, vezano uz rasjede. Tu se očekuje veća prisutnost gline u pukotinama, odroni i ispadanje pojedinih blokova. Geotehničkom projektom definirane su

sistematske mjere zaštite usjeka, i definirani su tipovi zašite usjeka od lokalnih nestabilnosti. Ova zaštita određuje se neposredno na terenu, u fazi izvođenja radova, primjenom definiranih tipskih rješenja uz suradnju geotehničkog i projektantskog nadzora.

3. TIPOVI ZAŠTITE

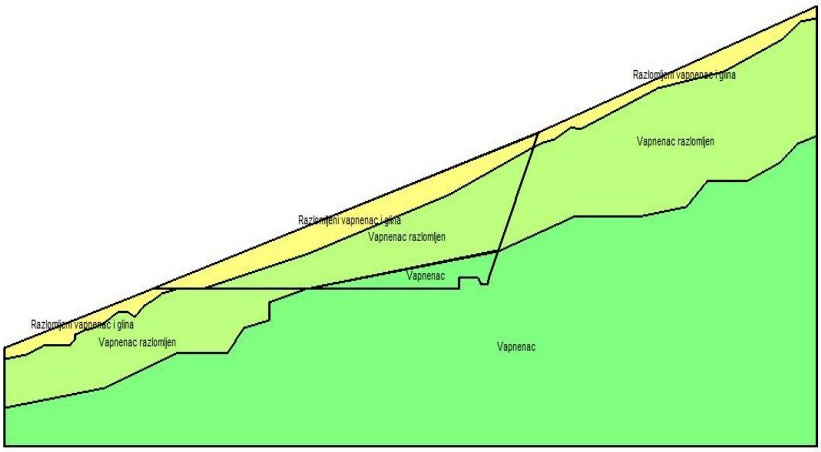
U cilju zašite kosina od lokalnih utjecaja predviđeni su sljedeći tipovi zaštite:
TIP 1 - zaštita pokosa primjenom mreža.
TIP 2 - zaštita pokosa mlaznim betonom.
TIP 3 - zaštita pokosa učvršćivanjem pojedinih blokova sidrima.
TIP 4 - zaštita pokosa mrežom, sidrima i čeličnim sajlama.
TIP 5 - zaštita pokosa primjenom mlaznog betona, sidra i armaturnih mreža.
TIP 6 - zaštita pokosa ispunom lomljenim kamenom i obradom lica pokosa zidanjem kamenom u betonu.



Slika 2. Tipovi zaštite pokosa

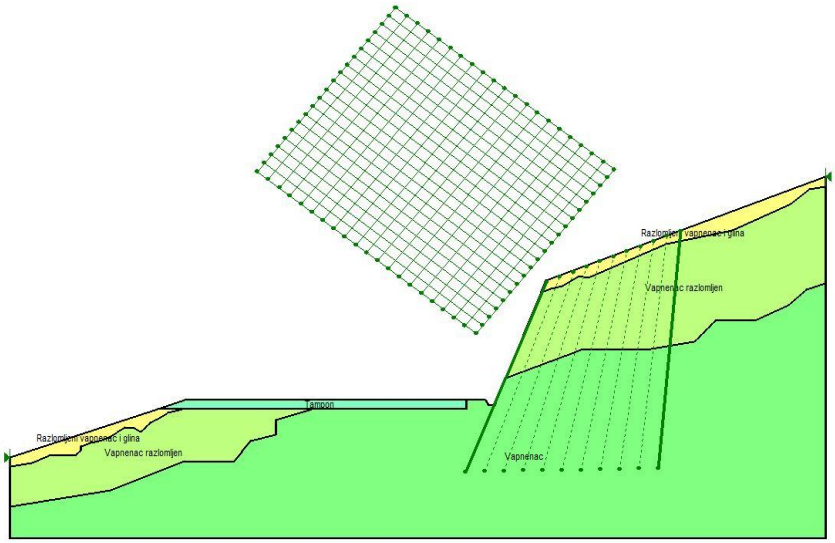
3.1. Profil prometnice broj 12, 9+075m -usvajanje tipa zaštite pokosa

