

# Стабилизација косине приступног пута површинског копа ћерамиде

Владимир Чебашек, Вељко Рупар, Јелена Мајсторовић Нецковић, Драгана Нишић, Урош Пантелић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Стабилизација косине приступног пута површинског копа ћерамиде | Владимир Чебашек, Вељко Рупар, Јелена Мајсторовић Нецковић, Драгана Нишић, Урош Пантелић | XVI међународна конференција ОМЦ 2024, Златибор, 9-12. октобар 2024. | 2024 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009251>



# XVI međunarodna rudarska konferencija 16th International Mining Conference



# OMC 2024



## ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS



Zlatibor, 9-12. oktobar  
Zlatibor, 9-12th October





**XVI MEĐUNARODNA RUDARSKA  
KONFERENCIJA  
OMC 2024**

**Zlatibor, 9-12. oktobar 2024.**

**16<sup>th</sup> INTERNATIONAL MINING CONFERENCE  
OMC 2024**

**Zlatibor, 9-12th October 2024**

**ZBORNIK RADOVA  
PROCEEDINGS**

**XVI MEĐUNARODNA RUDARSKA KONFERENCIJA OMC 2024**

**ZBORNİK RADOVA**

**16<sup>th</sup> INTERNATIONAL MINING CONFERENCE OMC 2024**

**PROCEEDINGS**

**Izdavač/Publisher**

Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju

**Urednik/Editor**

Prof. dr Vladimir Pavlović

**Tehnička priprema/Technical preparation**

Natalija Pavlović

Luka Crnogorac

**Grafičko rešenje korica/Graphic design**

Katarina Urošević

Jeremija Baralić

© Sva prava zadržava izdavač

ISBN-978-86-83497-31-7



**XVI MEĐUNARODNA RUDARSKA KONFERENCIJA  
OMC 2024**

**16th INTERNATIONAL MINING CONFERENCE  
OMC 2024**

**ORGANIZATORI/ORGANIZERS**

Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju  
Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije  
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

**MEĐUNARODNI NAUČNI ODBOR**

Prof. dr Vladimir Pavlović (Srbija)  
Prof. dr Carsten Drebenstedt (Nemačka)  
Prof. dr Božo Kolonja (Srbija)  
Prof. dr Michael Karmis (SAD)  
Prof. dr Dragan Ignjatović (Srbija)  
Prof. dr Michael Galetakis (Grčka)  
Prof. dr Nikola Lilić (Srbija)  
Prof. dr Maria Lazar (Rumunija)  
Prof. dr Vladislav Kecojević (SAD)  
Prof. dr Tomislav Šubaranović (Srbija)  
Prof. dr Pavol Rybar (Slovačka)  
Prof. dr Kremena Dedelyanova (Bugarska)  
Prof. dr Monika Hardygora (Poljska)  
Prof. dr Zoran Panov (Severna Makedonija)  
Prof. dr George Panagiotou (Grčka)  
Dr Larry Thomas (Velika Britanija)  
Dr Cvjetko Stojanović (BIH, Republika Srpska)  
Prof. dr Christos Roumpos (Grčka)

Zlatibor, 9-12. oktobar 2024.





# XVI međunarodna rudarska konferencija

# OMC 2024

SPONZORI:



Embassy of the Czech Republic



VEDIR IMPEX  
Tradicija · Kvalitet · Pouzdanost



A.P. SIDRO DOO  
PREDUZEĆE ZA TRGOVINU, PROIZVODNJU I USLUGE

SKALA



flipping  
frp

ZLATIBOR, HOTEL PALISAD  
9-12. OKTOBAR 2024.



# SADRŽAJ

<b>PRIMENA SCADA SISTEMA U PROCESU DUBINSKOG ODVODNJAVANJA NA POVRŠINSKOM KOPU DRMNO</b> .....	<b>4</b>
<i>Adamović T., Andrić A.</i>	
<b>ZAHTEVI I KARAKTERISTIKE ELEKTRIČNIH POTROŠAČA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA</b> .....	<b>10</b>
<i>Aleksandrović S., Jovančić P., Jeftenić I.</i>	
<b>PROCENA NAFTNO-GASNOG POTENCIJALA I KVALITETA ULJNIH ŠEJLOVA ALEKSINCA</b> .....	<b>15</b>
<i>Aleksić N.</i>	
<b>PRIMENA HEURISTIKE PRILIKOM DONOŠENJA ODLUKE U IZBORU METODE OTKOPAVANJA PODZEMNIH RUDNIKA</b> .....	<b>22</b>
<i>Bajić S., Bajić D., Gluščević B., Gaćina R., Išek J.</i>	
<b>POST MINING ACTIVITIES IN TURKEY: A CASE STUDY FOR COAL MINES</b> .....	<b>27</b>
<i>Bilen M., Özarслан A.</i>	
<b>PRELAZAK EKSPLOATACIJE UGLJA NA LEŽIŠTE OSTRUŽNJA I UTICAJ KVALITETA UGLJA NA RAD KOTLA TERMOELEKTRANE STANARI</b> .....	<b>38</b>
<i>Blagojević T., Lukić M., Đurović M.</i>	
<b>OTVARANJE POVRŠINSKOG KOPA OSTRUŽNJA U JUŽNOM DELU STANARSKOG BASENA</b> .....	<b>47</b>
<i>Božić B., Vasić R., Basrak M., Rašović L.</i>	
<b>STABILIZACIJA KOSINE PRISTUPNOG PUTA POVRŠINSKOG KOPA ĆERAMIDE</b> .....	<b>53</b>
<i>Čebašek V., Rupar V., Majstorović Necković J., Nišić D., Pantelić U.</i>	
<b>BEZBEDNOSNA RASTOJANJA U JAMSKIM MAGACINIMA EKSPLOZIVA U DOMAĆOJ I MEĐUNARODNOJ PRAKSI</b> .....	<b>67</b>
<i>Crnogorac L., Popović O., Jovičić T., Lapčević V.</i>	
<b>DIGITALIZACIJA U RUDARSTVU: KREIRANJE SISTEMA ZA EFIKASNO POSLOVNO IZVEŠTAVANJE</b> .....	<b>75</b>
<i>Đenadić S., Mirković A., Rupar V.</i>	
<b>UNFC - АЛАТ ЗА КЛАСИФИКАЦИЈУ РЕСУРСА</b> .....	<b>84</b>
<i>Ђогић Ј., Касалица В., Тахов В., Мијатовић П., Кокот Ј.</i>	
<b>UKLUČENJE BTO SISTEMA U OTKOPAVANJE OTKRIVKE NA POVRŠINSKOM KOPU KOP 3</b> .....	<b>89</b>
<i>Đurović M., Đermanović S.</i>	
<b>MOGUĆNOSTI UPOTREBE BESPILOTNIH LETELICA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI SA OSVRTOM NA MONITORING KLIZIŠTA</b> .....	<b>94</b>
<i>Džigumović J., Božić B., Lončar S.</i>	
<b>ANALIZA OBRAZOVNOG SISTEMA I KADROVSKOG POTENCIJALA REPUBLIKE SRBIJE U OBLASTI RUDARSTVA I GEOLOGIJE</b> .....	<b>100</b>
<i>Ignjatović D., Đenadić S., Jovančić P., Miletić F., Mitrović J.</i>	
<b>SAVREMENE TENDENCIJE UPRAVLJANJA MINERALNIM RESURSIMA U SVETU I STANJE U REPUBLICI SRBIJI</b> .....	<b>110</b>
<i>Ignjatović D., Pavlović V.</i>	
<b>STANJE I PERSPEKTIVE DISKONTINUALNIH SISTEMA EKSPLOATACIJE UGLJA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA RUDARSKOG BASENA KOLUBARA</b> .....	<b>117</b>
<i>Jevtić M., Lazić M., Miletić F.</i>	



<b>IDEJNO REŠENJE PODVODNE EKSPLOATACIJE UGLJA I PRATEĆIH SEDIMENATA U I FAZI RADA RUDNIKA NOVI KOVIN.....</b>	<b>127</b>
<i>Jovanović B., Kostović N., Milošević D., Praštalo Ž.</i>	
<b>MECHANICAL FEATURES OF SAND-REINFORCED CEMENT-BASED FILLS UTILIZING DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES .....</b>	<b>135</b>
<i>Kasap T., Yilmaz E., Sari M., Keskin T.</i>	
<b>MECHANICAL AND MICROSTRUCTURE ANALYSES OF CEMENTED PASTE BACKFILL PREPARED WITH MIXING WATERS OF DIFFERENT PH VALUES.....</b>	<b>147</b>
<i>Keskin T., Yilmaz E., Kasap T., Sari M.</i>	
<b>ANALIZA DELOVANJA VAZDUŠNIH UDARA NASTALIH KAO POSLEDICA MINIRANJA NA KREČNJAKU.....</b>	<b>158</b>
<i>Lutovac S., Gligorić M., Majstorović J.</i>	
<b>OSNOVNI PRINCIPI ZAŠTITE ZEMLJIŠTA I TRENUTNI MODELI REKULTIVACIJE SJEVERNOG DIJELA LEŽIŠTA UGLJENOG BASENA STANARI.....</b>	<b>166</b>
<i>Malić N., Lončar S., Božić B.</i>	
<b>NAVIGACIJA BUDUĆNOSTI: POSLOVNI RIZICI I PRILIKE U RUDARSKOJ INDUSTRIJI .....</b>	<b>172</b>
<i>Marković P., Stevanović D., Banković M., Lazić V.</i>	
<b>ULOGA GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI.....</b>	<b>184</b>
<i>Milošević D., Jovanović B., Janković S., Polavder S.</i>	
<b>EXTRACTION OF AU, CU, PB, NI, ZN BY HYPERACCUMULATOR PLANTS AS PART OF PHYTOMINING PROCESSES .....</b>	<b>188</b>
<i>Miteva I., Dedelyanova K.</i>	
<b>РЕКОНСТРУКЦИЈА ТРАНСПОРТНЕ ЛИНИЈЕ ЗА ОДВОЗ УГЉА НА ПОВРШИНСКОМ КОПУ ДРМНО У 2023. ГОДИНИ .....</b>	<b>192</b>
<i>Несторовић Т., Тодоровић Ф.</i>	
<b>KLIMATSKE PROMENE I POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA .....</b>	<b>200</b>
<i>Pavlović N., Šubaranović T., Ignjatović J., Pavlović V.</i>	
<b>MODEL UPRAVLJANJA EKOLOŠKIM RIZICIMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE .....</b>	<b>204</b>
<i>Pavlović N.</i>	
<b>ODLAGALIŠTE POVRŠINSKOG KOPA TAMNAVA-ZAPADNO POLJE (2014. - 2024. godine).....</b>	<b>215</b>
<i>Petrović B., Savić D.</i>	
<b>POSTAVKA HIDRODINAMIČKOG MODELA BUDUĆEG POVRŠINSKOG KOPA ZAPADNI KOSTOLAC .....</b>	<b>223</b>
<i>Polomčić D.</i>	
<b>PROJEKTI EIT RAWMATERIALS KAO PODRŠKA LANCU SNABDEVANJA KRITIČNIM SIROVINAMA ZA EU..</b>	<b>228</b>
<i>Radulović D., Stojanović J., Širadović E., Stojković N., Ristović I.</i>	
<b>EFFECT OF AGRICULTURAL WASTES ON THE PERFORMANCE OF CEMENTITIOUS MINE FILLS.....</b>	<b>239</b>
<i>Sari M., Yilmaz E., Kasap T., Keskin T.</i>	
<b>ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA RAD OSNOVNE RUDARSKJE MEHANIZACIJE NA POVRŠINSKOM KOPU DRMNO U 2023. GODINI SA ELEMENTIMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI .....</b>	<b>248</b>
<i>Simić G., Miladinović Z.</i>	
<b>PREDLOG UJEDINJENIH NACIJA ZA KLASIFIKACIJU MINERALNIH SIROVINA.....</b>	<b>254</b>
<i>Stojković N., Širadović E., Šubaranović T., Jakovljević I.</i>	



<b>PAMETNO RUDARSTVO (SMART MINING) I MOGUĆNOST PRIMENE ERP MODELA .....</b>	<b>262</b>
<i>Todorović F., Nestorović T.</i>	
<b>IZBOR KRITERIJUMA ZA LISTU KRITIČNIH MINERALA U EU I SRBIJI .....</b>	<b>269</b>
<i>Tomić A., Beljić Č., Šubaranović T., Vukas R.</i>	
<b>PRAKTIČNI ASPEKTI EKSPERTSKE EKONOMSKE ANALIZE ODNOSA EKOLOŠKIH TROŠKOVA, CENE KOŠTANJA I PRODAJNE CENE MINERALNE SIROVINE U MINERALNOJ EKONOMIJI .....</b>	<b>282</b>
<i>Tošović R.</i>	
<b>PRELIMINARNO RAZMATRANJE ULOGE EKONOMSKE POLITIKE U FUNKCIONISANJU MINERALNE EKONOMIJE .....</b>	<b>290</b>
<i>Tošović R.</i>	
<b>ISSUES ON WIDENING THE SOURCES OF EXTRACTION OF CRITICAL MINERALS .....</b>	<b>298</b>
<i>Traista E. , Traista C. , Lazar M.</i>	
<b>HEAVY METALS IN LIGNITE OF THE KOSTOLAC-KOVIN AND KOLUBARA BASINS - ANALYSIS WITH UNEXPECTED RESULTS (SECTION: SERBIAN RIVER SEDIMENTS AND FISH TISSUE) .....</b>	<b>308</b>
<i>Vučković B.,</i>	
<b>HEAVY METALS IN LIGNITE OF THE KOSTOLAC-KOVIN AND KOLUBARA BASINS - ANALYSE WITH UNEXPECTED RESULTS (SECTION: ORGANIC MATTERS WORLDWIDE).....</b>	<b>319</b>
<i>Vučković B.</i>	
<b>UPOTREBA BESPILOTNE LETELICE ZA POTREBE FUNKCIONISANJA POVRŠINSKOG KOPA POLJE E RUDARSKOG BASENA KOLUBARA .....</b>	<b>330</b>
<i>Živanovic M.</i>	
<b>МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНА ИСТРАЖИВАЊА О МОГУЋНОСТИ УПОТРЕБЕ НЕМЕТАЛИЧНИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА У ПРОЦЕСУ ОРГАНСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ.....</b>	<b>344</b>
<i>Живковић Ц., Кокот Ј., Тахов В., Мијатовић П., Конатаревих С.</i>	
<b>REPARATURNO ZAVARIVANJE HAVARISANOG SEGMENTA ZUPČASTOG VENCA KRUŽNOG KRETANJA BAGERA DREGLAJNA EŠ 6/45.....</b>	<b>352</b>
<i>Živković N., Tanasijević M., Miletić F.</i>	





## STABILIZACIJA KOSINE PRISTUPNOG PUTA POVRŠINSKOG KOPA ČERAMIDE

### OPEN-PIT MINE ČERAMIDE ACCESS ROAD SLOPE STABILIZATION

Čebašek V.<sup>1</sup>, Rupar V.<sup>2</sup>, Majstorović Necković J.<sup>3</sup>, Nišić D.<sup>4</sup>, Pantelić U.<sup>5</sup>

#### Apstrakt

U jugoistočnom delu površinskog kopa Čeramide došlo je do formiranja kliznog tela u kosini nasipa pristupnog puta. Klizno telo se privremeno stabilizovalo i isto se vrlo brzo može promeniti usled povećanih količina padavina i infiltracije veće količine vode u telo kosine čime bi se drastično izmenila fizičko-mehanička svojstva stenskog materijala u telu nasipa puta i stenskog masiva u zaleđini kosine. Geomehantički uslovi sanacije klizišta u telu kosine pristupnog puta su analizirani na osnovu mogućnosti izmene geometrije kosine formiranjem nasipa kao kontraopterećenja u nožičnom delu kosine. Zbog malog raspoloživog prostora, razmotrene su opcije izgradnje nasipa sa gabionskim potpornim zidom i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova).

