

# Glavni projekt zaštite građevne jame za hotel "Kadulja" na predjelu Trstenik u Splitu

---

Jakovčević, Paula

Master's thesis / Diplomski rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:729322>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-01**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Paula Jakovčević**

**Split, 2023.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Paula Jakovčević**

**Glavni projekt zaštite građevne jame za hotel  
"Kadulja" na predjelu Trstenik u Splitu**

**Diplomski rad**

**Split, 2023.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: PAULA JAKOVČEVIĆ

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083221837

KATEDRA: **Katedra za GEOTEHNIKU**

PREDMET: MEHANIKA STIJENA

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Glavni projekt zaštite građevne jame za hotel "Kadulja" na predjelu Trstenik u Splitu

Opis zadatka: Za predmetnu lokaciju izrađeni su geotehnički istražni radovi. Izvještaj o izrađenim geotehničkim istražnim radovima prilog je ovog zadatka. Za idejno rješenje konstrukcije hotela potrebno je izraditi glavni projekt zaštite građevne jame. Zaštitu/stabilizaciju pokosa građevne jame izvršiti sustavom mlaznog armiranog betona i geotehničkih sidara.

U Splitu, 03. ožujak 2023. godine

Voditelj Diplomskog rada:

prof.dr.sc. Predrag Mišćević

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:  
Izv. prof. dr. sc. Ivo Andrić

# **Glavni projekt zaštite građevne jame za hotel "Kadulja" na predjelu Trstenik u Splitu**

## ***Sažetak:***

Teren na predmetnoj lokaciji izgrađuju flišne naslage srednjeg do gornjeg eocena ( $E_{2,3}$ ) – matična stijena koja je prekrivena slojem degradiranog (rastršenog) fliša (Qel), slojem kvartarnih deluvijalnih naslaga (Qd) te slojem nasipa (Qn). Do predviđene dubine u zahvatu u terenu ne predviđa se pojava podzemne vode.

Za idejno rješenje konstrukcije hotela izrađen je glavni projekt zaštite građevne jame. Iskopom na projektiranu kotu formirat će se zasjeci u visini od 16,4 m do 10,0 m. Na jugozapadnom dijelu građevne jame formirat će se vrlo strmi zasjek zbog nedostatka prostora uvjetovanog blizinom granice parcele, dok u ostalim dijelovima građevne jame formirat će se zasjeci nagiba pokosa 3:1.

Zaštita, odnosno stabilizacija pokosa građevne jame izvršena je sustavom mlaznog armiranog betona i geotehničkim sidrima.

## ***Ključne riječi:***

građevna jama, stabilizacija pokosa, mlazni armirani beton, geotehnička sidra

# **The main project: construction pit protection for hotel "Kadulja" in the area Trstenik in Split**

## ***Abstract:***

The grounds at the location in question is made up of flysch deposits of the middle to upper eocene ( $E_{2,3}$ ) – the parent rock which is covered by a layer of degraded (disintegrated) flysch (Qel), a layer of quaternary deluvial deposits (Qd) and a layer of embankment (Qn). The occurrence of groundwater is not expected up to the predicted depth in the intervention on the ground.

For the conceptual design of the hotel construction, the main project for the protection of the construction pit was created. Excavation at the designed elevation will create cuts at a height of 16.4 m to 10.0 m. A very steep cut will be formed in the southwestern part of the construction pit due to the lack of space conditioned near the border of the plot, while cuts with a slope of 3:1 will be formed in the other parts of the construction pit.

The protection and stabilization of the slope of the construction pit was carried out with a system of jet reinforced concrete and geotechnical anchors.

## ***Keywords:***

construction pit, stabilization of the slope, jet reinforced concrete, geotechnical anchors

## Sadržaj:

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Tehnički opis.....                            | 1  |
| 1.1.   | Općenito .....                                | 1  |
| 1.2.   | Istražni radovi .....                         | 2  |
| 1.3.   | Kategorizacija iskopa.....                    | 2  |
| 2.     | Inženjerskogeološki elementi za projekt.....  | 2  |
| 2.1.   | Parametri geotehničkih sredina.....           | 3  |
| 2.2.   | Seizmički parametri .....                     | 5  |
| 3.     | Opis tehničkog rješenja.....                  | 6  |
| 3.1.   | Pripremni radovi .....                        | 6  |
| 3.2.   | Zemljani radovi - iskop.....                  | 6  |
| 3.3.   | Mlazni beton C 25/30.....                     | 7  |
| 3.4.   | Geotehnička sidra.....                        | 7  |
| 3.5.   | Odvodnja.....                                 | 7  |
| 4.     | Geotehnički proračun stabilnosti pokosa ..... | 8  |
| 4.1.   | Općenito .....                                | 8  |
| 4.2.   | Proračunski pristupi .....                    | 8  |
| 4.3.   | Proračunska nosivost sidra.....               | 9  |
| 4.4.   | Presjeci .....                                | 10 |
| 4.4.1. | Presjek A-A .....                             | 11 |
| 4.4.2. | Presjek B-B-1 .....                           | 16 |
| 4.4.3. | Presjek B-B-2 .....                           | 21 |
| 4.4.4. | Presjek C-C .....                             | 23 |
| 5.     | Troškovnik .....                              | 28 |
| 6.     | Literatura.....                               | 31 |
| 7.     | Grafički prilozi.....                         | 32 |
| 7.1.   | Situacija.....                                | 32 |
| 7.2.   | Poprečni presjek A-A.....                     | 32 |
| 7.3.   | Poprečni presjek B-B .....                    | 32 |
| 7.4.   | Poprečni presjek C-C .....                    | 32 |
| 7.5.   | Uzdužni presjek A-A .....                     | 32 |
| 7.6.   | Uzdužni presjek B-B-1 .....                   | 32 |
| 7.7.   | Uzdužni presjek C-C.....                      | 32 |

## 1. Tehnički opis

### 1.1. Općenito

Predmetna lokacija planiranog hotela “Kadulja” je na predjelu Trstenik u Splitu. Planirana je izgradnja hotela na tlocrtnoj površini u formi slova “T”, ukupne površine 2400 m<sup>2</sup>. Ukupna visina buduće građevine iznosila bi četiri etaže podruma, prizemlje, suteran i tri kata te nadgrađe s ravnim krovom (4Po+Sut+pr+3+N).



Slika 1. Lokacija prikazana na "Google maps"

Teren na predmetnoj lokaciji izgrađuju flišne naslage srednjeg do gornjeg eocena ( $E_{2,3}$ ) – matična stijena koja je prekrivena slojem degradiranog (rastršenog) fliša (Qel), slojem kvartarnih deluvijalnih naslaga (Qd) te slojem nasipa (Qn) – trup ulice Put Radoševca. Do predviđene dubine u zahvatu u terenu ne predviđa se pojava podzemne vode.

Na osnovu geotehničkog elaborata i geološkog kartiranja terena može se pristupiti izradi projekta građevne jame. Iskopom na projektiranu kotu formirat će se zasjeci u visini od 16,4 m na sjeverozapadnom rubu građevne jame do 10,0 m na jugoistočnom dijelu građevne jame. Na jugozapadnom dijelu građevne jame formirat će se vrlo strmi zasjek zbog nedostatka prostora uvjetovanog blizinom granice parcele, dok u ostalim dijelovima građevne jame formirat će se zasjeci nagiba pokosa 3:1.

Zaštita, odnosno stabilizacija pokosa građevne jame izvršena je sustavom mlaznog armiranog betona i geotehničkim sidrima na svim zasjecima osim na pokosu na jugoistočnoj strani građevne jame.

## 1.2. Istražni radovi

Geološko kartiranje terena provedeno je u svrhu procjene sastava i geološko – geomehaničkih značajki terena kao i procjene dubine pojave matične stijene pogodne za temeljenje. Na temelju dobivenih saznanja određen je najpovoljniji način izvedbe iskopa i oblikovanja kosina zasjeka.

Zbog nemogućnosti osiguranja fizičkog pristupa provedba detaljnih geotehničkih istražnih radova (istražno bušenje...) kojima bi se utvrditi stvarna dubina pojave matične stijene, nije odrađena, već su vrijednosti parametara geotehničkih sredina (**Q<sub>el</sub>**, **Q**, **Q<sub>n</sub>**) pretpostavljene.

Za matičnu stijenu, odnosno geotehničku sredinu **E<sub>2,3</sub>** (naslage fliša sastavljene od tankih slojeva lapora s proslojcima trošnih lapora i pješčenjaka) određena je vrijednost geološkog indeksa čvrstoće GSI, prema dijelu geomehaničke klasifikacije – RMR sistem (Bieniawski 1989), koja uzima stanje podzemne vode „potpuno suho“, a ne uzima u obzir i utjecaj pružanja i nagiba diskontinuiteta. Računalnim programom „ROCLAB“ određeni su parametri matične stijene.

## 1.3. Kategorizacija iskopa

Kategorizacija iskopa provodi se prema normama propisanim u „Opći tehnički uvjeti za radove na cestama“ – knjiga II (IGH – Zagreb, 2001.), može se dati sljedeća kategorizacija:

- naslage debljih slojeva čvrstih vapnenačkih pješčenjaka (**E<sub>2,3</sub>**) pripada „A“ kategoriji,
- naslage lapora i trošnih lapora (**E<sub>2,3</sub>**) pripadaju „B“ kategoriji,
- kvartarne naslage i nasip (**Q<sub>el</sub>**, **Q**, **Q<sub>n</sub>**) pripadaju „C“ kategoriji iskopa.

## 2. Inženjerskogeološki elementi za projekt

Na temelju rezultata dobivenih geološkim kartiranjem terena i uvidom u OGK – u (Osnovna geološka karta) – list Split, mj. 1:100000, može se zaključiti da je geotehnički profil na lokaciji sastavljen od četiri geotehničke sredine:

**Geotehnička sredina GS1 – matična stijena E<sub>2,3</sub>** - naslage fliša sastavljene od tankih slojeva lapora s proslojcima trošnih lapora i pješčenjaka.

Prema procjeni na sjevernom dijelu predmetne lokacije (uz ulicu Put Radoševca), matična stijena se nalazi na dubini oko 1.0 do 1.50 m. Na središnjem dijelu lokacije dubina pojave matične stijene je oko 1.50 do 2.0 m, na južnom dijelu (vrhu zasjeka-klifa) pojava matične stijene je na oko 2.50 do 3.0 m.

**Geotehnička sredina GS2 – sloj degradiranog (rastršenog) fliša Q<sub>el</sub>** –sastavljen od laporovitog praha sive i žutosive boje, čvrste konzistencije, s učešćem stijenskog kršja. Povećanjem dubine prah postupno prelazi u trošne lapore. Debljina ovog sloja je oko 0.50 do 1.50 m.



**Geotehnička sredina GS3 – sloj kvartarnih deluvijalnih naslaga Qd** – sastavljene od gline prašinate sive do sivo smeđe boje, nisko plastične, teško gnječive konzistencije s učešćem šljunka i stijenskog kršja. Debljina ovog sloja je prema procjeni od oko 0.50 do 1.50 m.

**Geotehnička sredina GS4 – sloj nasipa Qn** – sjeverno od predmetne lokacije nalazi se ulica čiji je trup formiran nasipom debljine oko 0.80 do 1.20 m. Nasip je sastavljen od gline prašinate, laporovitog praha, stijenskog kršja te manjih i većih fragmenata lapora i pješčenjaka.

## 2.1. Parametri geotehničkih sredina

Za geotehničke sredine **GS2, GS3, GS4** pretpostavljaju se sljedeći parametri uvidom u „Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables“ obzirom da druga faza detaljnih geotehničkih istražnih radova nije provedena.

Table 7.9 Effective strength of cohesive soils

| Type     | Soil description/state | Effective cohesion (kPa) | Friction angle (degrees) |
|----------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Cohesive | Soft – organic         | 5–10                     | 10–20                    |
|          | Soft – non organic     | 10–20                    | 15–25                    |
|          | Stiff                  | 20–50                    | 20–30                    |
|          | Hard                   | 50–100                   | 25–30                    |

Slika 2. Efektivna kohezija i kut unutarnjeg trenja za kohezivna tla

- Efektivna kohezija  $c_k' = 15$  kPa
- Efektivni kut unutarnjeg trenja  $\varphi_k' = 25^\circ$

Za geotehničku sredinu **GS1** na temelju rezultat dobivenih geološkim kartiranjem terena te iskustvenih podataka s geoloških istovrsnih terena određena je vrijednost geološkog indeksa čvrstoće GSI, prema dijelu geomehaničke klasifikacije – RMR sistem (Bieniawski 1989), koja uzima stanje podzemne vode „potpuno suho“, a ne uzima u obzir i utjecaj pružanja i nagiba diskontinuiteta.

| PARAMETAR   | PODRUČJE VRIJEDNOSTI       | BROJ BODOVA |
|---|----------------------------|-------------|
| Jednoosna tlačna čvrstoća   | 1-5 i 5-25 MPa             | 1           |
| Pokazatelj ispucalosti stijenske mase RQD   | <25%                       | 3           |
| Razmak diskontinuiteta  | <60 mm                     | 5           |
| Stanje diskontinuiteta:   |                            |             |
| dužina diskontinuiteta  | <1 m i 1-3 m               | 4           |
| zijev   | 0.1-1 mm, 1-5 mm i >5 mm   | 2           |
| hrapavost   | neznatno hrapave do glatke | 2           |
| ispuna  | meka ispuna <5 mm i >5 mm  | 1           |
| rastrošenost  | jako rastrošene            | 1           |
| Ukupno stanje diskontinuiteta:  |                            | 10          |
| Pružanje i pad diskontinuiteta  | -                          | 0           |
| Stanje podzemne vode (Napomena: za proračun GSI-a uzima se kao da nema podzemne vode) | nema                       | 15          |
|   | <b>UKUPNO:</b>             | <b>34</b>   |

$GSI = RMR_{(99)} - 5$ ;  $GSI = 34 - 5 = 29$ , tj. "slaba stijenska masa" (21-40 bodova)

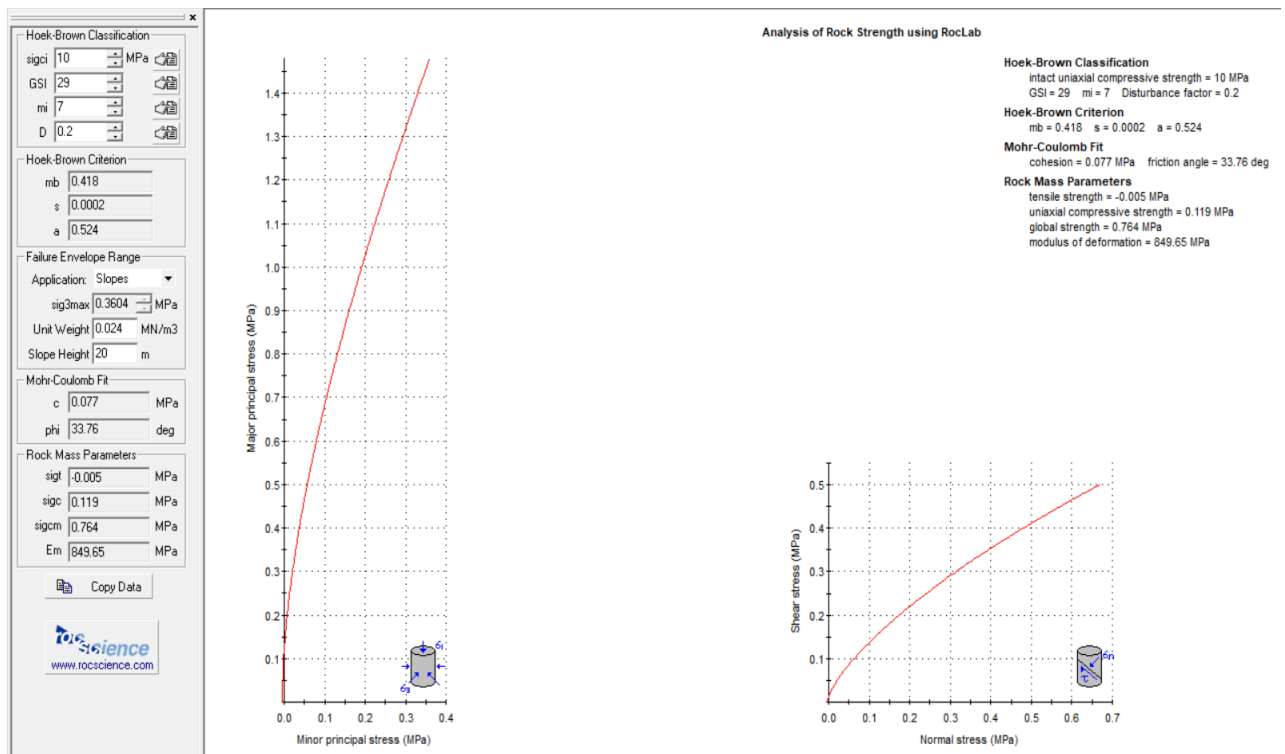
JRC=2-4

Slika 3. Vrijednost GSI prema dijelu geomehaničke klasifikacije-RMR

Koristeći računalni program RocLab određeni su karakteristični parametri stijenske mase.

