Rekonstrukcija i dogradnja ACI marine Rovinj - analize stabilnosti kosina glavnog lukobrana

Markota, Matea

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:643889

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Matea Markota

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Rekonstrukcija i dogradnja ACI marine Rovinj – analize stabilnosti kosina glavnog lukobrana

Završni rad

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:	**PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT:	MATEA MARKOTA
BROJ INDEKSA:	4095
KATEDRA:	**Katedra za geotehniku**
PREDMET:	Mehanika tla i temeljenje

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Rekonstrukcija i dogradnja ACI marine Rovinj – analize stabilnosti kosina glavnog lukobrana

Opis zadatka: Kandidatkinji su stavljeni na raspolaganje rezultati geotehničkih istražnih radova provedenih na predmetnoj lokaciji i druge potrebne podloge u sklopu projekta rekonstrukcije i dogradnje ACI marine Rovinj. Za potrebe dimenzioniranja zahvata i rekonstrukcije glavnog lukobrana potrebno je prema danim podlogama i geotehničkim presjecima odrediti računski model tla te izvršiti analizu stabilnosti pokosa glavnog lukobrana. Analizu stabilnosti pokosa provesti pomoću računalnog programa SLIDE 6.0 u sklopu programskog paketa ROCSCIENCE, za sljedeće projektne situacije: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) i stalno opterećenje+potres.

U Splitu, 17. ožujka 2017. godine

Voditelj Završnog rada:

Doc. dr. sc. Nataša Štambuk Cvitanović

Rekonstrukcija i dogradnja ACI marine Rovinj

Sažetak:

Za potrebe dimenzioniranja zahvata i rekonstrukcije glavnog lukobrana potrebno je prema danim podlogama i geotehničkim presjecima odrediti računski model tla te izvršiti analizu stabilnosti pokosa glavnog lukobrana za projektne situacije: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) i stalno opterećenje+potres.

Ključne riječi:

rekonstrukcija, dimenzioniranje, analiza stabilnosti pokosa

Reconstruction of ACI marina Rovinj

Abstract:

For the purpose of geotehnical designing and reconstructing the main breakwater, it is necessary to determine the computational model of soil and to analyze slope stability of the main breakwater for the design situations: permanent load (sea level ±0,00 m a.s.l.) and permanent load + earthquake .

Keywords:

Reconstruction, geotehnical design, slope stability analysis

SADRŽAJ:

1. **UVOD** 1

1.1. Podaci o lokaciji i objektu 1

1.2. Seizmičnost terena 1

1.3. Terenski istražni radovi 2

1.4. Laboratorijski istražni radovi 2

2. SASTAV I SVOJSTVA TEMELJNOG TLA 3

2.1. Nasip 3

2.2. Recentni morski pijesak i mulj 5

2.3. Glina 6

2.4. Vapnenac – kompaktna stijena gornje jure 8

2.5. Karakteristične vrijednosti parametara tla 8

3. **ANALIZA STABILNOSTI** 10

3.1. Proračunski pristup 12

3.2. Računski model tla 13

3.3. Projektne situacije 14

3.3.1. *PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) + potres* 15

3.4. Prikaz rezultata analize stabilnosti za presjek R.11 18

3.4.1. *PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)* 18

3.4.2. *PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)+ potres* 22

3.5. Prikaz rezultata analize stabilnosti za presjek R.3 28

3.5.1. *PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)* 28

3.5.2. *PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)+ potres* 30

3.6. Novi model lukobrana (osigurana stabilnost) 32

3.6. Prikaz rezultata analize stabilnosti za novi model presjeka R.11 33

3.6.1. *PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)* 33

3.6.2. *PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)+ potres* 35
3.7. Tablični prikaz rezultata analize stabilnosti 40
4. **ZAKLJUČAK** 42
5. **LITERATURA** 43
6. **PRILOZI** 44
6.1. Ortofoto snimak s položajem novoplaniranog objekta 45
6.2. Tlocrtna dispozicija sondažnih bušotina i inženjersko geoloških profila 46
6.3. Inženjersko geološki profili 47
6.4. Profili bušotina 48
6.5. Presjek R.11 49
6.6. Presjek R.3 50

1. UVOD

Za potrebe projektiranja, rekonstrukcije i dogradnje ACI marine u Rovinju, pristupilo se geotehničkim istražnim radovima i ispitivanjima temeljnog tla na predmetnoj lokaciji. Istražnim radovima dobio se uvid u sastav i karakteristike temeljnog tla, te su se odredili geotehnički uvjeti za projektiranje i gradnju novoplaniranog zahvata u sklopu rekonstrukcije i dogradnje ACI marine Rovinj. Na osnovu istražnih radova, u ovom radu je određen računski model tla i izvršena analiza stabilnosti pokosa glavnog lukobrana.

1.1. Podaci o lokaciji i objektu

ACI marina Rovinj izgrađena je 1985. godine na potezu od otvorenog olimpijskog bazena Delfin do Hotela Montemulini, uz obalnu šetnicu (lungomare) koja od starogradske jezgre vodi prema Puntakorente. Područje je sa zapada zaštićeno otokom Sv.Katarina. Na kopnu istočno od marine smješten je Hotel Park. Sa jugozapadne strane akvatorij marine štiti nasipni lukobran građen od kamena. Dužina lukobrana je 270 m a dubina mora uz njega od 0 do 14 m. Unutar akvatorija marine smješteni su plutajući gatovi. Marina sa sjeverozapadne strane nije dobro zaštićena od djelovanja mora i vjetrova. Projektom rekonstrukcije i dogradnje marine predviđena je rekonstrukcija glavnog lukobrana, izgradnja sekundarnog lukobrana u obliku betonskog gata na stupovima sa zapadne strane marine, produbljavanje obale i izgradnje novog obalnog zida u marini, te izgradnja novih objekata servisnih sadržaja. Zadatak istražnih radova i geostatičkih analiza bilo je dobivanje uvida u sastav i karakteristike temeljnog tla, te određivanje geotehničkih uvjeta za projektiranje i gradnju građevine ACI marine Rovinj.

1.2. Seizmičnost terena

Istarski poluotok spada u područja smanjene seizmičke aktivnosti. Njemu najbliža epicentralna područja su riječko, ljubljansko i furlansko, koja pripadaju zoni pojačane seizmičnosti. Na to ukazuje gustoća epicentara potresa, njihova učestalost te veličina magnituda seizmičkih valova. Istraživanja pokazuju da je uzrok seizmičke aktivnosti regionalno izraženo podvlačenje Jadranske ploče pod Dinaride u dubini, a bliže površini strukturne promjene u obliku navlačenja. To se odražava na površini pojačanim neotektonskim pokretima. Lokalna posljedica tih zbivanja su pomaci blokova po paraklazama recentno aktivnih rasjeda. Potrebno je napomenuti da tijekom seizmičkog

udara trenutna veličina pokreta stijenskih blokova po mehanički aktivnim plohama rasjeda može iznositi nekoliko desetaka centimetara. Predmetna lokacija se nalazi u akvatoriju luke Rovinj.

1.3. Terenski istražni radovi

Program terenskih istražnih radova i ispitivanja određen je za kopneni i morski dio posebno. Za morski dio predviđena je izvedba 5 bušotina za gatove dubine 6 m te 4 bušotine za zid operativne obale, dubine 10 m. Za kopneni dio predviđena je izvedba 4 bušotine 5 metara. Uz to korišteni su podaci iz bušotina rađenih za potrebe rekonstrukcije lukobrana ACI marine Rovinj (2015.g.) te bušotine za potrebe izgradnje južne gradske luke za lukobrane na otoku Sv. Katarina (2015.g.). Karta s položajem geotehničkih sondi prikazana je u prilogu ovog rada. U svim bušotinama utvrđena je podzemna voda koja se podudara s razinom mora. Podzemna voda nema utjecaja na geotehničke karakteristike stijenske mase vapnanca. Bušenje je izvedeno pomoću motorne rotacione bušaće garniture metodom kontinuiranog jezgrovanja i uzimanja uzoraka u pokrovnim naslagama pijeska i gline te u stijeni vapnenca. Na licu mjesta vršena je AC determinacija i klasifikacija jezgre, te RQD (iz eng. ***R***ock ***Q***uality ***D***esignation) ocjena jezgre.

1.4. Laboratorijski istražni radovi

Na reprezentativnim poremećenim i neporemećenim uzorcima tla izvršena su sljedeća ispitivanja:

Razredbena ispitivanja, raspoznavanje i opis tla:

- Prirodni sadržaj vode
- Gustoća čvrstih čestica tla metodom piknometra
- Granica tečenja i granica plastičnosti
- Granulometrijska analiza

Ispitivanje stišljivosti i deformiranja tla

- Edometarsko ispitivanje inkrementalnim opterećenjem

Ispitivanje čvrstoće tla

- Tlačna čvrstoća i modul elastičnosti stijene

2. SASTAV I SVOJSTVA TEMELJNOG TLA

Nakon provedbe terenskih istraživanja te obrade dobivenih rezultata za predmetnu lokaciju može se reći da je temeljno tlo sastavljeno od sloja **nasipa** (kamene drobine, kamenih odlomaka i blokova) od kojeg je izgrađen glavni lukobran. Zatim slijedi sloj **recentni morski pijesak s muljem** koji djelomično pokriva morsko dno u dubljem dijelu akvatorija marine. Dalje slijedi sloj **gline** – zemlje crvenice koja djelomično pokriva morsko dno u dubljim dijelovima akvatorija marine a nalazi se ispod morskog pijeska i mulja i iznad osnovne stijene koja je u podlozi. Osnovna stijena koja se proteže do većih dubina građena je od stijene **vapnenca** gornje jure koji je uslojene strukture, slabo raspucan do kompaktan, bijele do sive bijele boje. U pojedinim bušotinama pojavljuju se subvertikalne škrape u stijeni vapnenca zapunjene glinom (zemljom crvenicom).

2.1. Nasip

Glavnina poprečnog presjeka lukobrana je jezgra od sitnijeg materijala, a obloga pokosa i krune je izgrađena od krupnih blokova. Najkrupnija primarna obloga se nalazi na kruni i vanjskom pokosu ispod koje je u većoj dubini nešto manja sekundarna obloga.
Jezgra lukobrana je od kamenih blokova s kamenom drobinom. Jezgra je granulacije od 5 mm do blokova od 400 mm. Materijal je dobiven miniranjem iz kamenoloma „Montepoco“ i „Mondelako“ kod Rovinja koji se nalaze u geološkoj formaciji gornje jure odnosno stijena koja je korištena za izgradnju nasipnog lukobrana je od titonskog vapnenca (kirmenjak). Sitne glinene frakcije u nasipu nema. Nasip je dobro zbijen, SPT (iz eng. ***S***tandard ***P***enetration ***T***est) vrijednosti variraju od 6 do 12 udarača šiljkom. Nasip je utisnut u morski mulj do osnovne stijene vapnenca.

- Osnovne geomehaničke karakteristike jezgre nasipa:

zapreminska težina $\gamma = 20{,}0$ kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 38°$

kohezija $c = 0$ kN/m^2

Edometarski modul $E_{oed} = 20000$ kN/m^2

AC klasifikacija: J_3

Kruna nasipa je širine 3 m, te je obloga krune izvedena od krupnih blokova. Sloj ispod krune nasipa je izveden od blokova mase 15-20 kg. Sekundarna obloga se nalazi na desnom istočnom pokosu lukobrana, izvedena je u 3 sloja. Prvi sloj, od površine lukobrana prema njegovoj unutrašnjosti je izrađen od blokova mase 150-200 kg, debljine jednog metra. Sljedeći sloj je debljine pola metra, izrađen od blokova mase 15-20 kg. Posljednji sloj je debljine metra, blokova mase 1-500 kg. Na presjeku R.3. pojavljuje se i 4 sloj, u unutrašnjosti presjeka, izrađen od blokova mase 500-700 kg, u debljini 1,5 metara.

- Osnovne geomehaničke karakteristike krune nasipa:

zapreminska težina $\gamma = 22{,}0$ kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 45°$

kohezija $c = 0$ kN/m^2

Edometarski modul $E_{oed} = 20000$ kN/m^2

AC klasifikacija: J_3

- Osnovne geomehaničke karakteristike 1. sloja sekundarne obloge lukobrana (150-200 kg):

zapreminska težina $\gamma = 21{,}0$ kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 35°$

kohezija $c = 0$ kN/m^2

Edometarski modul $E_{oed} = 20000$ kN/m^2

AC klasifikacija: J_3

- Osnovne geomehaničke karakteristike 2. sloja sekundarne obloge lukobrana (15-20 kg):

zapreminska težina $\gamma = 20{,}0$ kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 36°$

kohezija $c = 0$ kN/m^2

Edometarski modul $E_{oed} = 20000$ kN/m^2

AC klasifikacija: J_3

- Osnovne geomehaničke karakteristike 3. sloja sekundarne obloge lukobrana (1-500 kg):

zapreminska težina γ = 22,0 kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja φ = 35°

kohezija c = 0 kN/m^2

Edometarski modul E_{oed} = 20000 kN/m^2

AC klasifikacija: J_3

- Osnovne geomehaničke karakteristike 4. sloja sekundarne obloge lukobrana (500-700 kg):

zapreminska težina γ = 22,0 kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja φ = 39°

kohezija c = 0 kN/m^2

Edometarski modul E_{oed} = 20000 kN/m^2

AC klasifikacija: J_3

2.2. Recentni morski pijesak i mulj

Sloj morskog pijeska i mulja debljine je od 0,2 do 1,5 m i utvrđen je u sjeverozapadnom dijelu akvatorija. Nastao je taloženjem skeleta morskih organizama nakon transgrecije mora poslije zadnjeg ledenog doba. Radi se o rastresitom pijesku s prekomjerno mulja, meke konzistencije kroz koji bušeći pribor napreduje bez rotacije. Recentni morski mulj primjećen je samo u tragovima, iako na osnovu podataka dubine mora okolnog područja može se zaključiti da je dno pokriveno morskim muljem debljine do 1,5 m.

- Osnovne geomehaničke karakteristike pijeska i mulja:

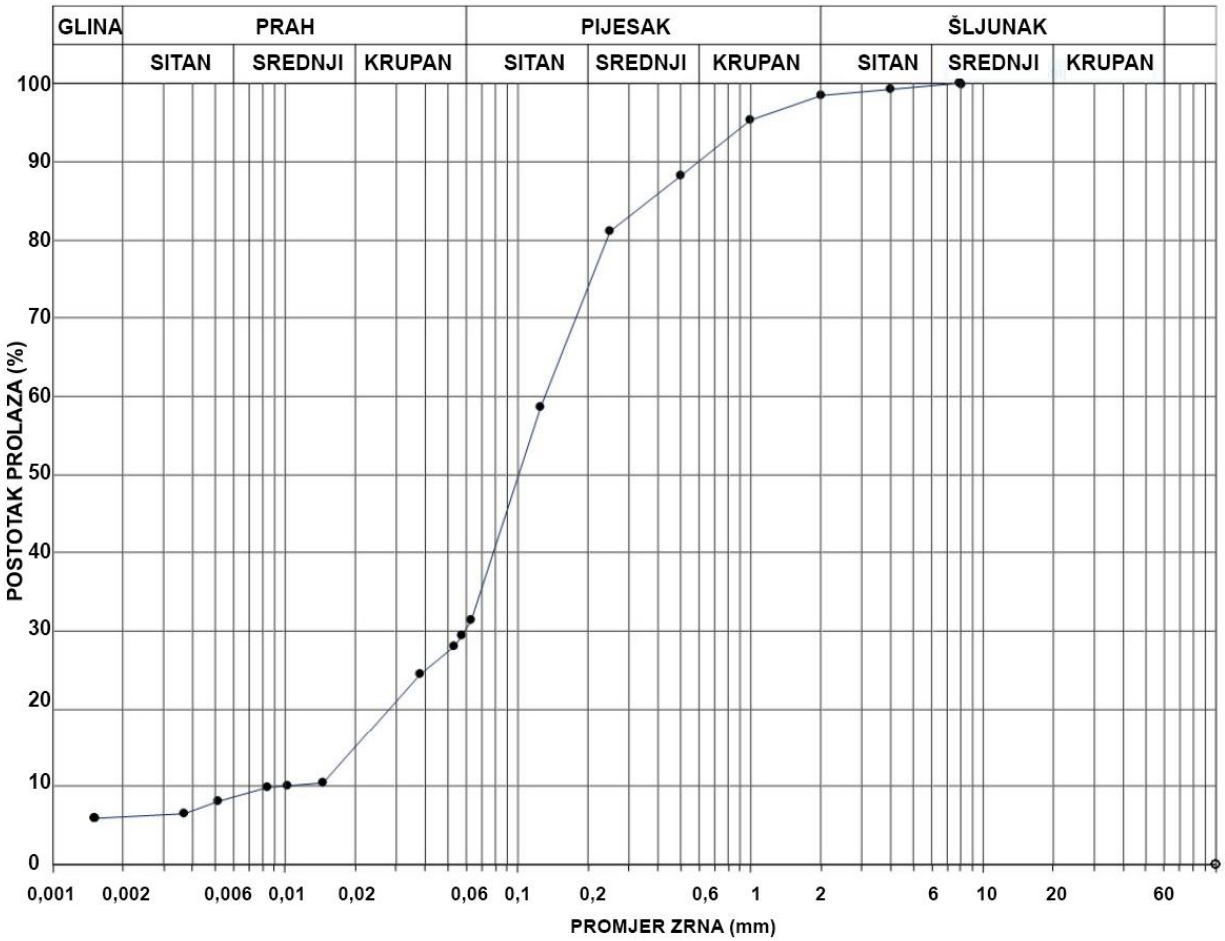
zapreminska težina γ = 18,0 kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja φ = 24,0 °

kohezija c = 4 kN/m^2

Edometarski modul E_{oed} = 5000 kN/m^2

AC klasifikacija: SP/SM pijesak



Slika 2.1. Granulometrijska analiza

2.3. Glina

Sloj gline (zemlja crvenica) debljine od 1,30 m do 1,70 m. Pojavljuje se samo u bušotinama SM-3, SM-4, SM-5 odnosno na sjeverozapadnom rubu akvatorija marine. Glina je taložena u vrijeme kvartara, kad je trajala kopnena faza glacijalnog (ledenog) doba i ona pokriva osnovnu stijenu vapnenca i zapunjava pukotine i škrape u okršenom dijelu stijenske podloge. Glina, CH srednje plastičnosti, teško gnječivog konzistentnog stanja, sivo smeđe boje (zemlje crvenice). Glina se javlja kao nekontinuirani sloj i uglavnom u većem dijelu akvatorija koji je predmet ispitivanja, zapunjava škrape nastale u stijeni vapnenca.

