

# Trgovački centar Supetar - provjera stabilnosti potpornog zida

---

**Barnjak, Monika**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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:123:903036>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Monika Barnjak**

**Split, 2016**

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

**Trgovački centar Supetar – provjera stabilnosti  
potpornog zida**

**Završni rad**

**Split, 2016**

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:               **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT:           MONIKA BARNJAK

BROJ INDEKSA:      4111

KATEDRA:           **Katedra za geotehniku**

PREDMET:            Mehanika tla i temeljenje

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

**Tema:** Trgovački centar Supetar – provjera stabilnosti potpornog zida

**Opis zadatka:** Kandidatkinji su stavljeni na raspolaganje rezultati geotehničkih istražnih radova provedenih na predmetnoj lokaciji (Geotehnički elaborat trgovačkog centra u Supetru na otoku Braču), kao i zadani poprečni presjek s proračunskim modelom potpornog zida u sklopu navedene građevine. Za potporni zid prema danim podlogama potrebno je izvršiti provjeru stabilnosti/dimenzioniranje prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2012), i to za statičko opterećenje te kombinaciju statičkog i dinamičkog potresnog opterećenja. Kod izračuna horizontalnih tlakova u tlu računati s koeficijentom tlaka mirovanja  $K_0$ . Za karakteristične parametre tla uzeti  $c_k=0$  (kohezija),  $\varphi_k=35^\circ$  (kut unutarnjeg trenja) i  $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$  (jedinična težina tla). Temeljno tlo je stijena s proračunskom nosivošću  $\sigma_{Rd} = 1200 \text{ kPa}$ . Proračunsko dinamičko opterećenje odrediti prema HRN EN 1998-5:2011.

U Splitu, 1. ožujka 2016. godine

Voditelj Završnog rada:



doc.dr.sc. Nataša Štambuk Cvitanović

## **Trgovački centar Supetar – provjera stabilnosti potpornog zida**

### **Sažetak:**

Prikazana je provjera stabilnosti, odnosno, dimenzioniranje potpornog zida u Supetru prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2012). Dimenzioniranje potpornog zida izvršeno je za statičko opterećenje te kombinaciju statičkog i dinamičkog potresnog opterećenja, za slučaj temeljenja na stijeni. Proračunsko dinamičko opterećenje određeno je prema HRN EN 1998-5:2011. Kod izračuna horizontalnih tlakova u tlu računati s koeficijentom tlaka mirovanja  $K_0$ . Za karakteristične parametre tla uzeti  $c_k=0$  (kohezija),  $\varphi_k=35^\circ$  (kut unutarnjeg trenja) i  $\gamma=19$  kN/m<sup>3</sup> (jedinična težina tla).

### **Ključne riječi:**

Potporni zid, statičko opterećenje, dinamičko opterećenje

## **Shopping center Supetar – verification of stability of the retaining wall**

### **Abstract:**

The verification of stability i.e., dimensioning of the retaining wall in Supetar has been presented according Eurocode 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2012). Dimensioning of retaining wall was made for the static load and a combination of static and dynamic earthquake loading, in case of foundation on the rock mass. Dynamic load was determined according to HRN EN 1998-5:2011. When calculating the horizontal pressure in the soil count the coefficient  $K_0$  pressure mode. For the characteristic parameters of soil taken  $c_k = 0$  ( cohesion ),  $\varphi_k = 35^\circ$  ( angle of internal friction ) and  $\gamma = 19$  kN / m<sup>3</sup> ( unit weight of soil ).

### **Keywords:**

Retaining wall, static load, dynamic load

## Sadržaj

1.	Tehnički opis.....	6
1.1.	Uvod .....	6
1.2.	Podloge i podatci iz geotehničkog elaborata .....	6
1.3.	Karakteristični poprečni presjek.....	8
2.	Dimenzioniranje potpornog zida.....	9
2.1.	Dimenzioniranje na statičko opterećenje .....	9
2.1.1.	Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU) .....	9
2.1.2.	Proračun stabilnosti na klizanje (GEO) : .....	13
2.1.3.	Nosivost tla ispod temelja (GEO).....	14
2.2.	Dimenzioniranje na dinamičko opterećenje (kombinacija statičko + potresno) .....	16
2.2.1	Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU) za dinamičko opterećenje.....	19
2.2.2.	Proračun stabilnosti na klizanje (GEO) za dinamičko opterećenje.....	20
2.2.3	Nosivost tla ispod temelja (GEO) za dinamičko opterećenje .....	22
3.	Literatura.....	25
4.	Prilozi.....	26
4.1.	Prilog 1- Parcijalni faktori za granično stanje nosivosti STR, GEO, EQU .....	26
4.2.	Prilog 2- Seizmička karta sa proračunom prema HRN EN 1998-5: 2011, dodatak E.....	28
4.3.	Prilog 3 – Prikaz situacije i geotehničkog profila tla.....	30