- Efektivna kohezija  $c_k' = 77$  kPa
- Efektivni kut unutarnjeg trenja  $\varphi_k' = 33,76^\circ$

S obzirom da su vrijednosti korištene u računalnom programu RocLab iskustvene, odnosno pretpostavljene, vrijednost Efektivne kohezije od 77 kPa nije realna, pa su inženjerski odabrane realnije, odnosno vrijednosti na strani sigurnosti od 40 kPa.



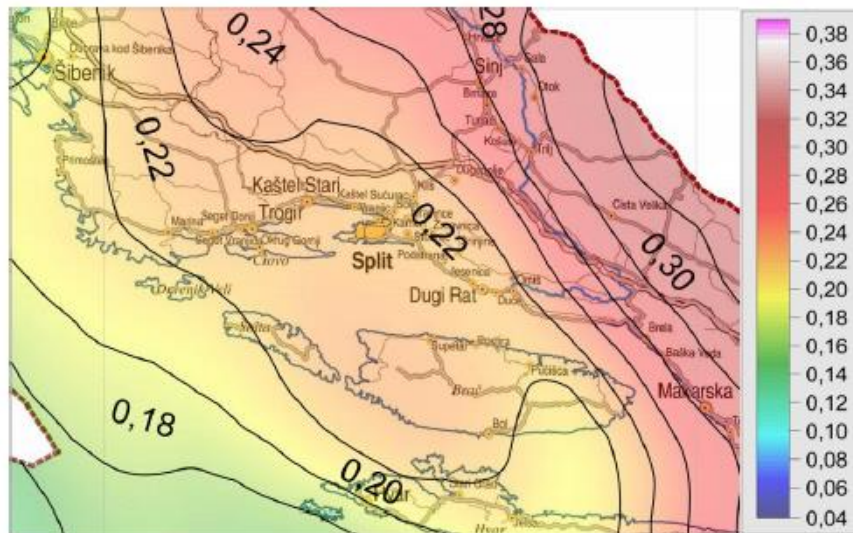
Slika 4. Prikaz parametara dobivenih u računalnom programu RocLab

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara su prikazane u Tablici 1.

| Geotehnička sredina | Zapreminska težina $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> ) | Kohezija $c_k'$ (kPa) | Kut unutarnjeg trenja $\varphi_k'$ (°) |
|---------------------|---|-----------------------|--|
| 1                   | 24  | 40                    | 33,76                                  |
| 2                   | 23  | 15                    | 25                                     |
| 3                   | 18  | 15                    | 25                                     |
| 4                   | 18  | 15                    | 25                                     |

## 2.2. Seizmički parametri

Temeljno tlo se prema Eurocodu može svrstati u razred „A” po dokumentu (HRN ENV, 1998-1-1:2011). Razred „A” je definiran kao: stijena ili druga geološka formacija, uključujući i najviše 5 m najslabijeg materijala na površini. Brzina širenja poprečnih valova  $V_{s,30} \geq 800$  m/s.



Slika 5. Izvadak iz karte potresnih područja Republike Hrvatske



Slika 6. Očitavanje iznosa vršnih horizontalnih ubrzanja tla tipa "A" iz karte potresnih područja Republike Hrvatske

Prema karti akceleracija za temeljno tlo – matičnu stijenu može se usvojiti maksimalna horizontalna akceleracija ( $a_{max}$  izraženo u jedinici g), za povratni period od 475 godina, u iznosu od  $a_{max}=0,22$  g.

Parametar S za tip tla A i horizontalno ubrzanje za povratno razdoblje od 475 godina je:  $S=1,0$

Seizmički proračun se vrši prema normi HRN EN 1998-5:2011/NA:2011.

Horizontalni seizmički koeficijent  $k_h = 0,5 \cdot \alpha \cdot S = 0,5 \cdot 0,22 \cdot 1,0 = 0,11$

$$\alpha = \frac{a_{max}}{g} = \frac{0,22 g}{g} = 0,22$$

Vertikalni seizmički koeficijent  $k_v = 0,5 \cdot k_h = 0,5 \cdot 0,11 = 0,055$

### 3. Opis tehničkog rješenja

#### 3.1. Pripremni radovi

Da bi se započelo s građenjem općenito, potrebno je izvršiti određene prethodne i pripremne radove.

U prethodne i pripremne radove spada izrada elaborata organizacije gradilišta, mobilizacija svih potrebnih strojeva, opreme, privremenih gradilišnih objekata, alata i ljudstva, zatim izrada gradilišnih prometnica kao i osiguranje svih potrebnih gradilišnih priključaka (struja, voda i sl.) s pripadajućim privremenim instalacijama.

Također izrada i gradilišne ograde sukladno važećim propisima i zakonima.

#### 3.2. Zemljani radovi - iskop

Iskopom na projektiranu kotu formirat će se zasjeci u visini od 16,4 m na sjeverozapadnom rubu građevne jame do 10,0 m na jugoistočnom dijelu građevne jame. Na jugozapadnom dijelu (presjek A–A) građevne jame formirat će se vrlo strmi zasjek zbog nedostatka prostora uvjetovanog blizinom granice parcele, dok u ostalim dijelovima građevne jame formirat će se zasjeci nagiba pokosa 3:1.

Iskop se izvoditi strojno, sukcesivno po etažama, uz paralelnu izvedbu systemske zaštite mlaznim betonom u kombinaciji sa sidrenjem. Izvede se iskop jedne etaže do predviđene dubine od 2,2 m, zatim se nanese prvi sloj mlaznog betona debljine 5 cm, ugradi se armaturna mreža, te se nanese drugi sloj mlaznog betona iste debljine. Nakon toga se ugrađuju geotehnička sidra. Iskop se nastavlja istim postupkom u kampadama iste visine do projektirane kote dna iskopa.

Tijekom izvođenja radova ne smije se pristupiti iskopu druge kampade dok prethodna kampada nije zaštićena, također tijekom izvođenja zaštite mlaznim betonom potrebno je dio armaturne mreže ostaviti ne zaštićeno kako bi se mogao izvesti adekvatan preklop sa mrežom sljedeće kampade.

Jugoistočni pokos visine 10,0 m izvest će se bez zaštite u prirodno stabilnom nagibu pokosa od 3:1.

### 3.3. Mlazni beton C 25/30

Ugrađuje se prskanjem pod tlakom pri čemu se beton zbija uz površinu u samonosivom sloju do 50 mm. Može se upotrijebiti za tanke betonske i armiranobetonske elemente, pri čemu nastaju privremene ili trajne ljske koje služe kao potpora u stabilizaciji pokosa, za osiguranje tla nakon obavljena iskopa. Mlazni beton homogenizira i ojačava površinu i sprečava osipanje kamenog materijala.

Za sve pokose, osim za pokos na jugoistočnoj strani građevne jame ugrađivat će se sloj mlaznog betona u debljini od 5,0 cm, zatim će se ugrađivati armaturna mreža Q-283 te još jedan sloj mlaznog betona debljine 5,0 cm.

Parametri mlaznog betona korišteni u proračunu stabilnosti:

- Kohezija  $c_k=100$  kPa
- Kut unutarnjeg trenja  $\varphi_k=45^\circ$

### 3.4. Geotehnička sidra

Za potrebe zaštite građevne jame koriste se štapna samobušiva IBO sidra čije tijelo čini čelična cijev s vanjskim oblikom navojem koja na jednom kraju ima odgovarajuću bušuću krunu, a na drugom maticu s podložnom pločom.

Elementi sidra proizvode se u sekcijama standardne dužine (2, 3, 4 ili 6 m) i mogu se nastavljati odgovarajućim spojnicama.

Bušenjem sidra odgovarajuće dužine završeno je i postavljanje sidra. Injektiranje sidra izvodi se kroz samo sidro, pri čemu injekcijska smjesa izlazi kroz otvore na bušačkoj glavi, sve dok injekcijska smjesa ne počne izlaziti na ušću bušotine.

Usvojeno je IBO sidro R32-360 (R32S) sa silom popuštanja (Load at yield) 280 kN i silom loma (Ultimate load or working load) 360 kN za izvedbu svih pokosa. Širina bušće glave iznosi 10 cm. Sidra na svim pokosima ugrađuju se pod kutom od  $10^\circ$  u odnosu na horizontalu.

### 3.5. Odvodnja

Na predmetnoj lokaciji nema uočene podzemne vode pa je potrebno osigurati samo odvodnju oborinske vode. Za potrebe odvodnje oborinske vode iskopan je kanal uz nožice pokosa te se voda prikuplja u privremeno izvedenu sabirnu jamu odakle se prebacuje crpkama u kanalizacijski sustav.

## 4. Geotehnički proračun stabilnosti pokosa

### 4.1. Općenito

Proračuni stabilnosti kosine pokosa izvršen je na osnovi raspoloživih podataka o geometriji zahvata te geološkoj građi terena. Proračuni su izvršeni prema normi HRN EN 1997 i HRN EN 1998, projektni pristup PP3. Projektni pristup 3 bavi se primarno s nesigurnostima u svojstvima materijala i taj će se slučaj primijeniti kod proračuna stabilnosti kosine.

Predmetna građevina pripada geotehničkoj kategoriji građevine: GC2 (iskopi, uobičajene vrsta konstrukcije i temelja); za koje geotehnička istraživanja obuhvaćaju: rutinska istraživanja, uključujući bušenja, terenska i laboratorijska ispitivanja, a procedure proračuna: rutinski proračuni stabilnosti i deformacija temeljeni na projektnim postupcima iz EC7.

Proračun stabilnosti vrši se u računalnom programu „Slide 6.0“. Za odabranu geometriju pokosa potrebno je determinirati one klizne plohe kojima je faktor sigurnosti manji od 1, zatim odabrati adekvatno rješenje u vidu geotehničkih sidara.

### 4.2. Proračunski pristupi

Proračunske (projektne vrijednosti) za analize graničnog stanja nosivosti izvode se iz karakterističnih vrijednosti uz primjenu parcijalnih koeficijenata za PP3 prema Tablici 2.:

| Parcijalni koeficijenti djelovanja $\gamma_F$ |                       |      |
|---|-----------------------|------|
|   |                       | A2   |
| Stalno nepovoljno djelovanje                  | $\gamma_G$            | 1,0  |
| Stalno povoljno djelovanje                    | $\gamma_G$            | 1,0  |
| Promjenjivo nepovoljno djelovanje             | $\gamma_Q$            | 1,3  |
| Promjenjivo povoljno djelovanje               | $\gamma_Q$            | 0    |
| Udesno djelovanje                             | $\gamma_A$            | 1,0  |
| Parcijalni koeficijenti materijala $\gamma_m$ |                       |      |
|   |                       | M2   |
| $\tan \phi'$                                  | $\gamma_{\tan \phi'}$ | 1,25 |
| Efektivna kohezija $c'$                       | $\gamma_c$            | 1,25 |
| Jedinična težina tla $\gamma$                 | $\gamma_g$            | 1,0  |
| Parcijalni koeficijenti otpora $\gamma_R$     |                       |      |
|   |                       | R3   |
| Kosine i opća stabilnost, otpor tla           | $\gamma_{R,e}$        | 1,0  |

Kombinacije skupina parcijalnih koeficijenata za Projektni pristup 3: A2+M2+R3.

### 4.3. Proračunska nosivost sidra

#### Proračunska nosivost po vanjskom plaštu sidrišnog tijela:

Usvojeno je IBO sidro R32-360 (R32S).

- Sila popuštanja (Load at yield) = 280 kN
- Sila loma (Ultimate load or working load) = 360 kN

Za svaki pokos odabrana je adekvatna duljina sidara i razmak po dužini i visini zasjeka.

Profil bušenja je  $\phi 100\text{mm}$ , tj  $D=0,1\text{ m}$ , a iskustvena proračunska prionjivost cementne injekcijske smjese za koherentno tlo je  $q_{s,d} = 100 - 150\text{ kN/m}^2$ .

Iskustvene vrijednosti jedinične otpornosti:

| vrsta tla/stijene | $q_{s,k}$ (N/mm <sup>2</sup> ) pri lomu      |
|-------------------|--|
| granit            | 0.93 - 1.72                                  |
| vapnenac          | 0.63 - 1.19 (3.0)                            |
| pješčenjak        | 0.30 - 1.44 (4.0)                            |
| lapor             | 0.60   |
| šljunkovito tlo   | 0.20 - 0.30                                  |
| pjeskovito tlo    | 0.15 - 0.22                                  |
| koherentno tlo    | 0.10 - 0.15                                  |
|                   | 1 N/mm <sup>2</sup> = 1000 kN/m <sup>2</sup> |

Slika 7 Iskustvene vrijednosti jedinične otpornosti

Korišten je postupak kada nema ispitnih profila ili probnih sidara, otpornost po plaštu se određuje pomoću koeficijenta modela (KM).

Proračunska vanjska otpornost sidra:

$$R_{s,d} \leq (l_s \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s,d}) / (\gamma_{s,t} \cdot KM)$$

$l_s$  – duljina sidrišne dionice (kod svih pokosa 98% ukupne duljine sidra)

$D$  – promjer presjeka sidrišnog tijela

$q_{s,d}$  – prionjivost

$\gamma_{s,t}$  – otpornost po plaštu

KM – koeficijent modela

#### Proračun karakteristične unutrašnje otpornosti sidra („nosivost tetive“)

Štapna sidra koja nemaju slobodnu dionicu natege (tetive), dimenzioniraju se kao vlačno opterećeni piloti, odnosno primjenjuju se pravila iz HRN EN 1997-1 poglavlje 7. Piloti.