- Osnovne geomehaničke karakteristike gline (zemlje crvenice):

prirodna vlažnost w = 21,0 %

zapreminska težina γ = 19,0 kN/m^3

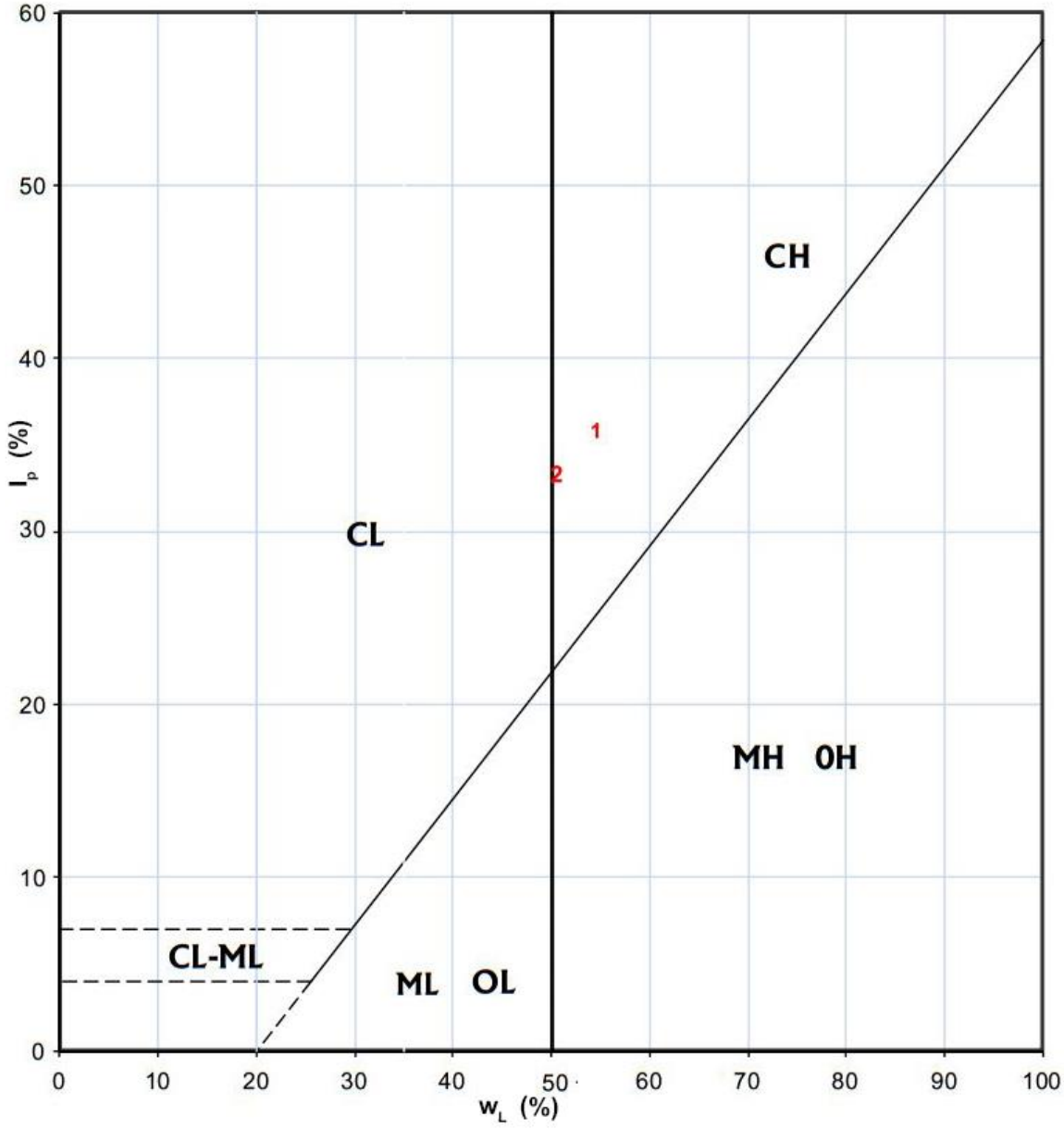
indeks konzistencije I_c = 0,9

kut unutrašnjeg trenja φ = 22,0 °

kohezija c = 15 kN/m^2

Edometarski modul E_{oed} = 20000 kN/m^2

AC klasifikacija: CH glina



Slika 2.2. Dijagram plastičnosti (A. Casagrande)

Tablica 2.1. Klasifikacija uzoraka gline

Redni br. / Ordinal	Bušotina / Borehole	Dubina / Depth under surface	w_L	w_P	I_P	I_C	Kratak vizalni opis / Small visual description	Simbol / Symbol
1	SM-3	-11,00 do -12,50 m	55 %	19 %	36 %	0,93	*Glina tamno smeđe boje.*	CH
2	SM-5	-13,50 do -15,20 m	51 %	17 %	33 %	0,88	*Glina tamno sive boje.*	CH

2.4. Vapnenac – kompaktna stijena gornje jure

Osnovna stijena od koje je građeno šire područje oko ACI marine, građeno je od vapnenaca gornje jure. Slojevi su nagnuti prema istoku jugoistoku pod kutem od 15 do 20º. Osim površinskog okršenog dijela u većoj dubini vapnenci su vrlo cjeloviti i kompaktni. Osnovna stijena pripada srednje do debelo uslojenim vapnencima gornje jure (titona) koji su opisani kao litostratigrafska jedinica kirmenjak – Zlatni rt. Ukupna debljina im je 60-100 m. Strukturna specifičnost vapnenca tip kirmenjak je pojava stilolitskih žila koje se javljaju po slojnim plohama, one mu ne umanjuju čvrstoću, no u površinskom dijelu češće su pojave pukotina tako da se vrijednost tlačne čvrstoće pri laboratorijskom ispitivanju kreću u rasponu od 50 do 100 MPa. Stijena vapnenca tip Kirmenjak izrazitno je kvalitetan arhitektonsko građevinski kamen i odlična podloga za temeljenje svih građevinskih objekata. U stijeni vapnenca javljaju se škrape zapunjene morskim pijeskom i glinom koje mogu biti duboke do 2 m. Škrape su široke do 0,5 m i ljevkasto se zatvaraju.

- Osnovne geomehaničke karakteristike stijene vapnenca:

zapreminska težina $\gamma = 24{,}0$ kN/m^3

kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 31°$

kohezija $c = 85$ kN/m^2

Edometarski modul $E_{oed} = 8500$ MN/m^2

AC klasifikacija: J_3^3

2.5. Karakteristične vrijednosti parametara tla

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara materijala određene na temelju rezultata terenskih i laboratorijskih istražnih radova, prikazane su tablično.

Tablica 2.2. Karakteristične vrijednosti parametara tla

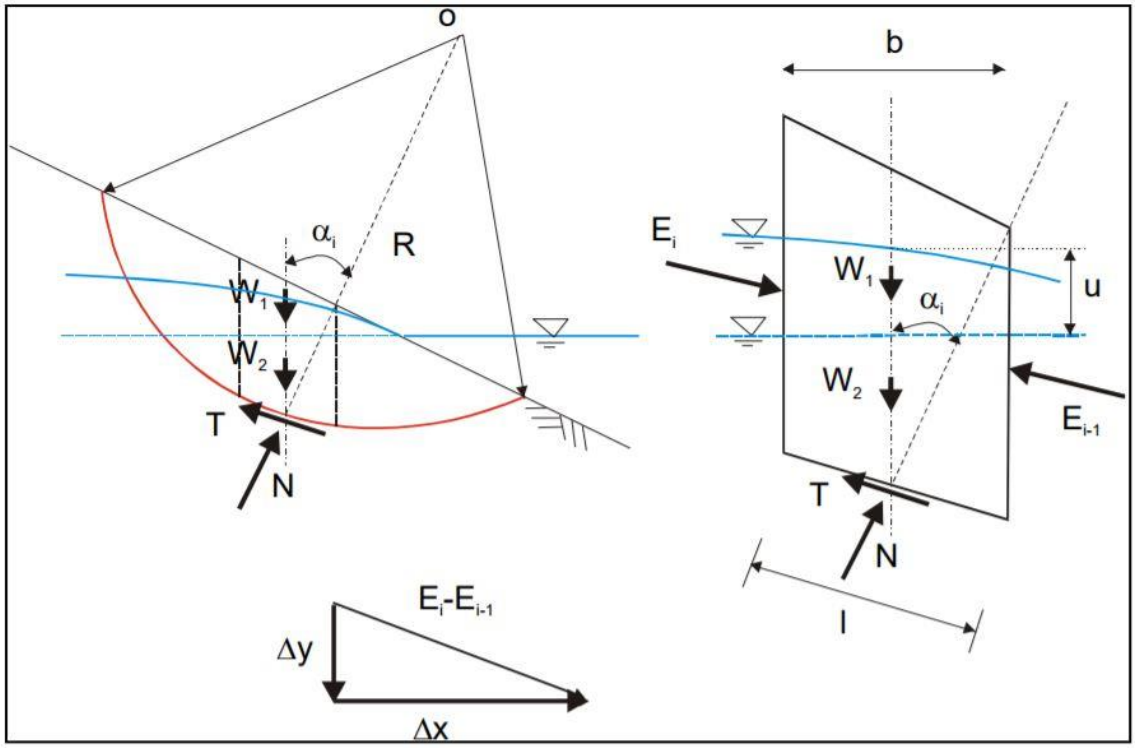
VRSTA MATERIJALA	**ZAPREMINSKA TEŽINA γ (kN/m^3)**	**KOHEZIJA c_k (kN/m^2)**	**KUT UNUTARNJEG TRENJA φ (°)**
JEZGRA NASIPA	20	0	38
OBLOGA KRUNE (ŠKOLJERA)	22	0	45
SEKUNDARNA OBLOGA (15-20 KG)	20	0	36
SEKUNDARNA OBLOGA (150-200 KG)	21	0	35
SEKUNDARNA OBLOGA (1-500 KG)	22	0	35
SEKUNDARNA OBLOGA (500-700 KG)	22	0	39
MULJ	18	4	24
GLINA	19	15	22
VAPNENAC	24	85	31

3. ANALIZA STABILNOSTI

Analiza stabilnosti pokosa provedena je pomoću računalnog programa SLIDE 6.0 koji se nalazi u sklopu programskog paketa ROCSCIENCE koji omogućava neograničen broj računskih analiza stabilnosti prema nekoj od odabranih metoda granične ravnoteže (Bishop, Janbu, Morgenstern – Price itd.)
Za potrebne analize stabilnosti pokosa lukobrana korištena je Bishopova metoda.

Bishopova pojednostavljena metoda (Bishop, 1955)

Bishopova metoda je u izvornom obliku razvijena za cilindrične klizne plohe. U toj metodi kreće se od izraza za globalnu ravnotežu momenata sila, zanemaruje se ravnoteža u horizontalnom smjeru, te se zanemaruje razlika vertikalnih komponenti međulamelarnih sila koje djeluju na jednu lamelu (Δy). Za računanje faktora sigurnosti iz ovog izraza potreban je iteracijski postupak. Metoda započinje s pretpostavljenom vrijednosti za F_s. Proračunom dobiveni F_s uspoređuje se s pretpostavljenim dok se dovoljno ne približe.



Slika 3.1. Sile na lameli prema Bishopovoj metodi

$\Sigma V = 0$

$$W_1+W_2 + \Delta y = (N + u \cdot l \cdot \gamma_w) \cdot \cos\alpha + T \cdot \sin\alpha \quad (1)$$

$$T = \frac{c' \cdot l}{F_s} + N \cdot \frac{\operatorname{tg}\varphi}{F_s} \quad (2)$$

$$N = \frac{W_1+W_2 + \Delta y \; u \cdot l \cdot \gamma_w - \frac{c' \cdot l}{F_s} \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha + \frac{\operatorname{tg}\varphi}{F_s} \cdot \sin\alpha} \quad (3)$$

$$l = \frac{b}{\cos\alpha} \rightarrow (3) \rightarrow (2) \quad (4)$$

$$T = \frac{1}{F_s} \cdot [c' \cdot b + (W_1+W_2 + \Delta y - u \cdot \gamma_w \cdot b) \cdot \operatorname{tg}\varphi] \cdot \frac{1}{m_\alpha} \quad (5)$$

$$m_\alpha = \cos\alpha + \sin\alpha \cdot \frac{\operatorname{tg}\varphi}{F_s} \quad (6)$$

Iz uvjeta ravnoteže momenata oko „o“:

$$\sum R \cdot T_i = \sum R \cdot W_i \cdot \sin\alpha \quad (7)$$

$$F_s = \frac{\sum_i [c'_i \cdot b_i + (W_{1i}+W_{2i} + \Delta y_i - u_i \cdot \gamma_w \cdot b_i) \cdot \operatorname{tg}\varphi_i] \cdot \frac{1}{m_{\alpha i}}}{\sum_i (W_{1i}+W_{2i}) \cdot \sin\alpha_i} \quad (8)$$

Uz pretpostavku $\Sigma\Delta y=0$:

$$F_s = \frac{\Sigma_i [c'_i \cdot b_i + (W_{1i}+W_{2i} - u_i \cdot \gamma_w \cdot b_i) \cdot \operatorname{tg}\varphi_i] \cdot \frac{1}{m_{\alpha i}}}{\Sigma_i (W_{1i}+W_{2i}) \cdot \sin\alpha_i}$$

3.1. Proračunski pristup

Lukobran je nastao nasipanjem kamenog materijala u more te je materijal zauzeo prirodan kut tj. kut unutarnjeg trenja materijala. Analiza stabilnosti pokosa provedena za stvarno stanje bez primjene parcijalnih faktora sigurnosti, te prema projektnom pristupu 3, sukladno Eurokodu 7. PP3 ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata: A1+M2+R3:

Tablica 3.1. Parcijalni faktori djelovanja (γ_F) i učinka djelovanja (γ_E)

Djelovanja	Simbol	A1
Stalno - nepovoljno	$\gamma_{G;dst}$	1,35
Stalno - povoljno	$\gamma_{G;stb}$	1,00
Promjenjivo - nepovoljno	$\gamma_{Q;dst}$	1,50
Promjenjivo - povoljno	$\gamma_{Q;stb}$	0,00

Tablica 3.2. Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) (γ_M)

Svojstvo	Simbol	M2
Tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{tg\varphi'}$	1,25
Efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
Nedrenirana i jednoosna čvrstoća	γ_{cu} *ili* γ_{qu}	1,40

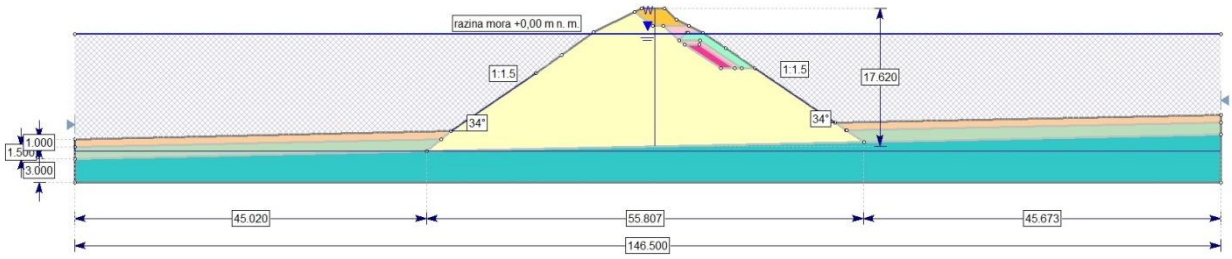
Tablica 3.3. Parcijalni faktori otpora (γ_R)

Otpornost	Simbol	R3
Potporne konstrukcije nosivost	$\gamma_{R;v}$	1,00
Klizanje	$\gamma_{R;h}$	1,00
Otpor tla	$\gamma_{R;e}$	1,00
Kosine i opća stabilnost tla	$\gamma_{R;e}$	1,00

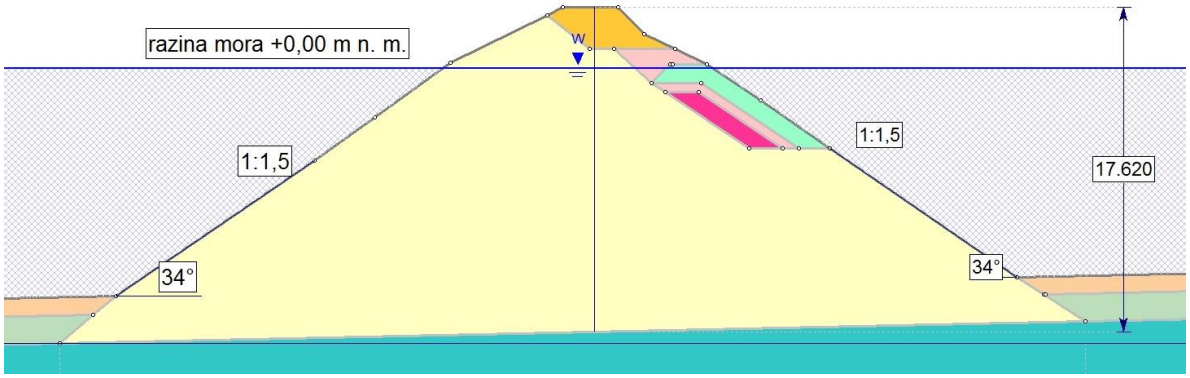
3.2. Računski model tla

Model tla je odabran prema geotehničkim presjecima lukobrana danim u podlogama. Za potrebe ove analize izrađeni su modeli koji predstavljaju 2 karakteristična presjeka lukobrana (R.3 i R.11).

Korišteni su sljedeći računski modeli tla:



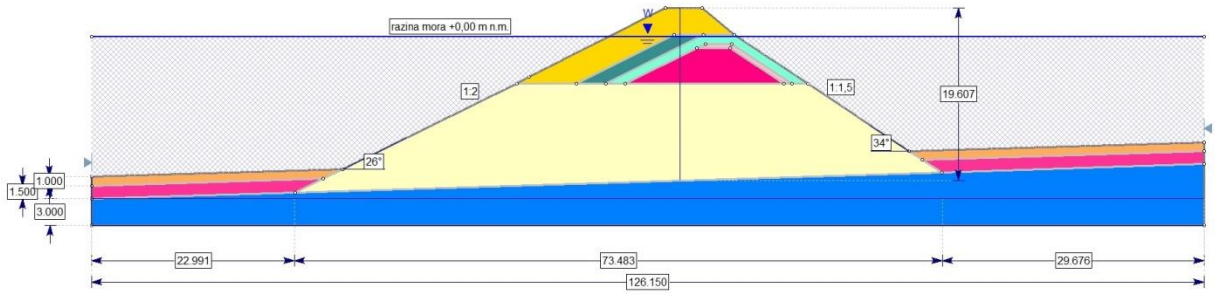
Slika 3.2. Računski model tla za presjek R.11



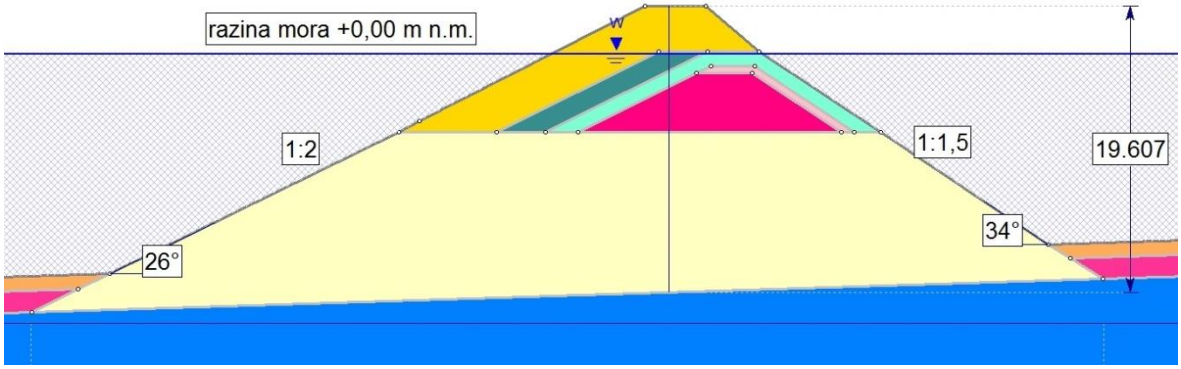
Slika 3.3. Uvećani centralni dio računskog modela tla za presjek R.11

Tablica 3.4. Karakteristične vrijednosti parametara materijala za presjek R.11

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Hu Type	Ru
NASIP		20	Mohr-Coulomb	0	38	Water Surface	Constant	
GLINA		19	Mohr-Coulomb	15	22	Water Surface	Constant	
MULJ		18	Mohr-Coulomb	4	24	Water Surface	Constant	
ŠKOLJERA		22	Mohr-Coulomb	0	45	None		0
15-20		20	Mohr-Coulomb	1	36	Water Surface	Constant	
150-200		21	Mohr-Coulomb	1	35	Water Surface	Constant	
1-500		22	Mohr-Coulomb	1	35	Water Surface	Constant	
VAPNENAC		24	Mohr-Coulomb	85	31	Water Surface	Constant	



Slika 3.4. Računski model tla za presjek R.3



Slika 3.5. Uvećani centralni dio računskog modela tla za presjek R.3

Tablica 3.5. Karakteristične vrijednosti parametara materijala za presjek R.3

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Hu Type
NASIP		20	Mohr-Coulomb	0	38	Water Surface	Constant
ŠKOLJERA		22	Mohr-Coulomb	0	45	Water Surface	Constant
15-20		20	Mohr-Coulomb	0	36	Water Surface	Constant
150-200		21	Mohr-Coulomb	0	35	Water Surface	Constant
1-500		22	Mohr-Coulomb	0	35	Water Surface	Constant
500-700		22	Mohr-Coulomb	0	39	Water Surface	Constant
GLINA		19	Mohr-Coulomb	15	22	Water Surface	Constant
MULJ		18	Mohr-Coulomb	4	24	Water Surface	Constant
VAPNENAC		24	Mohr-Coulomb	85	31	Water Surface	Constant

3.3. Projektne situacije

Analiza stabilnosti pokosa provedena je za dvije projektne situacije:

- PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)
- PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) + potres

3.3.1. PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) + potres

Analiza stabilnosti na potres definirana je za slučaj eksploatacije pri kojem djeluje potres. Naponsko stanje pri nastupu potresa simulirano je kao dodatna sila koja djeluje u težištu svake pojedine lamele. Dodatna sila je podijeljena na horizontalnu i vertikalnu komponentu, a iznosi komponenti dodatne sile definirani su prema izrazima:

- Horizontalna komponenta $F_H = 0{,}5 \times \alpha \times S \times W;\ \alpha = \frac{a_g}{g}$
- Vertikalna komponenta $F_V = 0{,}5 \times F_H$

Pri čemu je:

- α omjer proračunskog ubrzanja temeljnog tla a_g i gravitacijskog ubrzanja g
- a_g ubrzanje tla izraženo postotkom gravitacije g za predmetnu lokaciju
- S parametar tla prema tipovima tla iz HRN EN 1998 – 1:2011
- W težina kliznog tijela

Predmetna lokacija nalazi se u akvatoriju luke Rovinj. Na karti potresnih područja Republike Hrvatske prikazani su iznosi horizontalnih vršnih ubrzanja tla za povratne periode T_p=95 god i T_p= 475 god u jedinicama gravitacijskog ubrzanja (1 g= 9,81 m/s^2) za mjesto Rovinj.