Proračunski profil napravljen je na osnovu ulaznih podataka prikupljenih na terenu (6). Na profilu broj 12. 9+075 (6) je usjek koji se usijeca u padinu sa desne strane u visini 3,85m, dok s lijeve strane nema usjeka. Na predmetnom dijelu prometnice usjek je projektiran s nagibom 3:1. Na području predmetnog usjeka stijena je većim dijelom vidljiva na površini, a osnovna stijena je vapnenac. Na predmetnom potezu napravljeno je inženjersko-geološko kartiranje. Prema prikupljenim podacima dobiveni su podaci od čvrstoće tla, kohezije i kutu ϕ koji su korišteni u proračunu. Na narednoj slici prikazan je presjek tla na kojem se treba napraviti usjek.

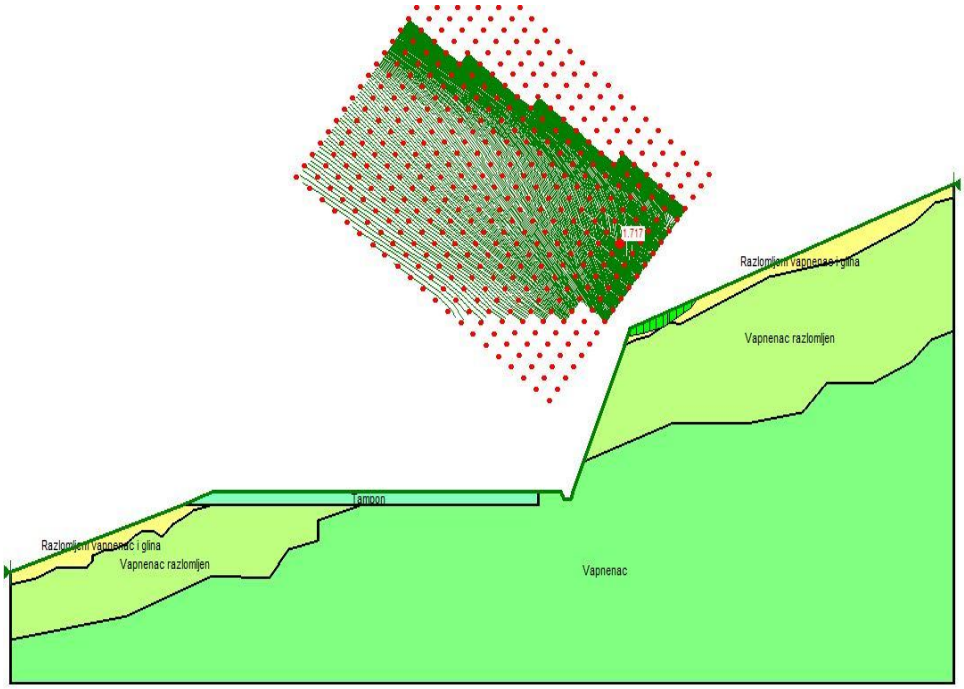


Slika 3. Presjek slojeva tla

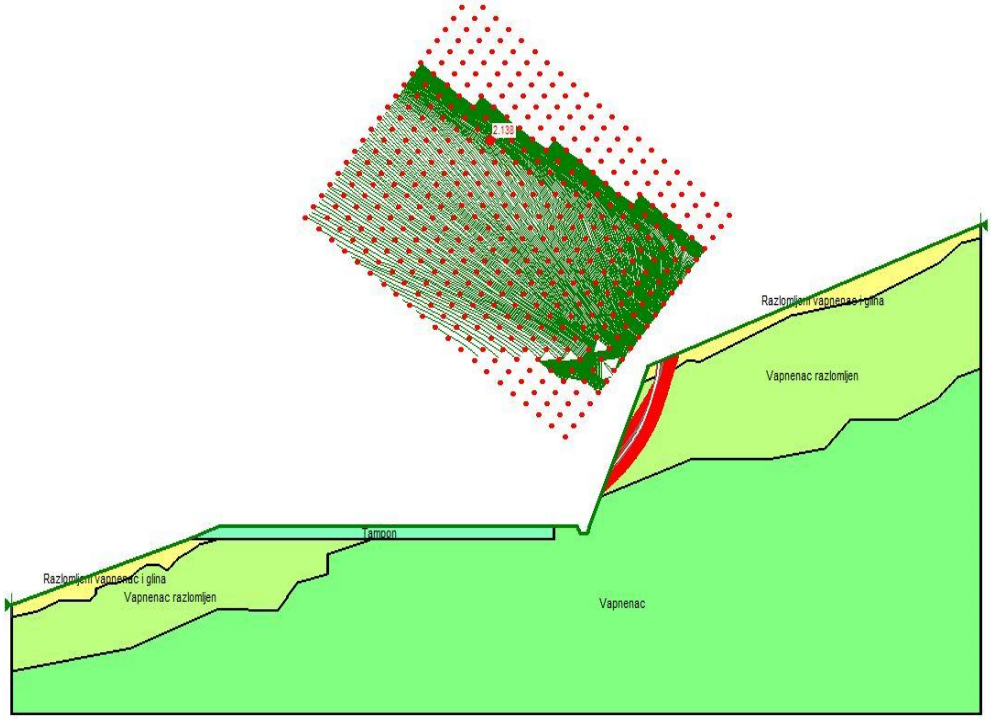
Model za račun stabilnosti prikazan je na slici u nastavku.



Slika 4. Model za proračun



Slika 5. Usjek lokalno



Slika 6. Usjek globalno