## 1. Tehnički opis

### 1.1. Uvod

Za potporni zid trgovačkog centra, koji se nalazi u Supetru na otoku Braču, prema danim podlogama (tlocrt, poprečni presjek, Geotehnički elaborat trgovačkog centra u Supetru na otoku Braču), bilo je potrebno izvršiti dimenzioniranje za statičko opterećenje te kombinaciju statičkog i dinamičkog potresnog opterećenja. Kod izračuna horizontalnih tlakova u tlu uzet je koeficijent tlaka mirovanja  $K_0$ . Za karakteristične parametre tla zadano je: kohezija  $c_k = 0$ , kut unutarnje trenja  $\varphi_k = 35^\circ$  i jedinična težina tla  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ . Temeljno tlo je stijena s proračunskom nosivošću  $\sigma_{Rd} = 1200 \text{ kPa}$ . Proračunske potresne inercijske sile u horizontalnom i vertikalnom smjeru određene su prema HRN EN 1998-5:2011, kao i dinamički tlak tla, prema dodatku E, za slučajeve kada nije moguće aktivno stanje ( $\Delta P_d = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$ ). Općenito zidovi se rade od betona klase C30/37 a armatura je B500B. Zaštitni sloj armature je min 5,0 cm.

Proračun je izvršen za karakteristični presjek 3-3 na sjeveroistočnom dijelu objekta. Provedena je provjera stabilnosti na prevrtanje i klizanje te provjera kontaktnih naprezanja na spoju temelja i tla (proračun prema projektnom pristupu 3, HRN EN 1997-1:2012), za mjerodavnu fazu izgradnje zida za koju je zadano opterećenje i geometrija. Za fazu izgradnje promjenjivo opterećenje je uzeto kao prometno opterećenje (2 osovine po 200 kN raspodjeljeno na površinu od 3m x 5m, što daje jednoliko raspodjeljeno opterećenje od  $q=26,67 \text{ kN/m}^2$ ).

### 1.2. Podloge i podatci iz geotehničkog elaborata

Prethodno su provedeni geotehnički istražni radovi, geoelektrična istraživanja, seizmička istraživanja. Zatim je provedena analiza dobivenih podataka iz terenskih ispitivanja i empirijskih korelacija te geostatička analiza. Na osnovi istražnih radova za potrebe temeljenja i provedenih geostatičkih analiza, može se zaključiti da je temeljno tlo pogodno za izgradnju predmetne građevine uz uvažavanje elaborata.

Predviđeno je da će se objekt temeljiti na geotehničkoj zoni 3 (stijena III kategorije, sastavljena od uslojenog vapnenca). Minimalna dubina ukapanja mora biti 50-60 cm, obzirom na minimalnu očekivanu temperaturu u periodu od 50 godina ( $T_{\min,50} = -10^\circ\text{C}$ ) prema HRN EN 1997-1:2012/NA.

Prema seizmičnosti područja, tlo spada u A kategoriju prema EC8. Proračunsko ubrzanje tla iznosi  $a_{gR} = 0.224g$ . Obzirom da u ovoj fazi nisu poznata djelovanja na temelje, potrebno je provesti i kontrolu nosivosti temelja u potresnoj kombinaciji djelovanja u skladu sa HRVATSKOM NORMOM, HRN EN 1998-5:2008 i HRN EN 1998-5:2011/NA.