Slika 3.6. Karta potresnih područja Republike Hrvatske

Prema HRN EN 1998-1:2011:

Tablica 3.6. Vrijednosti koeficijenata S u ovisnosti o vrsti tla

EC8-00 TIP 1	S
tlo A Vs>800 m/s	1,00
tlo B 360<Vs<800 m/s	1,10
tlo C 180<Vs<360 m/s	1,35
tlo D Vs<180 m/s	1,35
tlo E (h<20 m)	1,40

Prema HRN EN 1998-1:2011:

Tablica 3.7. Vrste tla

Tip tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$V_{S,30}$ (m/s)	N_{SPT} (br. ud. /30 cm)	c_u (kPa)
A	Stijena ili slične geološke formacije s najviše 5 m slabog materijala na površini.	> 800	-	-
B	Naslage vrlo zbijenih pijesaka, šljunaka ili vrlo krute gline debljine nekoliko 10-aka m, sa svojstvom postupnog poboljšanja mehaničkih svojstava s dubinom	360 - 800	> 50	> 250
C	Naslage zbijenih ili srednje zbijenih pijesaka, šljunaka ili krutih glina debljine od nekoliko desetka do nekoliko stotina metara	180 - 360	15 – 50	70 - 250
D	Naslage rahlih do srednje zbijenih nekoherentnih tala (sa ili bez slojeva mekog koherentnog tla) ili prevladavajuće meka do čvrsta koherentna tla	< 180	< 15	< 70
E	Profil tla izgrađen od površinskih naslaga aluvija s vrijednostima V_s za tipove tla C ili D, debljine 5-20 m, ispod kojih se nalazi krući materijal s vrijednostima V_s>800 m/s.			
S_1	Naslage koje su u potpunosti izgrađene ili sadrže sloj meke gline/praha s visokim indeksom plastičnosti (PI >40) i visokom vlažnosti, a čija debljina je 10 m ili više	< 100	-	10 - 20
S_2	Naslage tala podložnih likvefakciji, osjetljive gline ili bilo drugi profil tla koji nije naveden u tipovima od A do S_1			

Za predmetnu lokaciju tlo je definirano kao tip A.

Za predmetnu lokaciju vrijede faktori:

- a_g= 0,051g za T_p=95 god
- a_g= 0,105g za T_p=475 god
- tlo tip A – parametar tla S =1,0

Za povratni period T_p=95 god dobivene su sljedeće vrijednosti horizontalne i vertikalne komponente po jedinici težine:

- horizontalna komponenta: F_H=0,5×0,051×1,0×W = **0,0255 W**
- vertikalna komponenta: F_V=0,5×0,0255 = **0,01275 W**

Za povratni period T_p=475 god dobivene su sljedeće vrijednosti horizontalne i vertikalne komponente po jedinici težine:

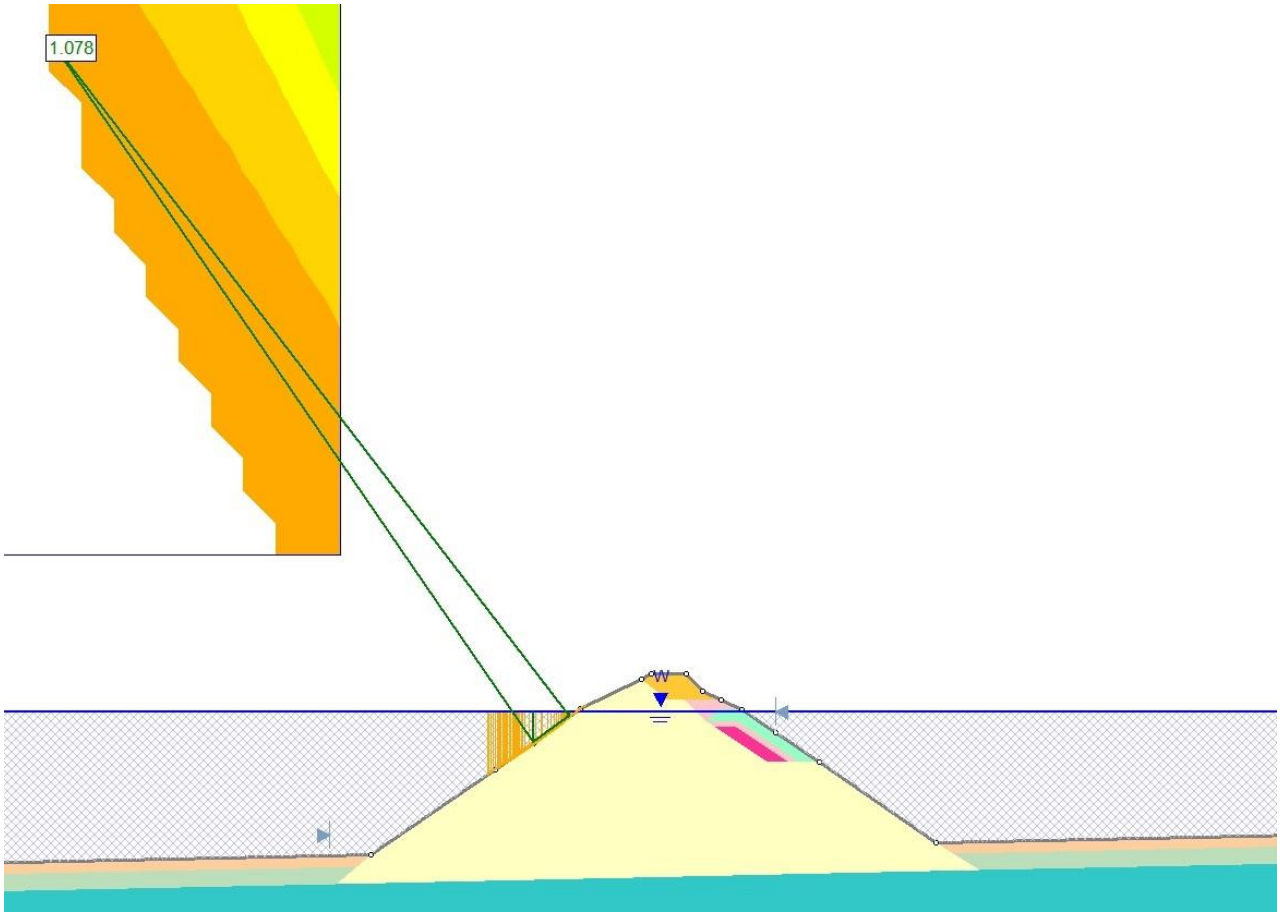
- horizontalna komponenta: F_H=0,5×0,105×1,0×W = **0,0525 W**
- vertikalna komponenta: F_V=0,5×0,0525 = **0,02625 W**

3.4. Prikaz rezultata analize stabilnosti za presjek R.11

3.4.1. PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)

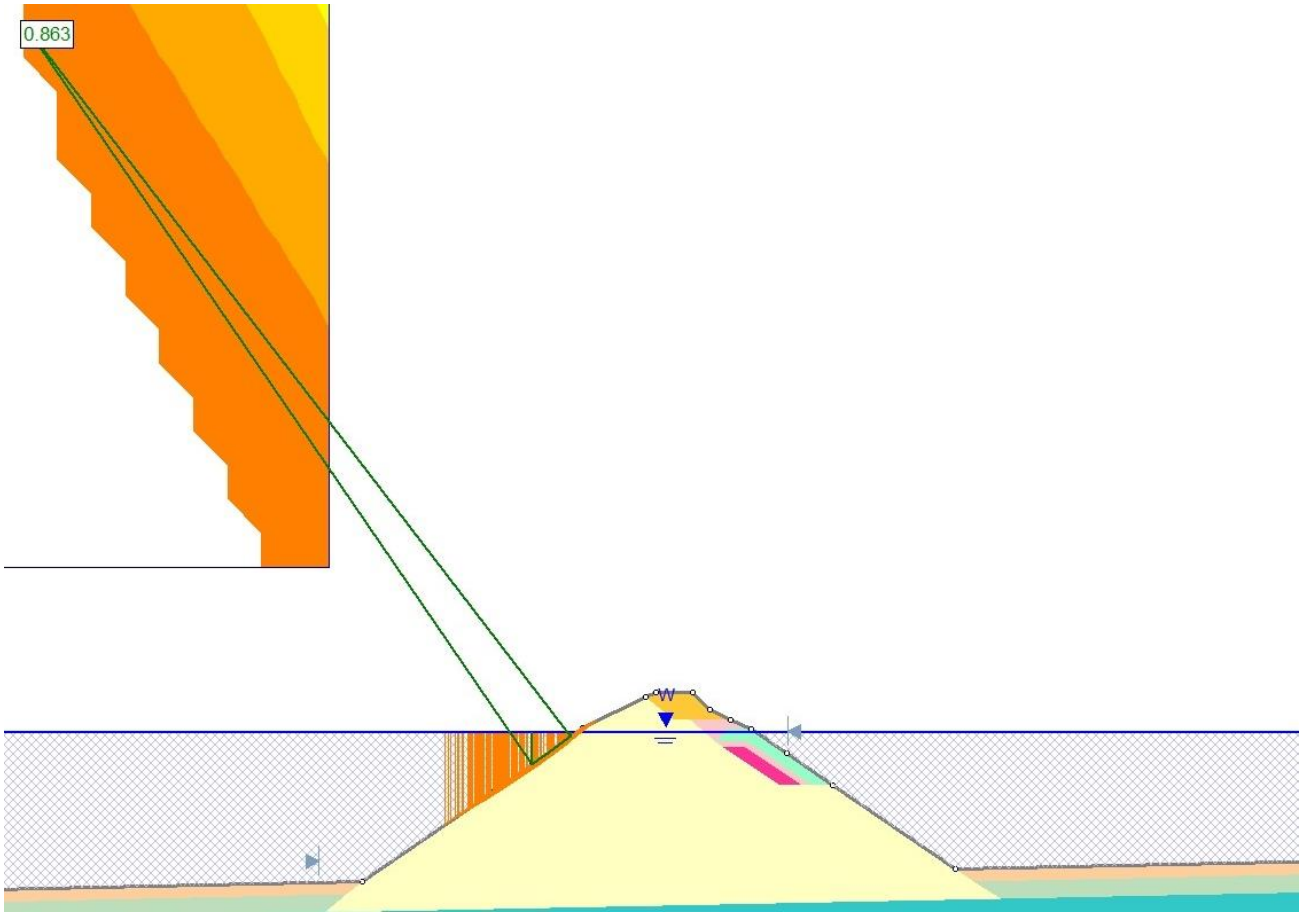
Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana:

F_S=1,078



Slika 3.7. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti za stvarno stanje lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS1

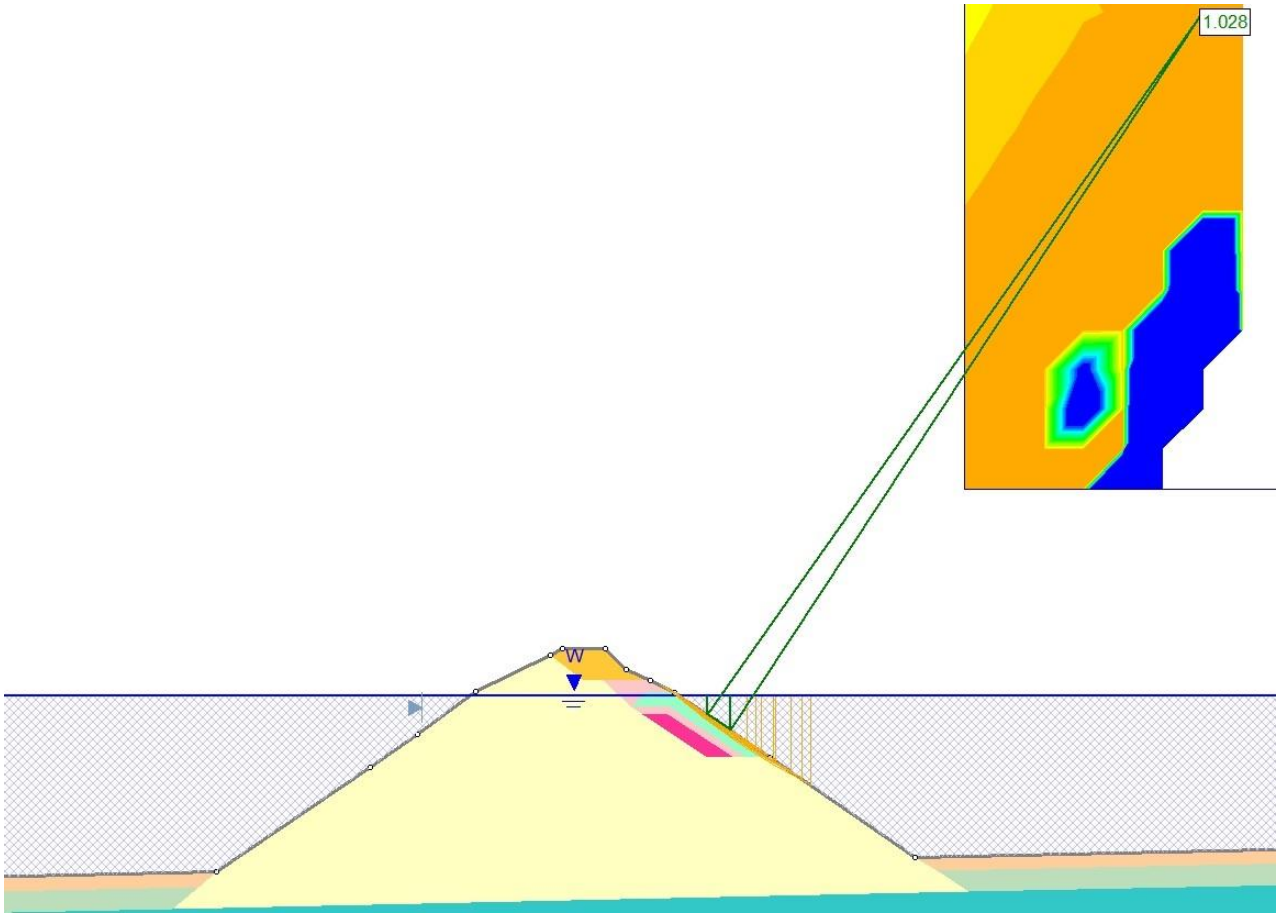
F_S=0,863



Slika 3.8. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.11 prema PP3 za PS1

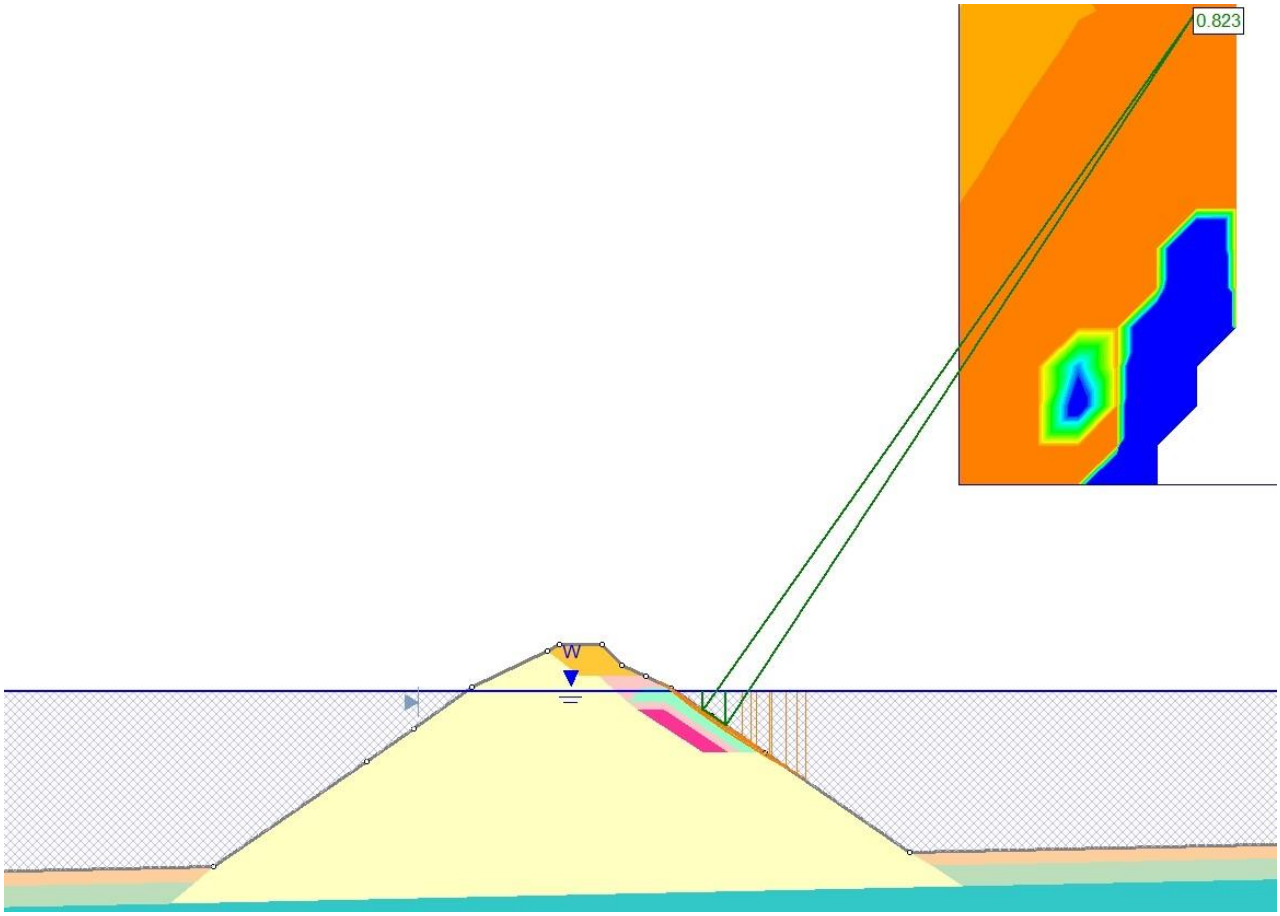
Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana:

F_S=1,028



Slika 3.9. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti za stvarno stanje desnog pokosa na presjeku R.11 za PS1