Proračunska otpornost se može odrediti pomoću koeficijenta modela (obično se koristi kada je količina geotehničkih istražnih radova u tlu/stijeni kojem se izvodi sidrenje mala, odnosno jedinična karakteristična otpornost je određena iskustvenim korelacijama), gdje je KM-koeficijent modela:

- 1.5 – za sve pilote PP2
- 1.1 – za pilote u krupnozrnom tlu PP3
- 1.2 – za pilote u sitnozrnom tlu PP3

Prema nacionalnom dodatku piloti (vlačno sidro) se mogu dimenzionirati prema PP2 (A1+M1+R2) ili PP3 (A1ili A2+M2+R3).

Vrijednosti parcijalnog koeficijenta  $\gamma_{S;t}$  (otpornost po plaštu za vlačni pilot):

- Zabijeni piloti i bušeni piloti: 1.2 (za PP2) i 1.0 (za PP3)

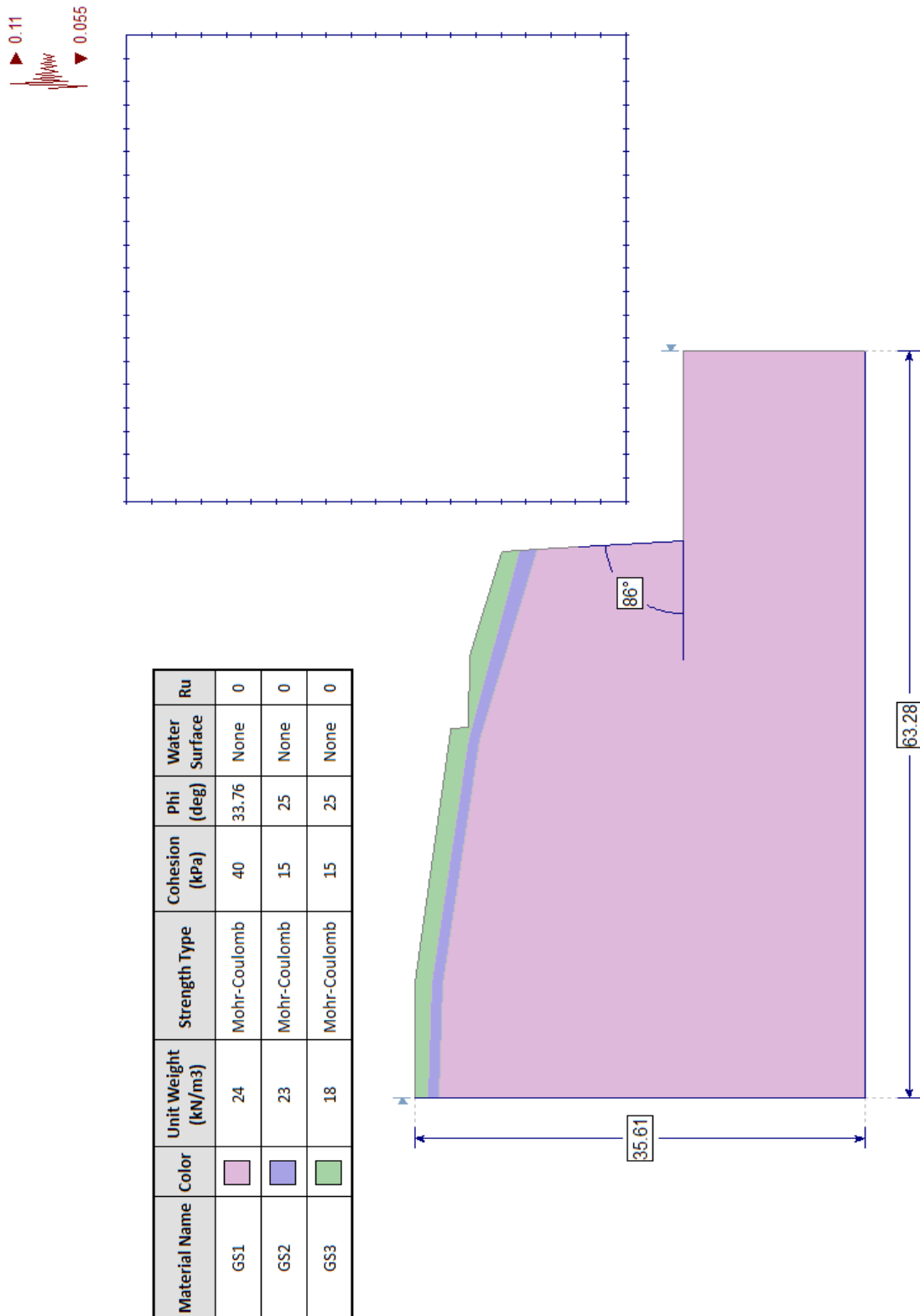
$$R_{S;d} = \frac{R_{S;k}}{\gamma_{S;t} \cdot KM} = \frac{280}{1.0 \cdot 1.2} = 233.33kN$$

#### 4.4. Presjeci

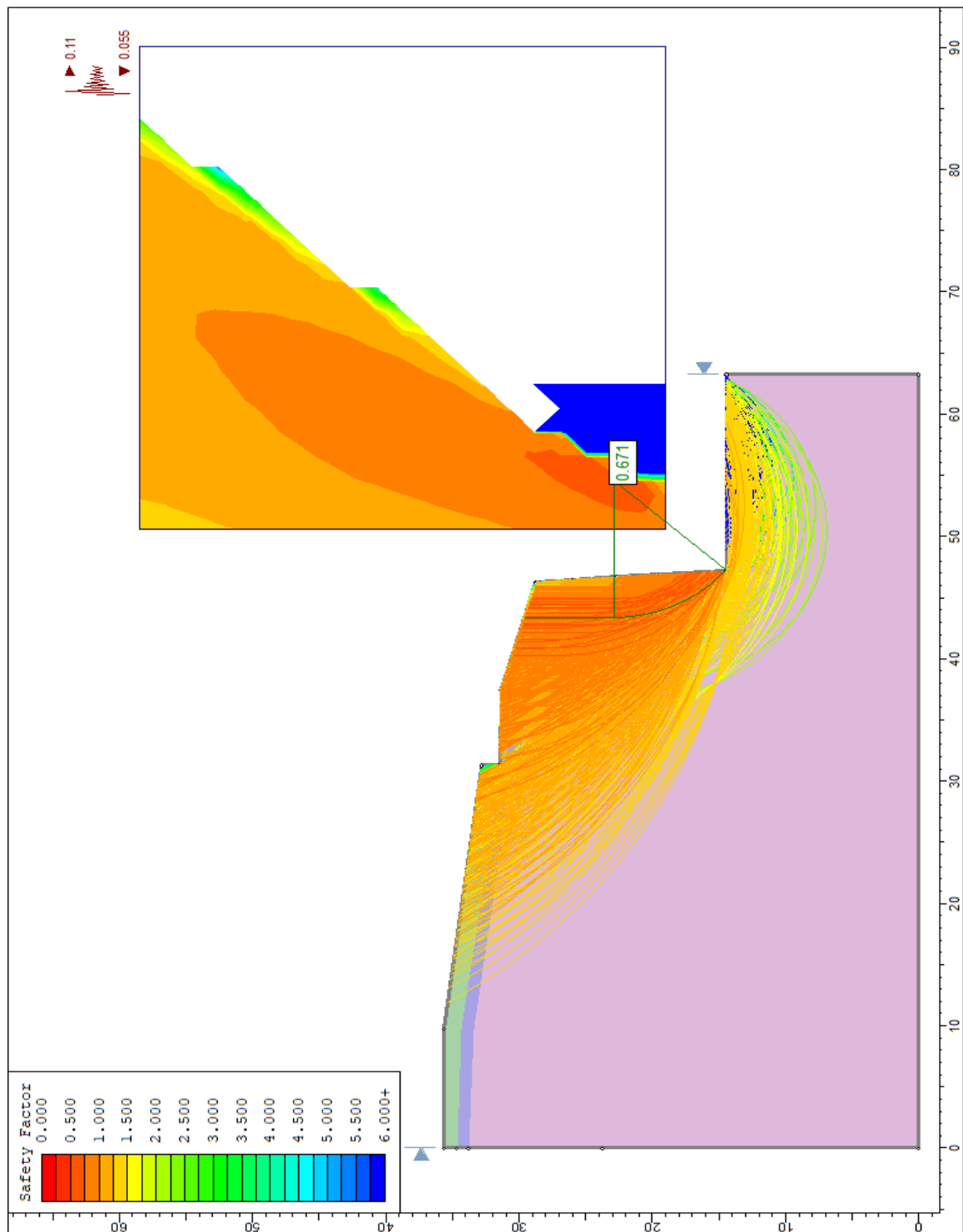
Situacija sa položajem presjeka prikazana je u grafičkom prilogu 7.1.



### 4.4.1. Presjek A-A



Slika 8. Model za stabilnost pokosa A-A



Slika 9. Kritična klizna ploha pokosa A-A

Na pokosu A-A potrebna je zaštita mlaznim betonom i geotehničkim sidrima jer faktor sigurnost klizne plohe iznosi 0,671 ( $F_s < 1.0$ ).

Ugrađuje se obloga od mlaznog betona C25/30 u dva sloja po 5,0 cm debljine ( $5,0 + 5,0 = 10,0$  cm) između kojih se ugrađuje armaturna mreža Q-283.

Zatim se ugrađuju IBO sidra R32-360 (R32S) duljine 9,0 i 6,0 m koja se izvode na rasteru 2,0 x 2,5 m (V x Š).

Proračunska vanjska otpornost sidra duljine 9,0 m:

$$R_{S,d} \leq (l_s \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s,d}) / (\gamma_{s;t} \cdot KM)$$

$$R_{S,d} \leq (8,82 \cdot 0,1 \cdot \pi \cdot 100) / (1 \cdot 1,2)$$

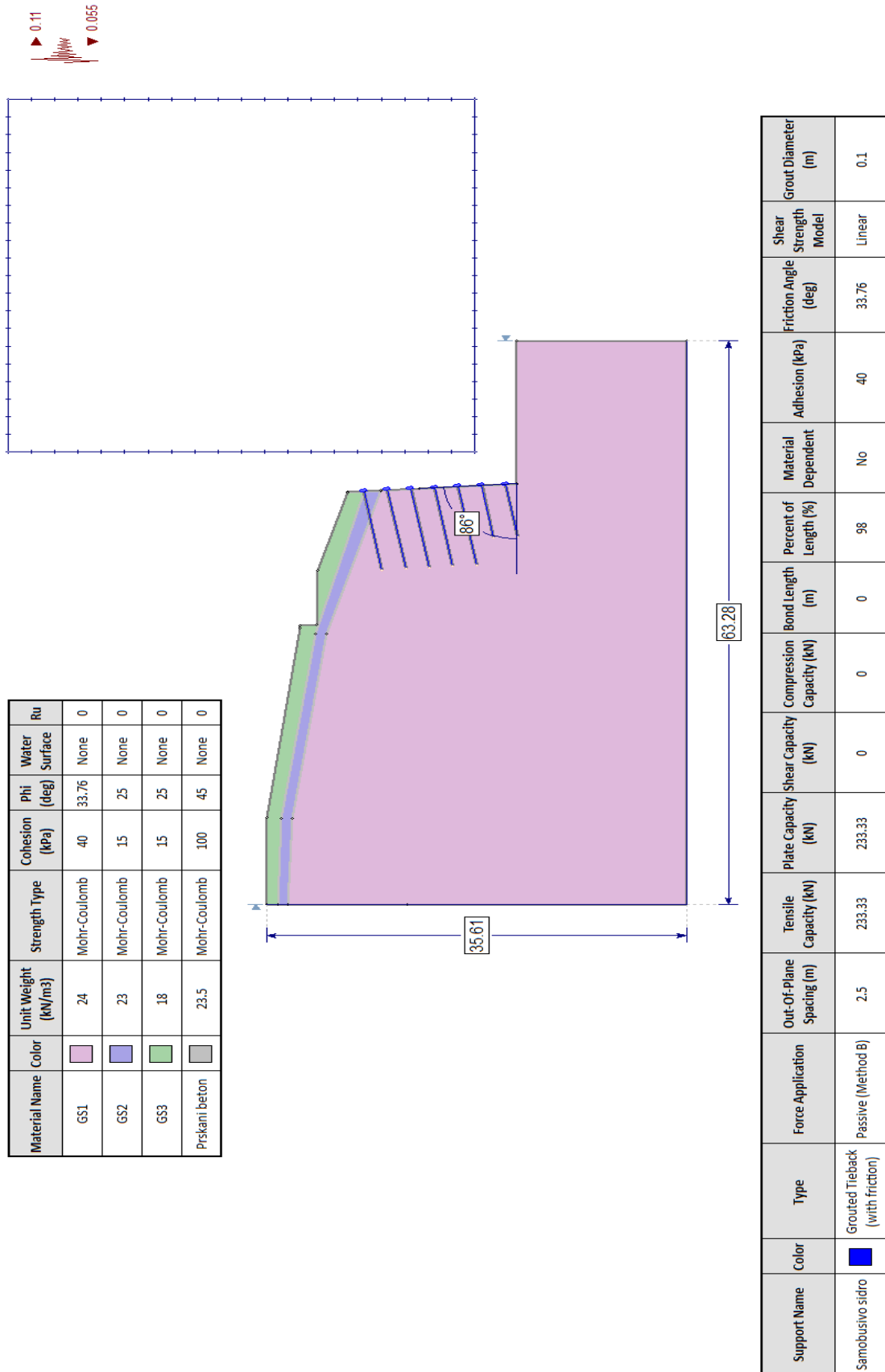
$$R_{S,d} = 230,91 \text{ kN}$$

Proračunska vanjska otpornost sidra duljine 6,0 m:

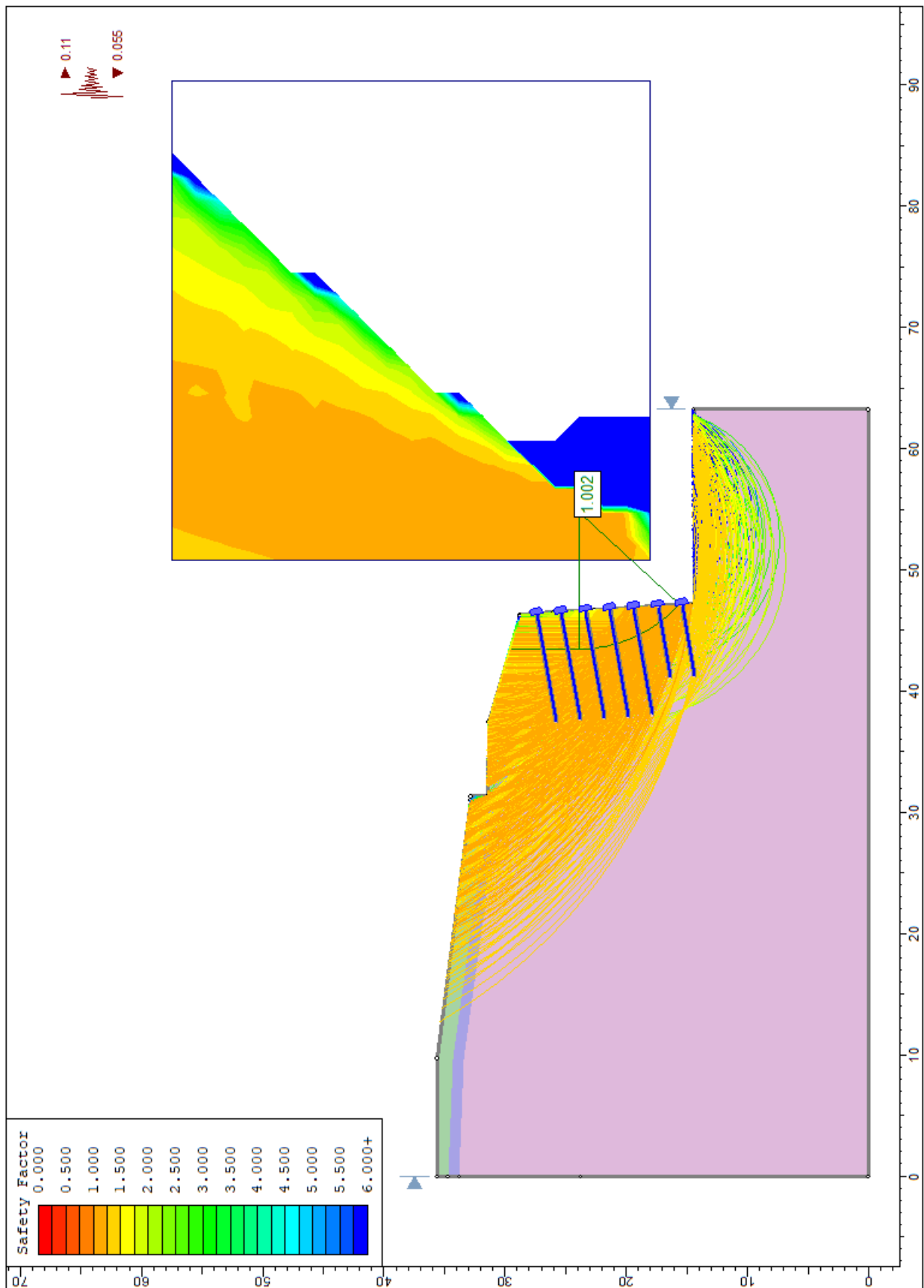
$$R_{S,d} \leq (l_s \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s,d}) / (\gamma_{s;t} \cdot KM)$$

$$R_{S,d} \leq (5,88 \cdot 0,1 \cdot \pi \cdot 100) / (1 \cdot 1,2)$$

$$R_{S,d} = 153,94 \text{ kN}$$

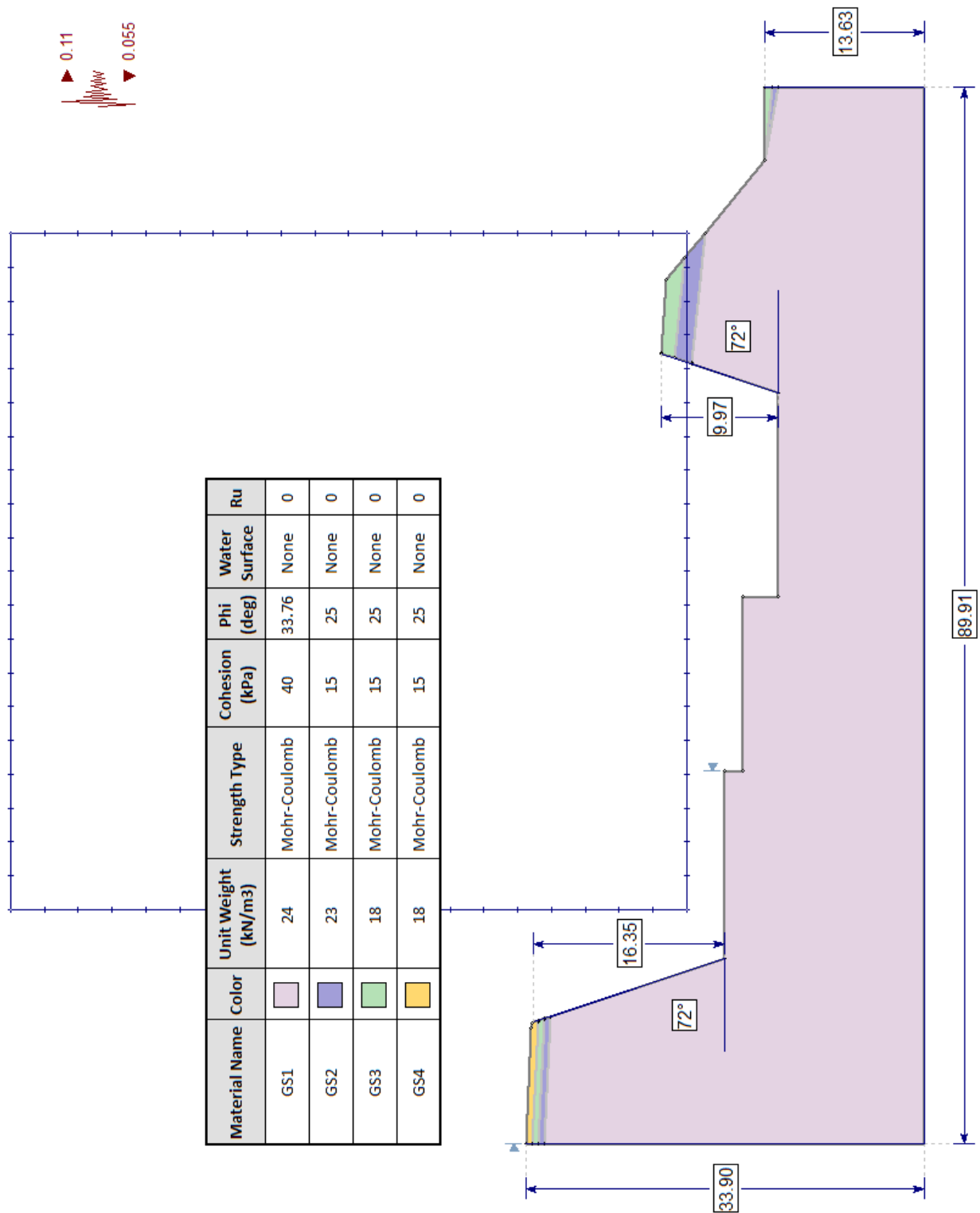


Slika 10. Pokos A-A osiguran mlaznim betonom i geotehničkim sidrima

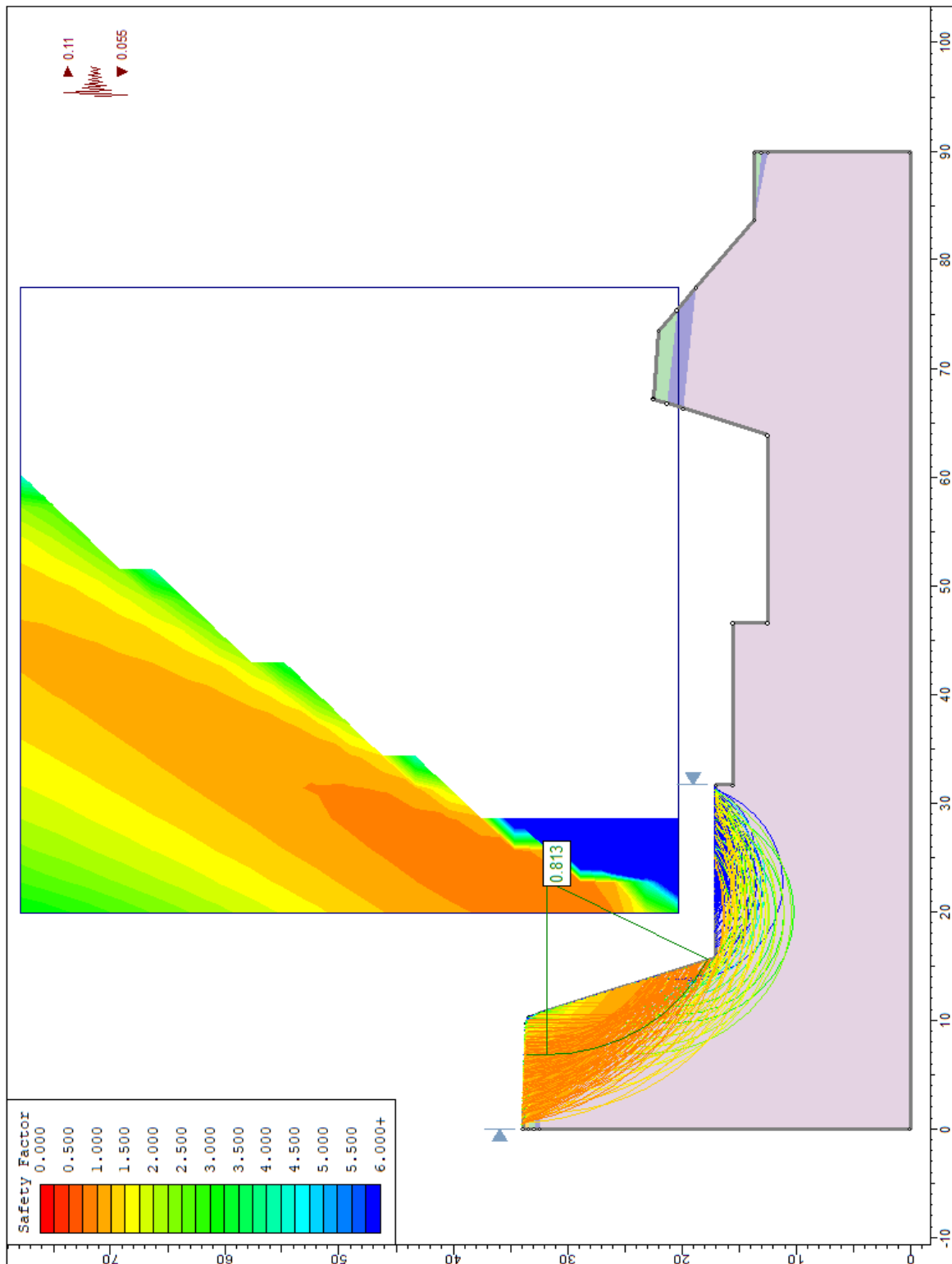


Slika 11. Rezultat modela za stabilnost pokosa A-A

4.4.2. Presjek B-B-1



Slika 12. Model za stabilnost pokosa B-B-1



Slika 13. Krična klizna ploha pokosa B-B-1

Na pokosu B-B-1 potrebna je zaštita mlaznim betonom i geotehničkim sidrima jer faktor sigurnost klizne plohe iznosi 0,813 ( $F_s < 1.0$ ).

Ugrađuje se obloga od mlaznog betona C25/30 u dva sloja po 5,0 cm debljine ( $5,0 + 5,0 = 10,0$  cm) između kojih se ugrađuje armaturna mreža Q-283.

Zatim se ugrađuju IBO sidra R32-360 (R32S) duljine 12,0 i 9,0 m koja se izvode na rasteru 2,0 x 3,0 m (V x Š).

Proračunska vanjska otpornost sidra duljine 12,0 m:

$$R_{S,d} \leq (l_s \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s,d}) / (\gamma_{s;t} \cdot KM)$$

$$R_{S,d} \leq (11,76 \cdot 0,1 \cdot \pi \cdot 100) / (1 \cdot 1,2)$$

$$R_{S,d} = 307,88 \text{ kN}$$

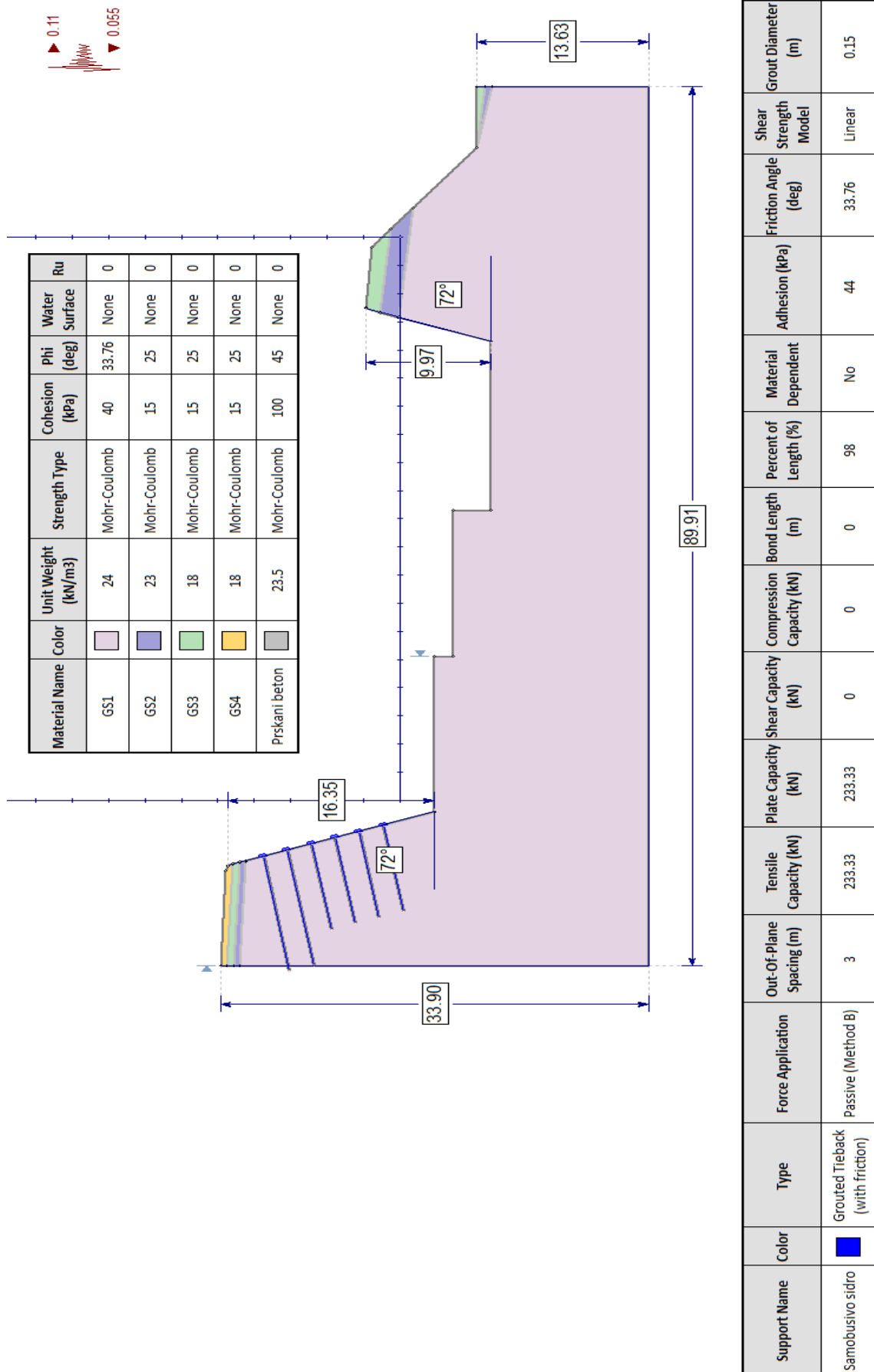
Proračunska vanjska otpornost sidra duljine 9,0 m:

$$R_{S,d} \leq (l_s \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s,d}) / (\gamma_{s;t} \cdot KM)$$