**Ključne reči:** gabion, prefabrikovani betonski elementi, potporni zid, kosina, površinski kop

#### Abstract

In the southeastern part of the Čeramide open-pit mine a landslide had formed in the open-pit access road embankment slope. The sliding body has temporarily stabilized and it can change very quickly due to increased precipitation and infiltration of a larger amount of water into the slope body, which would drastically decrease the physical and mechanical properties of the rock material in the road embankment body and the rockmass in the back of the slope. The geomechanical conditions of the access road slope landslide rehabilitation were analyzed based on the possibility of changing the geometry of the slope by forming a counterberm in the slope foot. Due to the small available space, the options of building a counterberm with a gabion retaining wall and a retaining wall made of prefabricated concrete elements (blocks) were considered.

**Keywords:** gabion, prefabricated concrete elements, retaining wall, slope, open-pit mine

#### 1. Uvod

Površinska eksploatacija predstavlja skup svih radova koji se obavljaju sa površine terena za otkopavanja ležišta korisne mineralne sirovine. Transport otkrivke i korisne mineralne sirovine mineralnih sirovina od mašina za otkopavanje do mesta istovara, predstavlja jedan od osnovnih procesa u površinskoj eksploataciji. Ovaj proces u značajnoj meri utiče na troškove, pa samim tim i na ekonomičnost poslovanja površinskog kopa. Transport na površinskim kopovima može biti diskontinualni (železnički, kamionski, skipovima i dr.), kontinualni (transporterima, hidraulični) i kombinovani [1]. Kamionski transport je pogodan za površinske kopove male i srednje veličine (do 20.000.000 t/god) sa transportnim rastojanjima do 5 km. Prednosti ovog tipa transporta se ogledaju u mobilnosti, energetske i tehnološke nezavisnosti i visokoj efikasnosti u složenim topografskim i geološkim uslovima. Kamionski putevi na površinskim kopovima mogu biti stalni i privremeni. Stalni putevi se lociraju po terenu, u usecima i po transportnim etažnim površinama u završnoj kosini površinskog kopa. Privremeni putevi su etažni putevi površinskog kopa i odlagališta. Tok kretanja masa stenskog materijala iz manjih površinskih kopova je najčešće usmeren preko jedne transportne komunikacije, te je od velikog značaja da se svi putevi na površinskom kopu, naročito stalni putevi, održavaju prohodnim i stabilnim.

<sup>1</sup> Prof. dr Čebašek Vladimir, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, vladimir.čebašek@rgf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Doc. dr Rupar Veljko, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, veljko.rupar@rgf.bg.ac.rs

<sup>3</sup> dr Majstorović Necković Jelena, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, jelena.majstorovic@rgf.bg.ac.rs

<sup>4</sup> Prof. dr Nišić Dragana, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, dragana.nisic@rgf.bg.ac.rs

<sup>5</sup> Asistent Pantelić Uroš, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, uros.pantelic@rgf.bg.ac.rs



## 2. Eksploatacija dacita na površinskom kopu Čeramide

Ležište Čeramide izgrađuju stene vulkanskog porekla - dacit i nalazi se na zapadnim obroncima planine Rudnik u ataru sela Zagrađe koje pripada teritoriji Opštine Gornji Milanovac, Slika 1. Eksploataciono polje zahvata površinu od oko 25,6 ha, a nalazi se u granicama istražnog prostora koji zauzima površinu od 9 km<sup>2</sup>. Ukupne rudne rezerve dacita iznose 6.000.000 t [2], a godišnji kapacitet je 550.000 t [3].



*Slika 1. Geografski položaj ležišta i izgled površinskog kopa Čeramide*

Eksploatacija dacita kao tehničko-građevinskog kamena na površinskom kopu Čeramide otpočelo je 2007. godine i odvija se primenom diskontinualnog tehnološkog sistema. Prethodna fragmentacija dacita vrši se primenom bušačko-minerskih radova ili mehaničkim postupkom. Nakon primene bušačko-minerskih radova pristupa se postupku obaranja masa na osnovne platoe pomoću buldozera. Na osnovnim platoima vrši se utovar pomoću utovarača, a na prijemnim etažama bagerima kašikarima. Dalji transport se vrši kamionima do utovarnog bunkera primarne drobilice postrojenja za preradu. Transport mineralne sirovine se vrši putevima koji se nalaze unutar površinskog kopa.

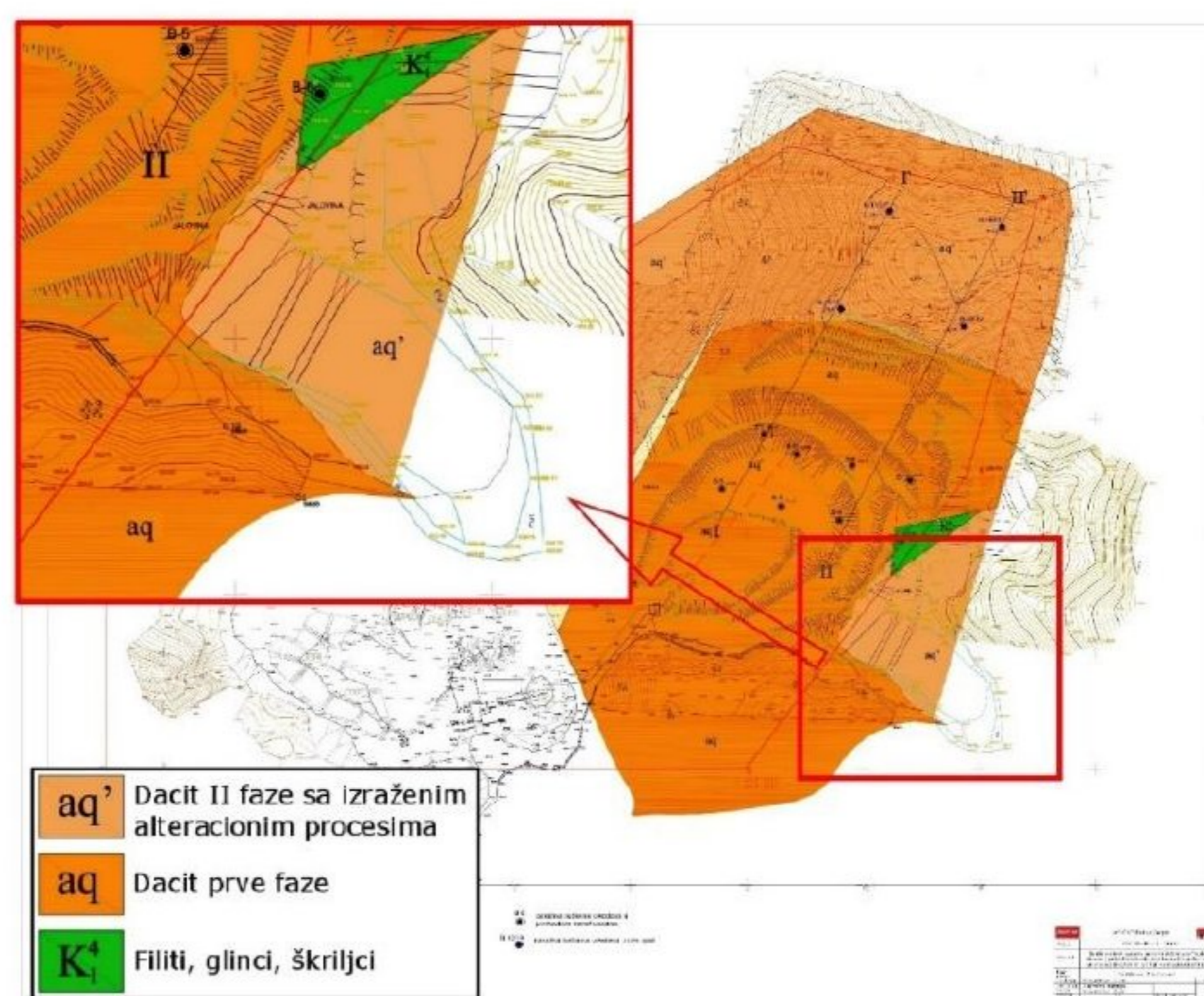
## 3. Nestabilnost terena u zoni kosine nasipa pristupnog puta

Na lokaciji kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu površinskog kopa Čeramide u delu terena neposredno iza vrha kosine su uočene prve pojave pokretanja stenskih masa. Detaljnim pregledom terena na površini su uočene pojave tenzionih pukotina, a čiji je položaj prikazan na Slici 2. Odmah nakon uočavanja prvih promena na terenu u ovom delu površinskog kopa i šire pristupilo se njihovom praćenju i naporedo su preduzete sve mere kako bi se sprečile nove pojave klizanja terena.