Fs=0,823

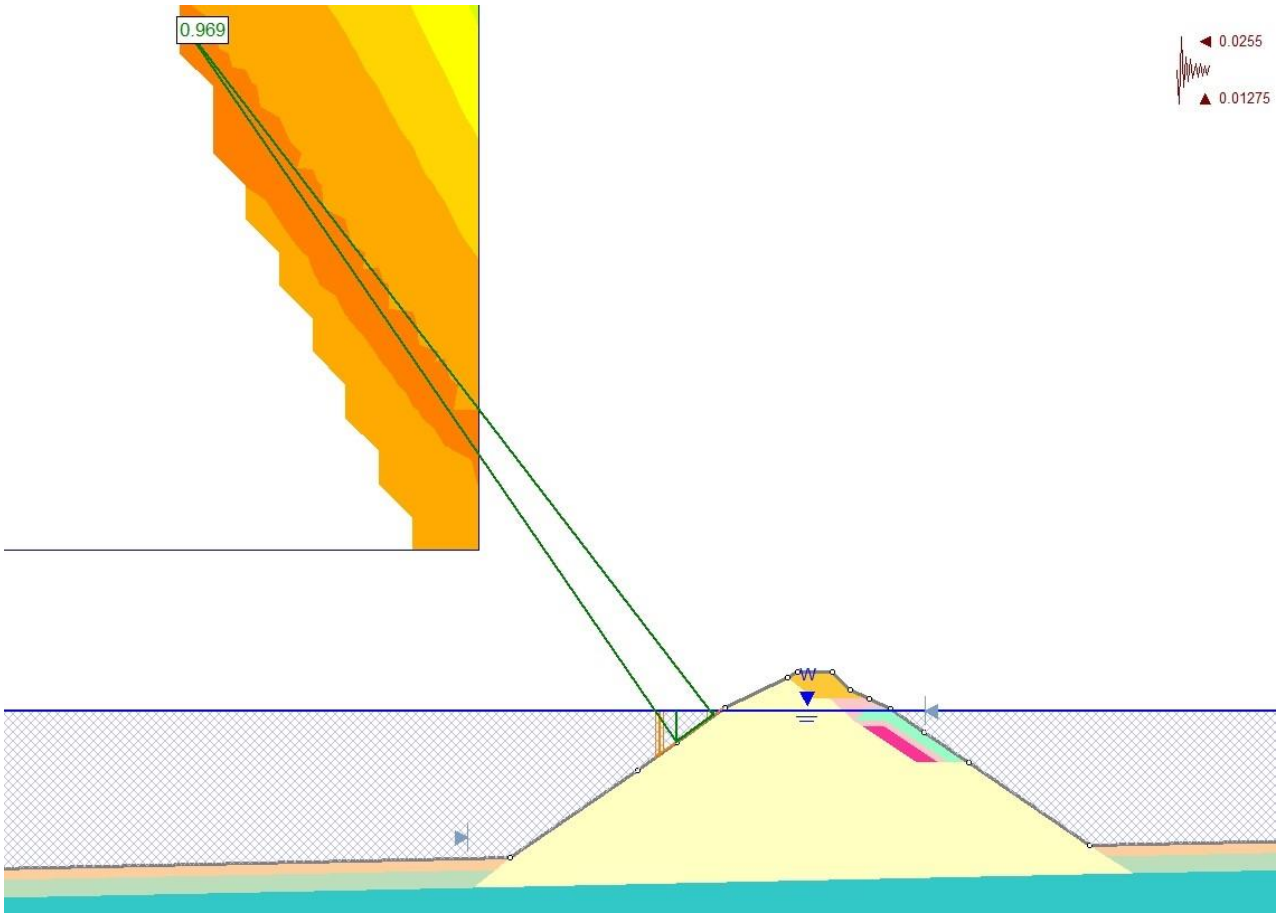


Slika 3.10. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.11 prema PP3 za PS1

3.4.2. PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)+ potres

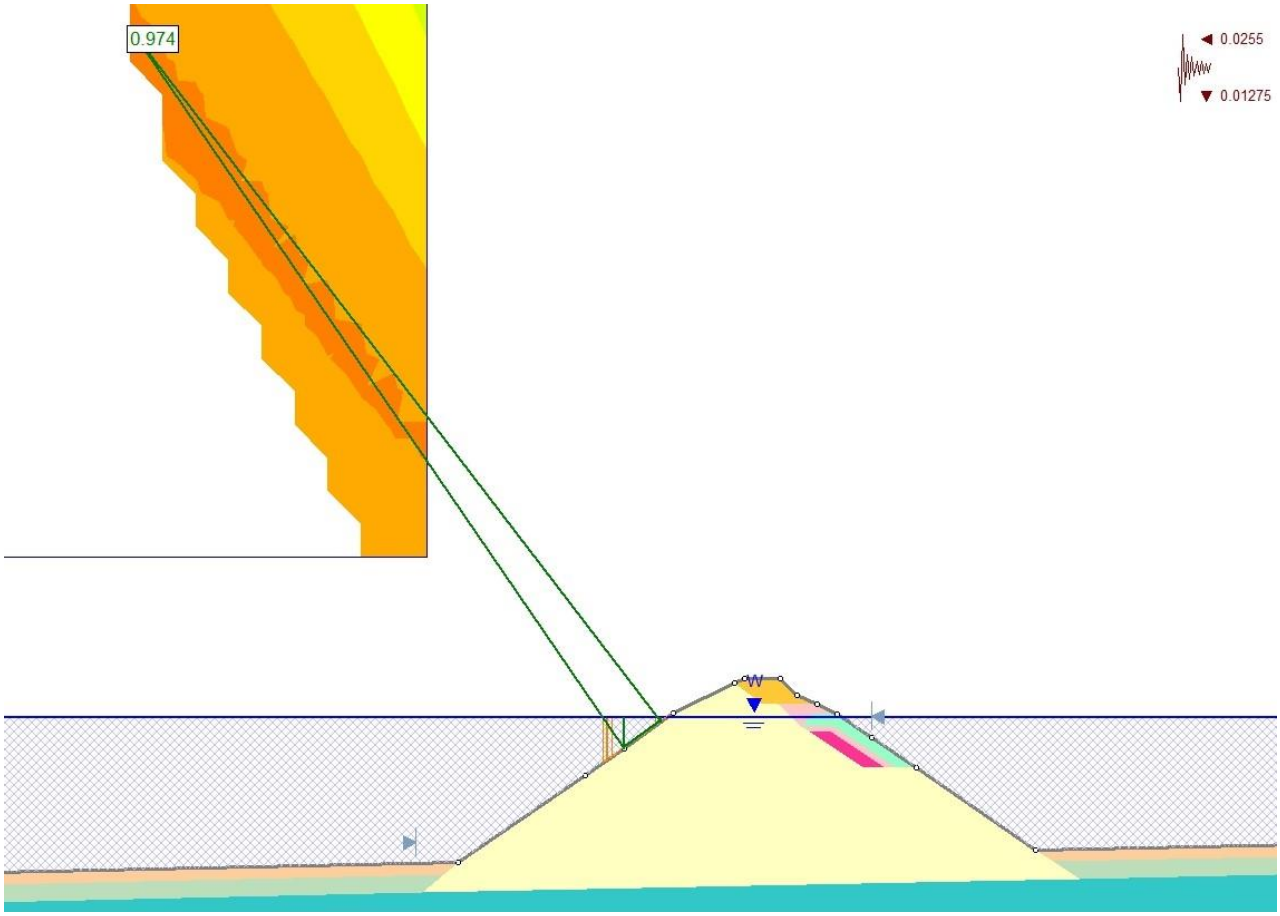
Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana za T_p=95 god

Fs=0,969



Slika 3.11. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=95god - F_v ↑)

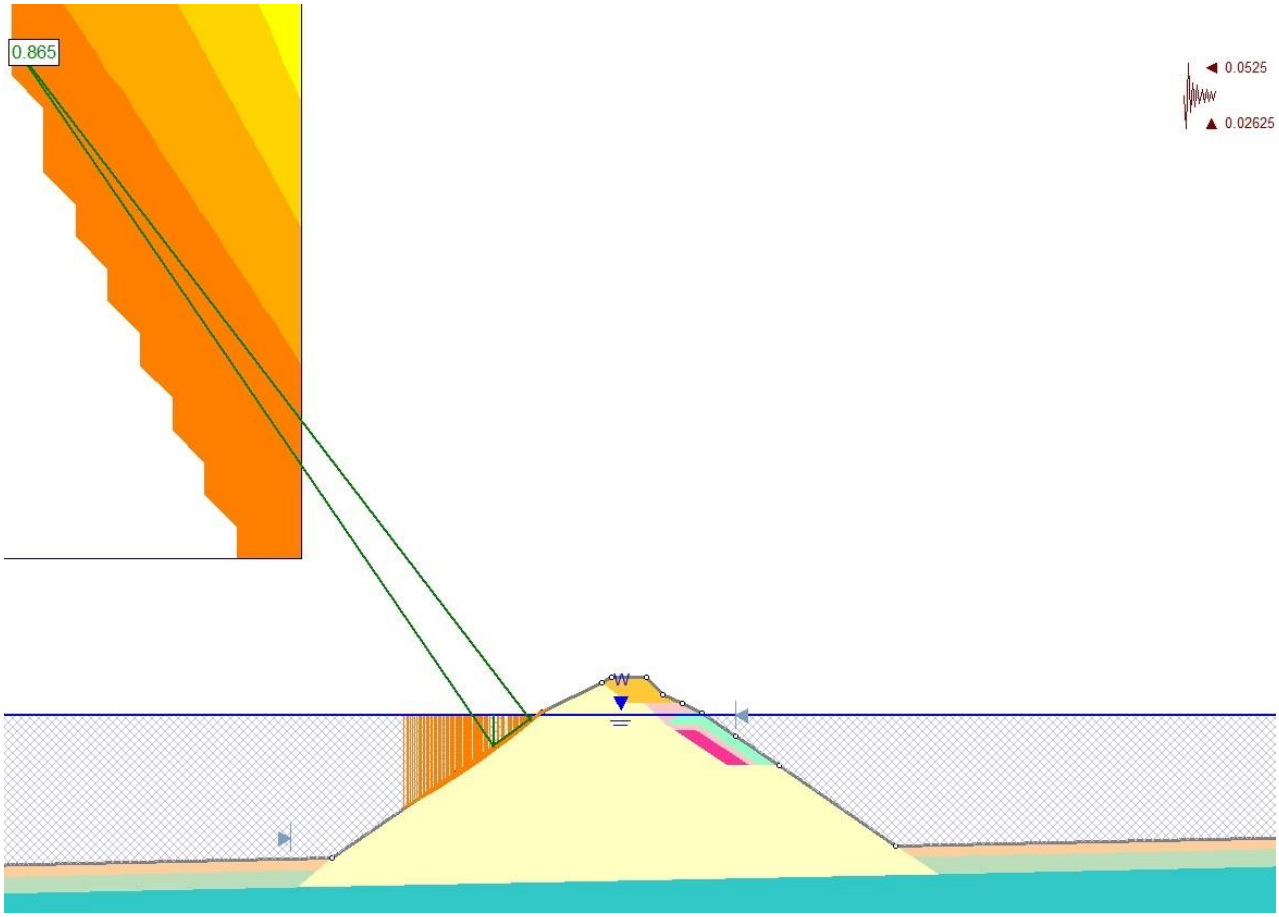
Fs=0,974



Slika 3.12. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=95god - $F_v \downarrow$)

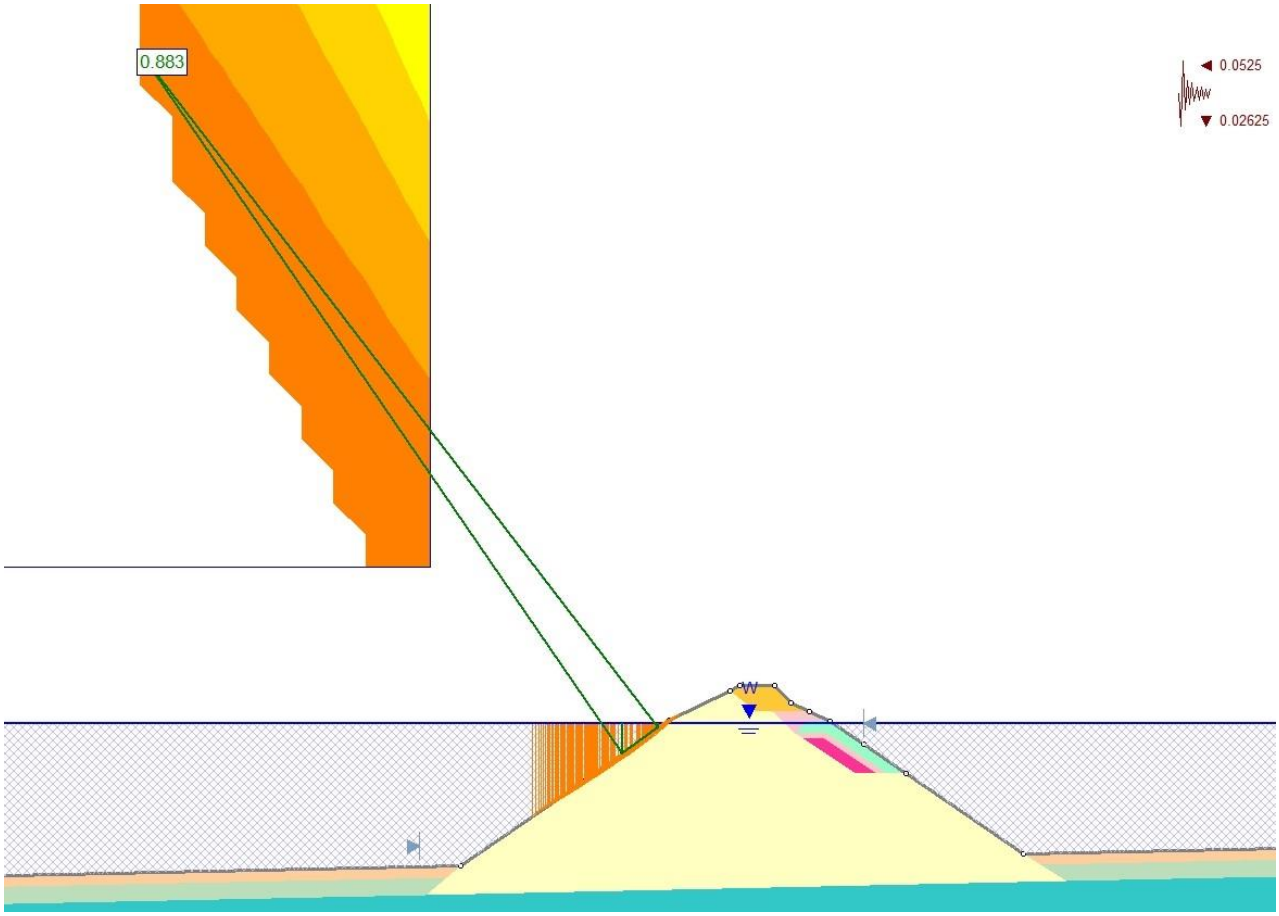
Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana za Tp=475 god

Fs=0,865



Slika 3.13. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=475g - F_v↑)

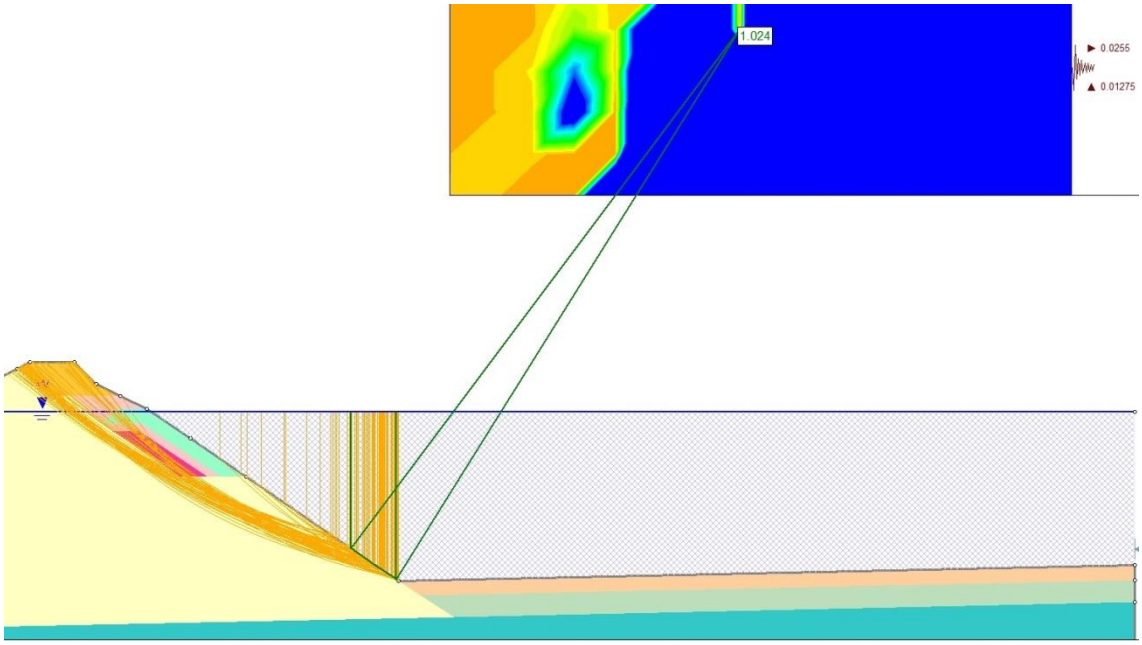
Fs=0,883



Slika 3.14. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=475g - F_v ↓)

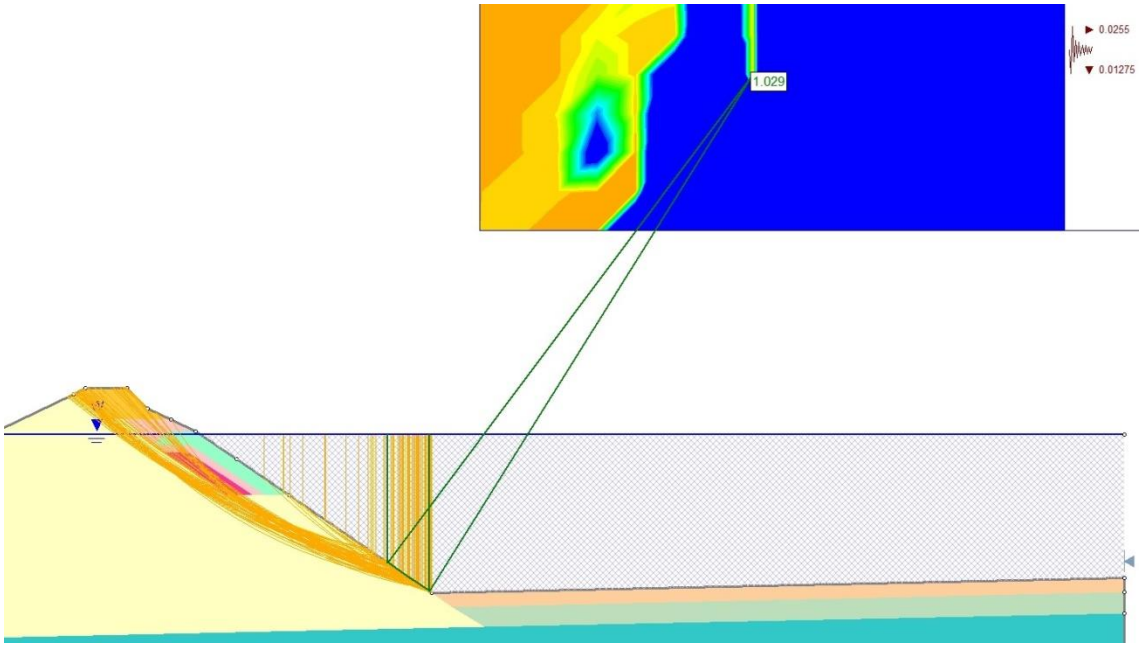
Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana za Tp=95 god:

Fs=1,024



Slika 3.15. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=95g- F_v ↑)

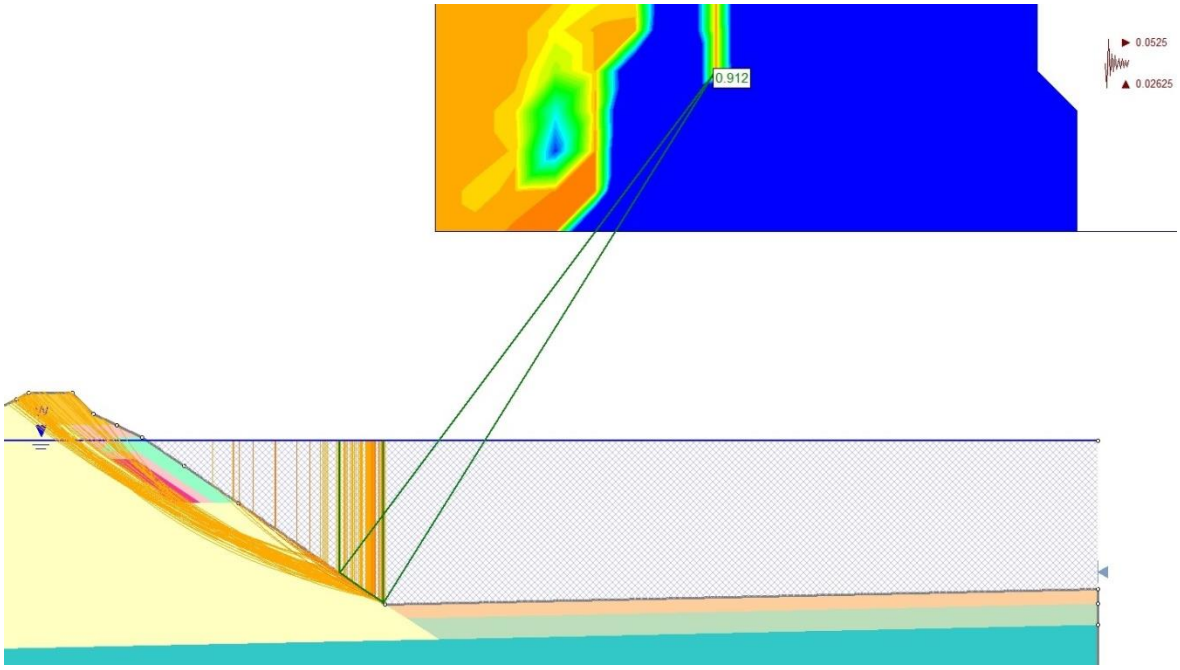
Fs=1,029



Slika 3.16. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=95g- F_v ↓)