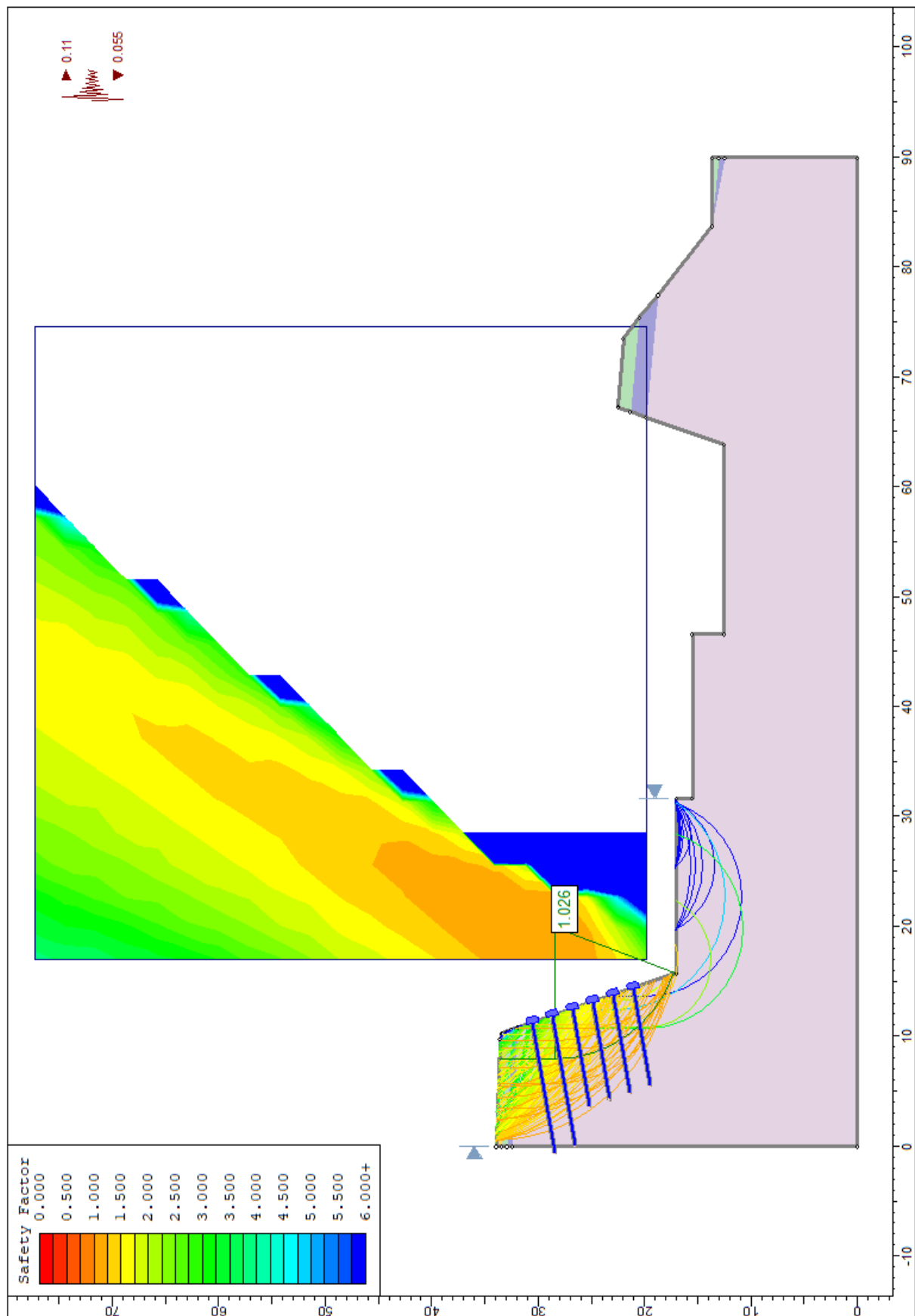
$$R_{S,d} \leq (8,82 \cdot 0,1 \cdot \pi \cdot 100) / (1 \cdot 1,2)$$

$$R_{S,d} = 230,91 \text{ kN}$$



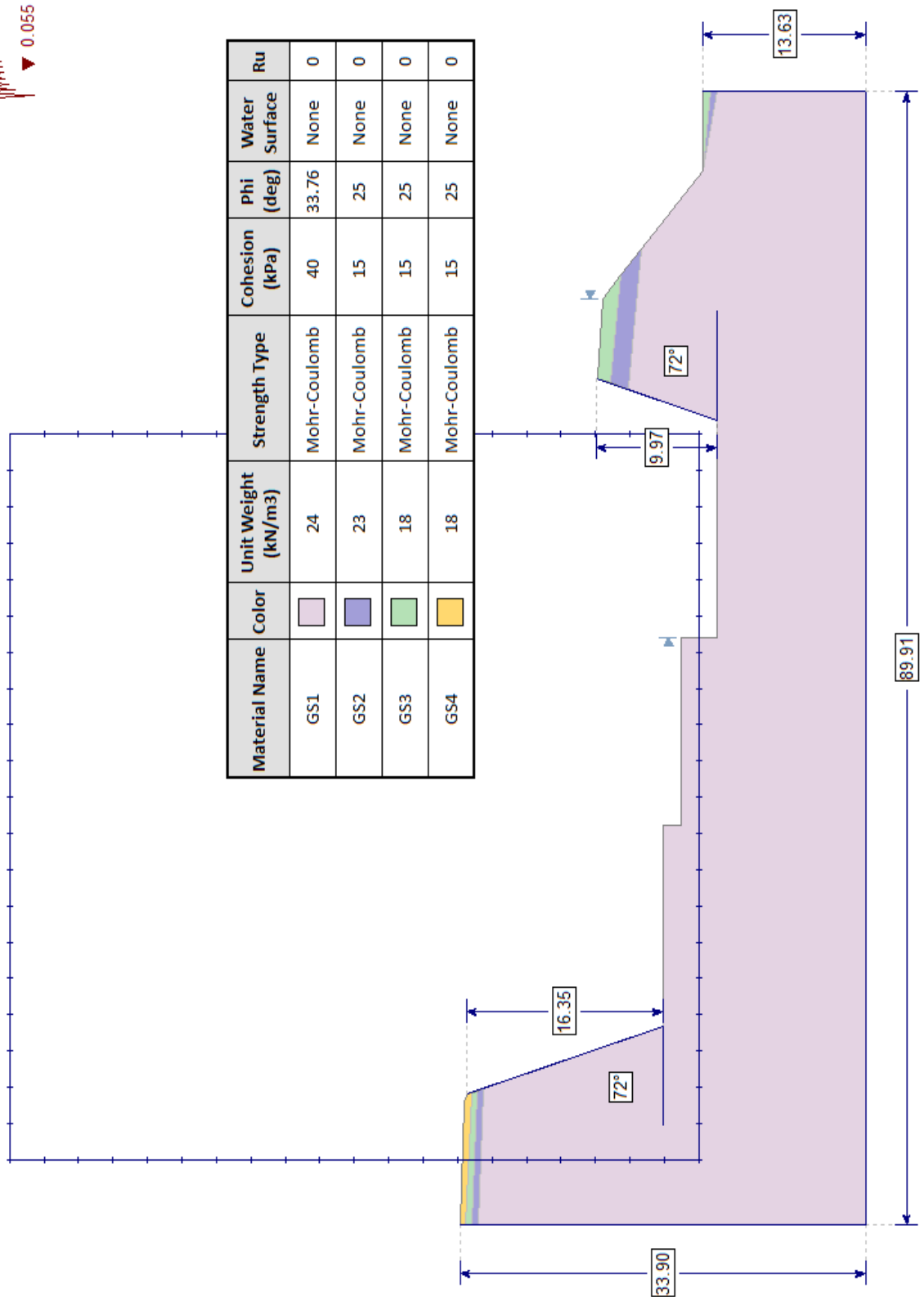
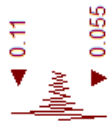


Slika 14. Pokos B-B-1 osiguran mlaznim betonom i geotehničkim sidrima

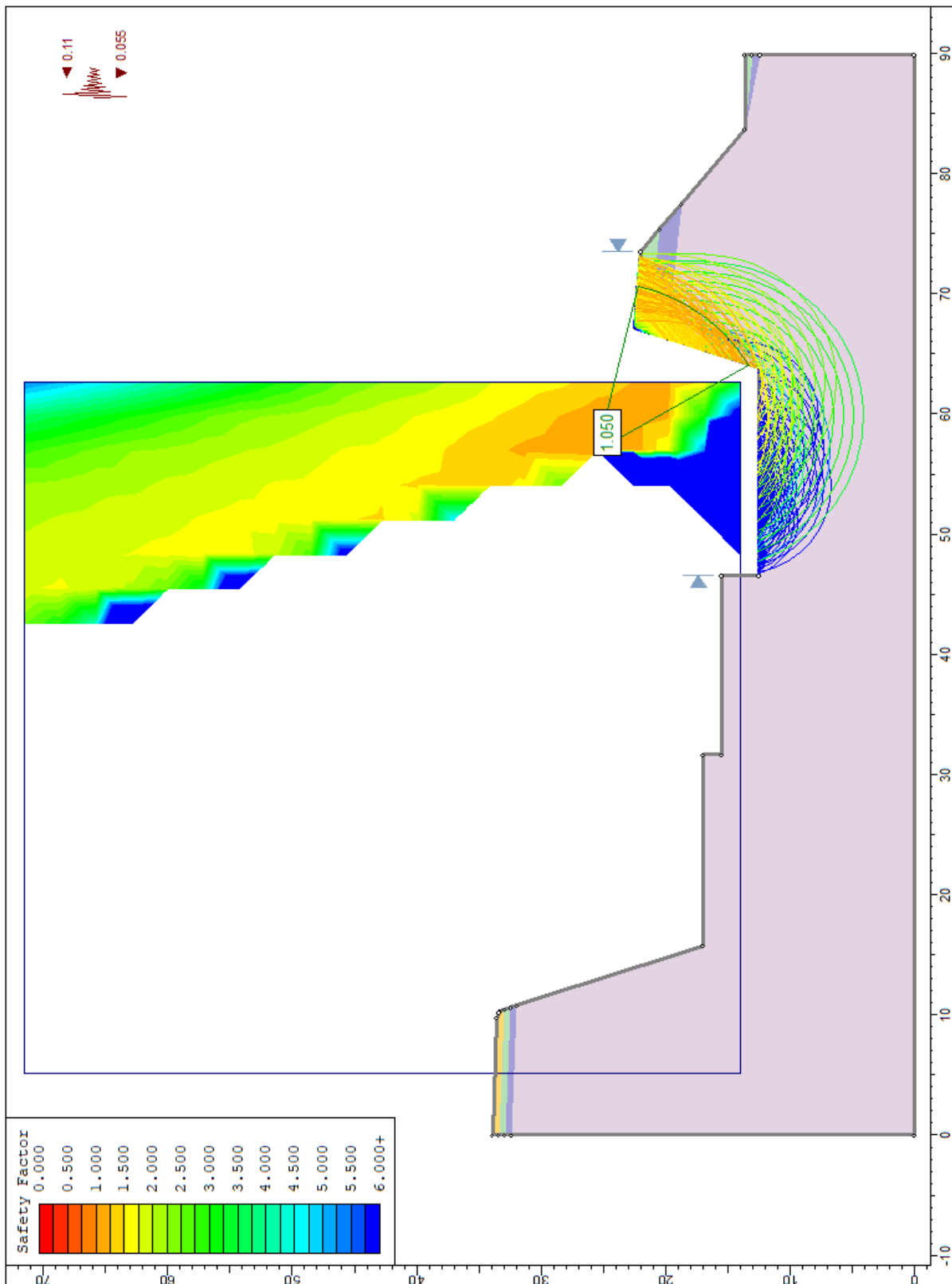


Slika 15. Rezultat modela za stabilizaciju pokosa B-B-1

4.4.3. Presjek B-B-2



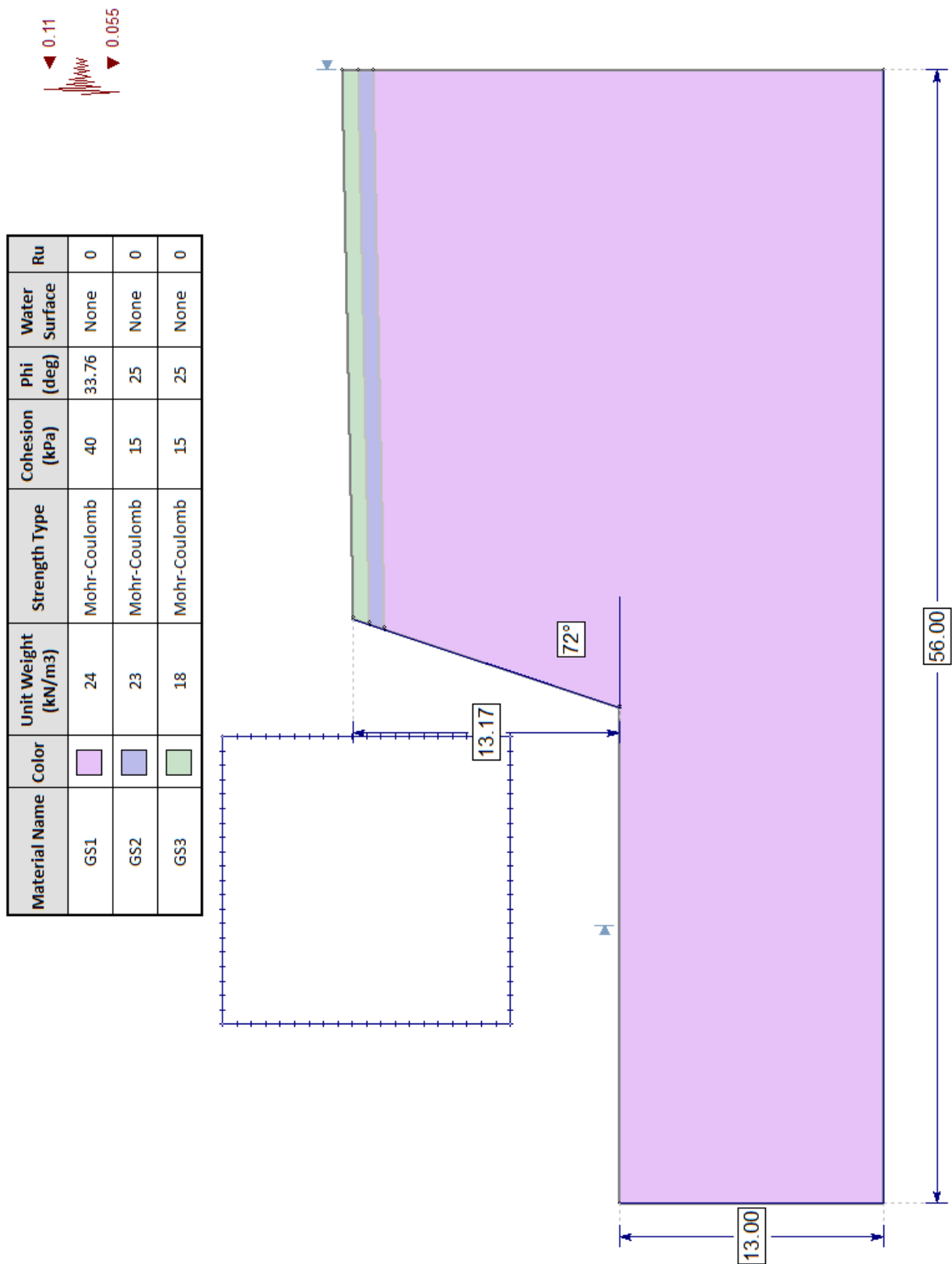
Slika 16. Model za stabilizaciju pokosa B-B-2