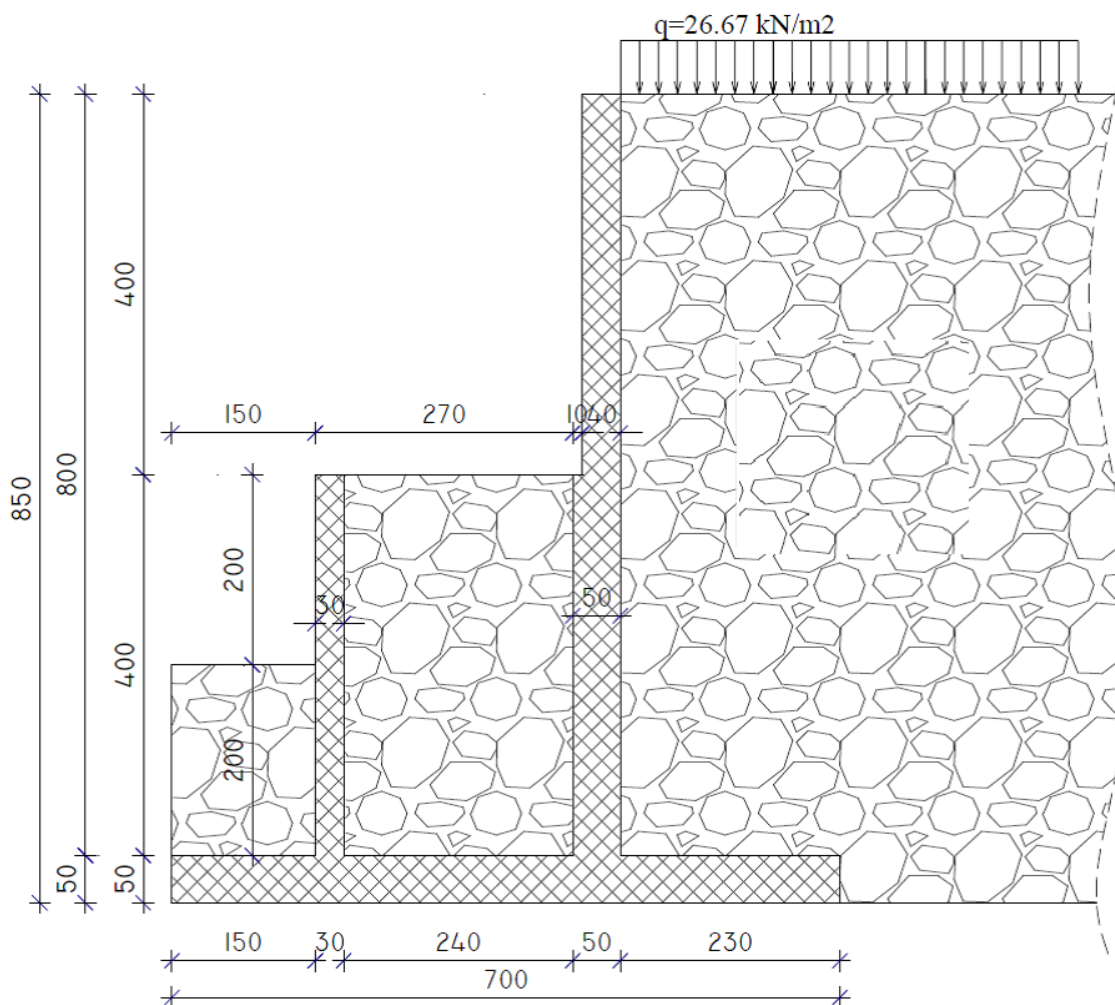
Za izvedbu predmetne građevine potrebno je izvršiti iskop tla. Visina iskopa se kreće od cca 7.0 m do 11.0 m. Iskop će se vršiti u najvećoj mjeri u geotehničkoj zoni 2 (stijena

IV.kategorije) i geotehničkoj zoni 1 (nasip, glina s kršjem, komadima stijene) . Nagib iskopa smije biti maksimalno 3:1 u geotehničkoj zoni 2, a u geotehničkoj zoni 1 (nasip) maksimalno 1:1.5. Nakon iskopa potrebno je zaštititi pokos iskopa zaštitnom čeličnom mrežom radi spriječavanja ispadanja pojedinih blokova stijene i, ako je potrebno, dodatno izvedbom torkreta na kritičnim mjestima.

Situacijski plan, geotehnički profil tla i prikaz istražnih bušotina se nalaze u Prilogu 3.



### 1.3. Karakteristični poprečni presjek



Slika 1 Karakteristični poprečni presjek zida

Zasip:

$$c_k = 0$$

$$\varphi_k = 35^\circ$$

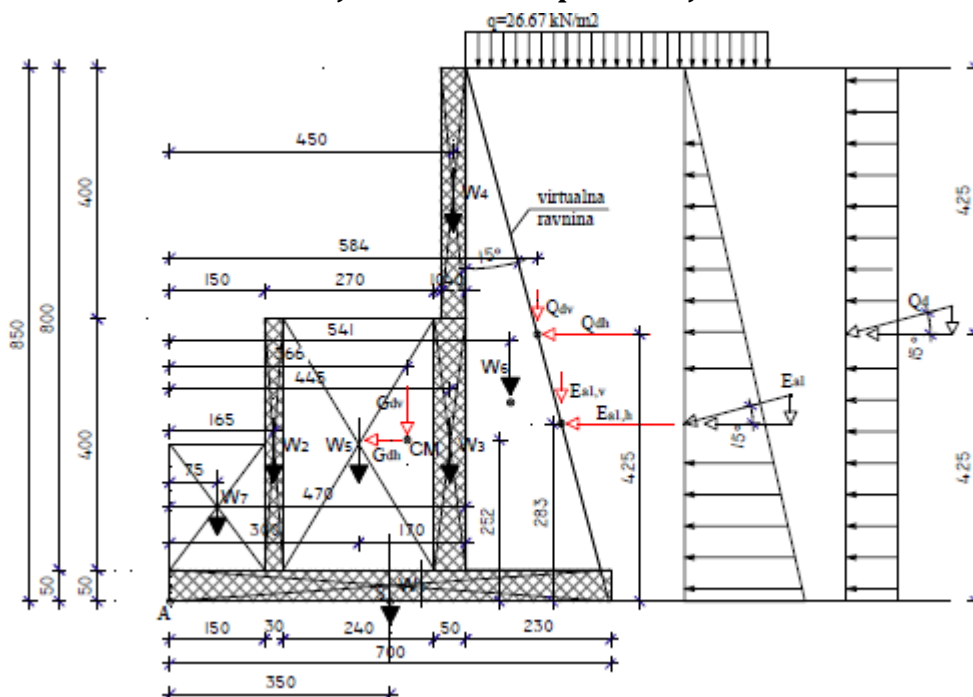
$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

Temeljno tlo:

$$\sigma_{Rd} = 1200 \text{ kPa}$$

## 2. Dimenzioniranje potpornog zida

### 2.1. Dimenzioniranje na statičko opterećenje



Slika 2 Proračunska skica za statičko opterećenje

$$c_k = 0$$

$$\varphi_k = 35^\circ$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma_{Rd} = 1200 \text{ kPa}$$

– ukupna visina zida:  $H = 8,5 \text{ m}$

– ukupn širina  $B = 7,0 \text{ m}$

– otklon virtualne ravnine  $15^\circ$

Za proračun stabilnosti na klizanje i nosivosti tla ispod temelja (granično stanje nosivosti, GEO, STR) korišten je proračunski pristup 3. Za prevrtanje koristi se granično stanje EQU. Svi parcijalni faktori navedeni su u prilogu 1.

#### 2.1.1. Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU)

$$c_d = \frac{c_k}{\gamma_{c'}} = \frac{0}{1,25} = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi_d = \arctg\left(\frac{\text{tg}35^\circ}{1,25}\right) = 29,26^\circ$$

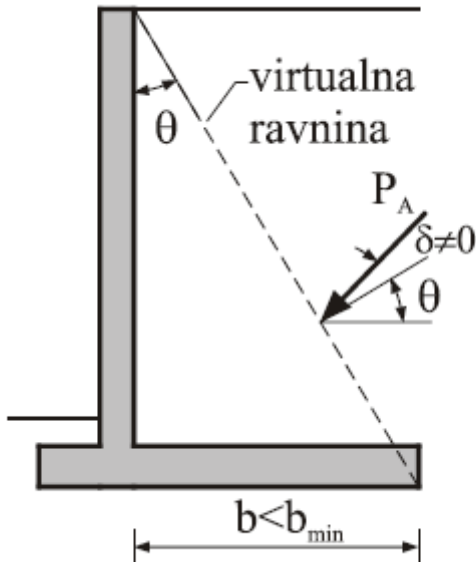
Koeficijent aktivnog tlaka mirovanja prema Jaky-ju za proračunsku vrijednost kuta trenja:

$$K_0 = (1 - \sin\varphi_d) = (1 - \sin 29,26^\circ) = 0,511$$

Za primjenu vertikalne virtualne ravnine zida, širina pete zida mora zadovoljiti sljedeći uvjet:

$$b \geq b_{min} = H \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi_k}{2} \right) = 8,5 \cdot \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{35^\circ}{2} \right) = 4,42 \text{ m}$$

$$2,3 < b_{min} = 4,42 \rightarrow \text{ne zadovoljava (kosa virtualna ravnina)}$$



Slika 3 Peta zida

Pokretno opterećenje:  $q = 26,67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Sila tlaka mirovanja:

$$\sigma_v' = \gamma \cdot H = 19,0 \cdot 8,5 = 161,50 \text{ kPa}$$

$$e_0 = \sigma_v' \cdot K_0 = 161,50 \cdot 0,511 = 82,57 \text{ kPa}$$

$$P_0 = E_{a_1} = \frac{1}{2} \cdot H \cdot e_0 = \frac{1}{2} \cdot 8,5 \cdot 82,57 = 350,93 \text{ kN/m'}$$