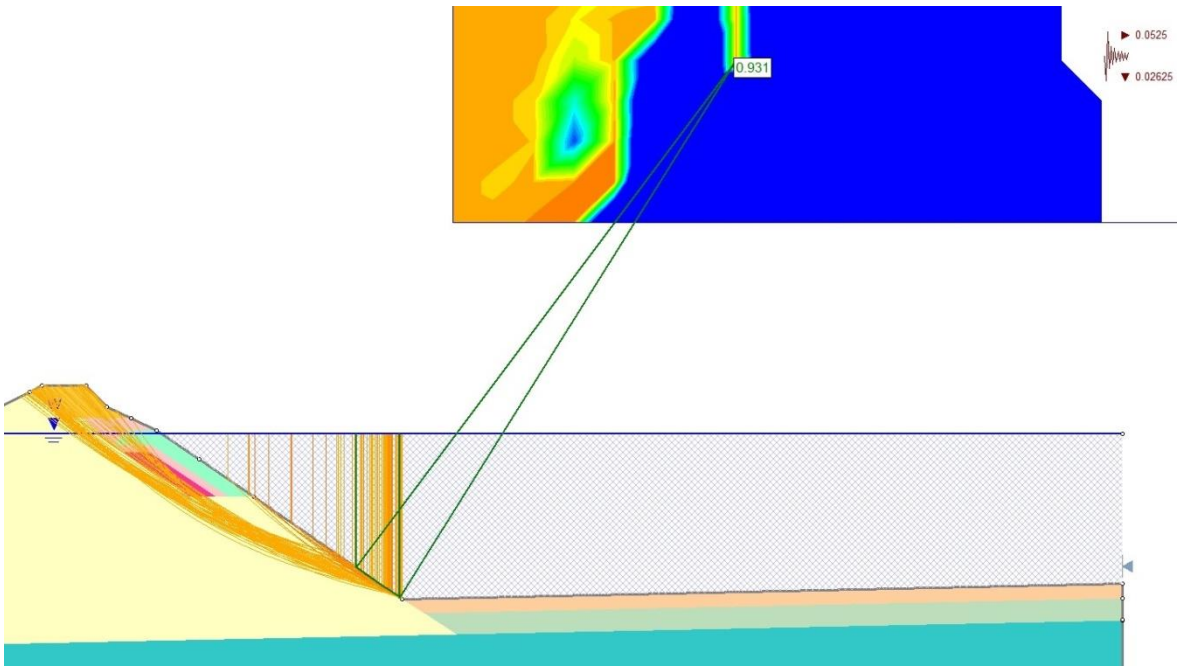
Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana za Tp=475 god

Fs=0,912



Slika 3.17. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=475g - F_v ↑)

Fs=0,931



Slika 3.18. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.11 za PS2 (Tp=475g- F_v ↓)

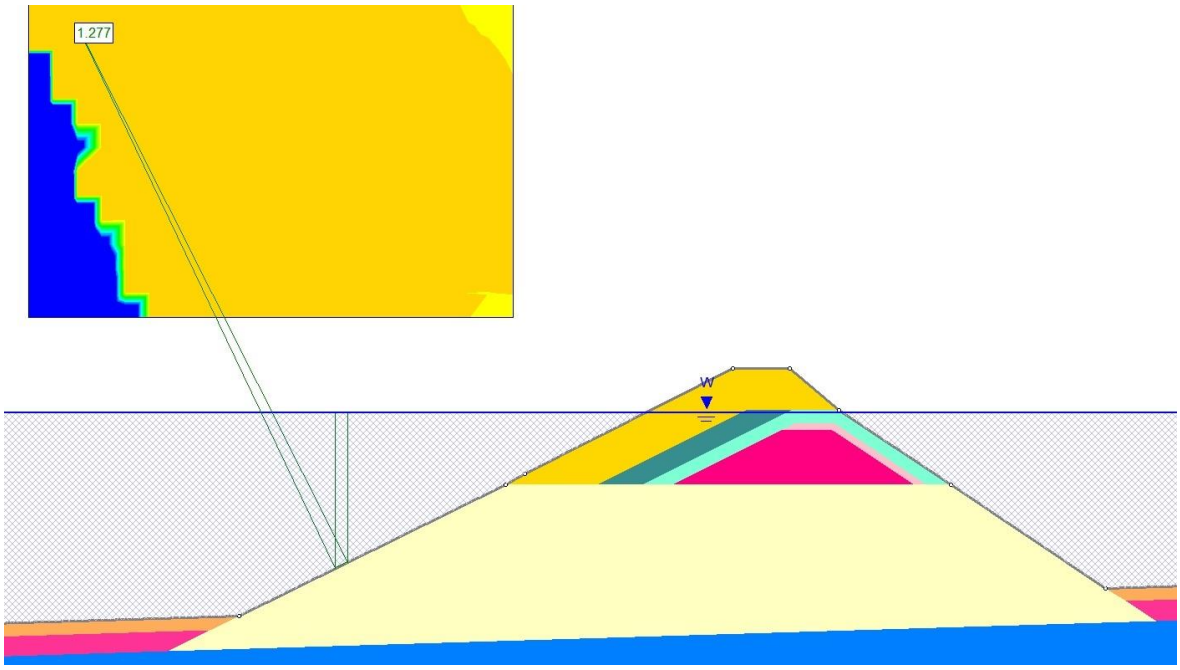
3.5. Prikaz rezultata analize stabilnosti za presjek R.3

Za presjek R.3 provedena je analiza stabilnosti pokosa na isti način kao i za presjek R.11. Dani su rezultati s najnižim faktorom sigurnosti F_s.

3.5.1. PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)

Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana:

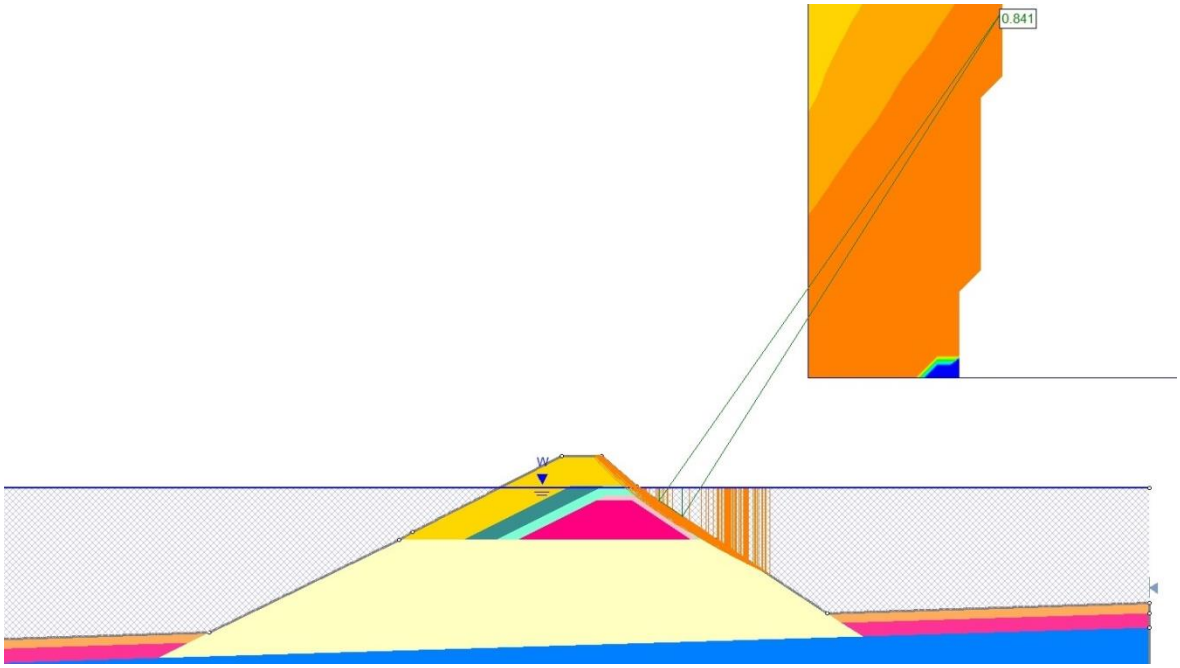
F_S=1,277



Slika 3.19. Klizna ploha minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.3 prema PP3 za PS1

Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana:

F_S=0,841

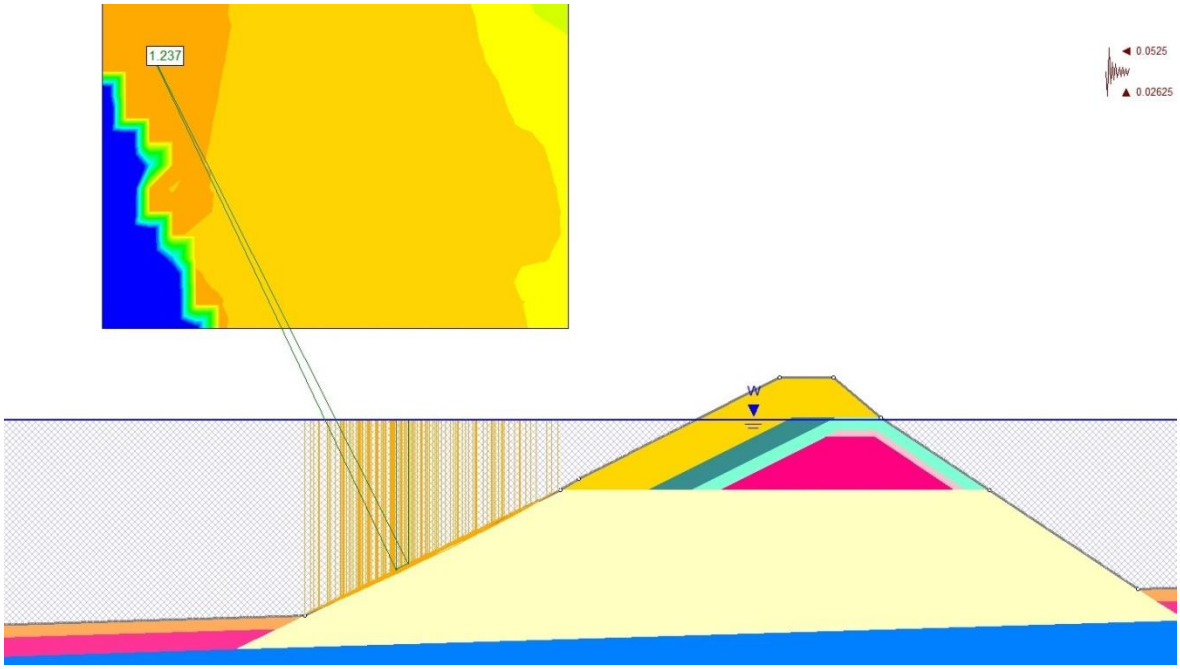


Slika 3.20. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.3 prema PP3 za PS1

3.5.2. PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)+ potres

Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana za T_p=475 god

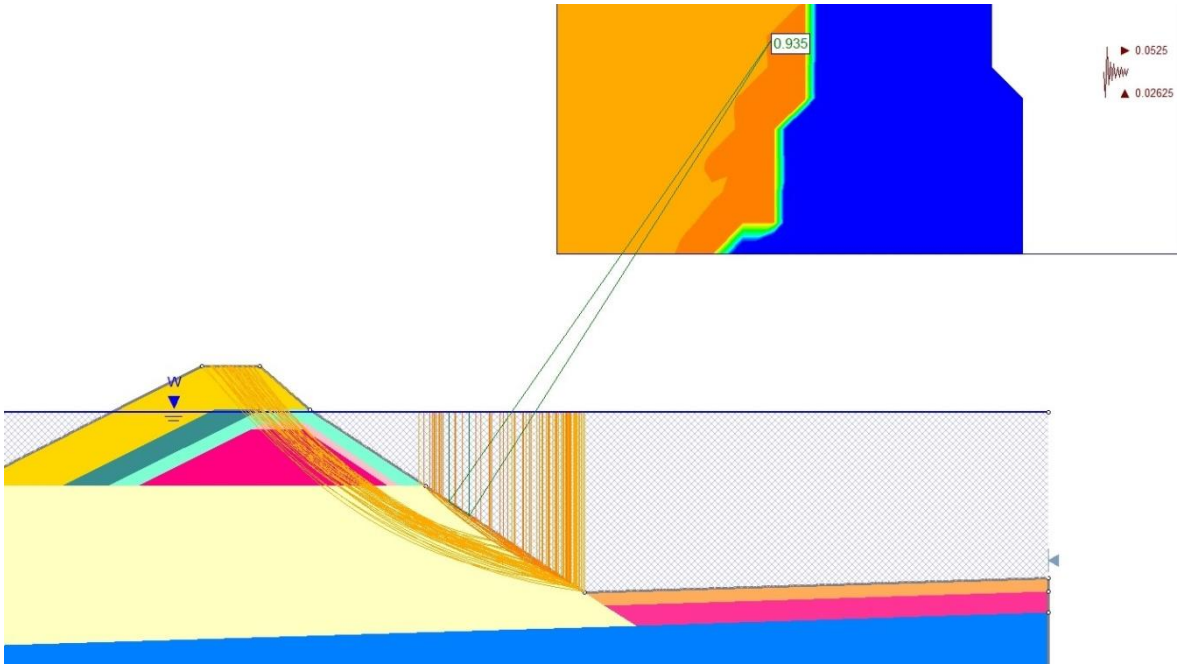
Fs=1,237



Slika 3.21. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na presjeku R.3 za PS2 (Tp=475g - F_v ↑)

Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana za T_p=475 god

Fs=0,935



Slika 3.22. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na presjeku R.3 za PS2 (Tp=475g - F_v ↑)

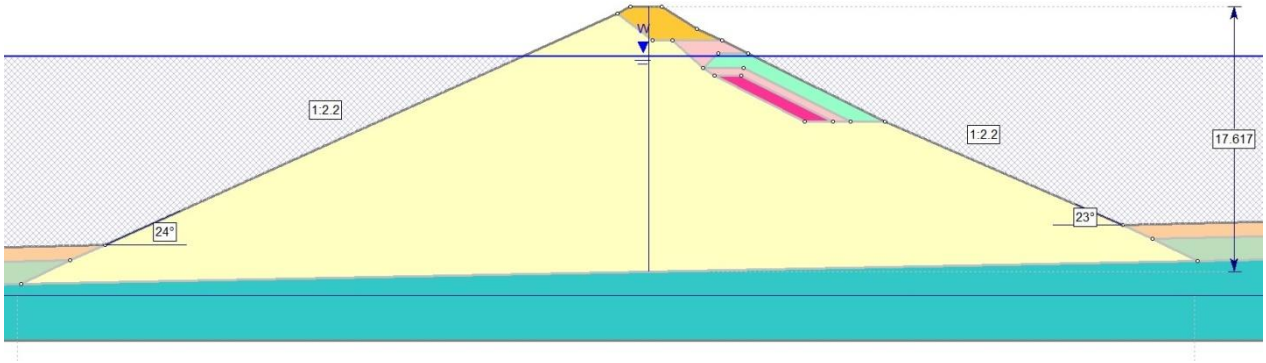
Kontrola stabilnosti pokosa lukobrana za projektnu situaciju PS1 – stvarno stanje, u kojoj djeluje stalno opterećenje (vlastita težina, te razina mora na koti ±0,00 m n.m), zadovoljava zadani kriterij, tj. minimalni faktor sigurnosti najkritičnije klizne plohe veći je od minimalnog dozvoljenog faktora sigurnosti. Kontrola stabilnosti pokosa lukobrana za projektnu situaciju PS1 prema PP3, ne zadovoljava zadani kriterij.

Kontrola stabilnosti pokosa lukobrana za projektnu situaciju PS2, u kojoj djeluje stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) + potres, ne zadovoljava zadani kriterij, tj minimalni faktor sigurnosti najkritičnije klizne plohe manji je od minimalnog dozvoljenog faktora sigurnosti.

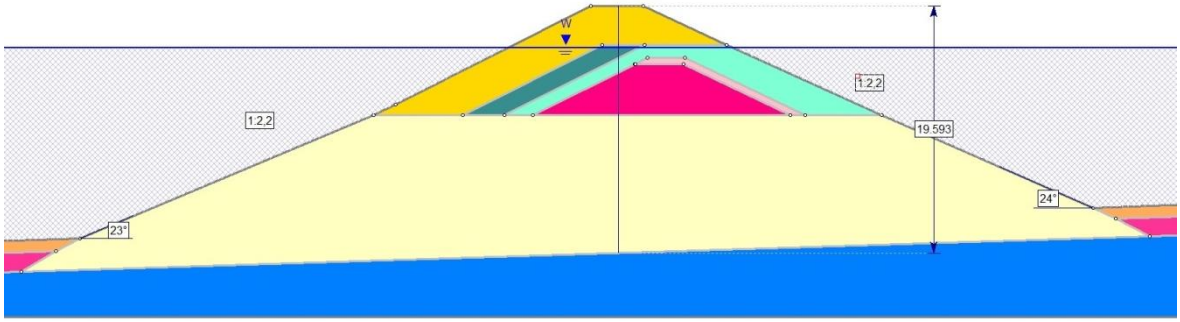
3.6. Novi model lukobrana (osigurana stabilnost)

Iz prethodnih analiza je vidljivo da lukobran ne zadovoljava uvjete stabilnosti za važeće propise – PP3. Stoga su napravljene dodatne analize da bi se ustvrdilo bi li ublaženje nagiba pokosa lukobrana doprinijelo njegovoj stabilnosti. U tu svrhu izrađeni su novi računski modeli tla. Nagib pokosa lukobrana ublažen je sa 1:1,5 na 1:2,2.

Prikazani su rezultati analize za presjek R.11, a na isti način je provedena i analiza za presjek R.3.