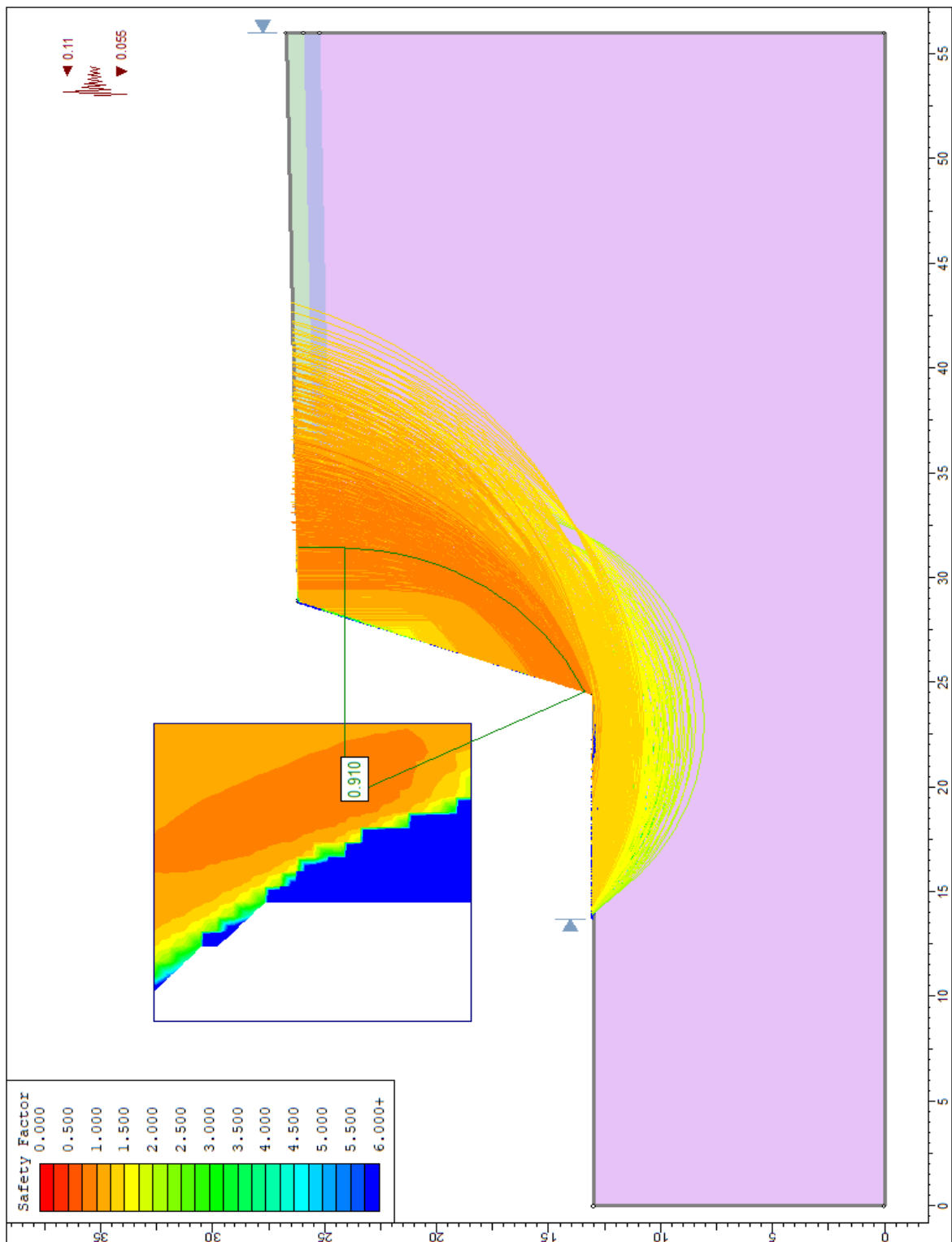
Slika 17. Rezultat modela za stabilizaciju pokosa B-B-2

S obzirom da faktor sigurnost klizne plohe iznosi 1,050 osiguranje pokosa nije potrebno jer je stabilan.

## 4.4.4. Presjek C-C



Slika 18. Model za stabilnost pokosa C-C



Slika 19. Kritična klizna ploha pokosa C-C

Na pokosu C-C potrebna je zaštita mlaznim betonom i geotehničkim sidrima jer faktor sigurnost klizne plohe iznosi 0,910 ( $F_s < 1,0$ ).

Ugrađuje se obloga od mlaznog betona C25/30 u dva sloja po 5,0 cm debljine ( $5,0 + 5,0 = 10,0$  cm) između kojih se ugrađuje armaturna mreža Q-283.

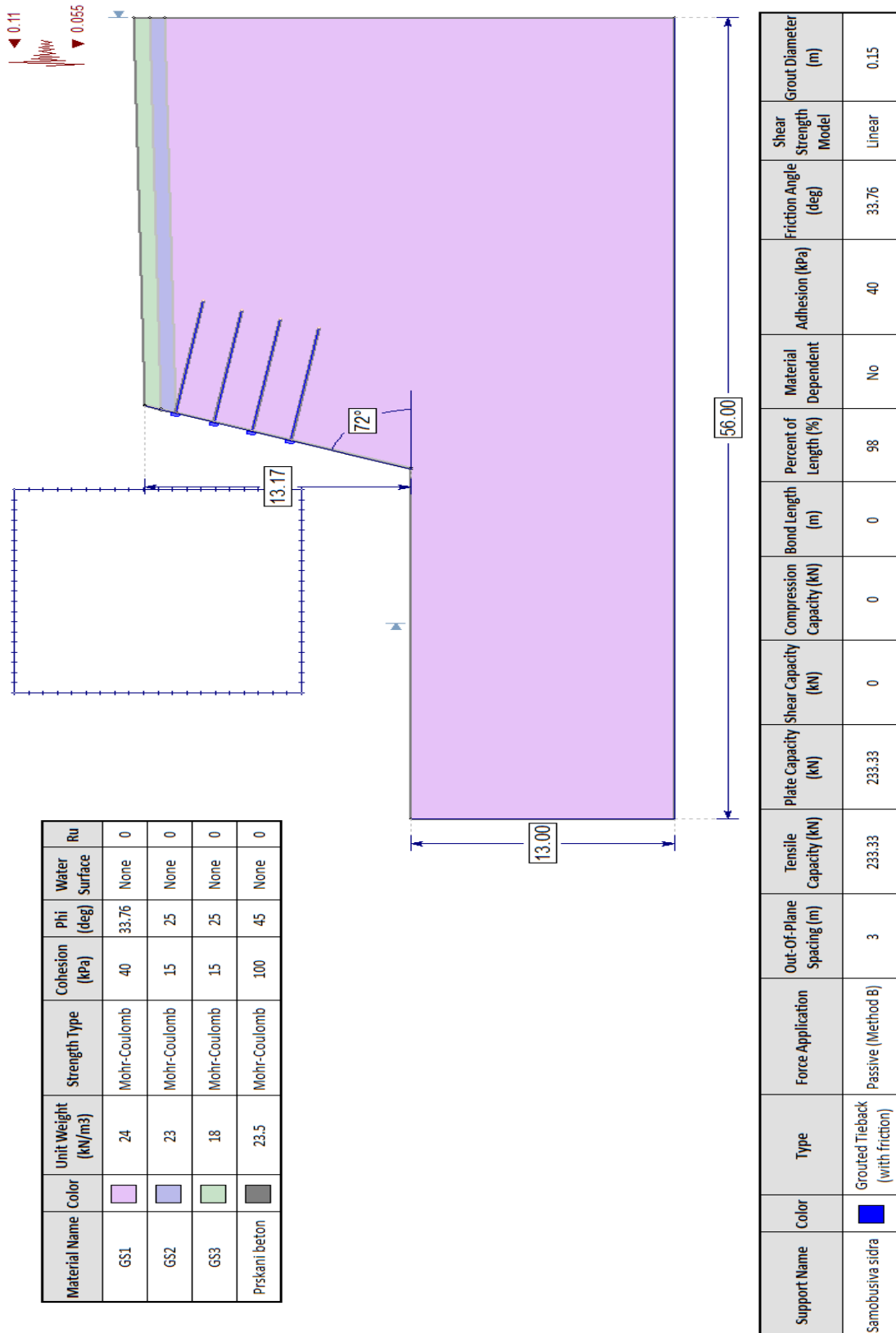
Zatim se ugrađuju IBO sidra R32-360 (R32S) duljine 8,0 m koja se izvode na rasteru 2,0 x 3,0 m (V x Š).

Proračunska vanjska otpornost sidra duljine 8,0 m:

$$R_{S,d} \leq (l_s \cdot D \cdot \pi \cdot q_{s,d}) / (\gamma_{s;t} \cdot KM)$$

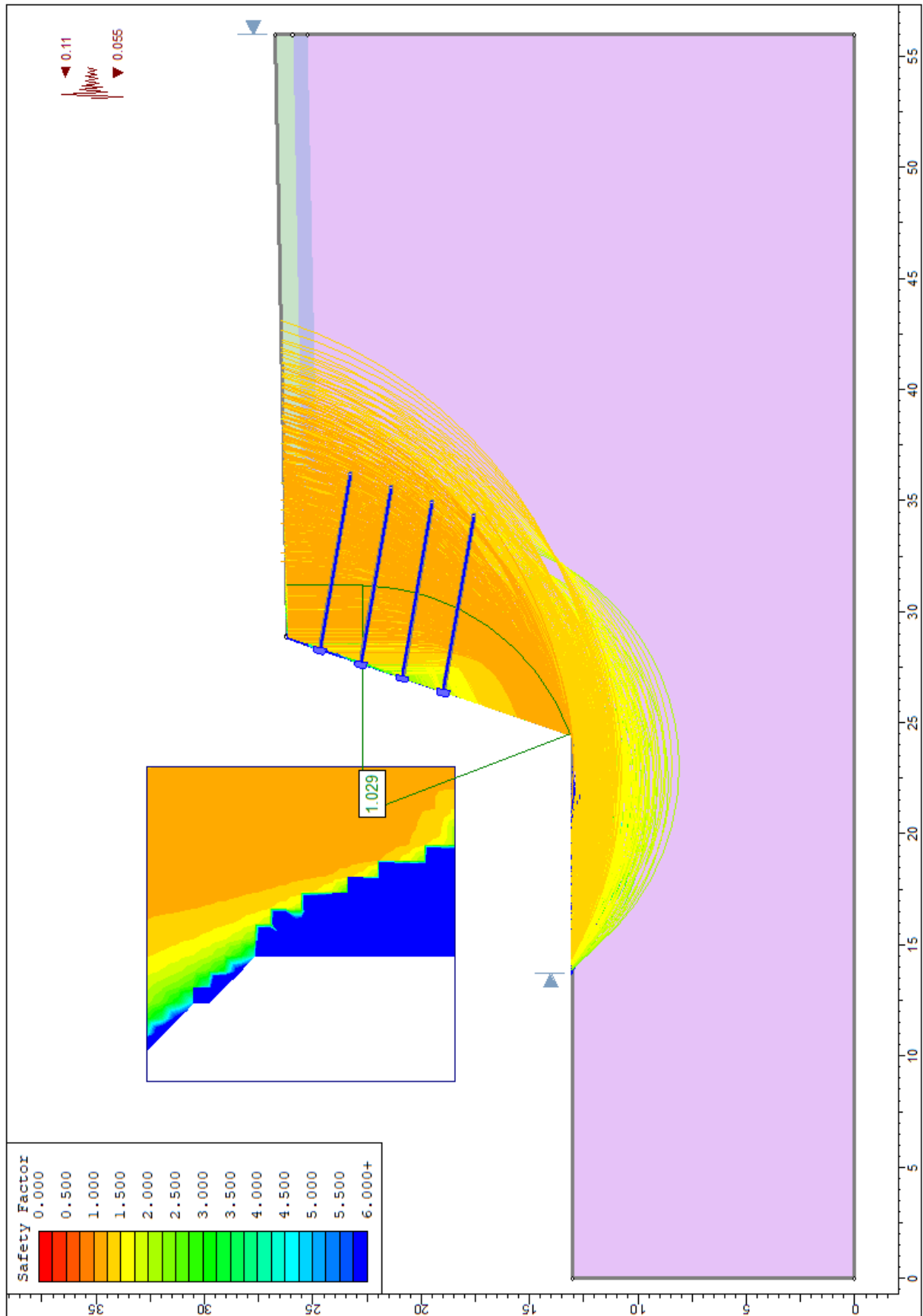
$$R_{S,d} \leq (7,84 \cdot 0,1 \cdot \pi \cdot 100) / (1 \cdot 1,2)$$

$$R_{S,d} = 205,25 \text{ kN}$$



Slika 20. Pokos C-C osiguran mlaznim betonom i geotehničkim sidrima





Slika 21. Rezultat modela za stabilizaciju pokosa C-C

## 5. Troškovnik

| 1. PRIPREMNI RADOVI              |  |                |          |                       |                   |
|----------------------------------|--|----------------|----------|-----------------------|-------------------|
| Broj stavke                      | OPIS RADOVA  | Jedinica mjere | Količina | Jedinična cijena (KN) | Ukupni iznos (KN) |
| 1.                               | <p>Izrada elaborata organizacije gradilišta. Mobilizacija svih potrebnih strojeva, opreme, privremenih gradilišnih objekata, alata i ljudstva, kao i demobilizacija istih. Izrada i održavanje gradilišnih prometnica.</p> <p>Osiguranje svih potrebnih gradilišnih priključaka (struja, voda i sl.) s pripadajućim privremenim instalacijama kao i uklanjanje istih po dovršetku građenja.</p> <p>Osiguranje dovoljnog broja privremenih sanitarnih čvorova (npr. kemijski WC-i), kao i njihovo čišćenje i pražnjenje.</p> <p>Izrada i postavljanje table gradilišta te njeno uklanjanje po dovršetku građenja.</p> |                |          |                       |                   |
|                                  | Obračun paušalno.  | paušal         | 1.00     |                       | 0.00              |
| 2.                               | Izrada gradilišne ograde sukladno važećim propisima i zakonima te održavanje iste tijekom gradnje objekta i odvoz iste nakon završetka svih radova tj. faze radova   | m1             | 290.00   |                       | 0.00              |
| 3.                               | Geodetsko snimanje - komplet usluga praćenja gradnje objekta, tijekom trajanja gradilišta.   |                |          |                       |                   |
|                                  | Obračun paušalno.  | paušal         | 1.00     |                       | 0.00              |
| <b>UKUPNO PRIPREMNI RADOVI :</b> |  |                |          |                       | <b>0.00</b>       |