Rezultati proračuna stabilnosti pokosa usjeka po Eurokodu 7 pokazuju minimalni faktor sigurnosti: F_{YM}=1,717 (lokalno) i F_{YM}=2,138 (globalno) što je veće od parcijalnog koeficijenta za čvrstoću tla za drenirane uvijete Y_M=1,25.

Zaštita usjeka u stijeni bitno ovisi o kvaliteti izvođenja miniranja i čišćenja pokosa nakon miniranja. Stvarne površine koje treba štititi odredit će se u fazi radova tijekom iskopa, kroz geotehnički nadzor.

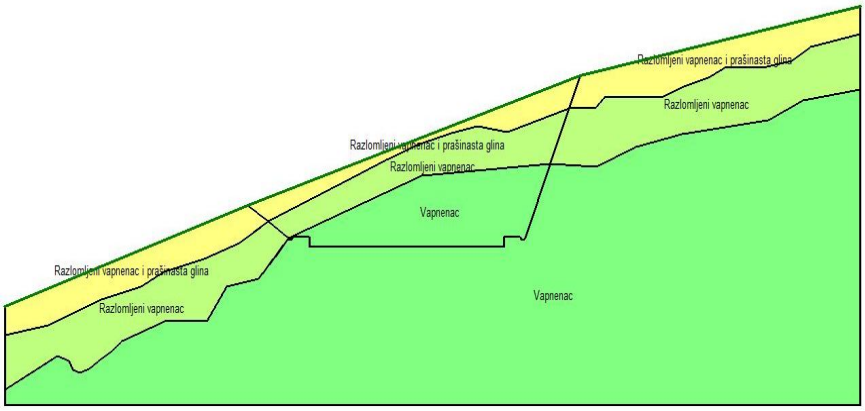
Za ovaj usjek usvojen je TIP ZAŠTITE 1.
TIP 1 – to je zaštita pokosa primjenom mreža (Smjernice za projektiranje, građenje, održavanje i nadzor na putovima, knjiga II: građenje, Dio 2: Posebni tehnički uvjeti, točka 2.2.2.5.). (8). To je uobičajena zaštita pokosa u stijenskim pokosima, koja sprečava padanje sitnog kamenja na prometnicu. Uslijed atmosferskih utjecaja, a pogotovo zbog ciklusa smrzavanja i odmrzavanja neminovno dolazi vremenom do erozije na pokosu. Mreže sprečavaju da odlomci stijene padaju na prometnicu.