Slika 3.23. Računski model tla za lukobran nagiba pokosa 1:2,2 - presjek R.11



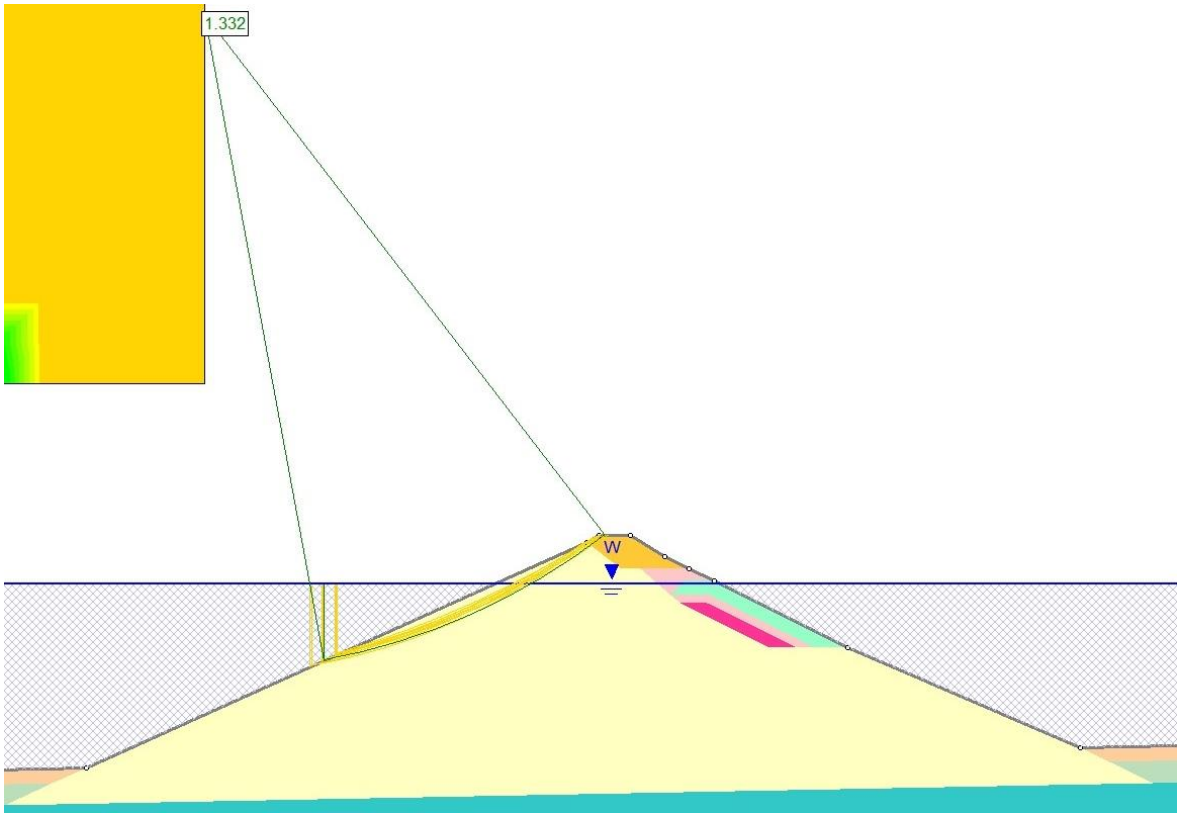
Slika 3.24. Računski model tla za lukobran nagiba pokosa 1:2,2 - presjek R.3

3.6. Prikaz rezultata analize stabilnosti za novi model presjeka R.11

3.6.1. PS1: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)

Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana:

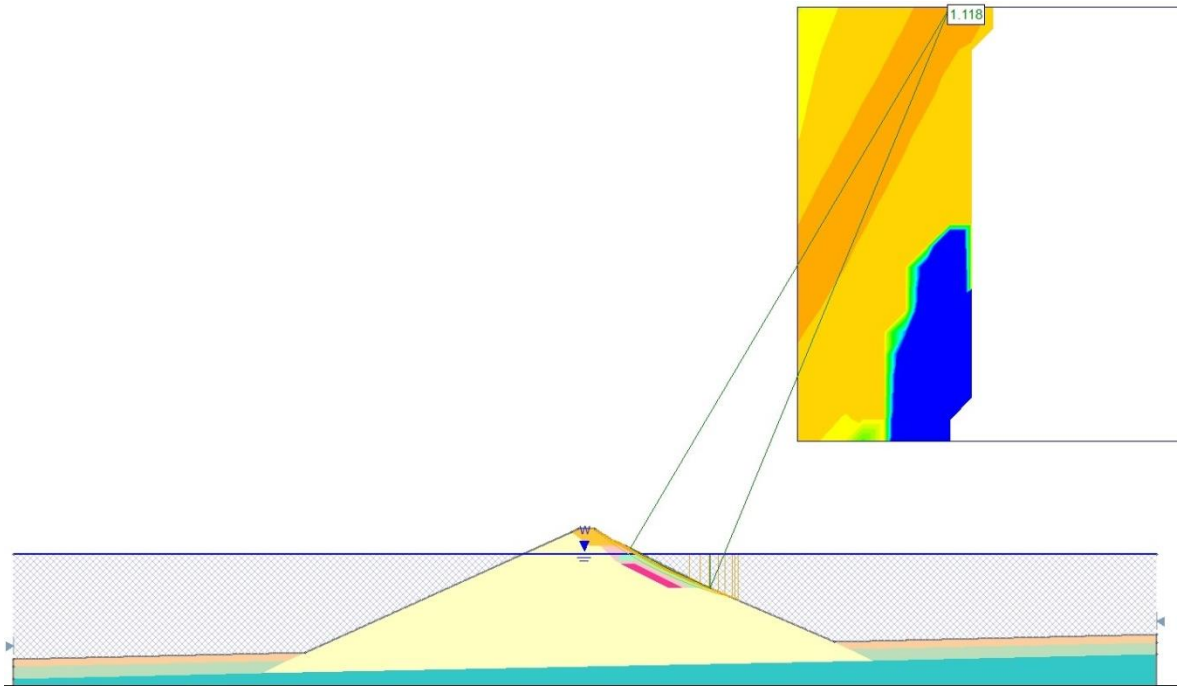
Fs=1,332



Slika 3.25. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3

Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana:

Fs=1,118

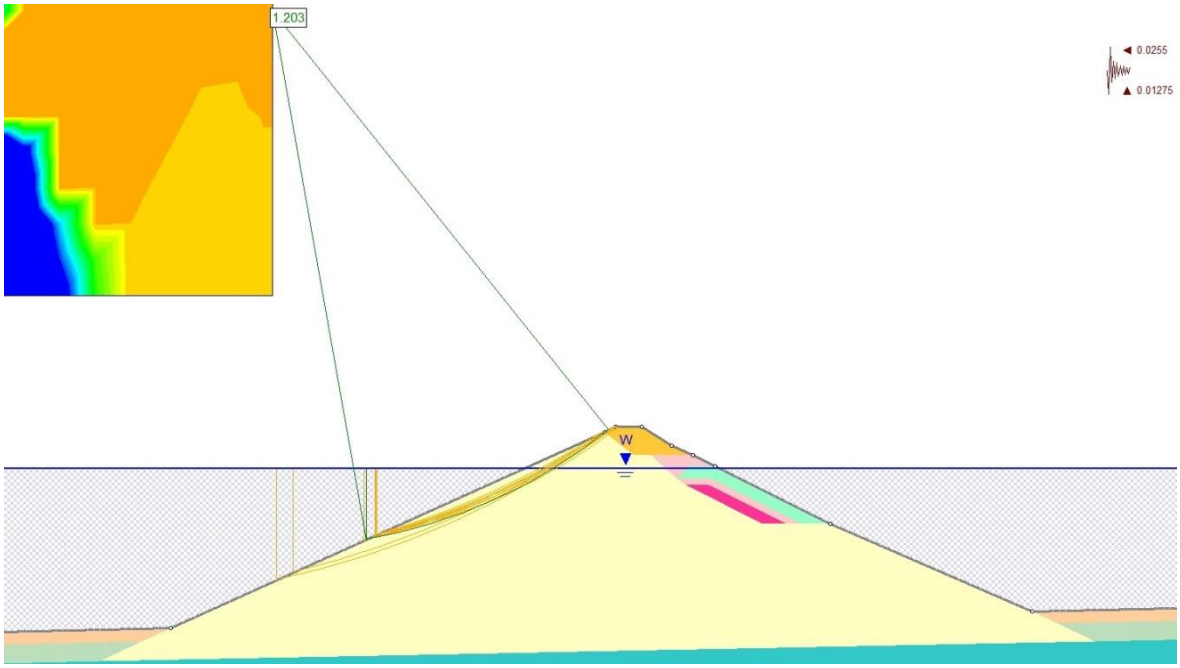


Slika 3.26. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3

3.6.2. PS2: stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.)+ potres

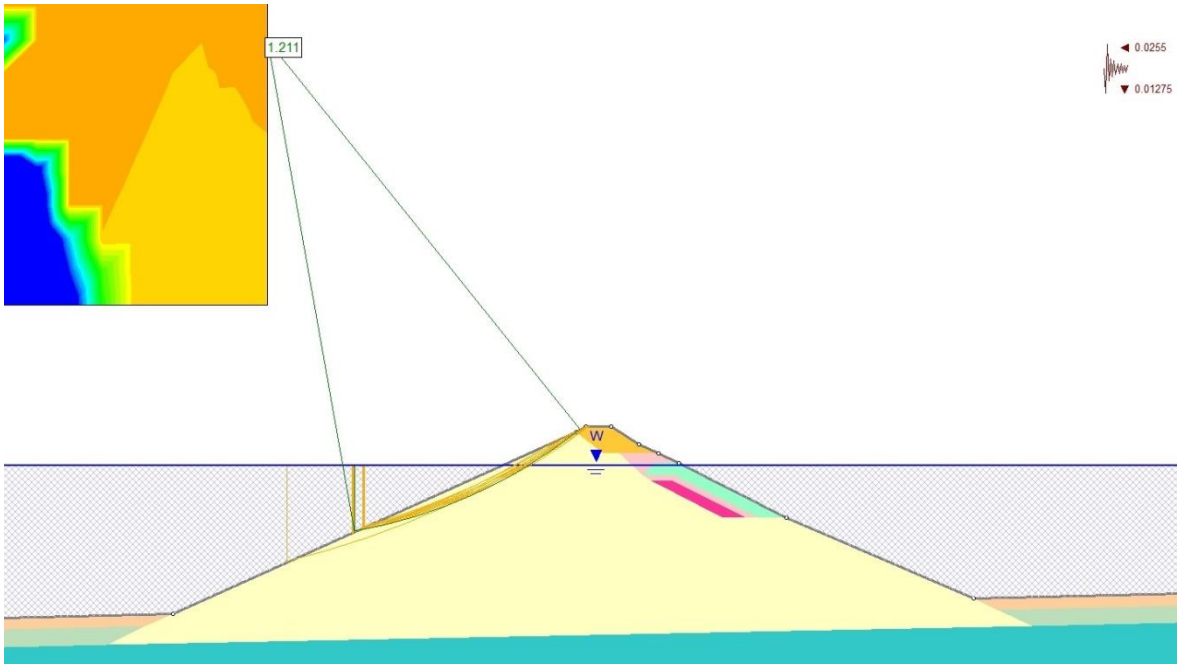
Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana za T_p=95 god

Fs=1,203



Slika 3.27. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=95god - F_v ↑)

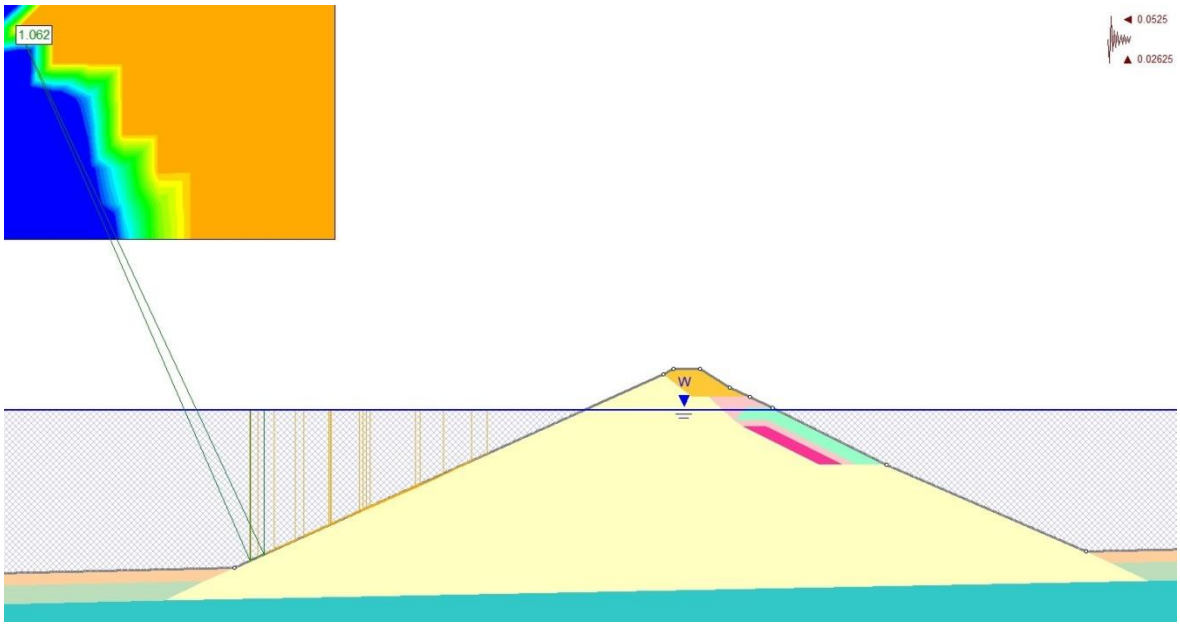
Fs=1,211



Slika 3.28. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=95god - $F_v \downarrow$)

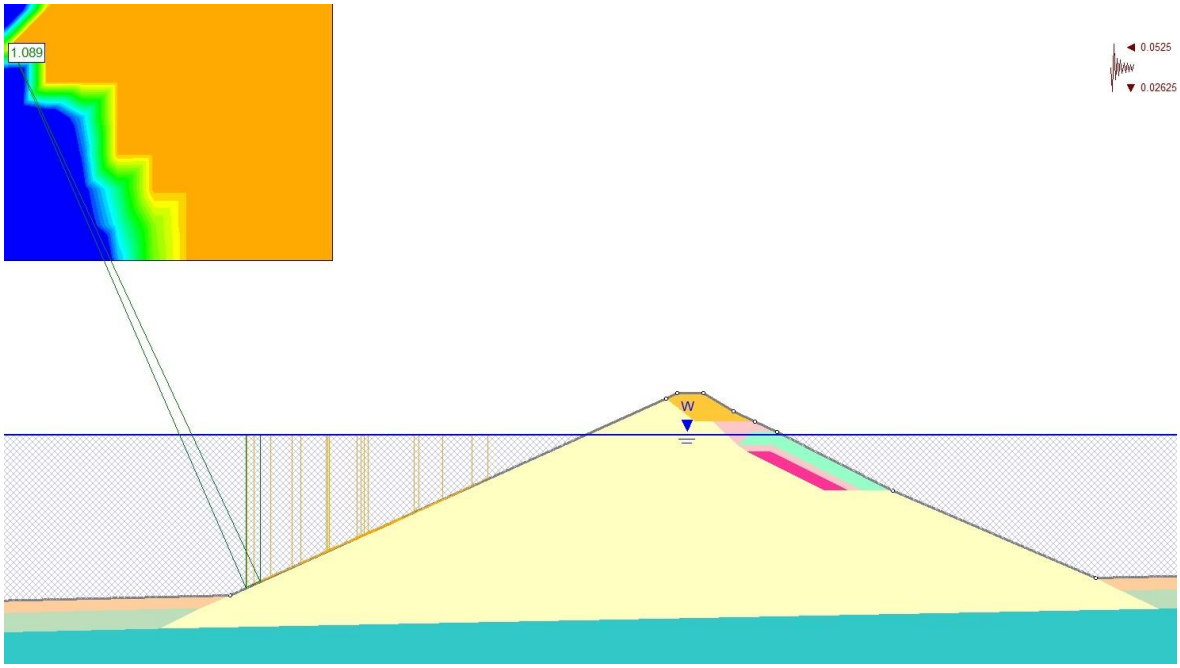
Rezultati analize stabilnosti lijevog pokosa lukobrana za T_p=475 god

Fs=1,062



Slika 3.29. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=475god - $F_v \uparrow$)

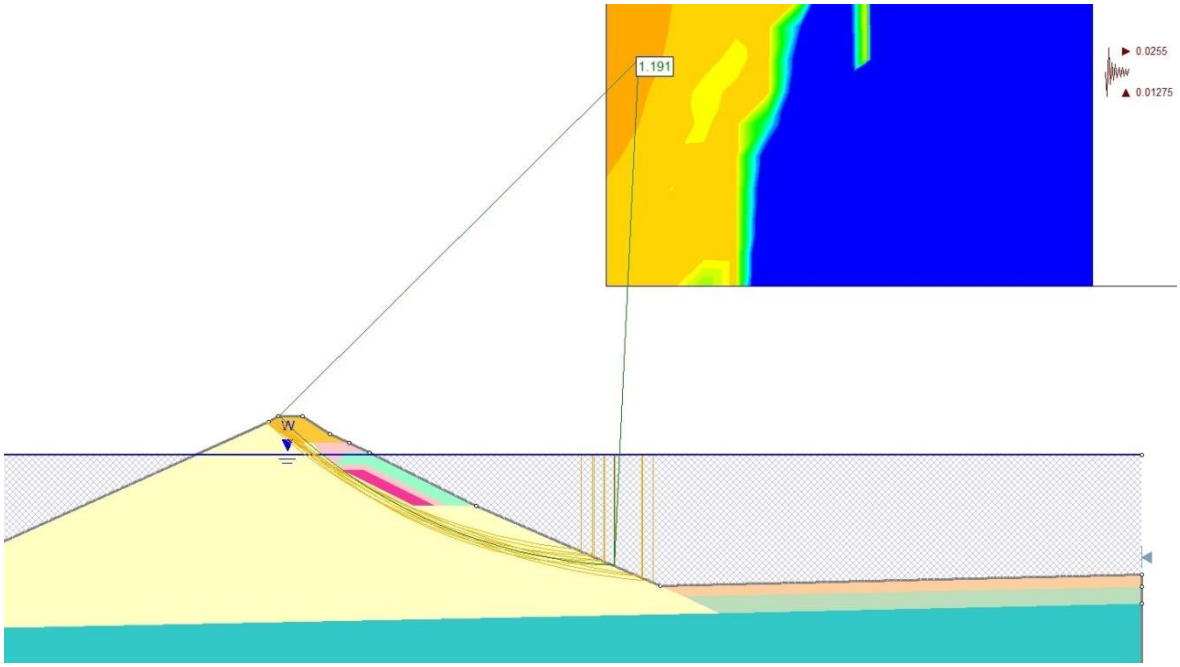
Fs=1,089



Slika 3.30. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti lijevog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=475god - $F_v \downarrow$)

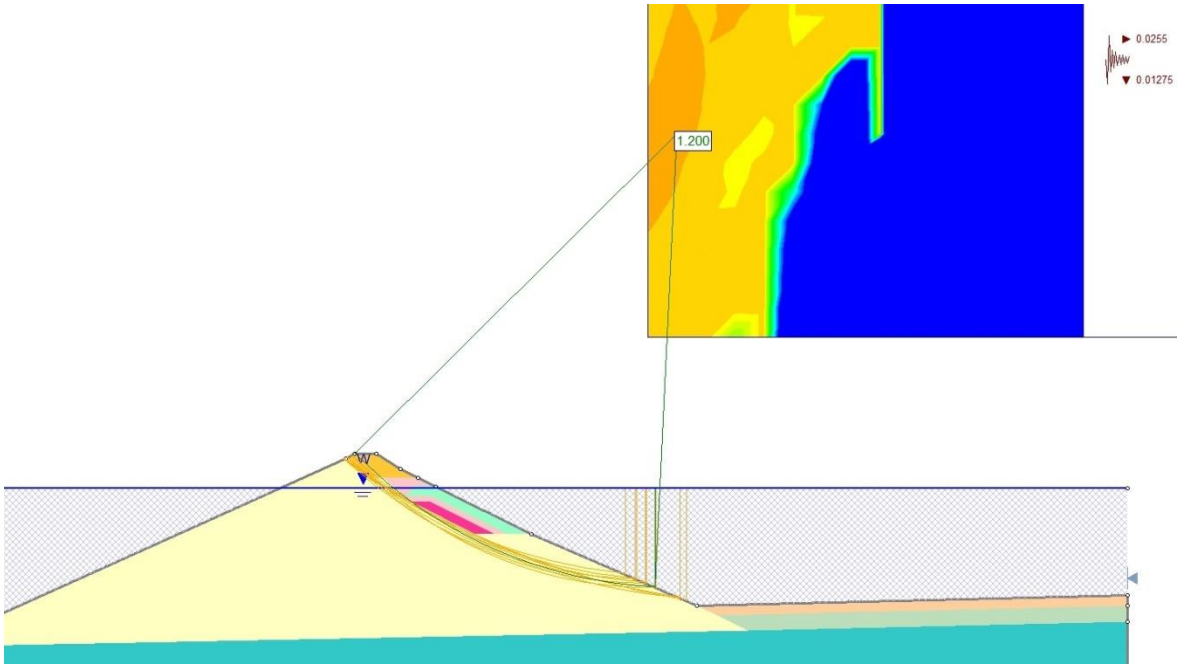
Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana za T_p=95 god

Fs=1,191



Slika 3.31. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=95god - $F_v \uparrow$)

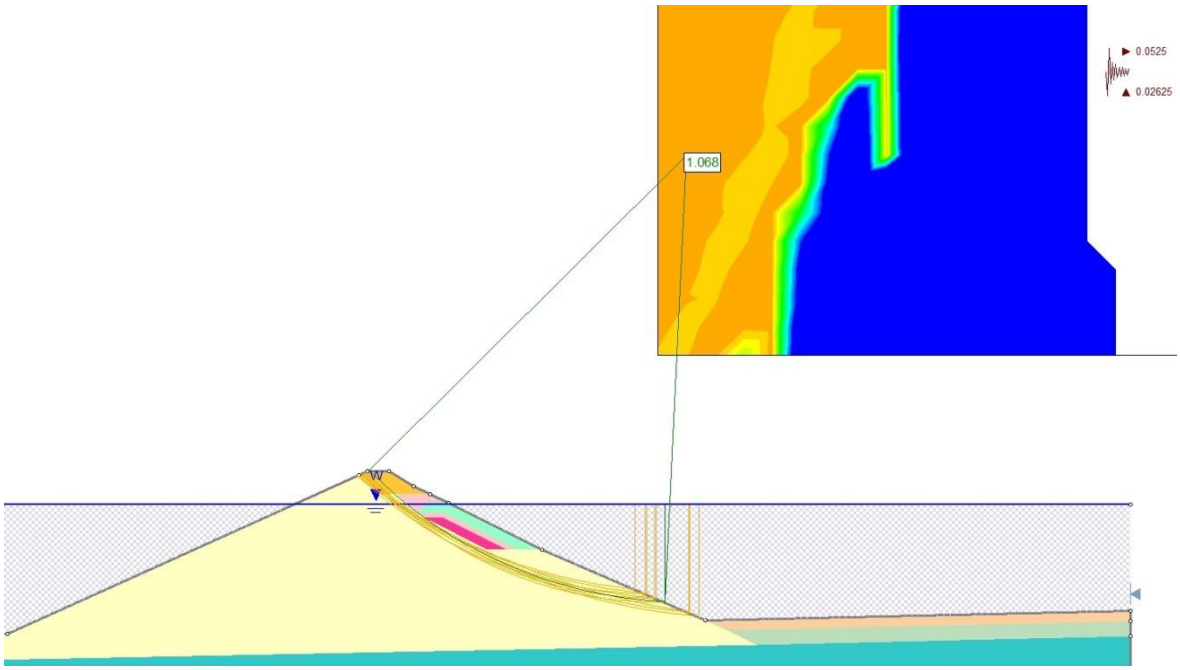
Fs=1,200



Slika 3.32. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=95god - F_v ↓)