| <b>2. ZEMLJANI RADOVI</b>       |  |                |           |                       |                   |
|---------------------------------|--|----------------|-----------|-----------------------|-------------------|
| Broj stavke                     | OPIS RADOVA  | Jedinica mjere | Količina  | Jedinična cijena (Kn) | Ukupni iznos (KN) |
| 1.                              | Široki iskop u terenu A, B i C kategorije. Iskop će se vršiti u više etapa iskopa u kampadama i to prema potrebnom kaskadnom volumenu s ravnim ili kosim zasjecanjem zemlje i uz osiguranje iskopa od obrušavanja. Točna količina iskopanog materijala određene kategorije utvrdit će se na terenu prilikom samog iskopa. Količine su uvećane za iskop oko podzemnog dijela zgrade potrebnog za izradu drenaže oko objekta, postavu oplata, izolacija i slično. Obračun po m <sup>3</sup> iskopanog materijala u sraslom stanju. |                |           |                       |                   |
|                                 | A kategorija (procjena 10%)  | m <sup>3</sup> | 3,929.70  |                       | 0.00              |
|                                 | B kategorija (procjena 75%)  | m <sup>3</sup> | 29,472.75 |                       | 0.00              |
|                                 | C kategorija (procjena 15%)  | m <sup>3</sup> | 5894.55   |                       | 0.00              |
| <b>UKUPNO ZEMLJANIH RADOVA:</b> |  |                |           |                       | <b>0.00</b>       |

| <b>3. BETONSKI I ARMIRANO BETONSKI RADOVI</b>        |   |                |          |                       |                   |
|--|---|----------------|----------|-----------------------|-------------------|
| Broj stavke  | OPIS RADOVA   | Jed. mjere     | Količina | Jedinična cijena (Kn) | Ukupni iznos (KN) |
| 1.   | Izvedba mlaznog betona C 28/30, debljine 10 cm.   |                |          |                       |                   |
|  |   | m <sup>3</sup> | 216.00   |                       | 0.00              |
| 2.   | Armaturna mreža Q-288 dimenzija 6,0 x 2,15 m; (otvor 10 x 10 cm); težina 4.44 kg/m <sup>2</sup> |                |          |                       |                   |
|  |   | kg             | 9,590.40 |                       | 0.00              |
| <b>UKUPNO BETONSKIH I ARMIRANO BETONSKIH RADOVA:</b> |   |                |          |                       | <b>0.00</b>       |

| <b>4. POSEBNI RADOVI</b>       |   |                |          |                       |                   |
|--------------------------------|---|----------------|----------|-----------------------|-------------------|
| Broj stavke                    | OPIS RADOVA   | Jedinica mjere | Količina | Jedinična cijena (Kn) | Ukupni iznos (KN) |
| 1.                             | Izvedba geotehničkih sidara promjera natege 32 mm i promjera bušaće glave 100 mm (karakteristike tipa DYWI R32-360 (R32S), Dywidag) | m              | 2,406.00 |                       |                   |
| <b>UKUPNO POSEBNIH RADOVA:</b> |   |                |          |                       | <b>0.00</b>       |

## **6. Literatura**

- Prof.dr.sc. Predrag Mišćević - Geotehničko inženjerstvo: predavanja, Fakultet građevinarstva arhitekture i geodezije sveučilišta u Splitu
- Roje Bonacci, T. (2012.). Zemljani radovi. Split: Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
- Institut IGH, d.d. – Preliminarni geotehnički elaborat

## **7. Grafički prilozi**

### **7.1. Situacija**

### **7.2. Poprečni presjek A-A**

### **7.3. Poprečni presjek B-B**

### **7.4. Poprečni presjek C-C**

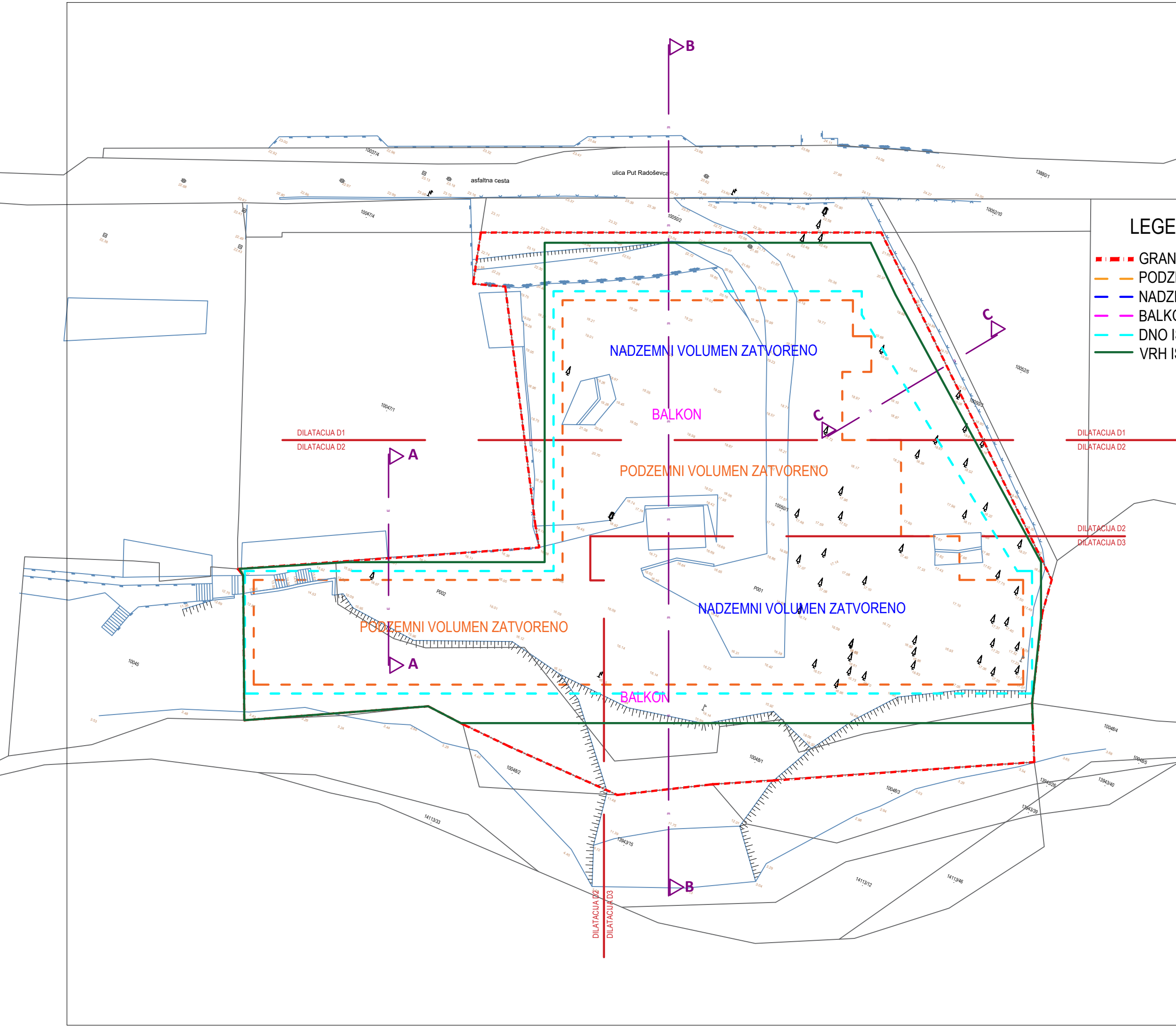
### **7.5. Uzdužni presjek A-A**

### **7.6. Uzdužni presjek B-B-1**

### **7.7. Uzdužni presjek C-C**

LEGENDA

- - - GRANICA PARCELE
- - - PODZEMNI VOLUMEN ZATVORENO
- - - NADZEMNI VOLUMEN ZATVORENO
- - - BALKONI
- - - DNO ISKOPA
- - - VRH ISKOPA



|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| INVESTITOR:<br>HOTEL KADULJA j.d.o.o.<br>Grljevačka 22, Podstrana  |                      | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEODEZIJE<br>21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT  |                      |  |
| GRADEVINA:<br>GRAĐEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE -<br>HOTEL<br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |                      |  |
| SADRŽAJ NACRTA:<br>SITUACIJA   |                      |  |
| STUDENTICA:<br>Paula Jakovčević  | MJERILO:<br>1:400    |  |
| MJESTO I DATUM:<br>Split, lipanj 2023.   | BROJ NACRTA:<br>7.1. |  |

PRESJEK A - A  
MJERILO 1:200

- Pokos se štiti izvedbom sustava zaštite mlaznim betonom i IBO R32s sidrima duljine 9.0 i 6.0 m



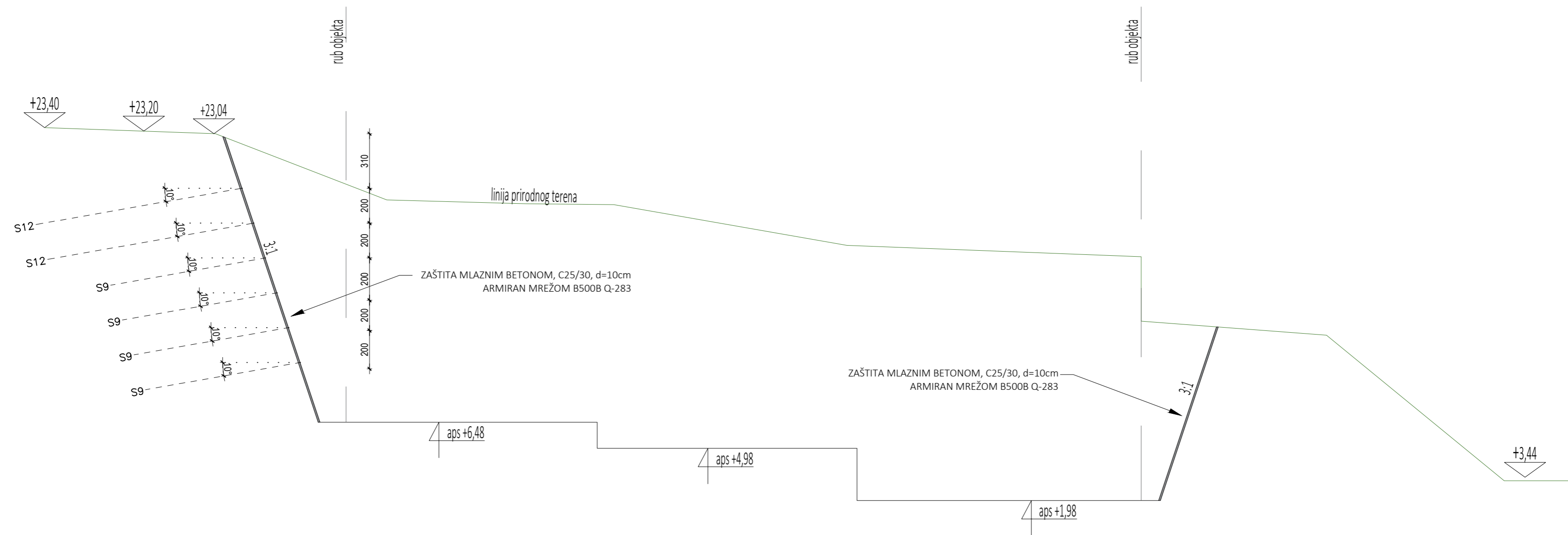
|  |  |
|--|--|
| INVESTITOR:<br><br>HOTEL KADULJA j.d.o.o.<br>Grljevačka 22, Podstrana  | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEODETIKE<br>21000 SPLIT, MATIŠE HRVATSKE 16 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT  |  |
| GRAĐEVINA:<br>GRAĐEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE -<br>HOTEL<br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |  |
| SADRŽAJ NACRTA:<br><br>POPREČNI PRESJEK A - A  |  |
| STUDENTICA:<br>Paula Jakovčević  | MJERILO:<br>1:200  |
| MJESTO I DATUM:<br>Split, lipanj 2023.   | BROJ NACRTA:<br>7.2.   |



PRESJEK B - B

MJERILO 1:200

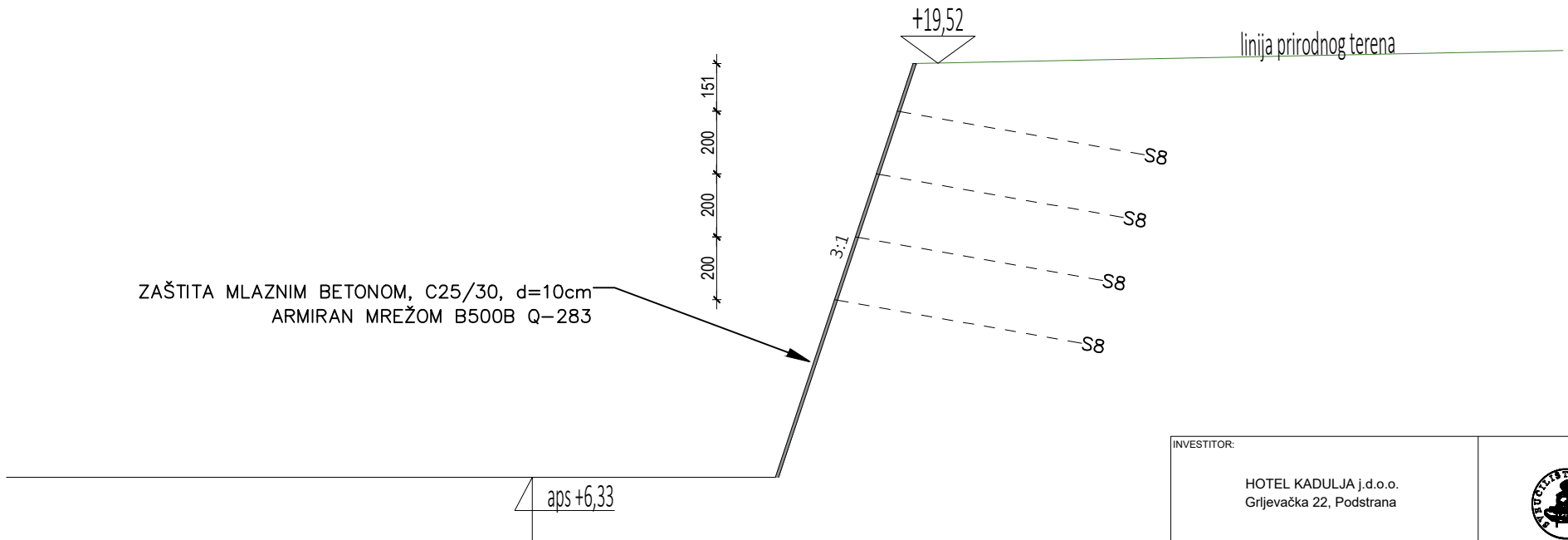
- Pokos se štiti izvedbom sustava zaštite mlaznim betonom i IBO R32s sidrima duljine 12.0, 9.0 m




|  |   |
|--|---|
| INVESTITOR:<br>HOTEL KADULJA j.d.o.o.<br>Grljevačka 22, Podstrana  | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEODEZIJE,<br>21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT  |   |
| GRADEVINA:<br>GRAĐEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE -<br>HOTEL<br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |   |
| SADRŽAJ NACRTA:<br>POPREČNI PRESJEK B - B  |   |
| STUDENTICA:<br>Paula Jakovčević  | MJERILO:<br>1:100   |
| MJESTO I DATUM:<br>Split, lipanj 2023.   | BROJ NACRTA:<br>7.3.  |