-trenje između zida i tla usvojeno je nula

$$E_{a_1,h} = E_{a_1} \cdot \cos 15^\circ = 338,79 \text{ kN/m'}$$

$$E_{a_1,v} = E_{a_1} \cdot \sin 15^\circ = 90,78 \text{ kN/m'}$$

$$y_{E_{a_1,h}} = \frac{1}{3} \cdot H = \frac{1}{3} \cdot 8,5 = 2,833 \text{ m}$$

$$x_{E_{a_1,v}} = \tan 15^\circ \cdot \frac{2}{3} \cdot H + 4,7 = \tan 15^\circ \cdot \frac{2}{3} \cdot 8,5 + 4,7 = 6,22 \text{ m}$$

Težina zida podijeljenog na elemente ( $\gamma_{bet} = 25 \text{ kN/m}^3$ ):

$$W = b \cdot h \cdot \gamma$$

$$W_1 = 7,0 \cdot 0,5 \cdot 25,0 = 87,5 \text{ kN/m}' \quad x_{w1} = 3,5 \text{ m}, \quad y_{w1} = 0,25 \text{ m}$$

$$W_2 = 4,0 \cdot 0,3 \cdot 25,0 = 30,0 \text{ kN/m}' \quad x_{w2} = 1,65 \text{ m}, \quad y_{w2} = 2,5 \text{ m}$$

$$W_3 = 4,0 \cdot 0,5 \cdot 25,0 = 50,0 \text{ kN/m}' \quad x_{w3} = 4,45 \text{ m}, \quad y_{w3} = 2,5 \text{ m}$$

$$W_4 = 4,0 \cdot 0,4 \cdot 25,0 = 40,0 \text{ kN/m}' \quad x_{w4} = 4,5 \text{ m}, \quad y_{w4} = 6,5 \text{ m}$$

$$W_5 = 4,0 \cdot 2,4 \cdot 19,0 = 182,4 \text{ kN/m}' \quad x_{w5} = 3,0 \text{ m}, \quad y_{w5} = 2,5 \text{ m}$$

$$W_6 = \frac{2,14 \cdot 8,0}{2,0} \cdot 19,0 = 162,64 \text{ kN/m}' \quad x_{w6} = 5,41 \text{ m}, \quad y_{w6} = 3,167 \text{ m}$$

$$W_7 = 1,5 \cdot 2,0 \cdot 19,0 = 57,0 \text{ kN/m}' \quad x_{w7} = 0,75 \text{ m}, \quad y_{w7} = 1,5 \text{ m}$$

$$W_u = \sum_{i=1}^7 W_i = 87,5 + 30,0 + 50,0 + 40,0 + 182,4 + 162,64 + 57,0 = 609,54 \text{ kN/m}'$$

$$\sum_{i=1}^7 W_i \cdot x_i = W_u \cdot x_u \rightarrow x_u = 3,655 \text{ m}$$

$$\sum_{i=1}^7 W_i \cdot y_i = W_u \cdot y_u \rightarrow y_u = 2,524 \text{ m}$$

Tablica 1 Težina elementa zida i zasipa

Oznaka elementa	Težina elementa (kN/m')	x-krak (m)	y-krak (m)
<b>W1</b>	87,5	3,5	0,25
<b>W2</b>	30,0	1,65	2,5
<b>W3</b>	50,0	4,45	2,5
<b>W4</b>	40,0	4,5	6,5
<b>W5</b>	182,4	3,0	2,5
<b>W6</b>	162,64	4,91	3,167
<b>W7</b>	57,0	0,75	1,5

Dodatna sila zbog pokretnog (promjenjivog) opterećenja:

$$Q_d = q \cdot H \cdot K_0 = 26,67 \cdot 8,5 \cdot 0,511 = 115,84 \text{ kN/m}'$$

$$Q_{dh} = Q_d \cdot \cos 15^\circ = 111,89 \text{ kN/m}'$$

$$Q_{dv} = Q_d \cdot \sin 15^\circ = 29,98 \text{ kN/m'}$$

$$y_{Q_{dh}} = \frac{1}{2} \cdot H = 4,25 \text{ m}$$

$$x_{Q_{dv}} = \tan 15^\circ \cdot \frac{1}{2} \cdot 8,5 + 4,7 = 5,84 \text{ m}$$

Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke A (EQU):

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$\begin{aligned} E_{dst,d} &= (\gamma_{G,dst} \cdot E_{a_1,h}) \cdot \frac{H}{3} + (\gamma_{Q,dst} \cdot Q_{dh}) \cdot \frac{H}{2} \\ &= 1,1 \cdot 338,79 \cdot \frac{8,5}{3} + 1,5 \cdot 111,98 \cdot \frac{8,5}{2} = 1769,19 \text{ kNm/m'} \end{aligned}$$

$$E_{stb,d} = \gamma_{G,stb} \cdot (W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + W_3 \cdot x_3 + W_4 \cdot x_4 + W_5 \cdot x_5 + W_6 \cdot x_6 + W_7 \cdot x_7 + E_{a_1,v} \cdot x_{E_{a_1,v}}) + \gamma_{Q,stb} \cdot Q_{dv}$$

$$E_{stb,d} = 0,9 \cdot (87,5 \cdot 3,5 + 30,0 \cdot 1,65 + 50,0 \cdot 4,45 + 40,0 \cdot 4,5 + 182,4 \cdot 3,0 + 162,64 \cdot 5,41 + 57,0 \cdot 0,75 + 90,78 \cdot 6,22) + 0,00$$

$$E_{stb,d} = 2513,46 \text{ kNm/m'}$$

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$1769,19 \leq 2513,46$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} = \frac{1769,19}{2513,46} = 0,704 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Iz uvjeta stabilnosti mogu se izraziti stupanj iskoristivosti i faktor sigurnosti:

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 (\%) = \frac{1769,19}{2513,46} \cdot 100 (\%) = 0,704 \cdot 100 (\%) = 70,04 \%$$

$$F_{sp} = \frac{E_{stb,d}}{E_{dst,d}} = \frac{2513,46}{1769,19} = 1,42 \geq 1,0$$

### 2.1.2. Proračun stabilnosti na klizanje (GEO) :

Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$ :

$$V_d = \gamma_{G, \text{stb}} \cdot (\Sigma W + E_{a_1, v}) = 1,0 \cdot (87,5 + 30,0 + 50,0 + 40,0 + 182,4 + 162,64 + 57,0 + 90,78) = 700,32 \text{ kN/m'}$$

$$H_d = \gamma_{G, \text{dst}} \cdot E_{a_1, h} + \gamma_{Q, \text{dst}} \cdot Q_{d_h} = 1,0 \cdot 338,79 + 1,3 \cdot 111,89 = 484,25 \text{ kNm/m'}$$

Kontrola stabilnosti na klizanje:

$$H_d \leq V_d \cdot \mu \cdot \frac{1}{\gamma_{Rh}}$$

$$484,25 \leq 700,32 \cdot 0,7 \cdot \frac{1}{1,0}$$
$$484,25 \leq 490,22 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Iz uvjeta stabilnosti može se izraziti i stupanj iskoristivosti kao:

$$E_d \leq R_d$$

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100 (\%) = \frac{484,25}{490,22} \cdot 100 = 98,78 \%$$

Faktor sigurnosti:

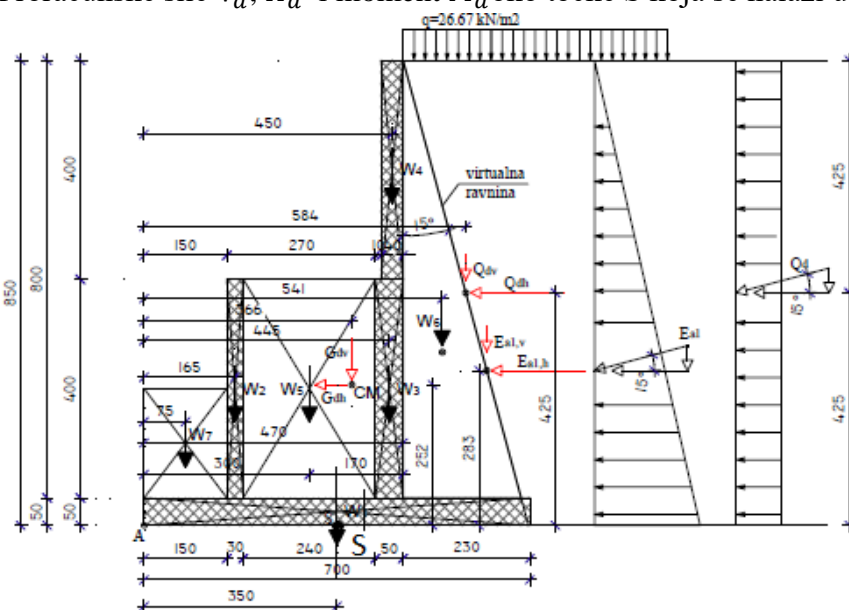
$$F_{\text{Sk}} = \frac{R_d}{E_d} = \frac{490,22}{484,25} = 1,01 \geq 1,0 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