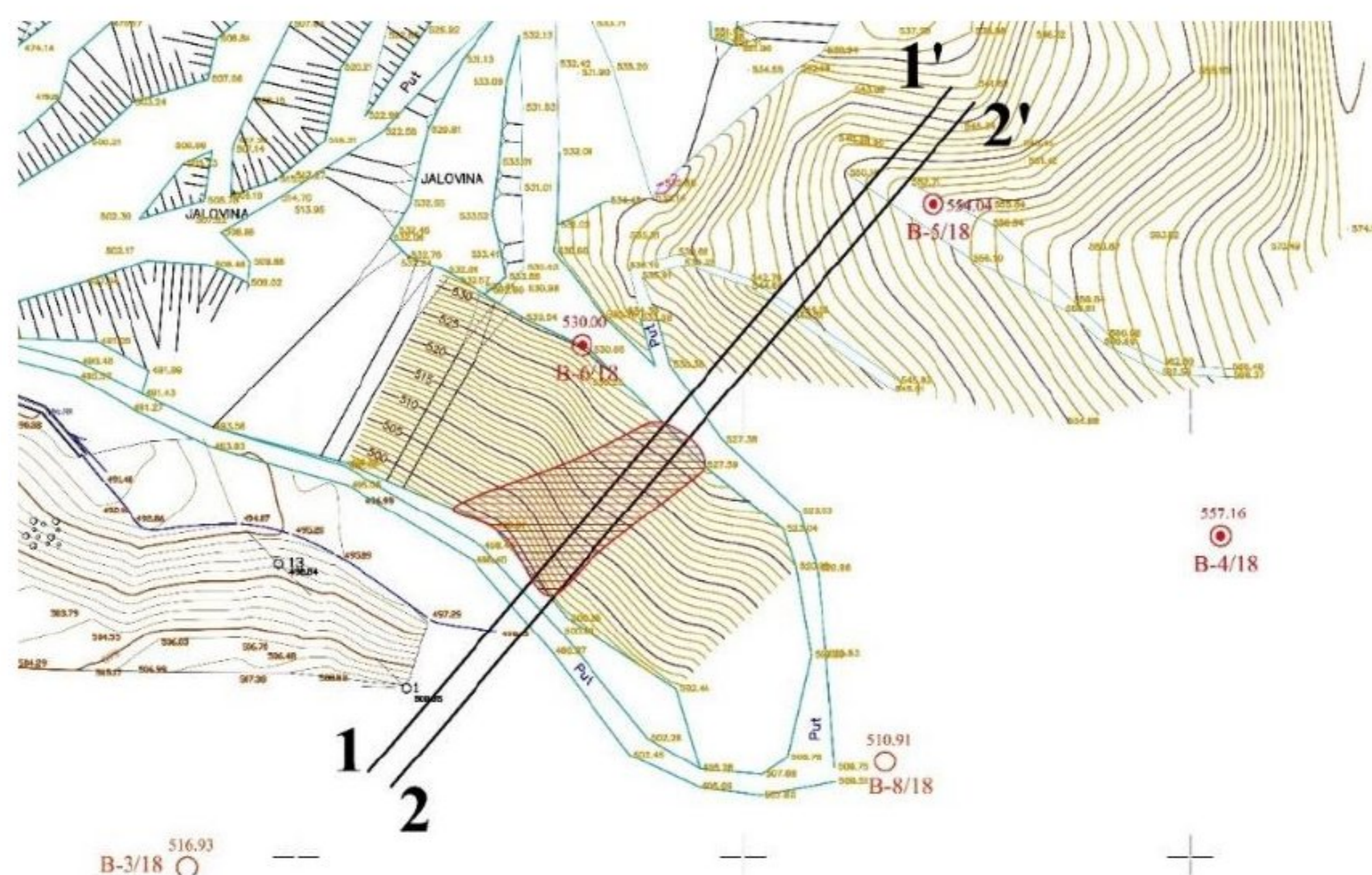




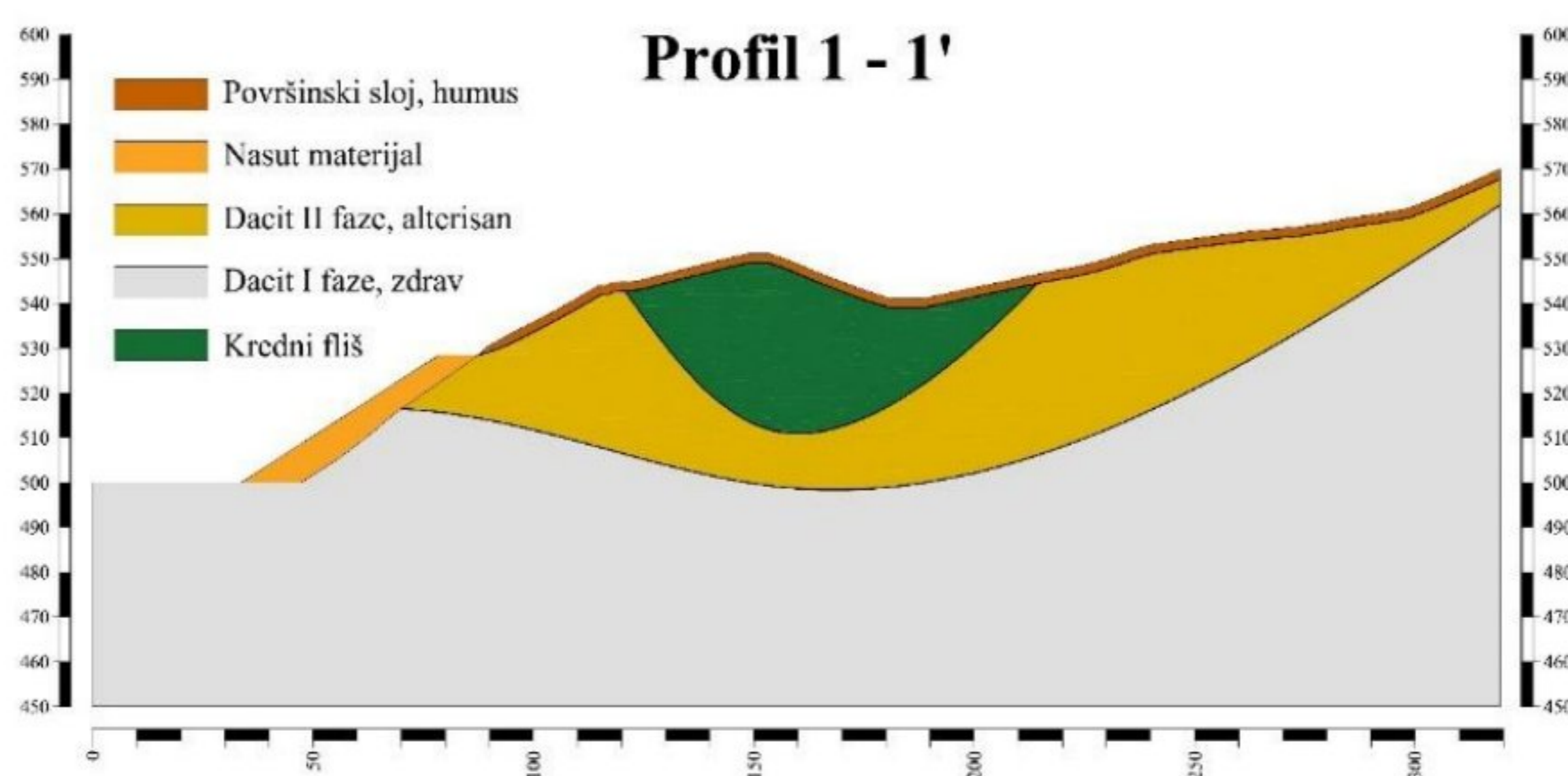




Slika 3. Geološka građa terena površinskog kopa Čeramide i zone kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu sa detaljem zone u kojoj je došlo do pojave nestabilnosti

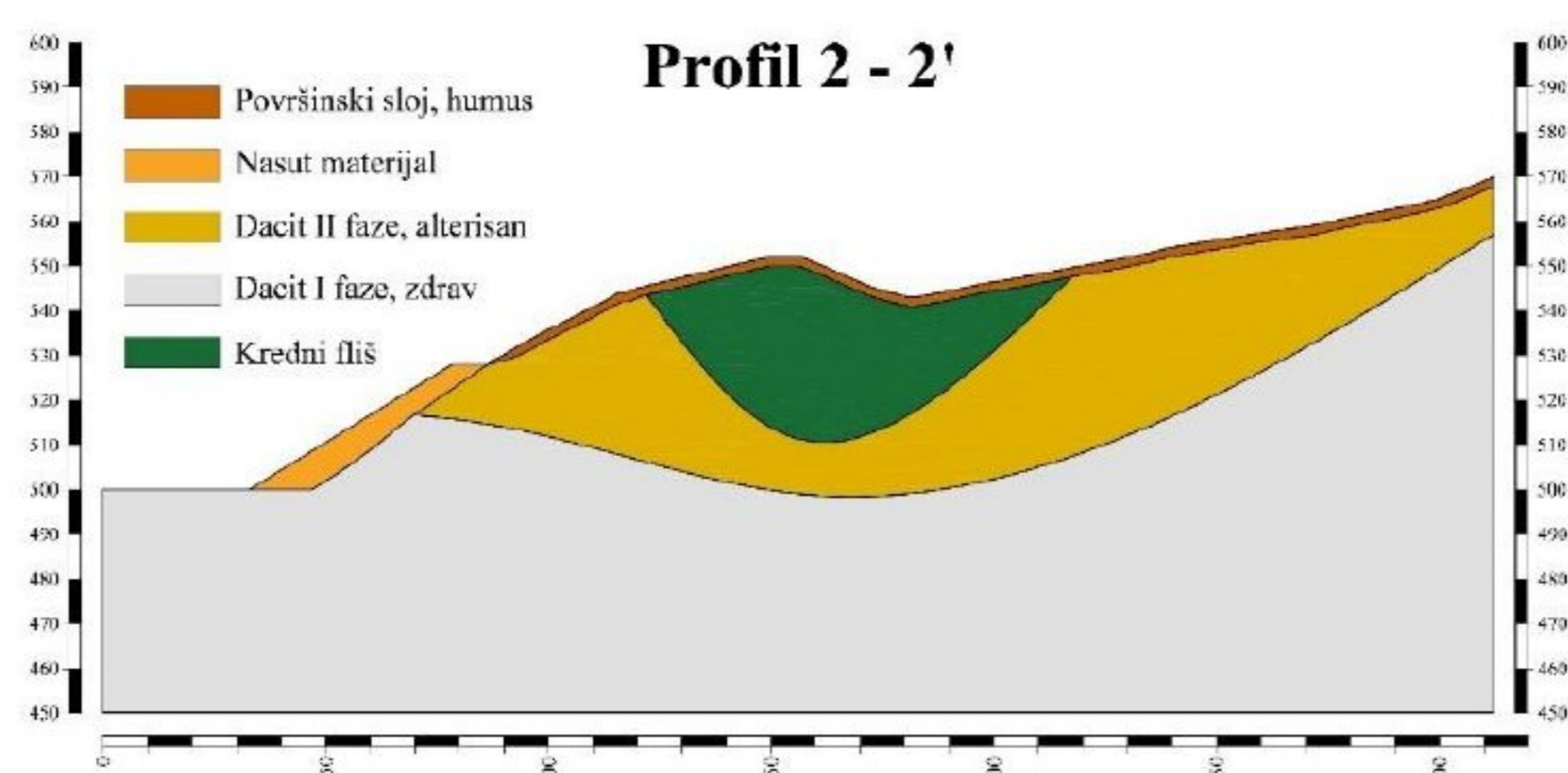


Slika 4. Izgled pristupnog puta u jugoistočnom površinskog kopa Čeramide sa položajem karakterističnih profila



Slika 5. Karakteristični profil 1 – 1' kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu površinskog kopa Čeramide





Slika 6. Karakteristični profil 2 – 2' kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu površinskog kopa Ćeramide

Geometrija kosina na karakterističnim profilima je prikazana u Tabeli 1. Na navedenim profilima kosinu pristupnog puta izgrađuju svež dacit (dacit I faze), alterisani dacit (dacit II faze), kredni fliš, humus i nasuti materijal (odložena jalovina).

Tabela 1. Geometrija kosine pristupnog puta na karakterističnim profilima

Profil	Visina kosine H (m)	Ugao nagiba kosine $\alpha$ (°)
1 – 1'	28,50	32
2 – 2'	28,00	32

## 5. Fizičko-mehanička svojstva stenskog materijala

Parametri čvrstoće stenskog materijala dacita (dacit I faze) i alterisanog dacita (dacit II faze) (ugao unutrašnjeg trenja  $\varphi$  i kohezija  $c$ ) su određeni pomoću Hoek-Brown-ovog kriterijuma loma, a za čiju primenu su potrebni sledeći parametri: čvrstoća na pritisak  $\sigma_{ci}$ , GSI faktor, koeficijent stenskog masiva  $m_i$  i faktor oštećenja stenskog masiva  $D$ .

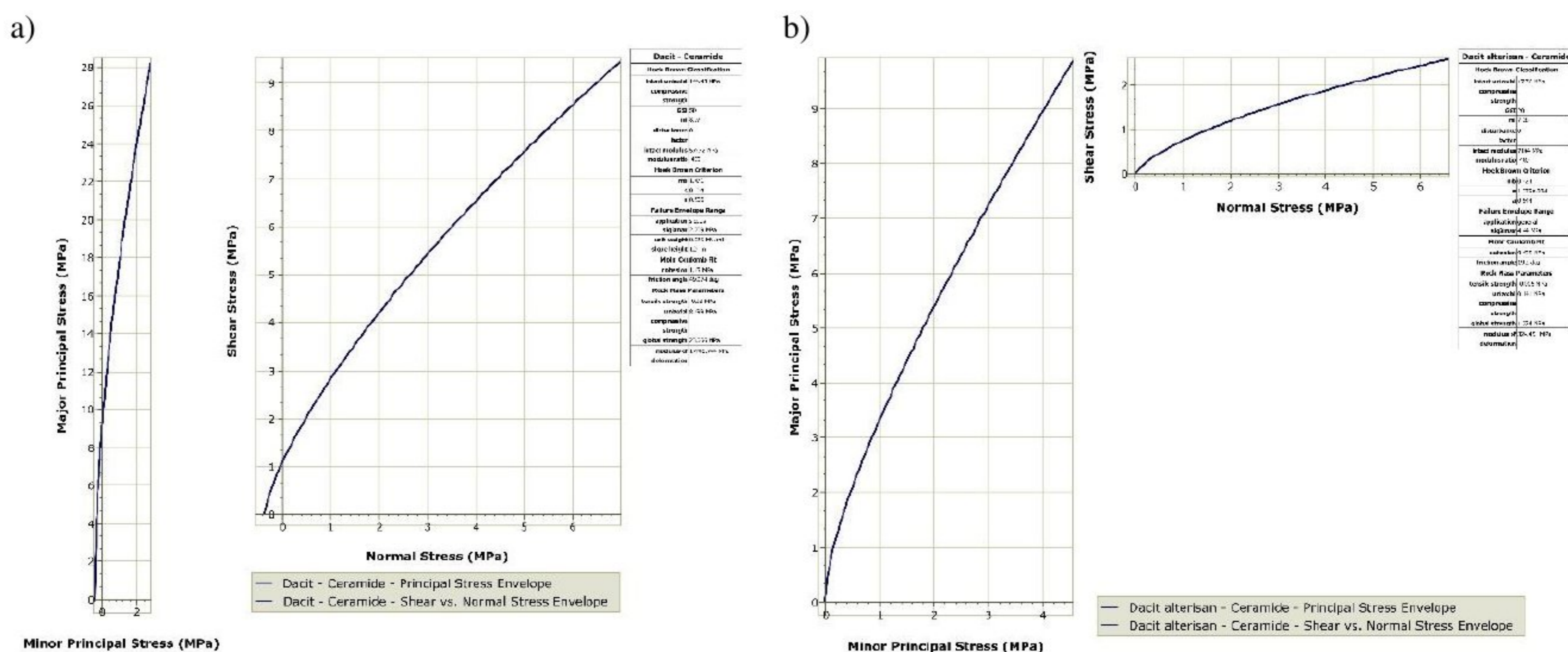
Parametri čvrstoće na pritisak  $\sigma_{ci}$  i vrednost materijalne konstante neporemećenog stenskog masiva  $m_i$  su određeni primenom Hoek-Brown-ovog kriterijuma loma, Slika 7. Vrednosti parametara čvrstoće na smicanje, ugla unutrašnjeg trenja  $\varphi$  i kohezije  $c$ , su određeni primenom Hoek-Brown-ovog kriterijuma loma iz 2002. godine. Njihove vrednosti su direktno zavisne od geometrije kosine, visine  $H$ , i zapreminske težine stenskog masiva  $\gamma$ , a određene su u okviru samog programskog paketa za proračun stabilnosti kosina.

Ulazni računski parametri za zapreminsku težinu  $\gamma$  su usvojeni na osnovu rezultata izvršenih laboratorijskih ispitivanja. Vrednosti za GSI faktor i faktor oštećenja stenskog masiva  $D$  su usvojene na osnovu analize raspoložive dokumentacije, uvida stanja na terenu i primenjene tehnologije eksploatacije materijala. Usvojeni računski parametri za stenski masiv dacita (dacit I faze) i alterisanog dacita (dacit II faze) su prikazani u tabeli 2 [4]. Prilikom definisanja čvrstoće na pritisak stenskog masiva  $\sigma_{cm}$  obuhvaćeni su svi raspoloživi podaci za čvrstoću na pritisak  $\sigma_c$  i čvrstoću na istezanje  $\sigma_t$  stenskog materijala.

Tabela 2. Računski parametri stenskog materijala sa lokacije površinskog kopa Ćeramide kod Rudnika za Hoek-Brown kriterijum

Materijal	Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Čvrstoća na pritisak $\sigma_{cm}$ (MPa)	GSI faktor	Koeficijent stenskog masiva $m_b$	Materijalna konstanta $s$	Materijalna konstanta $a$	Faktor oštećenja stenskog masiva $D$
Dacit (dacit I faze)	25,08	144.432	45 – 55 50	1,471	0,004	0,506	1,0
Alterisani dacit (dacit II faze)	24,04	17.756	15 – 25 20	0,424	0,0001	0,544	1,0





Slika 7. Parametri stenskog masiva dacita (dacit I faze) i alterisanog dacita (dacit II faze)

Računske vrednosti zapreminske težine  $\gamma$  nasutog materijala (odložene jalovine), kao i parametara čvrstoće na smicanje, ugla unutrašnjeg trenja  $\varphi$  i kohezije  $c$ , su određeni na osnovu izvedenih geomehničkih laboratorijskih ispitivanja. Usvojeni računski parametri nasutog materijala (odložene jalovine) su prikazani u Tabeli 3.

Tabela 3. Računski parametri nasutog materijala (odložene jalovine)

Materijal	Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Ugao unutrašnjeg trenja $\varphi$ (°)	Kohezija $c$ (kPa)
Nasut materijal (odložena jalovina)	17,80	30,75	1,50

## 6. Metodologija sanacije kosine nasipa pristupnog puta

Geomehnički uslovi sanacije pojava nestabilnosti kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu površinskog kopa "Ćeramide" su analizirani na osnovu mogućnosti izmene geometrije kosine. Prema pomenutoj tehnologiji sanacije kosine predviđeno je da se pokrenute mase stabilizuju formiranjem nasipa u nožičnom delu kosine čime se menja geometrija, odnosno smanjuje ugao nagiba kosine i time stabilizuje klizište dovodeći kosinu u stanje u kojem je faktor sigurnosti  $F_s \geq 1,10$ , koji zadovoljava kriterijum stabilnosti za radne kosine na kojima se vrši transport, kao i da je faktor sigurnosti parcijalne kosine do formiranog nasipa  $F_s \geq 1,05$ , čime se zadovoljava kriterijum stabilnosti za radne etaže.