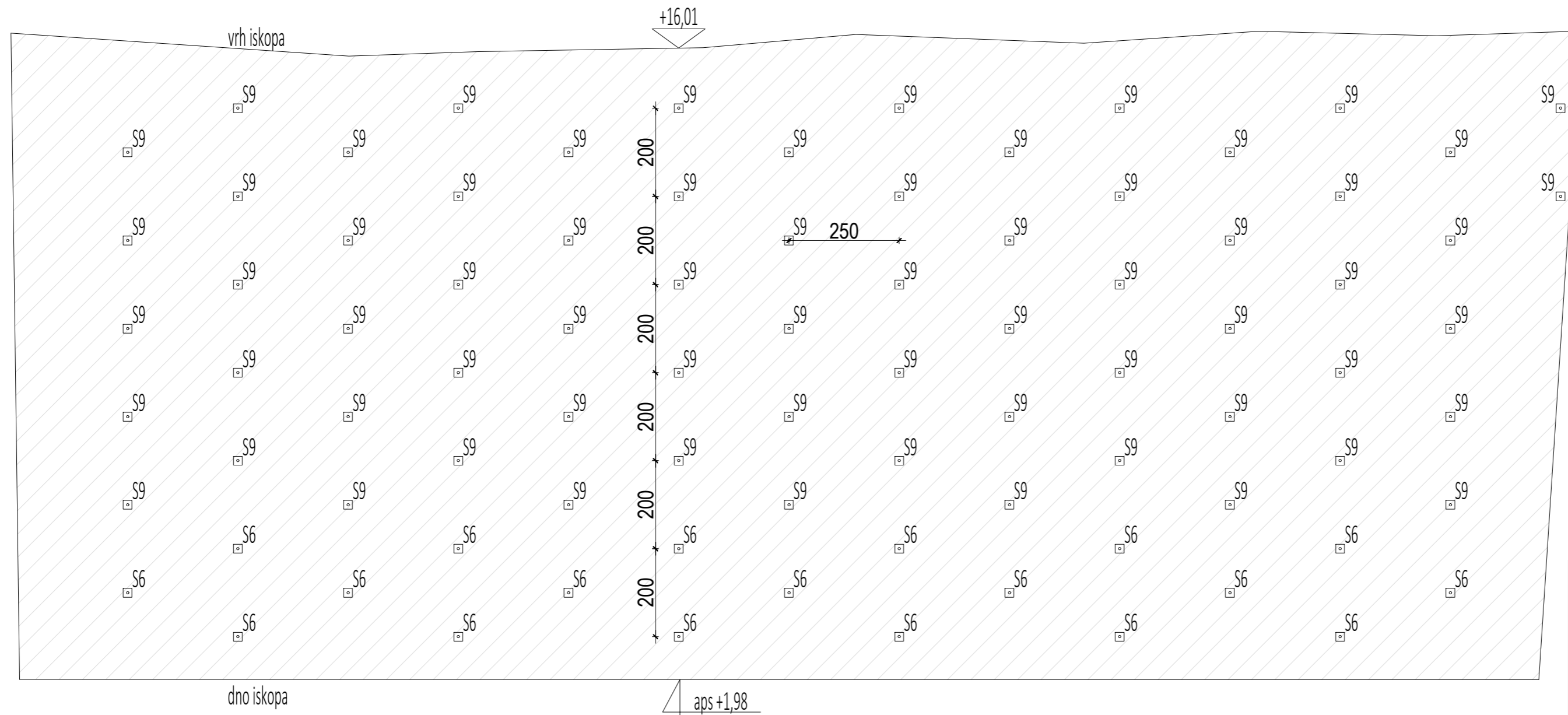
PRESJEK C - C  
MJERILO 1:200

- Pokos se štiti izvedbom sustava zaštite mlaznim betonom i IBO R32s sidrima duljine 8.0 m






|  |  |
|--|--|
| INVESTITOR:<br><br>HOTEL KADULJA j.d.o.o.<br>Grjevačka 22, Podstrana   | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEOEZZIJE<br>21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br><b>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT</b>   |  |
| GRADEVINA:<br><br>GRADEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE -<br>HOTEL<br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |  |
| SADRŽAJ NACRTA:<br><br><b>POPREČNI PRESJEK C - C</b>   |  |
| STUDENTICA:<br><br>Paula Jakovčević  | MJERILO:<br><br>1:200  |
| MJESTO I DATUM:<br><br>Split, lipanj 2023.   | BROJ NACRTA:<br><br>7.4.   |

ZAŠTITA POKOSA MLAZNIM BETONOM I SIDRIMA

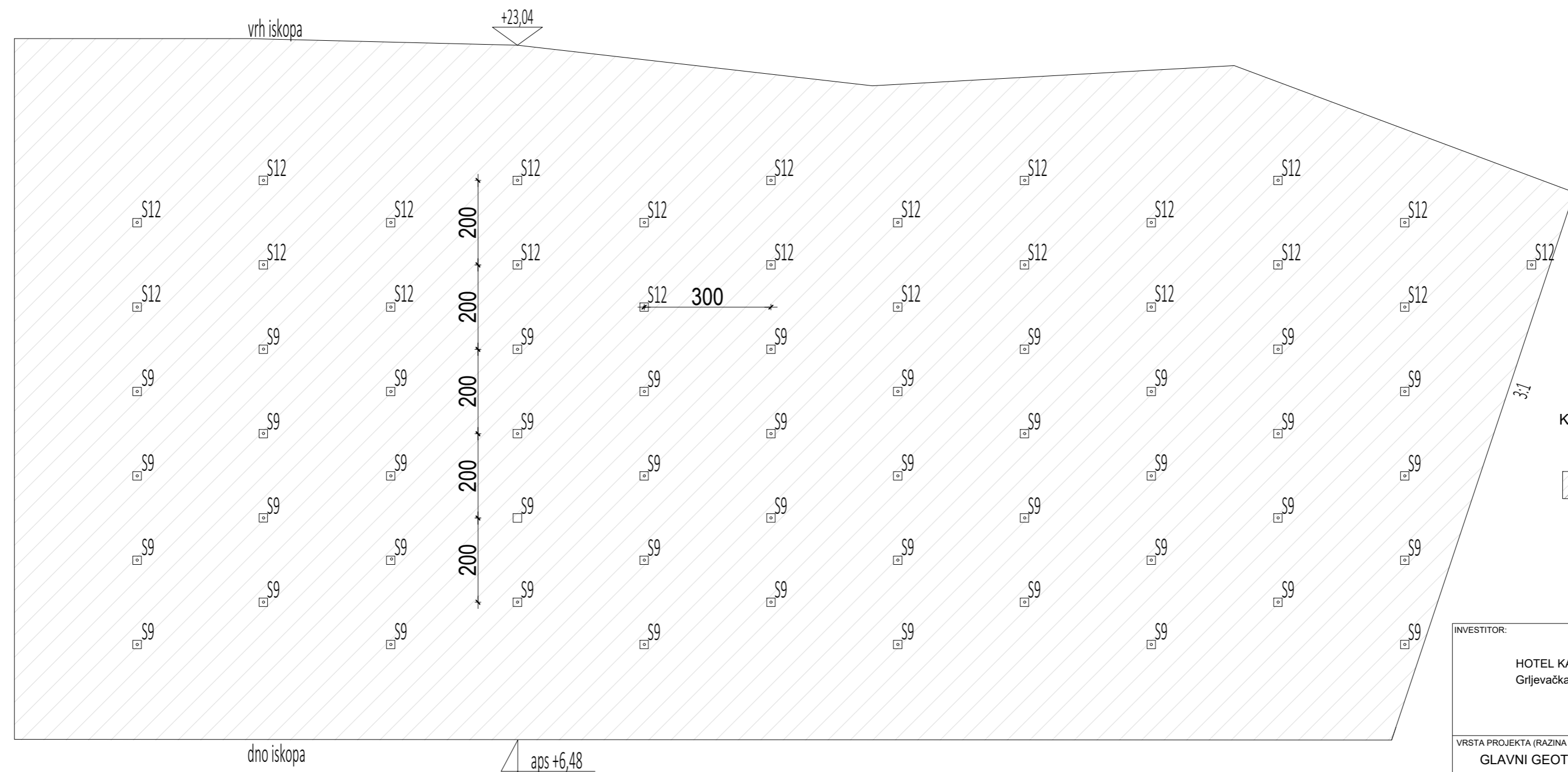


KAZALO:



-  C25/30, d=10 cm (2x5cm), ARMIRAN SA Q-283
-  SAMOBUŠIVO IBO SIDRO R32s  
S9(L=9.0m); S6(L=6.0m)

|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| INVESTITOR:<br><br>HOTEL KADULJA j.d.o.o.<br>Grljevačka 22, Podstrana  |                      | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEODEZIJE<br>21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT  |                      |  |
| GRAĐEVINA:<br>GRAĐEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE -<br>HOTEL<br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |                      |  |
| SADRŽAJ NACRTA:<br>UZDUŽNI POGLED A-A  |                      |  |
| STUDENTICA:<br>Paula Jakovčević  | MJERILO:<br>1:100    |  |
| MJESTO I DATUM:<br>Split, lipanj 2023.   | BROJ NACRTA:<br>7.5. |  |

ZAŠTITA POKOSA MLAZNIM BETONOM I SIDRIMA

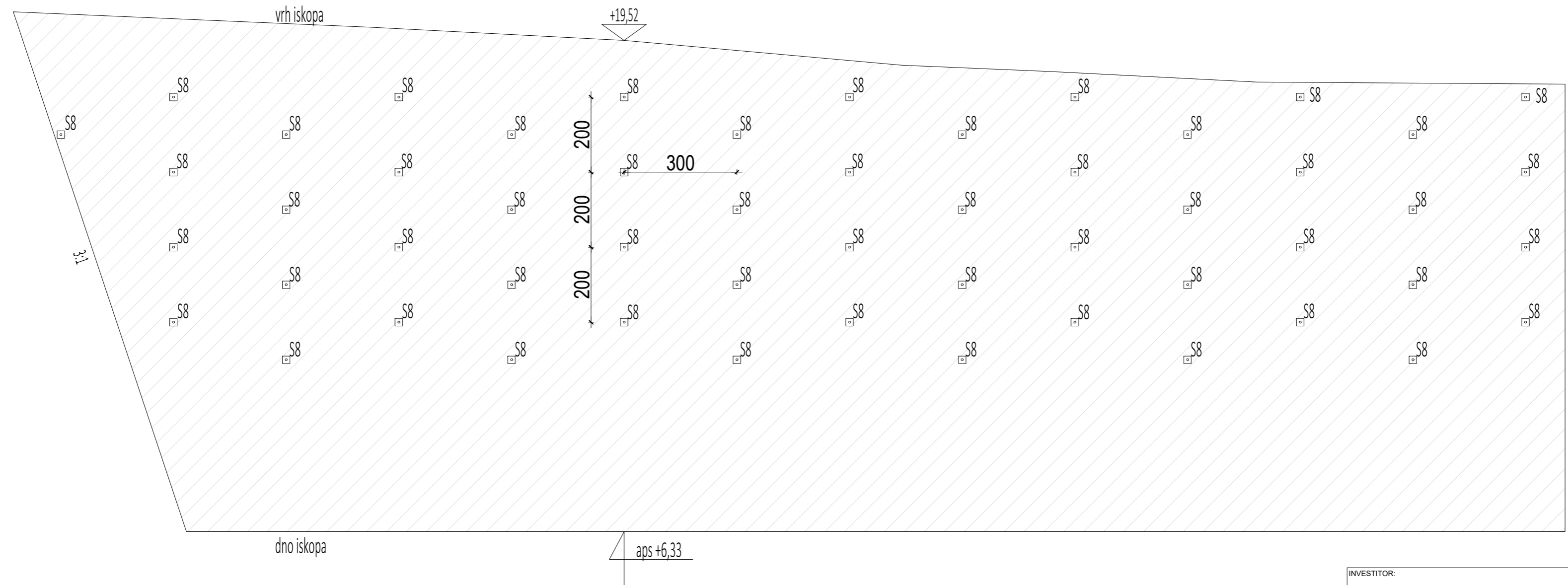


KAZALO:


-  C25/30, d=10 cm (2x5cm), ARMIRAN SA Q-283
-  SAMOBUŠIVO IBO SIDRO R32s S12(L=12.0m); S9(L=9.0m)


|  |                             |  |
|--|-----------------------------|--|
| INVESTITOR:<br><b>HOTEL KADULJA j.d.o.o.</b><br>Grljevačka 22, Podstrana   |                             | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEODEZIJE<br>21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br><b>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT</b>   |                             |  |
| GRADEVINA:<br><b>GRADEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE - HOTEL</b><br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |                             |  |
| SADRŽAJ NACRTA:<br><b>UZDUŽNI POGLED B-B-1</b>   |                             |  |
| STUDENTICA:<br><b>Paula Jakovčević</b>   | MJEILO:<br><b>1:100</b>     |  |
| MJESTO I DATUM:<br><b>Split, lipanj 2023.</b>  | BROJ NACRTA:<br><b>7.6.</b> |  |

ZAŠTITA POKOSA MLAZNIM BETONOM I SIDRIMA



KAZALO:

 C25/30, d=10 cm (2x5cm),  
ARMIRAN SA Q-283

 SAMOBUŠIVO IBO SIDRO R32s  
S8(L=8.0m)

|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| INVESTITOR:<br><br>HOTEL KADULJA j.d.o.o.<br>Grljevačka 22, Podstrana  |                      | <br>SVEUČILIŠTE U SPLITU,<br>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,<br>ARHITEKTURE I GEODEZIJE<br>21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15 |
| VRSTA PROJEKTA (RAZINA I STRUKA):<br>GLAVNI GEOTEHNIČKI PROJEKT  |                      |  |
| GRADEVINA:<br>GRADEVINA UGOSTITELJSKO - TURISTIČKE NAMJENE -<br>HOTEL<br>k.č.z 10050/1 i k.č.z 10048/1 k.o.Split |                      |  |
| SADRŽAJ NACRTA:<br>UZDUŽNI POGLED C-C  |                      |  |
| STUDENTICA:<br>Paula Jakovčević  | MJERILO:<br>1:100    |  |
| MJESTO I DATUM:<br>Split, lipanj 2023.   | BROJ NACRTA:<br>7.7. |  |