3.2. Profil prometnice broj 19, 14+450m -usvajanje tipa zaštite pokosa

Proračunski profil proveden je i na karakterističnom profilu, broj 19, stacionaža 14+450,(6) pristupne ceste na osnovu IG kartiranja i inženjersko geološkog modela terena. Svi računi se provode programom Geostudio (Geo-Slope International Ltd. Calgary, Kanada) uz usvajanje metode Spencera.

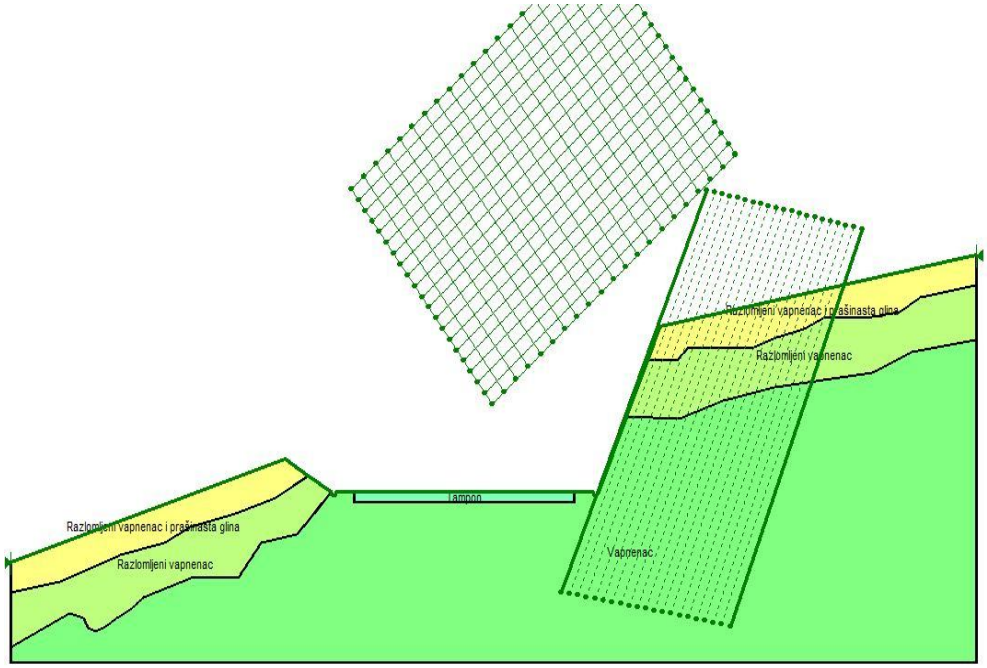
Proračunski profil napravljen je na osnovu ulaznih podataka prikupljenih na terenu. Na profilu broj 19. 14+450 (6) je usjek koji se usijeca u padinu sa desne strane u visini 5,05m, dok je i s lijeve strane usjek visine 1,65m. Na predmetnom dijelu prometnice usjek je projektiran s nagibom 3:1. Na području predmetnog usjeka stijena je većim dijelom vidljiva na površini, a osnovna stijena je vapnenac. Na predmetnom potezu napravljeno je inženjersko-geološko kartiranje. Prema prikupljenim podacima dobiveni su podaci od čvrstoće tla, kohezije i kutu ϕ koji su korišteni u proračunu.

Na narednoj slici prikazan je presjek tla na kojem se treba napraviti usjek.