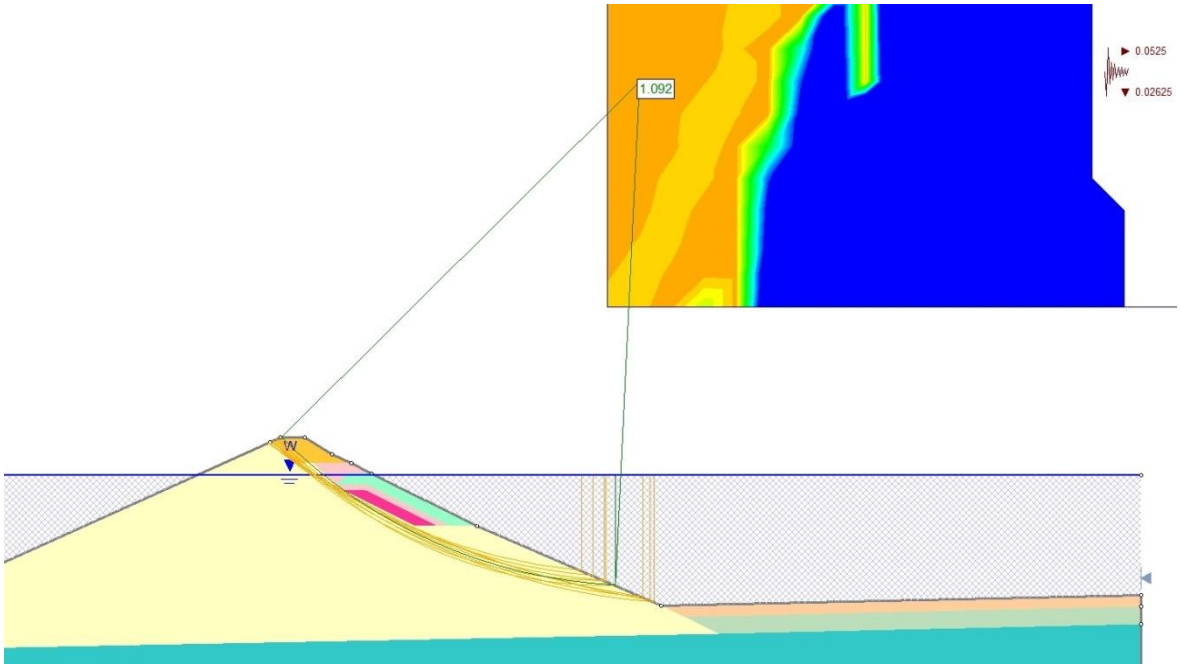
Rezultati analize stabilnosti desnog pokosa lukobrana za T_p=475 god

Fs=1,068



Slika 3.33. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=475god - F_v ↑)

Fs=1,092



Slika 3.34. Klizne plohe minimalnog faktora sigurnosti desnog pokosa lukobrana na novom presjeku R.11 prema PP3 za PS2 (Tp=475god - $F_v\downarrow$)

Kontrola stabilnosti pokosa na novim modelima lukobrana za projektnu situaciju PS1, u kojoj djeluje stalno opterećenje te razina mora na koti ±0,00 m n.m., zadovoljava zadani kriterij, tj. minimalni faktor sigurnosti najkritičnije klizne plohe veći je od minimalnog dozvoljenog faktora sigurnosti.

Kontrola stabilnosti pokosa na novim modelima lukobrana za projektnu situaciju PS2, u kojoj djeluje stalno opterećenje (razina mora na koti ±0,00 m n.m.) te potres, zadovoljava zadani kriterij, tj. minimalni faktor sigurnosti najkritičnije klizne plohe veći je od minimalnog dozvoljenog faktora sigurnosti.

3.7. Tablični prikaz rezultata analize stabilnosti

Dan je tablični prikaz rezultata analize stabilnosti prema faktorima sigurnosti *Fs* za pojedinu projektnu situaciju.

Tablica 3.8. Faktori sigurnosti za presjek lukobrana R.11

			LIJEVI POKOS		DESNI POKOS	
			FAKTOR SIGURNOSTI F_s			
PS1	STVARNO		1,078		1,028	
	PP3		0,863		0,823	
PS2	PP3 (jedinični parcijalni faktori)	T_p=95god	0,969 (1)	0,974(2)	1,024(1)	1,029(2)
		T_p=475god	0,865 (1)	0,883(2)	0,912(1)	0,931(2)

(1) – $F_V \uparrow$

(2) – $F_V \downarrow$

Tablica 3.9. Faktori sigurnosti za presjek lukobrana R.3

			LIJEVI POKOS		DESNI POKOS	
			FAKTOR SIGURNOSTI F_s			
PS1	STVARNO		1,596		1,051	
	PP3		1,277		0,841	
PS2	PP3 (jedinični parcijalni faktori)	T_p=95god	1,408(1)	1,416(2)	1,051(1)	1,057(2)
		T_p=475god	1,237(1)	1,267(2)	0,935(1)	0,955(2)

(1) – $F_V \uparrow$

(2) – $F_V \downarrow$

Tablica 3.10. Faktori sigurnosti za novi presjek lukobrana R.11

			LIJEVI POKOS		DESNI POKOS	
			FAKTOR SIGURNOSTI F_s			
PS1	PP3		1,332		1,118	
PS2	PP3 (jedinični parcijalni faktori)	T_p=95god	1,203 (1)	1,211(2)	1,191 (1)	1,200(2)
		T_p=475god	1,062 (1)	1,089(2)	1,068 (1)	1,092(2)

(1) – $F_V \uparrow$

(2) – $F_V \downarrow$

Tablica 3.11. Faktori sigurnosti za novi presjek lukobrana R.3

			LIJEVI POKOS		DESNI POKOS	
			FAKTOR SIGURNOSTI F_s			
PS1	PP3		1,400		1,245	
PS2	PP3 (jedinični parcijalni faktori)	T_p=95god	1,264 (1)	1,274(2)	1,248 (1)	1,256(2)
		T_p=475god	1,129 (1)	1,157(2)	1,089 (1)	1,116(2)

(1) – $F_V \uparrow$

(2) – $F_V \downarrow$

Analiza stabilnosti pokosa za stvarno stanje – PS1 nije provedena, jer je dokazano da zadovoljava za PP3.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenih analiza stabilnosti lijeve i desne strane pokosa lukobrana na presjecima R.11 te R.3, vidljivo je da lukobran ACI marine Rovinj ne zadvoljava kriterij minimalnog dozvoljenog fakora sigurnosti (F_s=1,00) u slučaju stalnog opterećenja i potresa s povratnim periodima od 95 i 475 godina. U slučaju stalnog opterećenja (vlastita težina, stalna razina mora na koti ±0,00 m n.m.), lukobran zadovoljava kriterije minimalnih faktora sigurnosti za stvarno stanje, ali ne i za analizu izvršenu prema važećim propisima – PP3 (Eurokod 7). Da bi lukobran zadovoljio kriterije stabilnosti za dane projektne situacije, potrebno je izvršiti sanaciju lukobrana pri kojoj bi se pokos lukobrana izveo u nagibu 1:2,2.

5. LITERATURA

- Geotehnički elaborat GEO – 636/2016, ACI MARINA ROVINJ (REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA), GEO – 5 d.o.o., Rovinj, 2016.

- Nataša Štambuk Cvitanović: Stabilnost kosina, nastavni materijali iz kolegija Mehanika tla i temeljenje, http://cigla.gradst.hr/moodle26/mod/folder/view.php?id=2678 (11.6.2017.)

- Marijan Herak: Karte potresnih područja Republike Hrvatske, http://seizkarta.gfz.hr/karta.php (13.6.2017.)

- Eurokod 7: Geotehničko projektiranje HRN EN 1997-1:2012

- Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija HRN EN 1998-1:2011

- Vlasta Szavits – Nossan: Stabilnost kosina, https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/13._Predavanje_MT.pdf (7.6.2017.)

6. PRILOZI

6.1. Ortofotosnimak s položajem novoplaniranog objekta

6.2. Tlocrtna dispozicija sondažnih bušotina i inženjersko geoloških profila

6.3. Inženjersko geološki profili

6.4. Profili bušotina

6.5. Presjek R.11

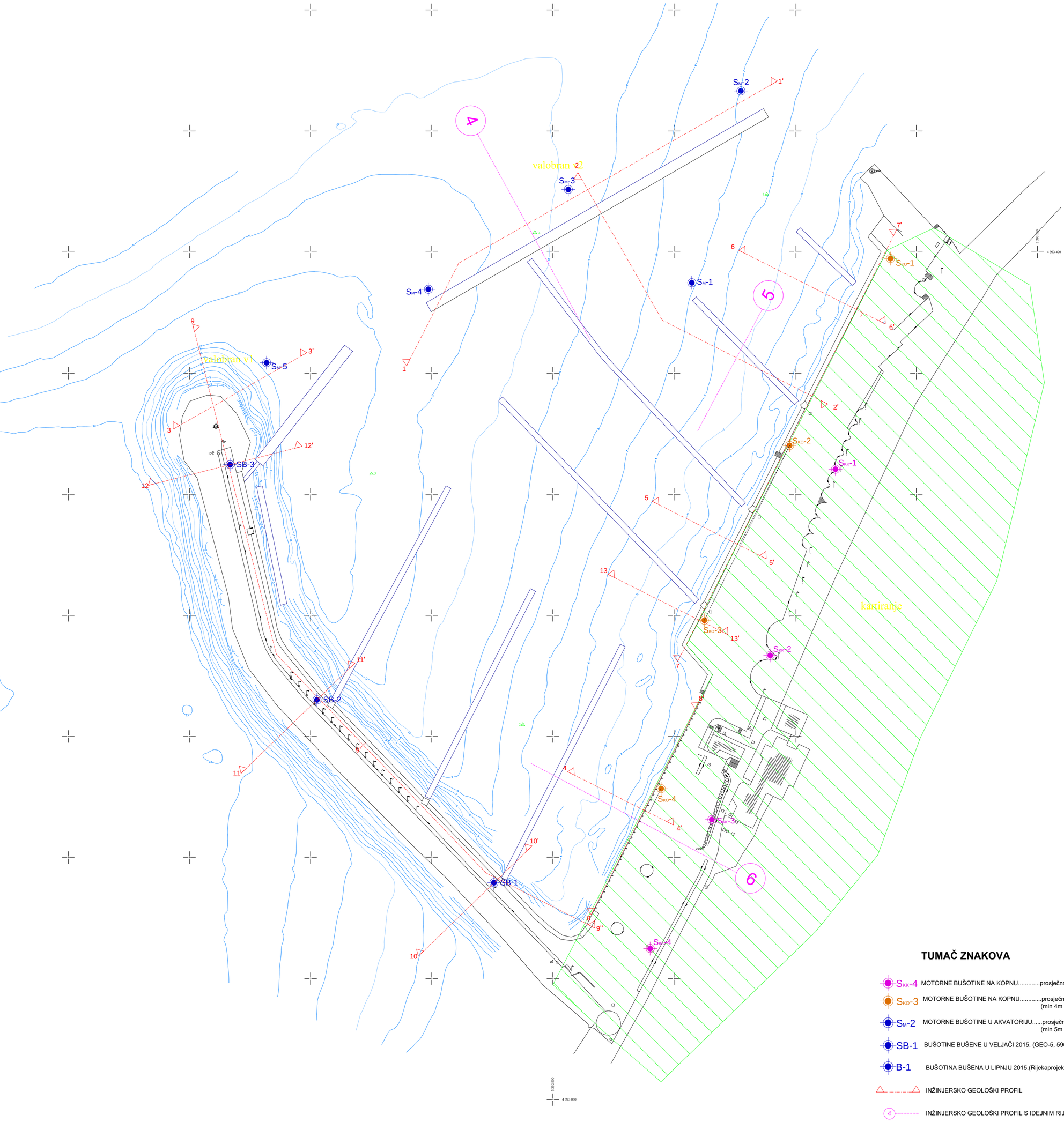
6.6. Presjek R.3



LEGENDA :

POLOŽAJ NOVOPLANIRANOG OBJEKTA

GEO-5 d.o.o			
M 1:10000	OBIJEKT	Rekonstrukcija ACI Marina Rovinj)	
	SADRŽAJ	Ortofoto snimak s položajem novoplaniranog objekta	
	PROJEKTANT	Milan Mihovilović, dipl.ing.geol.	
	DATUM	2.2016	PRILOG br.1	**GEO** 636/2016/P1



TUMAČ ZNAKOVA

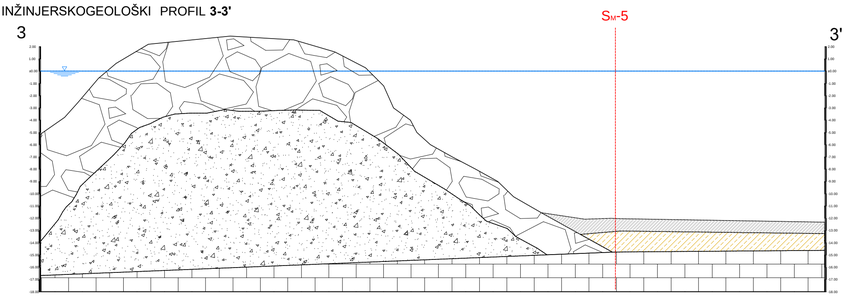
- S_{KK}-4 MOTORNE BUŠOTINE NA KOPNU.....prosječna dužina bušenja ~5,00 m..... kom 4
- S_{KO}-3 MOTORNE BUŠOTINE NA KOPNU.....prosječna dužina bušenja ~10,00 m (min 4m u matičnu stijenu) ..... kom 4
- S_{M}-2 MOTORNE BUŠOTINE U AKVATORIJU.....prosječna dužina bušenja ~6,00 m (min 5m u matičnu stijenu)..... kom 5
- SB-1 BUŠOTINE BUŠENE U VELJAČI 2015. (GEO-5, 596/2015)
- B-1 BUŠOTINA BUŠENA U LIPNJU 2015.(Rijekaprojekt, 15-016)
- INŽINJERSKO GEOLOŠKI PROFIL
- 4 INŽINJERSKO GEOLOŠKI PROFIL S IDEJNIM RIJEŠENJEM TEMELJENJA

GEO-5 d.o.o

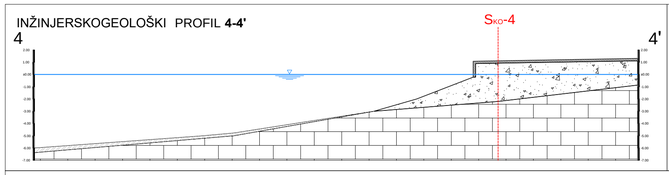
Sadržaj:
TLOCRTNA DISPOZICIJA SONDAŽNIH BUŠOTINA I INŽINJERSKOGEOLOŠKIH PROFILA

Građevina: REKONSTRUKCIJA ACI MARINA (ROVINJ)	Br.elaborata: 636/2016
	Mjerilo: 1:1000
Investitor:	Datum: 02.2016.
	Br.priloga: 3

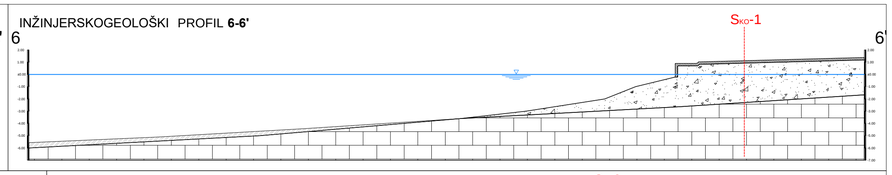
INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **3-3'**



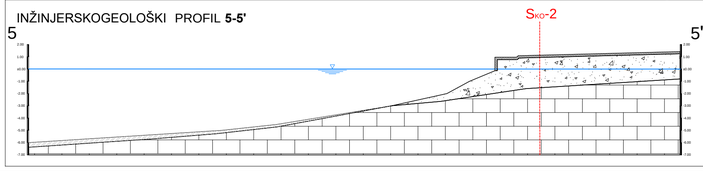
INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **4-4'**



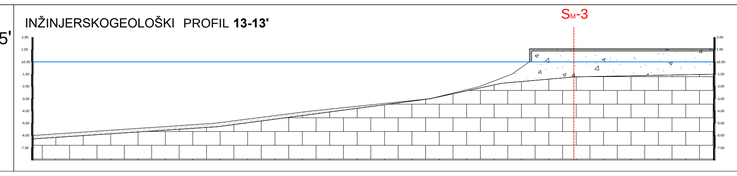
INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **6-6'**



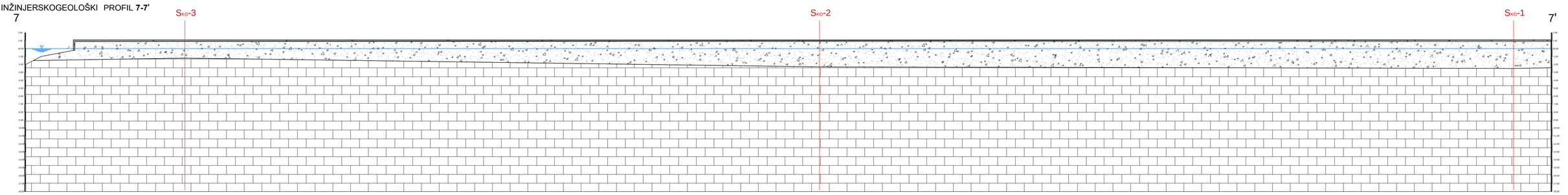
INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **5-5'**



INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **13-13'**



INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **7-7'**



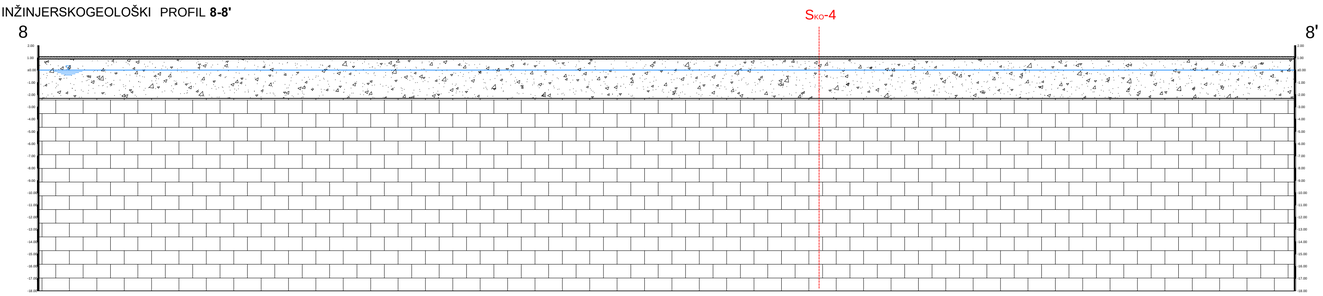
TUMAČ ZNAKOVA

- **BETON**
- **NASIP**-kameni blokovi (15-30 kN)
- **NASIP**-kameni blokovi (1-5 kN)
- **NASIP**-kamena drobina ili kameni blokovi različite veličine (0-1 kN)
- **MULJ**-recentni morski pijesak i mulj
- **GLINA**-mrka, zemlja crvenica
- **STIJENA** -kompaktni vapnenac gornje jure (kirmenjak)
- SKO-2 **Približna pozicija sondažne bušotine**