### 2.1.3. Nosivost tla ispod temelja (GEO)

Tablica 2 Podatci za provjeru nosivosti ispod temelja (statičko opterećenje)

Oznaka	Iznos (kN/m')	x (m)	y (m)
W1	87,5	0,00	
W2	30,00	1,85	
W3	50,00	-0,95	
W4	40,00	-1,00	
W5	182,40	0,50	
W6	162,64	-1,91	
W7	57,00	2,75	
E <sub>a1,h</sub>	338,79		2,83
E <sub>a1,v</sub>	90,78	-2,72	
Q <sub>d,h</sub>	111,89		4,25
Q <sub>d,v</sub>	29,98	-2,34	

Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S koja se nalazi u sredini temeljne stope:



Slika 4 Karakteristični poprečni presjek s prikazanom točkom S

$$V_d = \Sigma W \cdot \gamma_{G, \text{stb}} + E_{a1,v} \cdot \gamma_{G, \text{stb}} + Q_{d,v} \cdot \gamma_{Q, \text{dst}}$$

$$= 1,35 \cdot 609,54 + 1,0 \cdot 90,78 + 1,3 \cdot 29,98 = 952,63 \text{ kN/m'}$$

$$H_d = \gamma_{G, \text{dst}} \cdot E_{a1,h} + \gamma_{Q, \text{dst}} \cdot Q_{d,h} = 1,0 \cdot 338,79 + 1,3 \cdot 111,89 = 484,25 \text{ kN/m'}$$

$$M_d = \gamma_{G, \text{stb}} \cdot (W_1 \cdot 0,00 + W_2 \cdot 1,85 + W_3 \cdot (-0,95) + W_4 \cdot (-1,00) + W_5 \cdot 0,50 \\ + W_6 \cdot (-1,91) + W_7 \cdot (2,75) + \gamma_{\text{dst}} \cdot (E_{a1,h} \cdot \frac{H}{3} + E_{a1,v} \cdot 2,72) \\ + \gamma_{Q,\text{dst}} \cdot (Q_{d,h} \cdot \frac{H}{2} + Q_{d,v} \cdot (-2,34))$$

$$M_d = 1,35 \cdot (-94,69) + 1,0 \cdot 712,983 + 1,3 \cdot 405,379$$

$$M_d = 1112,14 \text{ kNm/m'}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{1112,14}{952,63} = 1,167 \text{ m} = B_6 = 1,167 \text{ m} \rightarrow \text{sila na rubu jezgre}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_b = 7,0 - 2 \cdot 1,167 = 4,67 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot 1 = 4,67 \text{ m}^2$$

Kontrola za nosivost tla:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A'$$

$$952,63 \leq 1200 \cdot 4,67$$

$$952,63 \leq 5604,0 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100 (\%) = \frac{952,63}{5604,0} \cdot 100 = 17,02 \%$$



## 2.2. Dimenzioniranje na dinamičko opterećenje (kombinacija statičko + potresno)

Za dimenzioniranje na dinamičko opterećenje korišteni su koeficijenti iz seizmičke karte i HRN EN 1998 -5: 2011, navedeni u prilogu 2.

Parcijalni faktori sigurnosti:

**Vrijednosti parcijalnih koeficijenata za seizmičko djelovanje uobičajeno su 1,0 :**

Tablica 3 Parcijalni koeficijenti za seizmičko djelovanje

(1) Parcijalni faktori djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ )		
trajna nepovoljna	$\gamma_{G,dst}$	1,0
povoljna	$\gamma_{G,stab}$	1,0
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_{Q,dst}$	1,0
povoljna	$\gamma_{Q,stab}$	0
(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ )		
tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{tg\varphi'}$	1,0
efektivna kohezija	$\gamma_c$	1,0
težinska gustoća	$\gamma_\gamma$	1,0
(3) Parcijalni faktori otpora ( $\gamma_R$ ):		
Potpome konstrukcije nosivost	$\gamma_{R,v}$	1,0
klizanje	$\gamma_{R,h}$	1,0
otpor tla	$\gamma_{R,e}$	1,0
prevrtanje	$\gamma_R$	1,0