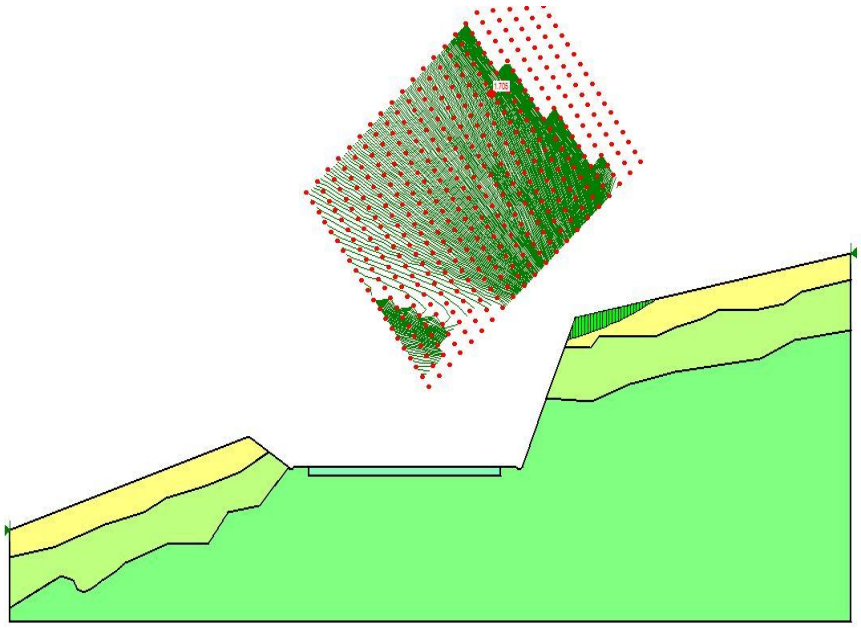


Slika 7. Presjek slojeva tla

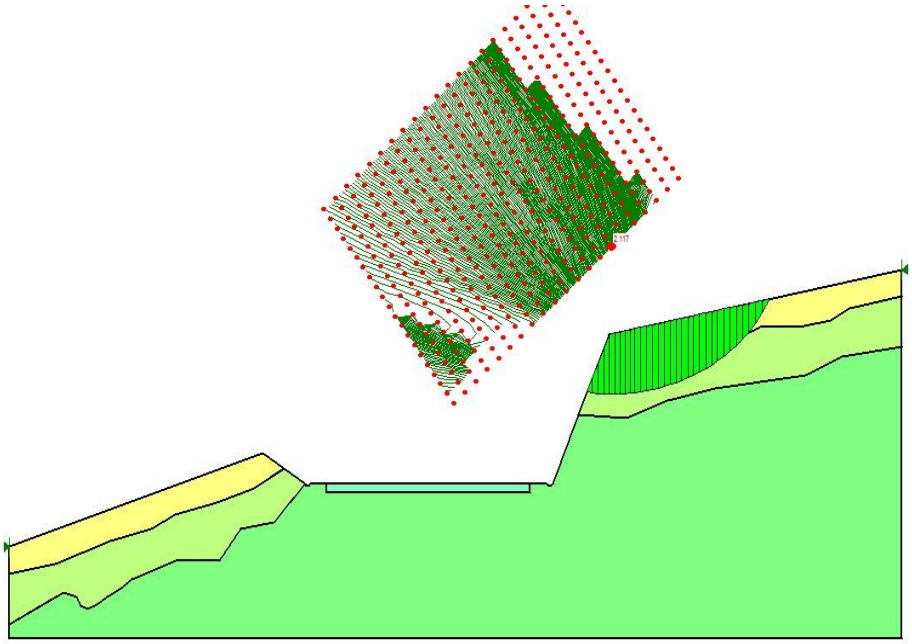
Model za račun stabilnosti prikazan je na slici u nastavku.