Analizom konfiguracije terena u zoni nožice kosine pristupnog puta i geološke građe profila kosine razmatrane su mogućnosti primene odgovarajućih mera za sanaciju klizišta u ovoj zoni. Na osnovu prethodnog zaključeno je da je potrebno izvršiti sanaciju kosine pristupnog puta u dve faze:

1. uklanjanje dela stenskog materijala u delu nožice kosine iz tela klizišta, pri čemu se izradom podetaža visine  $h_e = 2,00$  m i ugla nagiba kosine podetaže  $\alpha_e = 45^\circ$  od kote 500 m, gde se nalazi niveleta donjeg pristupnog puta, formira parcijalna kosina visine  $H_p = 7,00 - 7,20$  m i ugla nagiba parcijalne kosine od  $\alpha_p = 35^\circ$  i
2. izrada nasipa visine od  $H_n = 7,00 - 7,20$  m, od kote 500 do kote 507 (507.20) m, kao kontraopterećenja čime se menja geometrija i konačno u potpunosti stabilizuje klizište dovodeći kosinu u stanje u kojem je faktor sigurnosti  $F_s \geq 1,10$ .

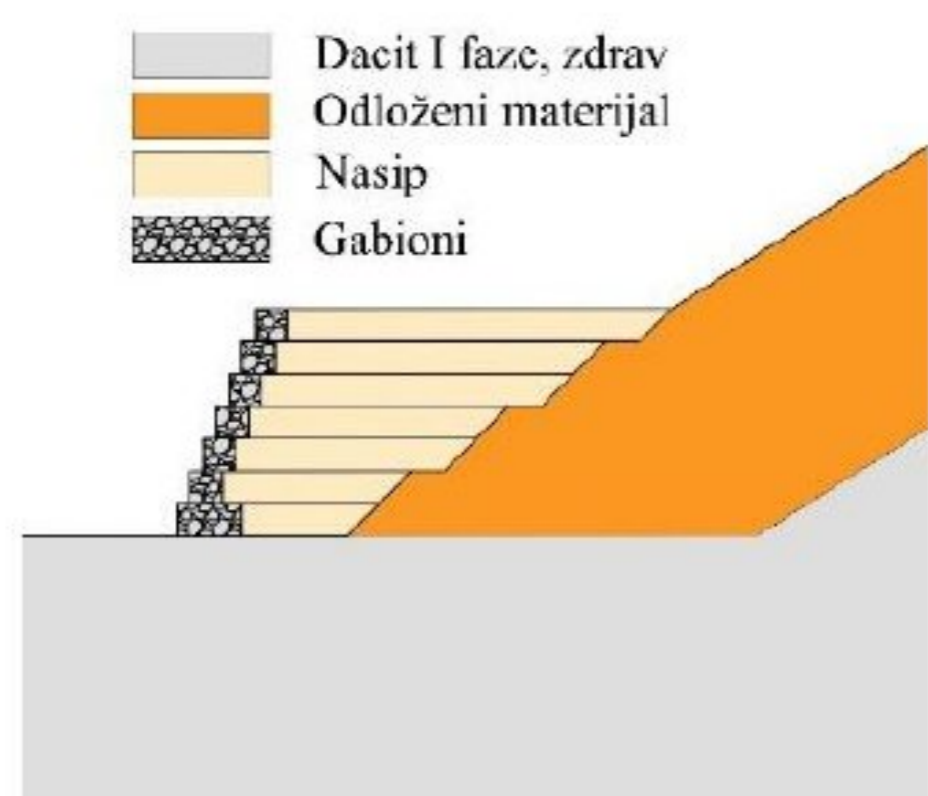
Analizom konfiguracije terena u zoni nožice kosine pristupnog puta uočeno je da, zbog ograničenog prostora za izradu nasipa kao kontraopterećenja, je potrebno formirati potporni zid od gabiona ili potporni zid od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) kojim će se povećati nagib kosine nasipa. Izradom potpornog zida se smanjuje površina terena u osnovi nasipa. Predložene mere za sanaciju kosine pristupnog puta su date na slikama 8a i 8b.

Opravdanost i mogućnost primene predloženih mera za sanaciju nestabilnog dela terena su analizirane na osnovu sagledavanja trenutnog stanja kosine pristupnog puta. Nakon toga je utvrđena potrebna visina nasipa od kote 500 m, koja je razmatrana kroz uticaj izrade nasipa kao kontraopterećenja na stabilnost kosine. Konačno je analizirana i stabilnost potpornog zida izgrađenog, kako od gabiona, tako i prefabrikovanih



betonskih elemenata (blokova). Analiza stabilnosti potpornih zidova obuhvata proveru stabilnosti potpornog zida od preturanja, stabilnosti potpornog zida od klizanja i provera opterećenja potpornog zida na podlogu. Elementi za izgradnju potpornog zida od gabiona su dimenzija  $2,0 * 1,0 * 1,0$  m i prikazani su na Slici 9a, dok dimenzije prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) iznose  $1,8 * 0,6 * 0,6$  m i prikazani su na Slici 9b.

a)

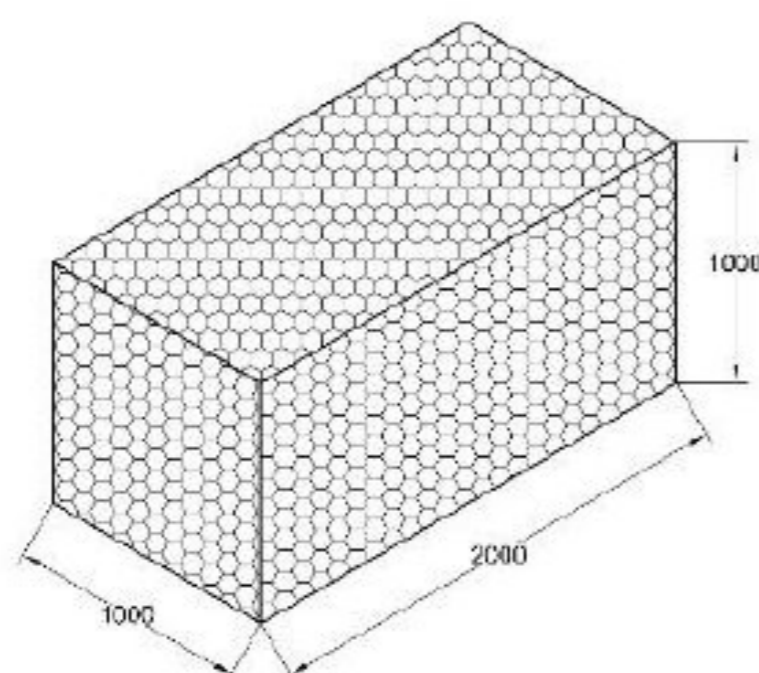


b)

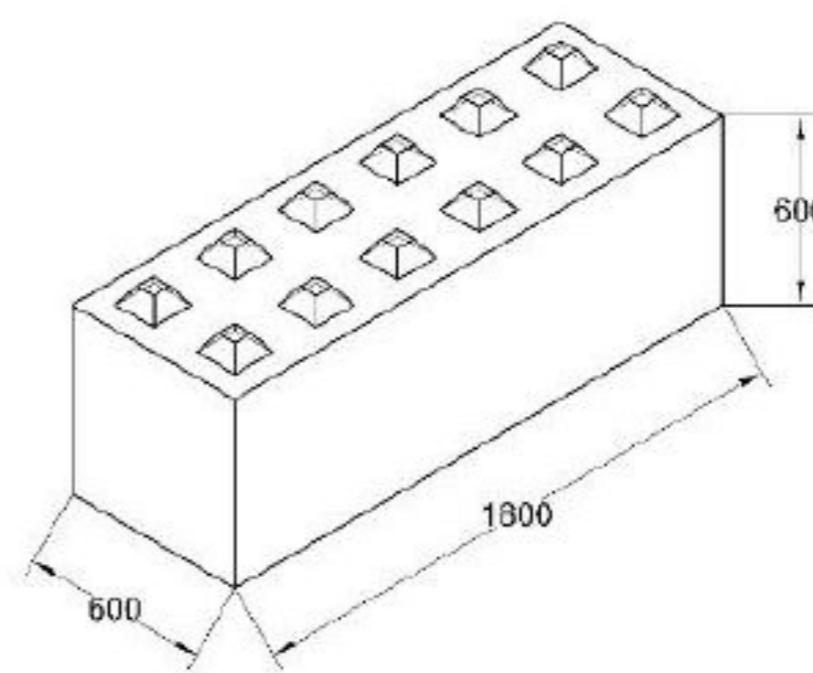


Slika 8. Izgled nasipa sa formiranim potpornim zidom od a) gabionskih elemenata i b) prefabrikovanih betonskih blokova

a)



b)



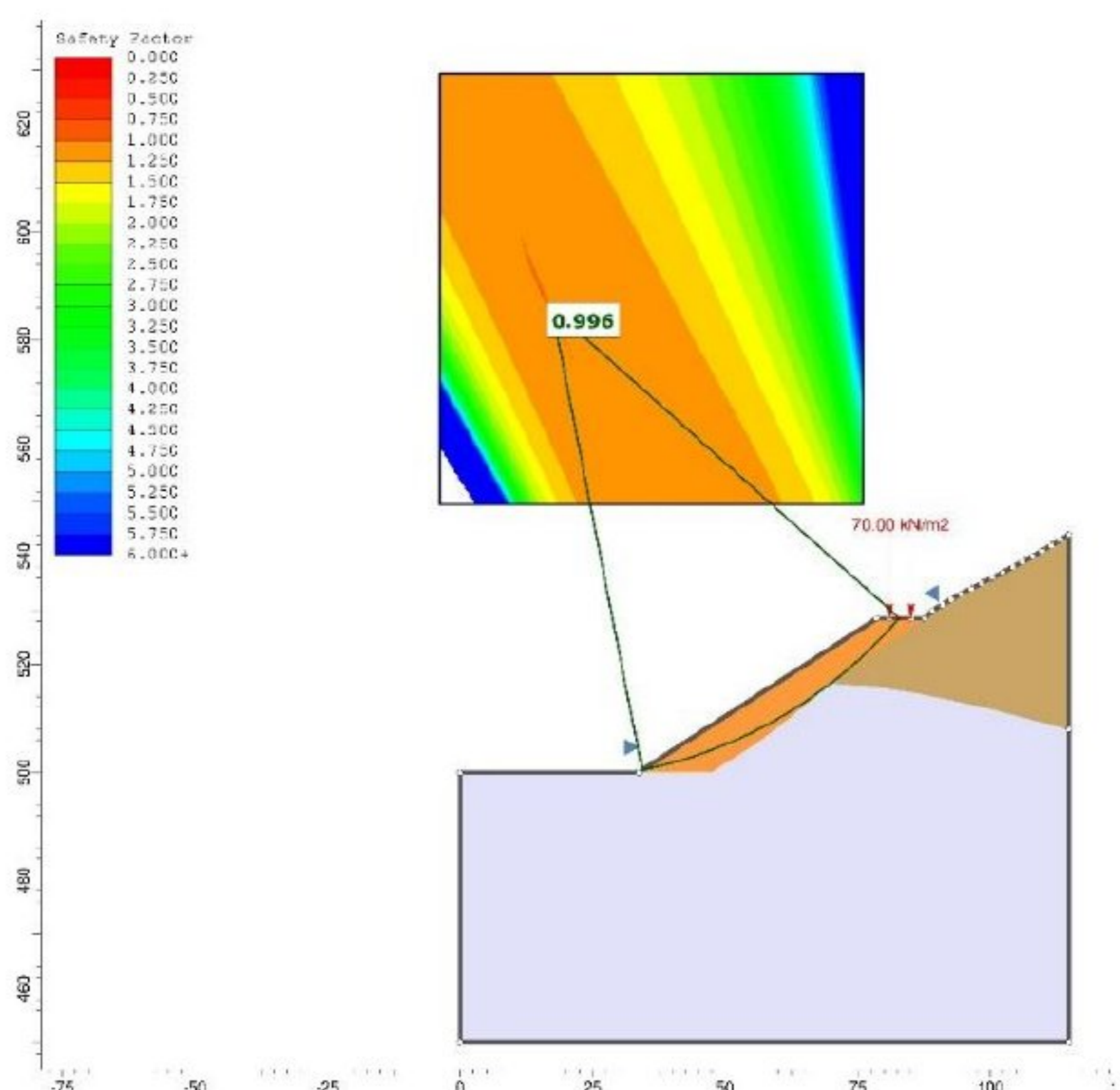
Slika 9. Element za izgradnju potpornog zida: a) gabionski ( $2,0 * 1,0 * 1,0$  m) i b) prefabrikovani betonski element (blok) ( $1,8 * 0,6 * 0,6$  m)

## 7. Rezultati analize predloženih mera za sanaciju

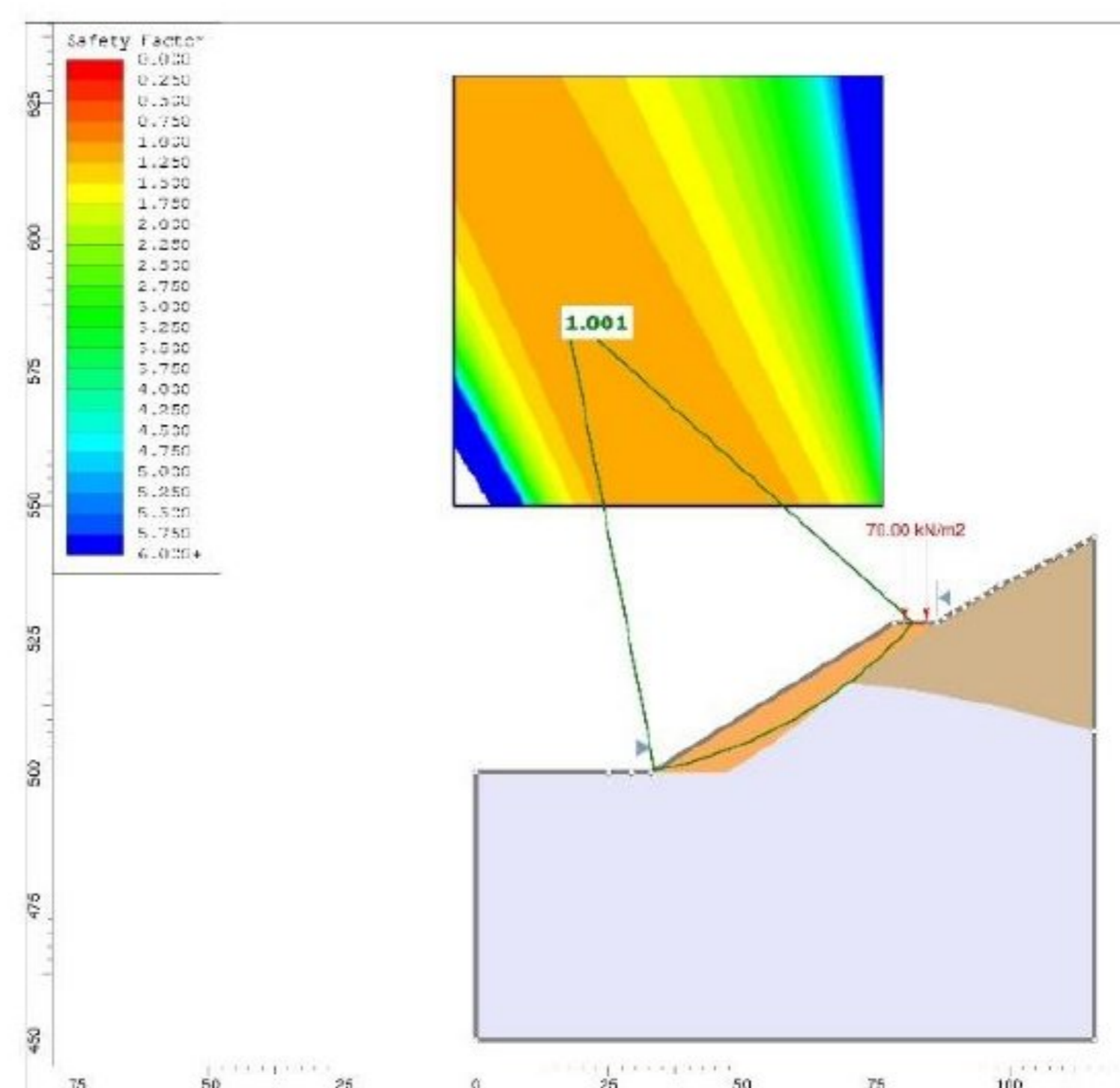
### 7.1 Analiza uticaja izrade nasipa kao kontra opterećenja na stabilnost kosine

Analiza uticaja predloženih mera za sanaciju kosine pristupnog puta na stabilnost kosine je izvršena na dva karakteristična profila (1 - 1' i 2 - 2'). Proračuni stabilnosti kosina su izvršeni metodom Bishopa uz primenu savremenog specijalizovanog programskog paketa Slide2 verzija 9.019. Analizom stabilnosti trenutnog stanja kosina su utvrđene vrednosti faktora sigurnosti ove kosine koji iznose  $F_s = 0,996$  (profil 1 - 1', Slika 10) i  $F_s = 1,001$  (profil 2 - 2', Slika 11). Prethodno navedene vrednosti faktora sigurnosti ukazuju da se analizirana kosina nalazi u graničnom stanju ravnoteže i da se ovo stanje može vrlo brzo promeniti usled povećanih količina padavina i infiltracije veće količine vode u telo kosine čime bi se drastično izmenila fizičko-mehanička svojstva stenskog materijal u telu nasipa puta i stenskog masiva u zaleđini kosine.