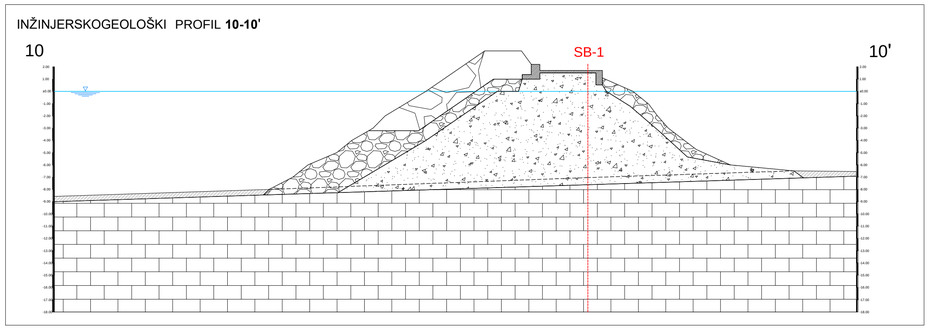
GEO-5 d.o.o

Sadržaj: INŽINJERSKO GEOLOŠKI PROFILI	
Građevina: REKONSTRUKCIJA ACI MARINA (ROVINJ)	Br.elaborata: 636/2016
	Mjerilo: 1:250
Investitor:	Datum: 02.2016.
	Br.priloga: 3.2

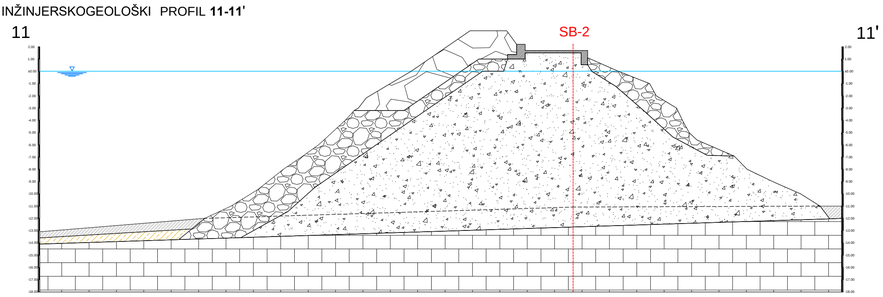
INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **8-8'**



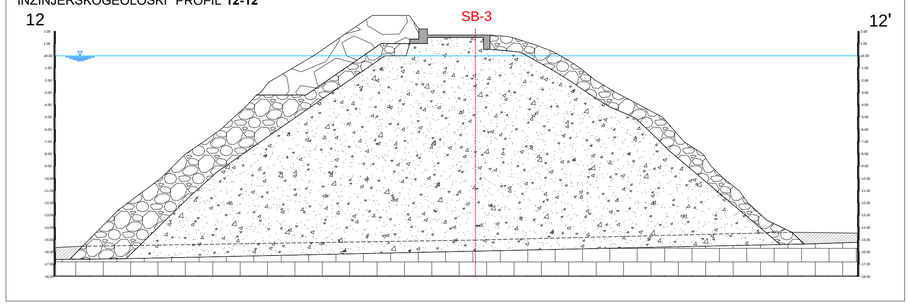
INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **10-10'**



INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **11-11'**



INŽINJERSKOGEOLOŠKI PROFIL **12-12'**



TUMAČ ZNAKOVA

- **BETON**
- **NASIP**-kameni blokovi (15-30 kN)
- **NASIP**-kameni blokovi (1-5 kN)
- **NASIP**-kamena drobina ili kameni blokovi različite veličine (0-1 kN)
- **MULJ**-recentni morski pijesak i mulj
- **GLINA**-mrka, zemlja crvenica
- **STIJENA** -kompaktni vapnenac gornje jure (kirmenjak)
- SKO-2 **Približna pozicija sondažne bušotine**

GEO-5 d.o.o

Sadržaj: INŽINJERSKO GEOLOŠKI PROFILI	
Građevina: REKONSTRUKCIJA ACI MARINA (ROVINJ)	Br.elaborata: 636/2016
	Mjerilo: 1:250
Investitor:	Datum: 02.2016.
	Br.priloga: 3.3

GEO-5 d.o.o

PROFIL BUŠOTINE SM-5

OBJEKT	MJERILO	X	Y	Z
Rekonstrukcija ACI Marina (Rovinj)	1:100	VIDI SITUACIJU	VIDI SITUACIJU	-12.50 m n.m.
	DATUM 1.2016			

VISINA	DEBLJINA	DUBINA	PROFIL	PROBA	OPIS MATERIJALA	SIMBOL	REZULTATI ISPITIVANJA
							S P T N
					MORE		
-12.50	12.50	12.50					
-13.50	1.00	13.50			MULJ-pijeskovit,tamno sive boje,zaglinjen, s ostacima školjkaša	(SP-SM)	
-15.20	1.70	15.20			GLINA-smeđocrvena	(CH)	
-19.00	8.80	19.00			STIJENA-kompaktni vapnenac gornje jure Bijeli biomikrit sa stilolitskim žilama (Kirmenjak) RQD 80-100%		
							10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 % R Q D

10 20 30 40 50

NAPOMENA

SPT = standardni penetracijski test
RQD = rock quality designatio index (kvalitativna ocjena jezgre)
NPV = nivo podzemne vode
NPU = neporemećeni uzorak

CRTAO	PREGLEDAO	ODOBRIO	PRILOG
T.Mihovilović	M.Mihovilović	M.Mihovilović	**GEO** 636/2016/P16

GEO-5 d.o.o

PROFIL BUŠOTINE SB-1

OBJEKT	MJERILO	X
Rekonstrukcija lukobrana u ACI marina (Rovinj) **PREUZETO IZ GEO 596/2015**	1:100	VIDI SITUACIJU
	DATUM	Y
	1.2015	VIDI SITUACIJU
		Z
		1,40 m n.m.

VISINA	DEBLJINA	DUBINA	PROFIL	PROBA	OPIS MATERIJALA	SIMBOL	REZULTATI ISPITIVANJA
1.20	0.20	0.20			**BETON**		S P T N
0.00		1.40			**N.P.V**		
					NASIP-blokovi stijene veličine do 40cm sa sitnijom kamenom drobinom,ispran bez praha		N=9 N=9
-6.80	8.00	8.20			**DNO OKOLNOG TERENA**		
-8.60	1.80	10.00			**STIJENA**-kompaktni dolomit donje krede		

10 20 30 40 50

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

% R Q D

NAPOMENA

SPT = standardni penetracijski test
RQD = rock quality designatio index (kvalitativna ocjena jezgre)
NPV = nivo podzemne vode
NPU = neporemećeni uzorak

CRTAO	PREGLEDAO	ODOBRIO	PRILOG
T.Mihovilović	M.Mihovilović	M.Mihovilović	**GEO** 636/2016/P16.1

GEO-5 d.o.o

PROFIL BUŠOTINE SB-2

OBJEKT	MJERILO	X	Y	Z
Rekonstrukcija lukobrana u ACI marina (Rovinj) **PREUZETO IZ GEO 596/2015**	1:100 DATUM 1.2015	VIDI SITUACIJU	VIDI SITUACIJU	1,25 m n.m.

VISINA	DEBLJINA	DUBINA	PROFIL	PROBA	OPIS MATERIJALA	SIMBOL	REZULTATI ISPITIVANJA
1.05	0.20	0.20			**BETON**		S P T N
0.00		1.25			**N.P.V**		
					NASIP-blokovi stijene veličine do 40cm sa sitnijom kamenom drobinom,ispran bez praha		N=6
							N=8
							N=10
-12.75	14.00	14.00			**DNO OKOLNOG TERENA**		
-13.75	1.00	15.00			**STIJENA**-kompaktni vapnenac gornje jure (kirmenjak)		
							% R Q D

NAPOMENA

SPT = standardni penetracijski test
RQD = rock quality designatio index (kvalitativna ocjena jezgre)
NPV = nivo podzemne vode
NPU = neporemećeni uzorak

CRTAO	PREGLEDAO	ODOBRIO	PRILOG
T.Mihovilović	M.Mihovilović	M.Mihovilović	**GEO** 636/2016/P16.2

GEO-5 d.o.o

PROFIL BUŠOTINE SB-3

OBJEKT	MJERILO	X	Y	Z
Rekonstrukcija lukobrana u ACI marina (Rovinj) **PREUZETO IZ GEO 596/2015**	1:100 DATUM 1.2015	VIDI SITUACIJU	VIDI SITUACIJU	1,25 m n.m.

VISINA	DEBLJINA	DUBINA	PROFIL	PROBA	OPIS MATERIJALA	SIMBOL	REZULTATI ISPITIVANJA
1.05	0.20	0.20			**BETON**		S P T N
0.00		1.25			**N.P.V**		
					NASIP-blokovi stijene veličine do 40cm sa sitnijom kamenom drobinom,ispran bez praha		N=10 N=10 N=12
-13.50		14.90			**DNO OKOLNOG TERENA**		
-15.35	16.60	16.60					
-16.15	0.80	17.40			**NASIP**-blokovi vapnenaca veličine do 40cm utisnuti u morski mulj		
-19.05	2.60	20.00			**STIJENA**-brečoliki vapnenac gornje jure kompaktni		

10 20 30 40 50

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

% R Q D

NAPOMENA

SPT = standardni penetracijski test
RQD = rock quality designatio index (kvalitativna ocjena jezgre)
NPV = nivo podzemne vode
NPU = neporemećeni uzorak

CRTAO	PREGLEDAO	ODOBRIO	PRILOG
T.Mihovilović	M.Mihovilović	M.Mihovilović	**GEO** 636/2016/P16.3

GEOTEST d.o.o. za ispitivanje materijala i konstrukcija, monitoring, proizvodnja i prodaja mjernih uređaja
Brezovička cesta 48E, HR-10 000 Zagreb, info@geotest.hr, www.geotest.hr

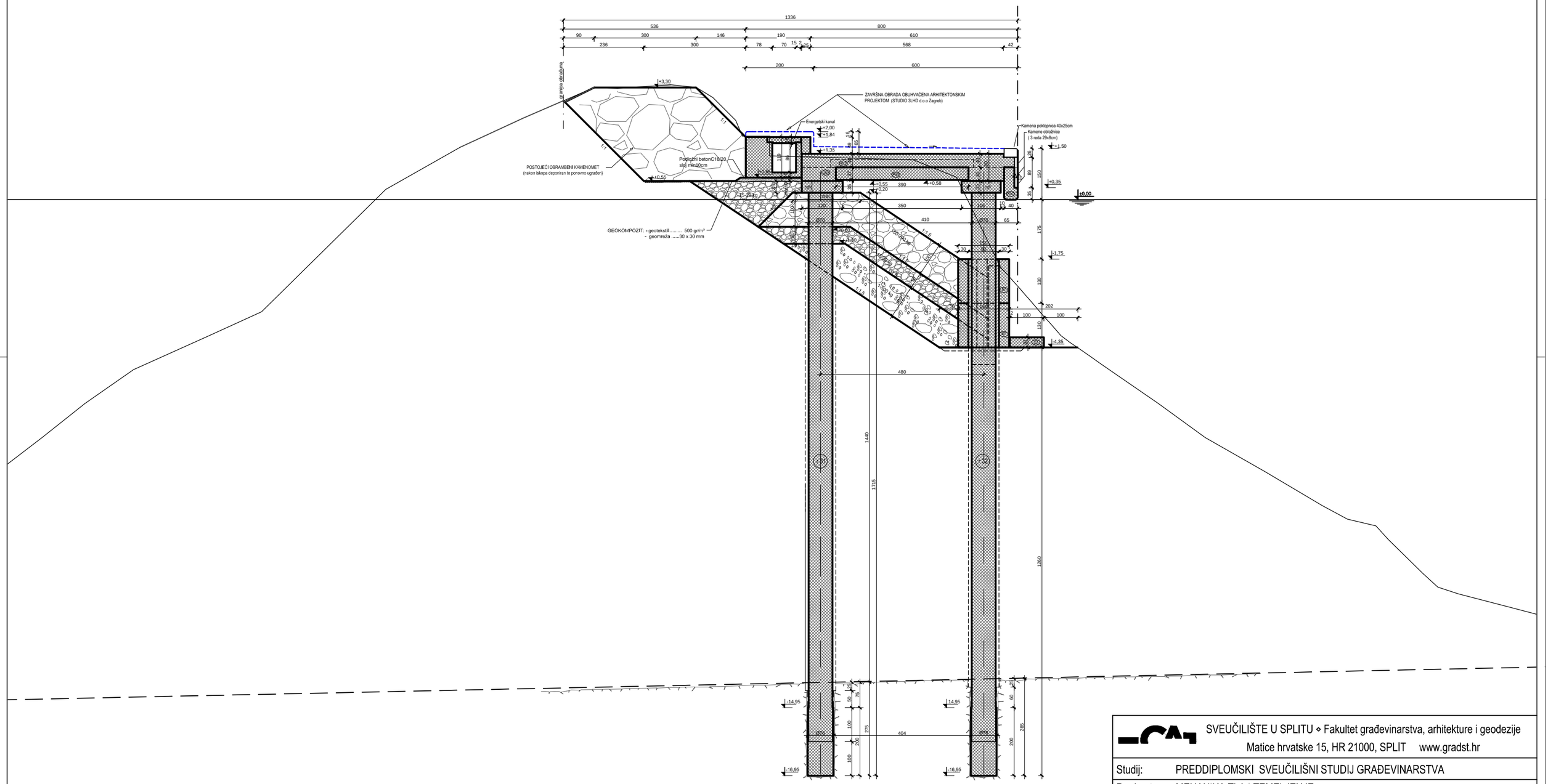
TABELARNI PRIKAZ LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA / LABORATORY TESTS REPORT_ACI MARINA ROVINJ

Laboratorij: Laboratory:	**Geotest d.o.o. Laboratorij Brezovička cesta 48E, Zagreb**	Građevina: Object:	**ACI MARINA ROVINJ**
Naručitelj: Order by:	**Grasa d.o.o. Kalinovica 3, Zagreb**	Oznaka projekta: Project designation:	**LI 02-02-16**
		Mjesto i datum: Place and date:	**Zagreb, 02.2016.**

Oznaka uzorka / Sample designation	Bušotina / Borehole	Dubina / Depth under surface	Vrsta uzorka / Sampling method	Simbol / Classification symbol	Gustoća / Bulk density	Gustoća suha / Dry density	Gustoća krutih čestica / Density of solid particles	Vlažnost / Water content	Atterbergove granice plastičnosti/ Atterberg limits		Indeks plastičnosti / Plasticity index	Indeks konzistencije / Consistency index	Granulometrijska analiza / Particle size distribution				Jednoosna čvrstoća / Unconfined comp. test	Tlačna čvrstoća i modul elastičnosti stijene		Edometarski pokus (Modul vertikalne stišljivosti) / Oedometer test						
																				10-50 kPa	50-100 kPa	100-200 kPa	200-400 kPa	400-800 kPa	800-1600 kPa	1600-3200 kPa
		od - do			ρ	ρd	ρs	*w*	w_L	w_P	I_P	I_C	C	M	S	G	*q*	σ_f	E_{AV}	E_{oed}						
[-]		*[m]*	*[-]*	*[-]*	*[g/cm³]*			*[%]*			*[-]*	*[-]*	*[%]*				*[kPa]*	*[MPa]*	*[GPa]*	*[MPa]*						
020216-116	**SM-2**	-13,00	STIJENA		2,67													49,62	22,46							
020216-117	**SM-3**	-9,70 do -11,00	PU	**SP-SM**									6,08	24,12	68,26	1,53										
020216-118	**SM-3**	-11,00 do -12,00	PU	**CH**			2,738	21,39	54,69	18,88	35,81	0,93											26,02	29,31	32,59	50,14
020216-119	**SM-3**	-13,50	STIJENA		2,69													69,70	52,21							
020216-120	**SM-5**	-13,50 do -15,20	PU	**CH**			2,743	21,40	50,76	17,44	33,32	0,88											20,40	21,27	26,78	48,30
020216-121	**SKK-2**	2,00	STIJENA															94,96								

REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ACI MARINE ROVINJ

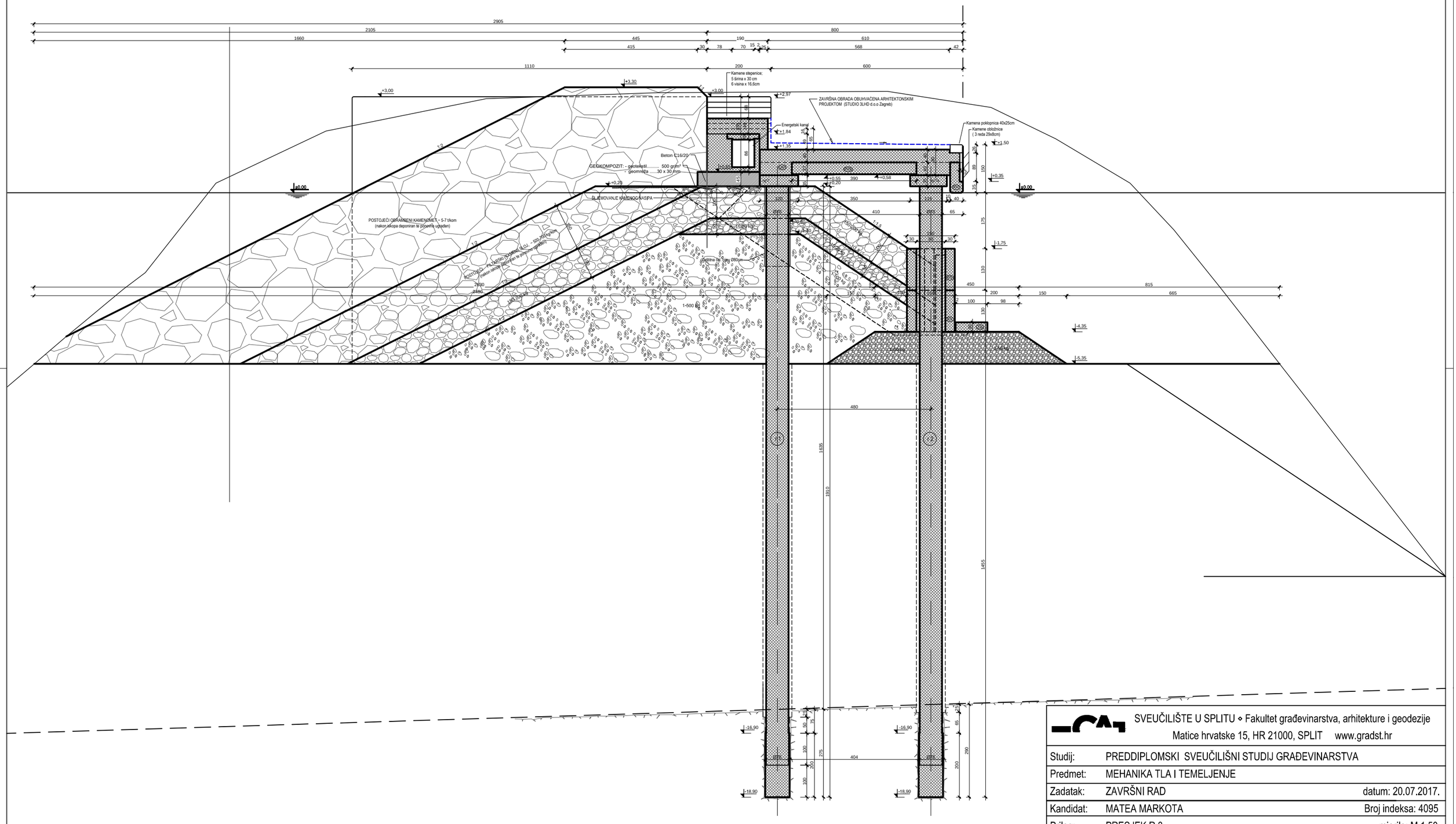
PRESJEK R.11



SVEUČILIŠTE U SPLITU ⋄ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr		
Studij:	PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
Predmet:	MEHANIKA TLA I TEMELJENJE	
Zadatak:	ZAVRŠNI RAD	datum: 20.07.2017.
Kandidat:	MATEA MARKOTA	Broj indeksa: 4095
Prilog:	PRESJEK R.11	mjerilo: M 1:50

REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ACI MARINE ROVINJ

PRESJEK R.3



SVEUČILIŠTE U SPLITU ⋄ Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

Studij:	PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA	
Predmet:	MEHANIKA TLA I TEMELJENJE	
Zadatak:	ZAVRŠNI RAD	datum: 20.07.2017.
Kandidat:	MATEA MARKOTA	Broj indeksa: 4095
Prilog:	PRESJEK R.3	mjerilo: M 1:50