Slika 8. Model za proračun



Slika 9. Usjek lokalno



Slika 10. Usjek globalno

Rezultati proračuna stabilnosti pokosa usjeka po Eurokodu 7 pokazuju minimalni faktor sigurnosti F_{YM}=1,705 (lokalno) i F_{YM}=2,117 (globalno) što je veće od parcijalnog koeficijenta za čvrstoću tla za drenirane uvijete Y_M=1,25.
Za ovaj usjek usvojen je TIP ZAŠTITE 2.
TIP 2 – to je zaštita pokosa primjenom mreža i mlaznog betona (Smjernice za projektiranje, građenje, održavanje i nadzor na putovima, knjiga II: građenje, Dio 2: Posebni tehnički uvjeti, točka 2.2.2.5.).(8) Ovaj rad obuhvaća zaštitu pokosa od kamenih materijala podložnih površinskoj eroziji od djelovanja klimatskih ili mehaničkih utjecaja, odnosno gdje su stijene podložne jačem raspadanju te gdje postoje slojevi gline ili glinena gnijezda. Zaštita pokosa mlaznim betonom primjenjuje se na mjestima gdje se očekuje jača erozija na pokosima. Određivanje pozicija primjene zaštite TIP 2 obavlja se tijekom iskopa usjeka, putem geotehničkog nadzora. Nakon iskopa određene radne etaže postavlja se mreža kao kod zaštite TIP 1 i preko mreža se izvodi zaštitni sloj od mlaznog betona debljine 3-5 cm. Da bi se spriječilo stvaranje hidrostatskog tlaka između stijenske mase i mlaznog betona, predviđeno je izvođenje kratkih drenova (barbakana) duljine 3,0 m. Bušeni drenovi izvode se na rasteru 2x2 m.

4. ZAKLJUČAK

Zaštita kosina jedan je od najvažnijih dijelova projekta prilikom izrade prometnica. Na dva karakteristična primjera usjeka na dionici pristupne ceste VE Mesihovina obrađena su dva tipa zaštite. Proračunski profili provedeni su na profilima 12 i 19, (1) u programu Geostudio (Geo-Slope International Ltd. Calgary, Kanada) uz usvajanje metode Spencera. Za lokacije karakterističnih profila 12 i 19 pristupne ceste, na osnovu IG kartiranja inženjersko geološki model terena je predstavljen uz izdvajanje zasebne cjeline. Na ovom primjeru

pokazana su projektna rješenja i dobiveni faktori sigurnosti na temelju čega su dane smjernice na koji način se rade zaštite, za koji tip i u kojem nagibu.

LITERATURA

1. A.S.Nossan, Geotehničko inženjerstvo, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. E. Nonveiler, Mehanika tla i temeljenje građevina, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
3. M. Selimović, Mehanika tla i temeljenje I dio, Građevinski fakultet Mostar
4. Tanja Roje-Bonacci, Potporne građevine i građevne jame, Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split 2005
6. IGH Mostar, Geotehnička i geofizička ispitivanja za VE Mesihovina
7. IGH Mostar, Geotehnički elaborat G21 za VE Mesihovina
8. Smjernice za projektiranje, građenje, održavanje i nadzor na putevima, Knjiga I: projektiranje dio 1: projektiranje putova, poglavlje 2: inženjersko-geološka i geotehnička istraživanja i ispitivanja, Sarajevo/Banja Luka, 2005.
9. Smjernice za projektiranje, građenje,održavanje i nadzor na putovima, knjiga I: projektiranje dio I: projektiranje puteva, poglavlje 7: konstruktivni elementi puta, Sarajevo/Banja Luka, 2005.
10. Smjernice za projektiranje, građenje,održavanje i nadzor na putovima, knjiga II: građenje, Dio 2: Posebni tehnički uvjeti, Sarajevo/Banja Luka, 2005.
11. Primjenjeni tipovi zaštite pokosa usjeka pri izgradnji Autoceste na koridoru Vc, poddionica Zvirovići-Kravice, Glavni geotehnički projekt glavne trase,čvorišta i prometnica uz trasu, Institut IGH d.d