Slika 10. Rezultati analize stabilnosti trenutnog stanja kosine na profilu 1 – 1'



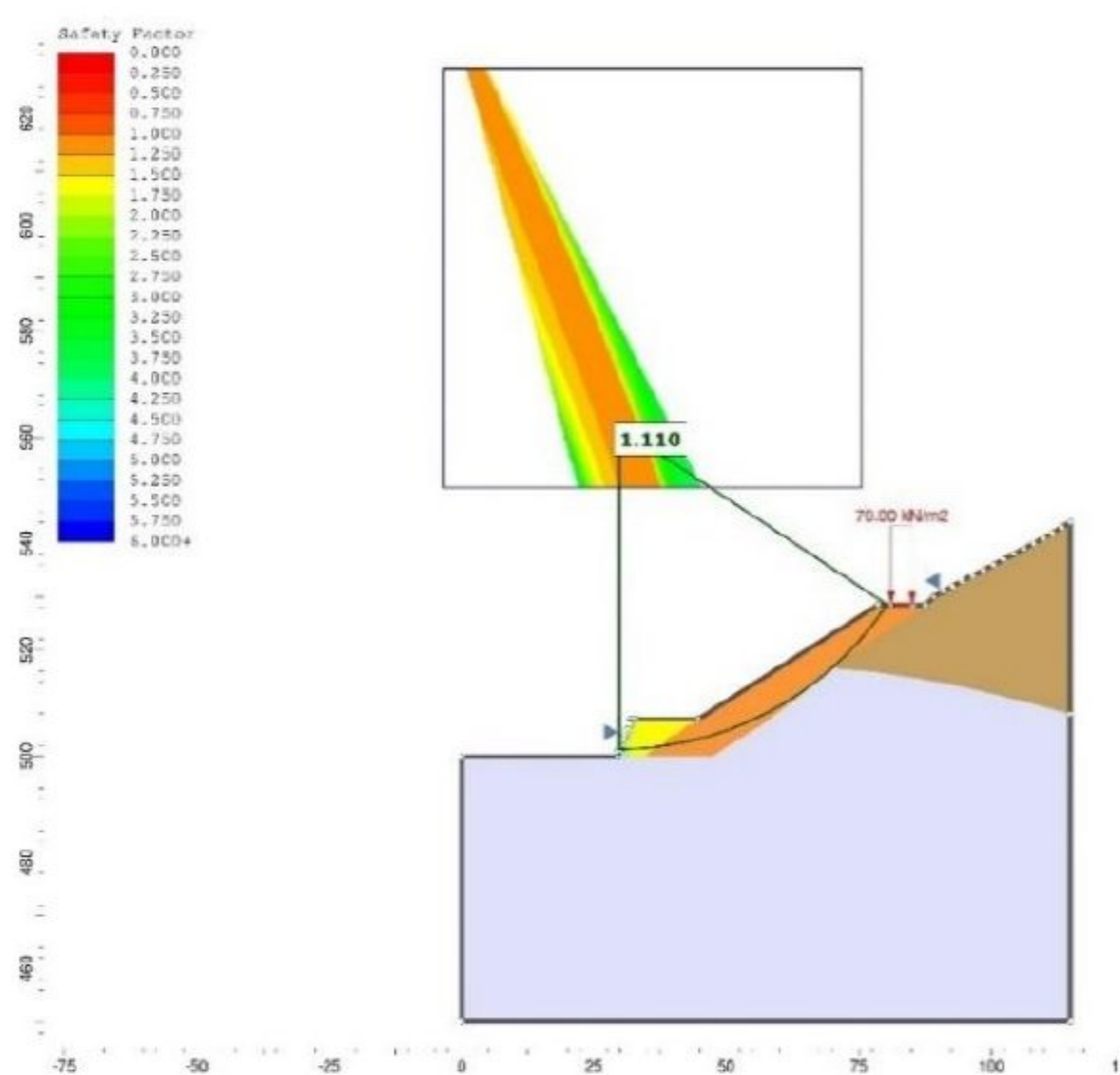
Slika 11. Rezultati analize stabilnosti trenutnog stanja kosine na profilu 2 – 2'

Nasip od jalovinskog materijala kao kontra opterećenje se formira na pripremljenoj podlozi na koti 500 mnv u cilju potpune stabilizacije kosine. U zoni nožice kosine pristupnog puta je, zbog ograničenog prostora za izradu nasipa potrebno formirati potporni zid. Potpornim zidom se povećava nagib kosine nasipa i time omogućava formiranje nasipa sa većom količinom odloženog materijala u zoni nožice, a čime se povećava i kontraopterećenje. Visina nasipa, odnosno, gornja kota nasutog jalovinskog materijala je određena na osnovu uslova da je faktor sigurnosti kosine sa formiranim nasipom  $F_s \geq 1,10$ , čime se zadovoljava kriterijum stabilnosti za radne kosine na kojima se vrši transport i da je faktor sigurnosti parcijalne kosine do formiranog nasipom  $F_s \geq 1,05$ , čime se zadovoljava kriterijum stabilnosti za radne etaže. U Tabeli 4 je dat prikaz rezultata analize stabilnosti kosine na profilima 1 – 1' i 2 – 2' sa izrađenim nasipom od jalovinskog materijala kao kontraopterećenje i potpornim zidom od gabiona, a sa potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) u Tabeli 5. Na Slikama 12 - 15 prikazani su rezultati analize stabilnosti kosine pristupnog puta sa nasipom visine  $h = 7,00$  m i potpornim zidom od gabiona, dok su na Slikama 16 - 19 prikazani su rezultati analize stabilnosti ove kosine sa nasipom visine  $h = 7,20$  m i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova).

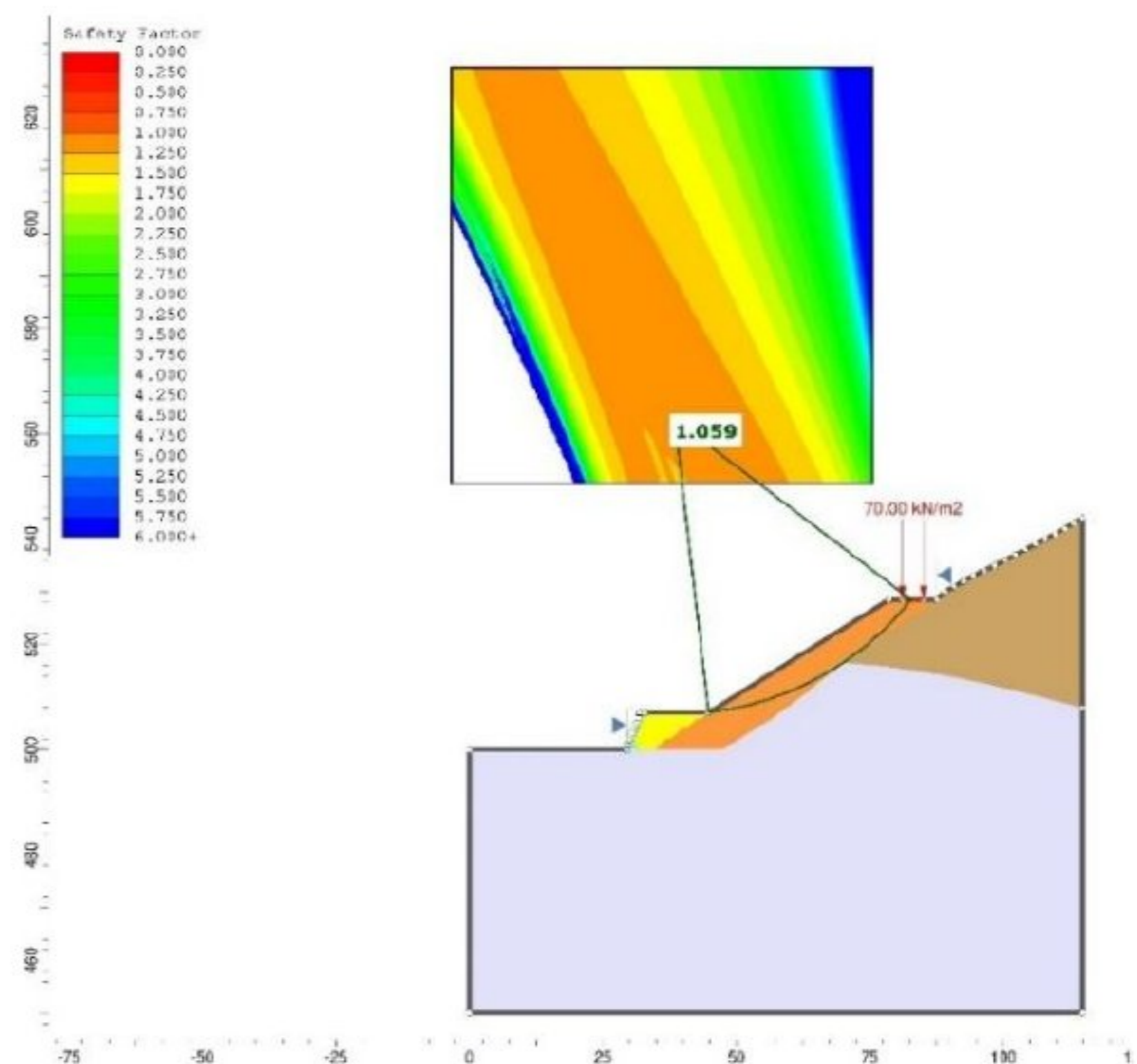
Tabela 4. Prikaz geometrije kosina na profilima 1 – 1' i 2 – 2' sa rezultatima analize stabilnosti za različite visine izrađenog nasipa i potpornim zidom od gabiona

Stanje na profilu	Visina kosine H (m)	Ugao nagiba kosine $\alpha$ (°)	Faktor sigurnosti $F_s$			
			Profil 1 – 1'		Profil 2 – 2'	
			parcijalni	celokupni	parcijalni	celokupni
Trenutno stanje kosine	28,00	32	-	0,996	-	1,001
Nasip visine $h = 5,00$ m	28,00	30	1,044	1,103	1,035	1,103
Nasip visine $h = 6,00$ m	28,00	30	1,049	1,108	1,042	1,120
Nasip visine $h = 7,00$ m	28,00	30	1,051	1,110	1,051	1,129
Nasip visine $h = 8,00$ m	28,00	30	1,069	1,128	1,060	1,138
Nasip visine $h = 9,00$ m	28,00	30	1,080	1,138	1,070	1,148
Nasip visine $h = 10,00$ m	28,00	30	1,092	1,151	1,082	1,153

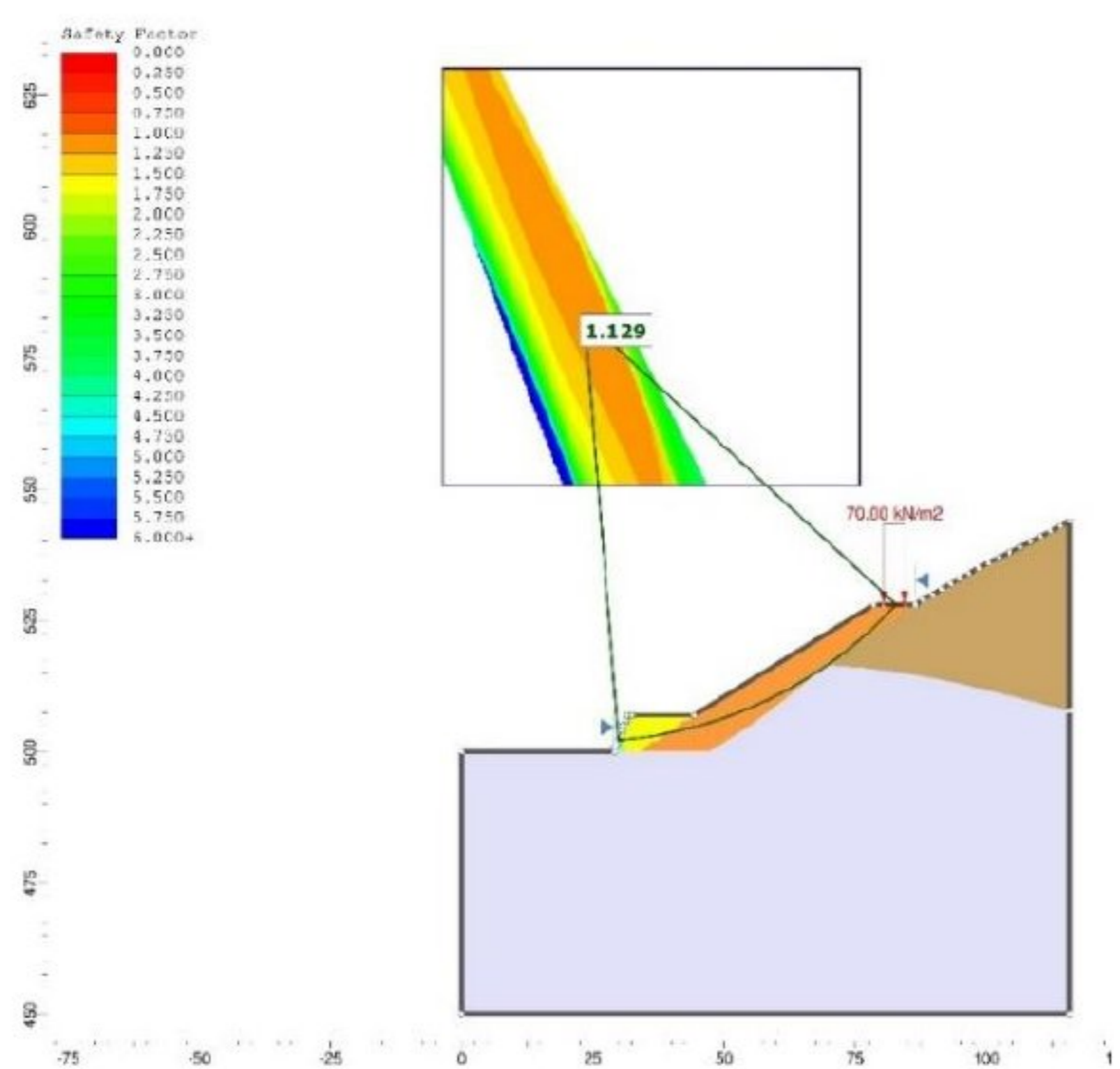




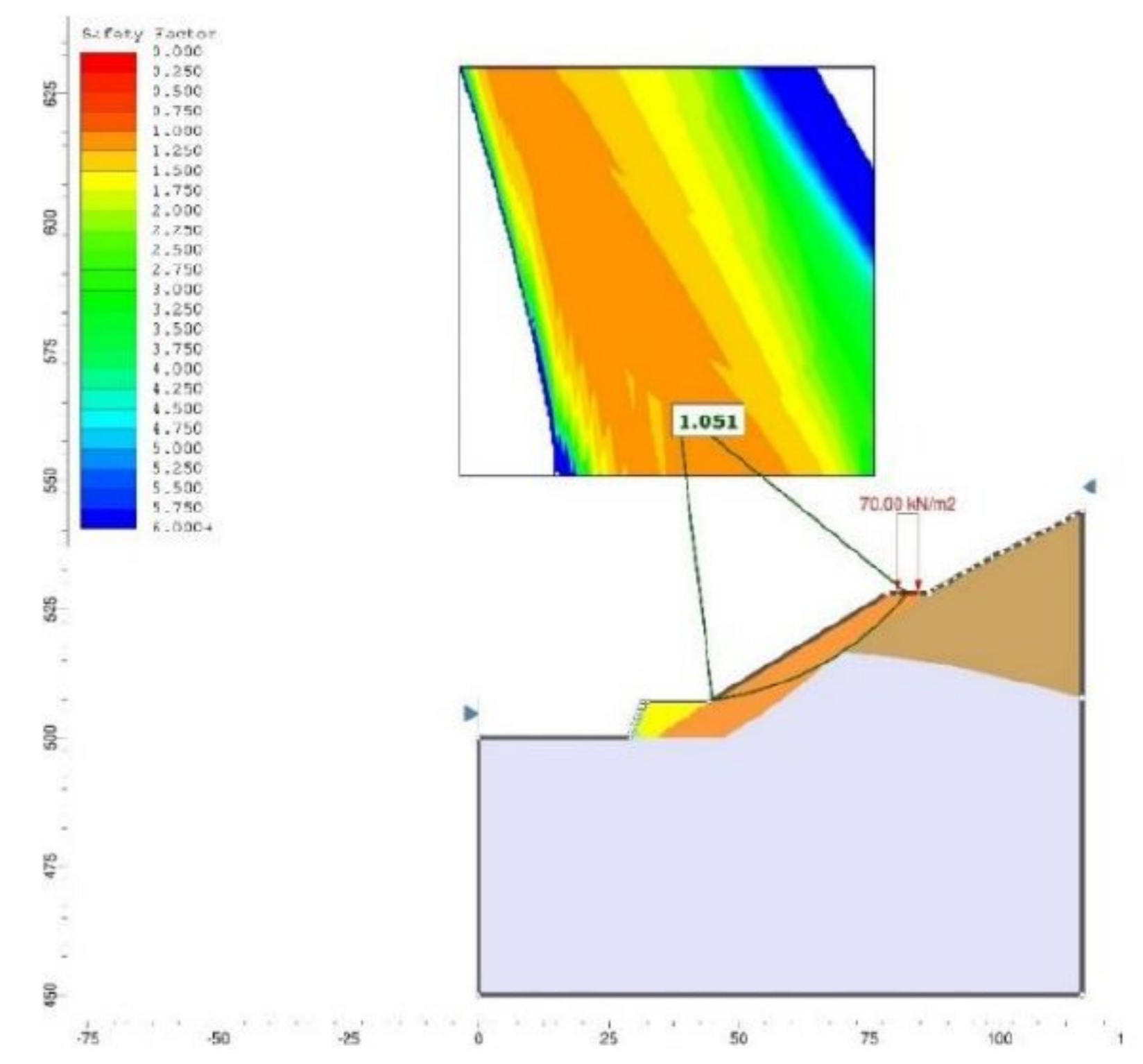
Slika 12. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 1 – 1' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od gabiona visine  $h = 7,0$  m, celokupna kosina



Slika 13. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 1 – 1' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od gabiona visine  $h = 7,0$  m, parcijalna kosina



Slika 14. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 2 – 2' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od gabiona visine  $h = 7,0$  m, celokupna kosina

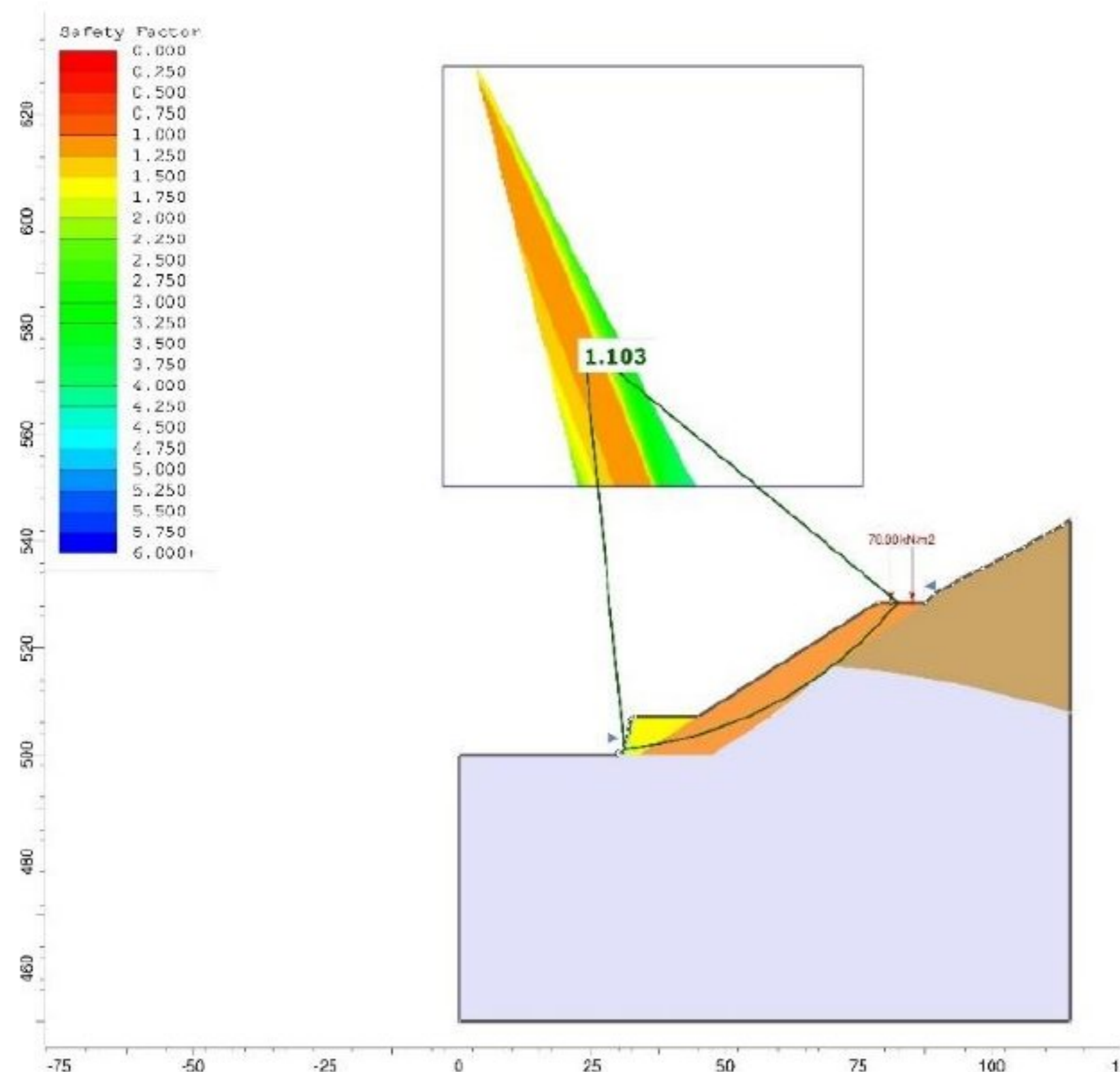


Slika 15. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 2 – 2' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od gabiona visine  $h = 7,0$  m, parcijalna kosina

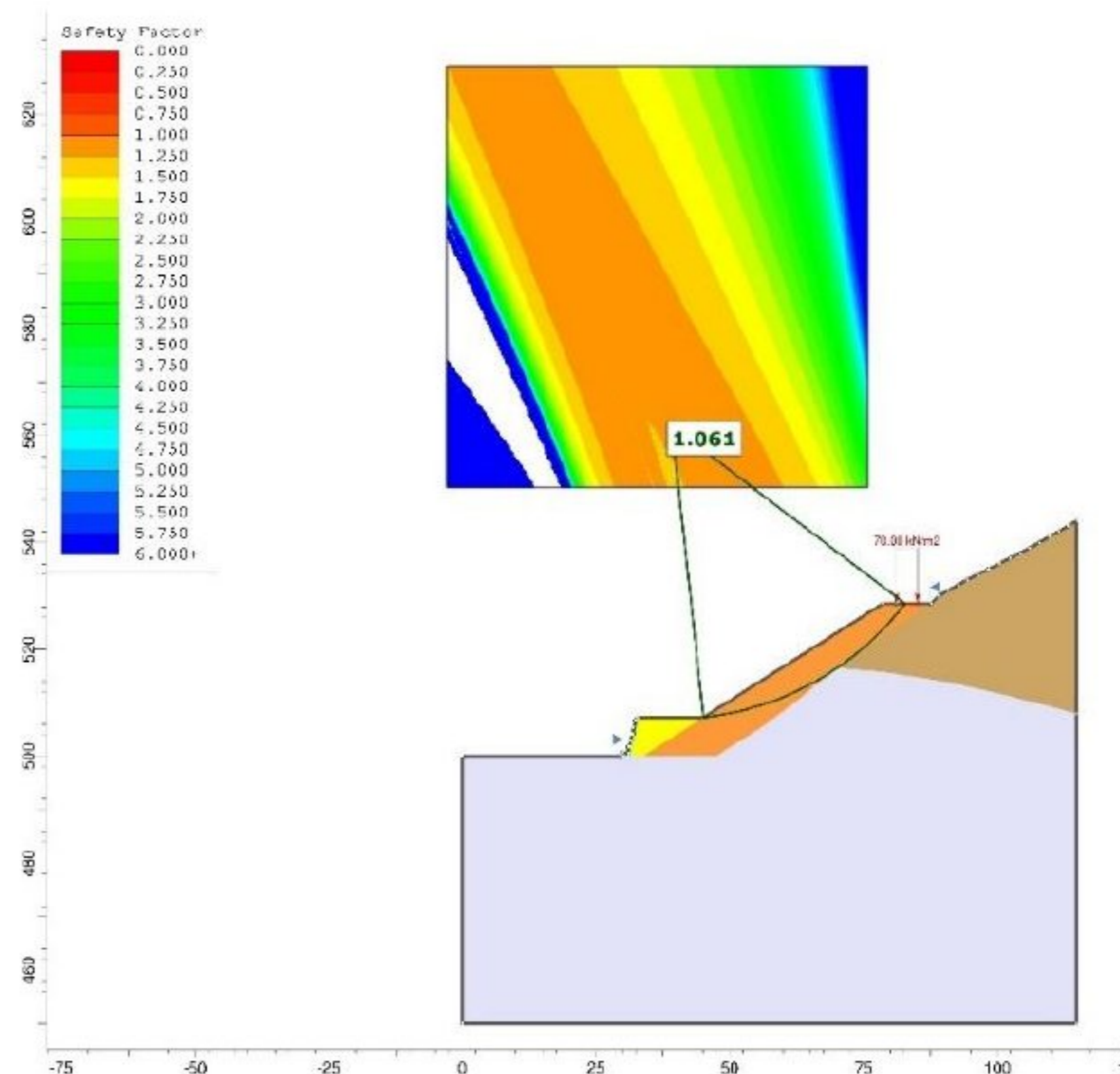
**Tabela 5. Prikaz geometrije kosina na profilima 1 – 1' i 2 – 2' sa rezultatima analize stabilnosti za različite visine izrađenog nasipa i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova)**

Stanje na profilu	Visina kosine H (m)	Ugao nagiba kosine $\alpha$ (°)	Faktor sigurnosti $F_s$			
			Profil 1 – 1'		Profil 2 – 2'	
			parcijalni	celokupni	parcijalni	celokupni
Trenutno stanje kosine	28,50	32	-	0,996	-	1,001
Nasip visine $h = 4,80$ m	28,50	30	1,103	1,042	1,032	1,103
Nasip visine $h = 5,40$ m	28,50	30	1,103	1,045	1,037	1,103
Nasip visine $h = 6,00$ m	28,50	30	1,103	1,049	1,042	1,103
Nasip visine $h = 6,60$ m	28,50	30	1,103	1,055	1,047	1,103
Nasip visine $h = 7,20$ m	28,50	30	1,103	1,061	1,053	1,104
Nasip visine $h = 7,80$ m	28,50	30	1,104	1,067	1,058	1,105

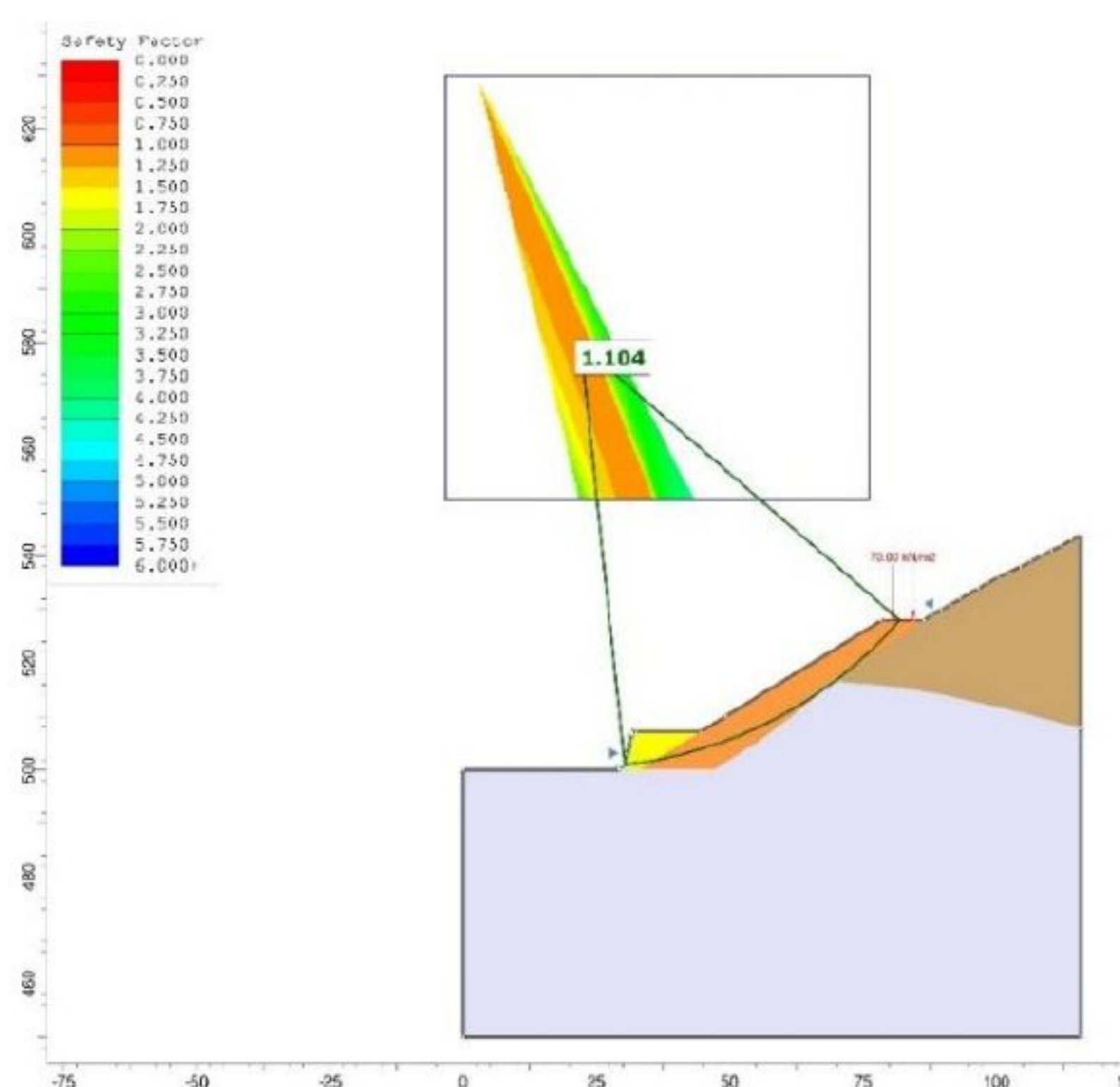




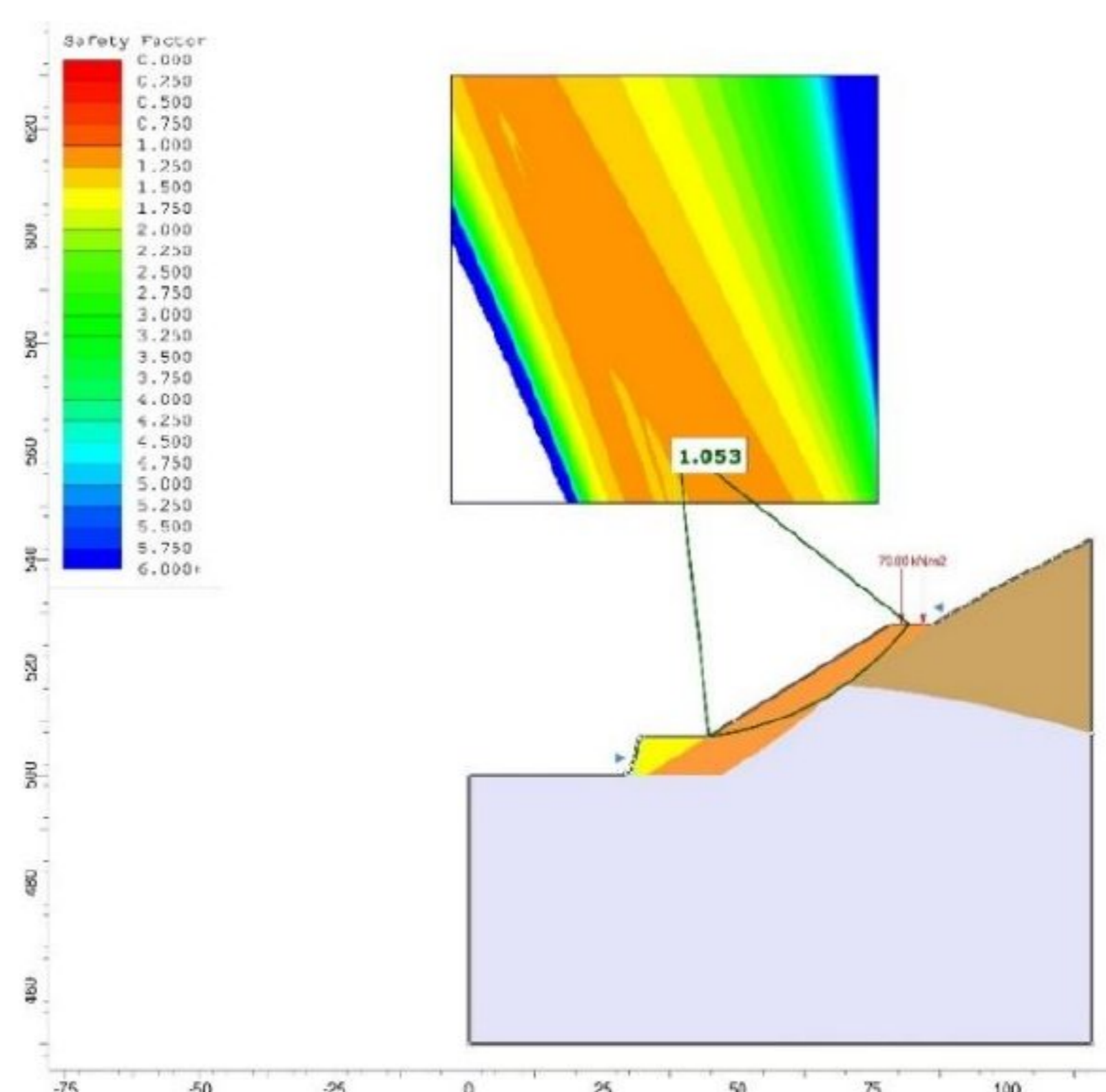
Slika 16. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 1 – 1' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) visine  $h = 7,2$  m, celokupna kosina



Slika 17. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 1 – 1' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) visine  $h = 7,2$  m, parcijalna kosina



Slika 18. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 2 – 2' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) visine  $h = 7,2$  m, celokupna kosina



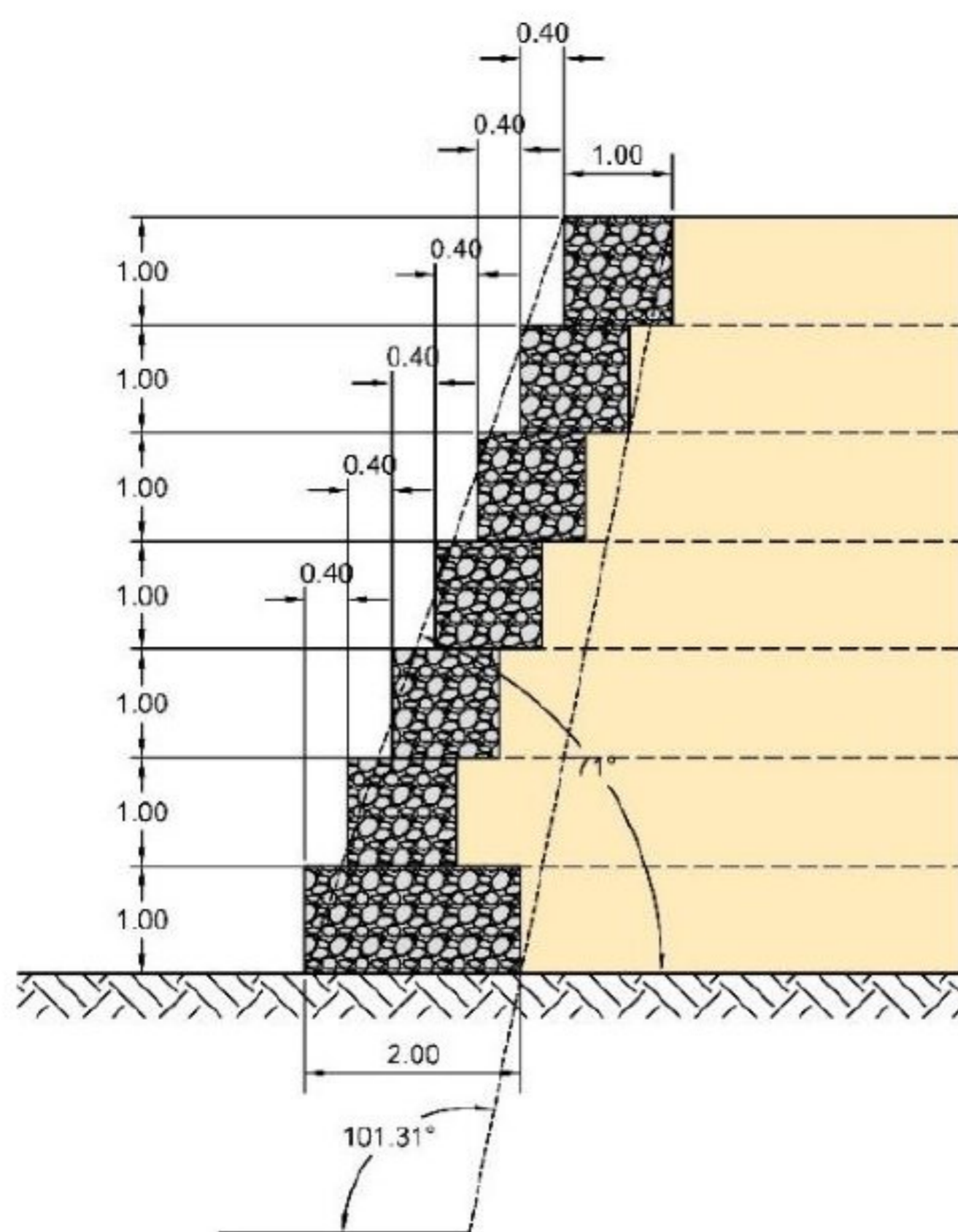
Slika 19. Rezultati analize stabilnosti kosine na profilu 2 – 2' sa formiranim nasipom od jalovinskog materijala i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) visine  $h = 7,2$  m, parcijalna kosina

## 7.2. Analiza stabilnosti potpornog zida

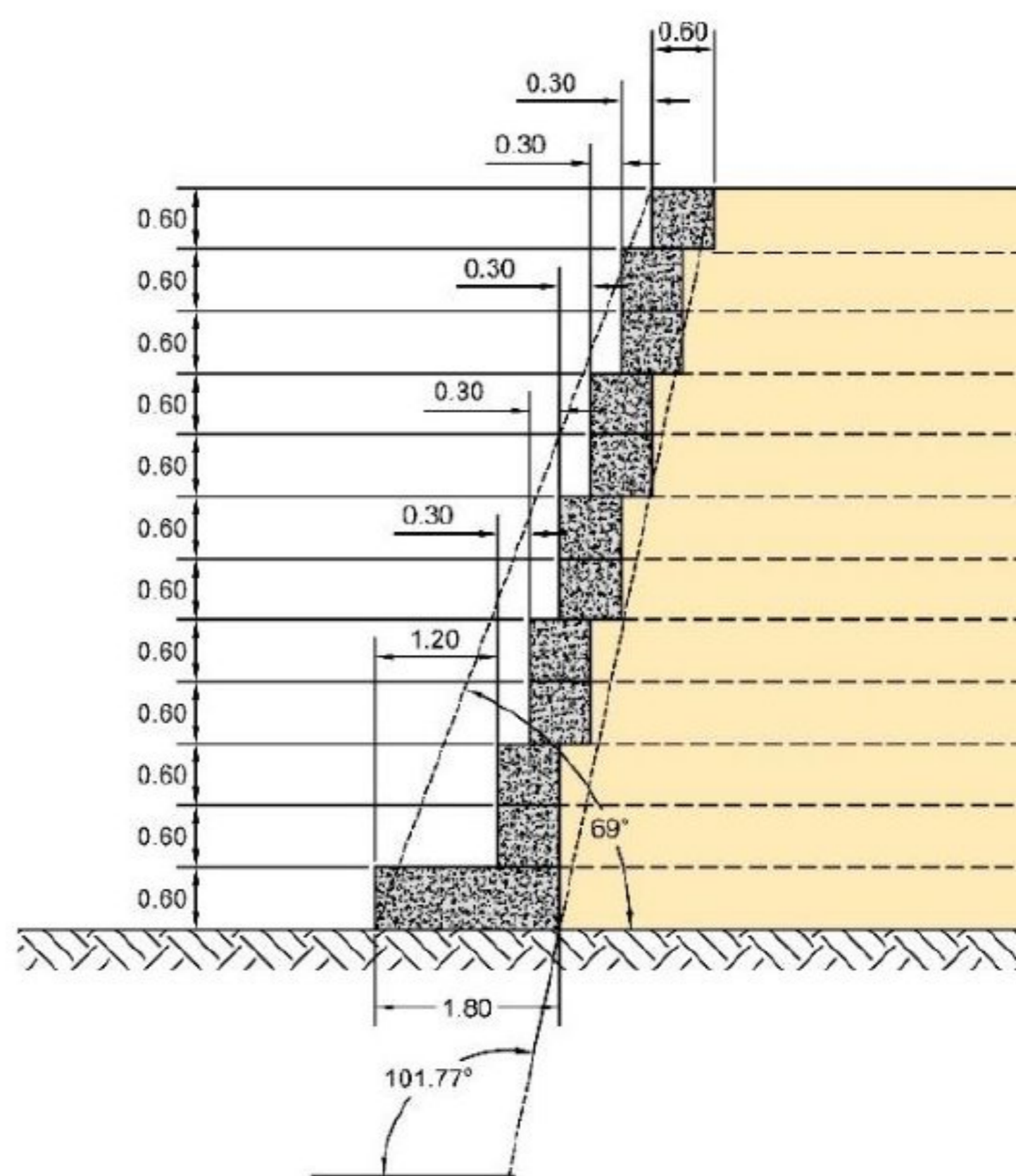
Provera stabilnosti potpornog zida od gabiona (Slika 20a) i potpornog zida od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) (Slika 20b) je izvršen na osnovu proračuna stabilnosti od preturanja, stabilnosti od klizanja i opterećenja na podlogu. Analiza sila koje deluju na potporni zid se vrši primenom Coulomb-ove metode za matematičko određivanje aktivnog pritiska za nevezana tla.



a)



b)



Slika 20. Konstrukcija potpornog zida od gabiona (a) i prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova)(b)

Stabilnost potpornog zida od preturanja predstavlja odnos momenta  $M_o$  koji teži da preturi potporni zid koji je posledica horizontalne komponente aktivnog pritiska  $E_{a-h}$  i momenta koji se suprotstavlja preturanju koji je posledica težine samog potpornog zida i vertikalne komponente aktivnog pritiska  $E_{a-v}$ . Faktor sigurnosti od prevrtanja treba da bude  $F_o > 2,0$  potporne zidove dugog veka trajanja, dok za privremene potporne zidove faktor treba da zadovolji uslov  $F_o > 1,0$ .

Stabilnost potpornog zida od klizanja je određena odnosom sila koje se suprotstavljaju klizanju potpornog zida, koje predstavljaju težina  $W_g$  samog potpornog zida i vertikalna komponenta ukupnog zemljanog pritiska  $E_{a-v}$ , i sile, horizontalne komponente ukupnog zemljanog pritiska  $E_{a-h}$ , koja deluje duž klizne ravni u pravcu klizanja. Faktor sigurnosti od klizanja treba da bude  $F_s > 1,5$  za potporne zidove dugog veka trajanja, dok za privremene potporne zidove faktor treba da zadovolji uslov  $F_s > 1,0$ .

Opterećenje potpornog zida na podlogu ne sme da bude veće od dozvoljenog opterećenja podloge  $q_a$ . Rezultujuće opterećenje u osnovi je ekscentrično u odnosu na centar osnove potpornog zida. Iz prakse se preporučuje da se opterećenje u prednjem i zadnjem delu oslonca potpornog zida izjednače što je moguće više. Prethodno se postiže promenom nagiba zadnjeg dela zida, pri čemu se ne preporučuje nagib veći od  $10^\circ$ . Kriterijum koji mora da bude zadovoljen je da opterećenje potpornog zida na podlogu ne sme da bude veće od dozvoljenog opterećenja podloge, odnosno,  $\sigma_{pred} < q_a$  i  $\sigma_{zad} < q_a$ .

Rezultati provere stabilnosti potpornog zida od gabiona i potpornog zida od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) koji obuhvataju proračune stabilnosti od preturanja, stabilnosti od klizanja i opterećenja na podlogu su prikazani u Tabeli 6.

**Tabela 6. Prikaz geometrije kosina na profilima 1 – 1' i 2 – 2' sa rezultatima analize stabilnosti za različite visine izrađenog nasipa i potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova)**

Materijal za izradu potpornog zida	Visina zida h (m)	Stabilnost od preturanja $F_o$	Stabilnost od klizanja $F_s$	Opterećenje na podlogu $\sigma_{pred}$ (kN/m <sup>2</sup> ) $\sigma_{zad}$ (kN/m <sup>2</sup> )	Dozvoljeno opterećenje $q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )
Gabioni	7.00	2.086	1.889	72.18 104.56	179.41
Prefabrikovani betonski elementi (blokovi)	7.20	1.807	1.530	83.04 91.18	166.53

## 8. Diskusija

Prema rezultatima prikazanim u Tabelama 4 i 5 za trenutno stanje kosine, Slike 10 i 11, faktor sigurnost iznosi  $F_s = 0,996 - 1,001$  i ne zadovoljava kriterijum stabilnosti za radne kosine,  $F_s \geq 1,10$ . Kritična klizna zona (klizna ravan) se formira u telu kosine pristupnog puta koja je izgrađena od odloženog materijala i

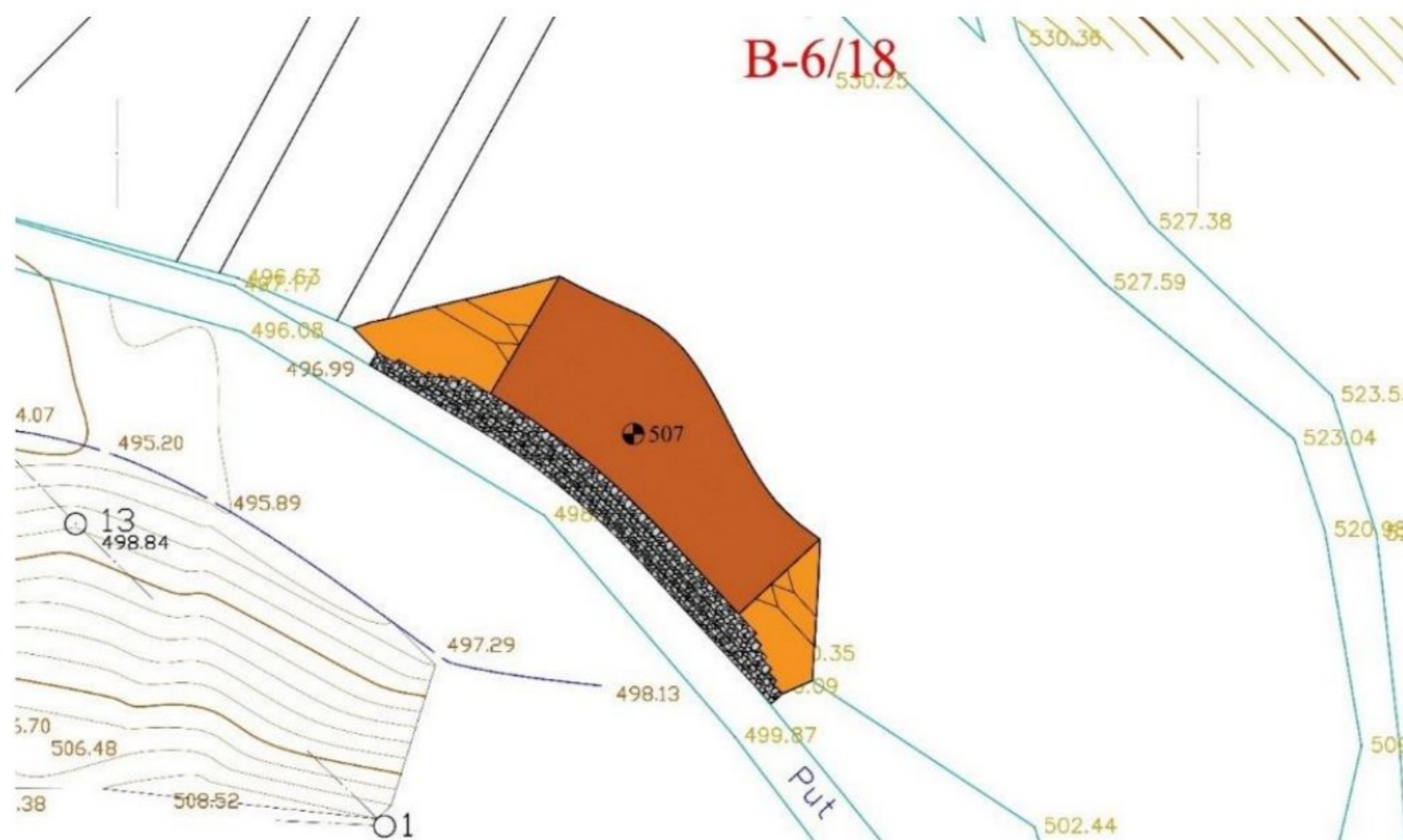


završava se u zoni trase pristupnog puta. Ovakvo stanje ukazuje da se kosina nalazi u stanju granične (labilne) ravnoteže koja se, usled promene fizičko-mehaničkih svojstava odloženog materijala, može promeniti i dovesti do formiranja novih tenzionih pukotina na trasi pristupnog puta i širenja kliznog tela.

Izradom nasipa od jalovinskog materijala visine  $h = 7$  m i potpornog zida od gabiona kao kontra opterećenja u cilju potpune stabilizacije klizišta faktor sigurnost iznosi  $F_s = 1,110 - 1,129$ . Sa druge strane formiranjem nasipa od jalovinskog materijala visine  $h = 7,2$  m i potpornog zida od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) kao kontra opterećenja u cilju potpune stabilizacije klizišta faktor sigurnost iznosi  $F_s = 1,103$ . Faktor sigurnosti parcijalne kosine do formiranog nasipa visine  $h = 7$  m i gabionskog potpornog zida iznosi  $F_s = 1,051$ , dok kod nasipa visine  $h = 7,2$  m i potpornog zida od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) faktor sigurnosti parcijalne kosine iznosi  $F_s = 1,053 - 1,061$ . Rezultati analize stabilnosti projektovanih mera sanacije kosine pristupnog puta zadovoljavaju kriterijum stabilnosti za radne kosine,  $F_s \geq 1,10$ , kao i da je faktor sigurnosti parcijalne kosine do formiranog nasipom  $F_s \geq 1,05$ , čime se zadovoljava kriterijum stabilnosti za radne etaže.

Proračunom stabilnosti potpornog zida od gabiona (Tabela 6), utvrđene su vrednosti faktora sigurnosti od prevrtanja i iznosi  $F_o = 2,086$  i faktora sigurnosti od klizanja  $F_s = 1,899$  koje zadovoljavaju kriterijum stabilnosti za potporne zidove ( $F_o > 1,5$  i  $F_s > 1,5$ ). Za potporni zid od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) (Tabela 6), utvrđene su vrednosti faktora sigurnosti od prevrtanja i iznosi  $F_o = 1,807$  i faktora sigurnosti od klizanja  $F_s = 1,530$  koje takođe zadovoljavaju kriterijum stabilnosti za potporne zidove ( $F_o > 1,5$  i  $F_s > 1,5$ ). Kod obe analizirane konstrukcije potpornog zida zadovoljeni su i uslovi da opterećenje potpornog zida na podlogu ne sme da bude veće od dozvoljenog opterećenja podloge, odnosno,  $\sigma_{pred} < q_a$  i  $\sigma_{zad} < q_a$  (Tabela 6).

Na osnovu prethodno prikazanih geomehaničkih uslova za sanaciju kosine pristupnog puta izradom nasipa sa potpornim zidom od gabiona, odnosno sa potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova), izrađena su idejna rešenja izgleda ovog dela površinskog kopa Čeramide sa primenjenim merama za sanaciju, Slike 21 i 22. Na osnovu ovih rešenja izvršen je proračun zapremine materijala koji je potrebno obezbediti za izradu nasipa i kojim je utvrđeno da je u ovoj zoni kosine za izradu nasipa sa potpornim zidom od gabiona potrebno nasuti oko  $2.753 \text{ m}^3$  materijala, dok za izradu nasipa sa potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) potrebno nasuti oko  $2.363 \text{ m}^3$ .



Slika 21. Izgled zone kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu PK Čeramide nakon formiranja nasipa i potpornog zida od gabiona u nožičnom delu





Slika 22. Izgled zone kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu PK Ćeramide nakon formiranja nasipa i potpornog zida od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova)

Analizom idejnih rešenja sa primenjenim merama za sanaciju može se uočiti da se potporni zid od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova), zbog načina međusobnog povezivanja (uklapanja) elemenata, manje prilagođava konfiguraciji terena. Gabione, za razliku od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova), je moguće postavljati pod određenim međusobnim položajem (uglom) tako da dozvoljavaju prilagođavanje konfiguraciji terena do određene granice. Prethodno navedena svojstva elemenata za izradu potpornog zida imaju za posledicu da za nasip sa potpornim zidom od gabiona je potrebno nasuti oko  $2.753 \text{ m}^3$  materijala, dok za nasip sa potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova) je potrebno nasuti oko  $2.363 \text{ m}^3$ . Umanjene količine materijala u telu nasipa konačno imaju za posledicu i smanjeni intenzitet kontra opterećenja u nožici kosine, a što je osnovni preduslov za potpunu stabilizaciju klizišta.

## 9. Zaključak

Transport stenskog materijala predstavlja jedan od osnovnih procesa u površinskoj eksploataciji i u značajnoj meri utiče na troškove i ekonomičnost poslovanja površinskog kopa. Kamionski transport je pogodan za površinske kopove male i srednje veličine sa transportnim rastojanjima do 5 km zbog mobilnosti, energetske i tehnološke nezavisnosti i visoke efikasnosti u složenim topografskim i geološkim uslovima. Tok kretanja masa stenskog materijala iz manjih površinskih kopova je najčešće usmeren preko jedne transportne komunikacije, te je od velikog značaja da se svi putevi na površinskom kopu, a naročito stalni putevi, održavaju prohodnim. Osnovni uslov za prohodnost puteva je njihova geomehanička stabilnost tokom celog veka eksploatacije. U slučaju pojave nestabilnosti mogućnost primene određenih mera za sanaciju je često uslovljena ograničenim prostorom za sanaciju usled geometrije samog površinskog kopa i rasporedom trasa. Primena promene geometrije nestabilne kosine kao mere za sanaciju u ovako ograničenom prostoru je olakšana ako se kosina nasipa formira izradom potpornog zida koji ima veći ugao nagiba od onog koji ima nasuti stenski materijal od koga se izrađuje sam nasip. Potporni zidovi za ove namene se najčešće izrađuju od gabionskih elemenata, a moguće ih je izraditi i od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova). Analizom rešenja sa potpornim zidom od prefabrikovanih betonskih elemenata (blokova), zbog načina međusobnog povezivanja (uklapanja) elemenata, ovaj tip zida ima manje mogućnosti prilagođavanja konfiguraciji terena. Kod zida od gabiona, elemente je moguće postavljati pod određenim međusobnim položajem (uglom) tako da dozvoljavaju prilagođavanje konfiguraciji terena do određene granice. Prethodno navedena činjenica ima za posledicu da za nasip sa potpornim zidom od gabiona je moguće nasuti veću količinu materijala na istom prostoru gde se vrši sanacija, a što konačno ima za posledicu i veći intenzitet kontra opterećenja u nožici kosine kao osnovni preduslov za potpunu stabilizaciju klizišta.

## Literatura

- [1] Pavlović, V. (1992): Tehnologija površinskog otkopavanja, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
- [2] Elaborat o proračunu rezervi tehničko-građevinskog kamena u ležištu dacita Ćeramide na Rudniku,



Geozavod-IMS, Beograd, 2004. godine

- [3] Glavni rudarski projekat eksploatacije dacita kao tehničko-građevinskog kamena u ležištu Ćeramide kod Rudnika – S.O. G. Milanovac, Alas Holding a.d. Novi Sad, Sektor za razvoj i eksploataciju, Šabac, 2007. godine
- [4] Uprošćeni rudarski projekat stabilizacije kosine pristupnog puta u jugoistočnom delu PK Ćeramide, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2021. godine