Kod proračuna otpora (nosivost tla ispod temelja) upotrebljava se proračunski pristup 3:

(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ )		
tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{tg\varphi'}$	1,25
efektivna kohezija	$\gamma_c$	1,25
težinska gustoća	$\gamma_\gamma$	1,0

Koeficijenti tlaka mirovanja na zid:

Tlak tla na zid:

$$K_0 = (1 - \sin\varphi_d) = (1 - \sin 29,26^\circ) = 0,511 \rightarrow \text{STATIČKI}$$

$$K_0 = (1 - \sin\varphi_k) = (1 - \sin 35^\circ) = 0,426 \rightarrow \text{DINAMIČKI}$$

Efektivno vertikalno geostatičko naprezanje:

$$H = 8,5 \text{ m}$$

$$\sigma_v' = \gamma \cdot H = 19,0 \cdot 8,5 = 161,50 \text{ kPa}$$

Efektivno horizontalno geostatičko naprezanje:

$$\sigma_v' = 161,50 \rightarrow e_{Ah} = \sigma_v' \cdot K_0 = 68,87 \text{ kPa}$$

Horizontalna komponenta tlaka mirovanja tla na zid:

$$E_{a1} = \frac{1}{2} \cdot e_{Ah} \cdot H = \frac{1}{2} \cdot 68,87 \cdot 8,5 = 292,40 \text{ kN/m'}$$

$$E_{a1,h} = E_{a1} \cdot \cos 15^\circ = 282,43 \text{ kN/m'}$$

$$E_{a1,v} = E_{a1} \cdot \sin 15^\circ = 75,68 \text{ kN/m'}$$

$$y_{E_{a1,h}} = \frac{1}{3} \cdot H = \frac{1}{3} \cdot 8,5 = 2,833 \text{ m}$$

$$x_{E_{a1,v}} = \tan 15^\circ \cdot \frac{2}{3} \cdot H + 4,7 = \tan 15^\circ \cdot \frac{2}{3} \cdot 8,5 + 4,7 = 6,22 \text{ m}$$

Pri seizmičkom djelovanju seizmički val predaje konstrukciji i tlu iza konstrukcije horizontalno  $k_h$  i vertikalno  $k_v$  ubrzanje. Ovisno o smjeru nailaska seizmičkog vala, vertikalna komponenta ubrzanja može djelovati prema gore ili prema dolje. Pri tome se iza potpornog zida formira aktivni klin pod kutom  $\theta$  u odnosu na vertikalnu. Iznos kuta  $\theta$  ovisi o smjeru djelovanja horizontalnog i vertikalnog ubrzanja. S promjenom kuta  $\theta$  mijenja se i težina aktivnog klina, pa sile na klin sustava djeluju kako je prikazano na slici. Kod proračuna aktivnog seizmičkog tlaka na potporni zid, potrebno je izvršiti provjeru za slučaj kada vertikalno ubrzanje  $k_v$  djeluje prema dolje i za slučaj kada vertikalno ubrzanje  $k_v$  djeluje prema gore.

PRORAČUN PREMA HRN EN 1998-5:2011, DODATAK E:

(za lokaciju Supetar  $\alpha = 0,224$  za  $T=475$  god.)

$\alpha$  - proračunsko ubrzanje

$$k_h = \frac{\alpha_g \cdot S}{r} = \frac{0,224 \cdot 1}{2} = 0,112$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h = 0,056$$

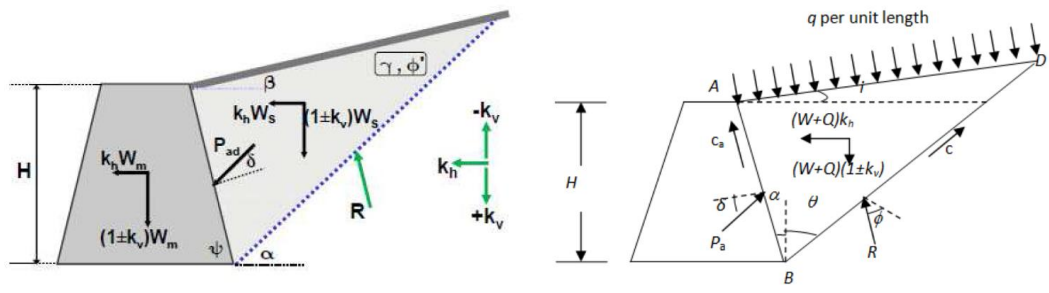
S - parametar tipa tla

r - faktor koji utječe na horizontalni potresni koeficijent

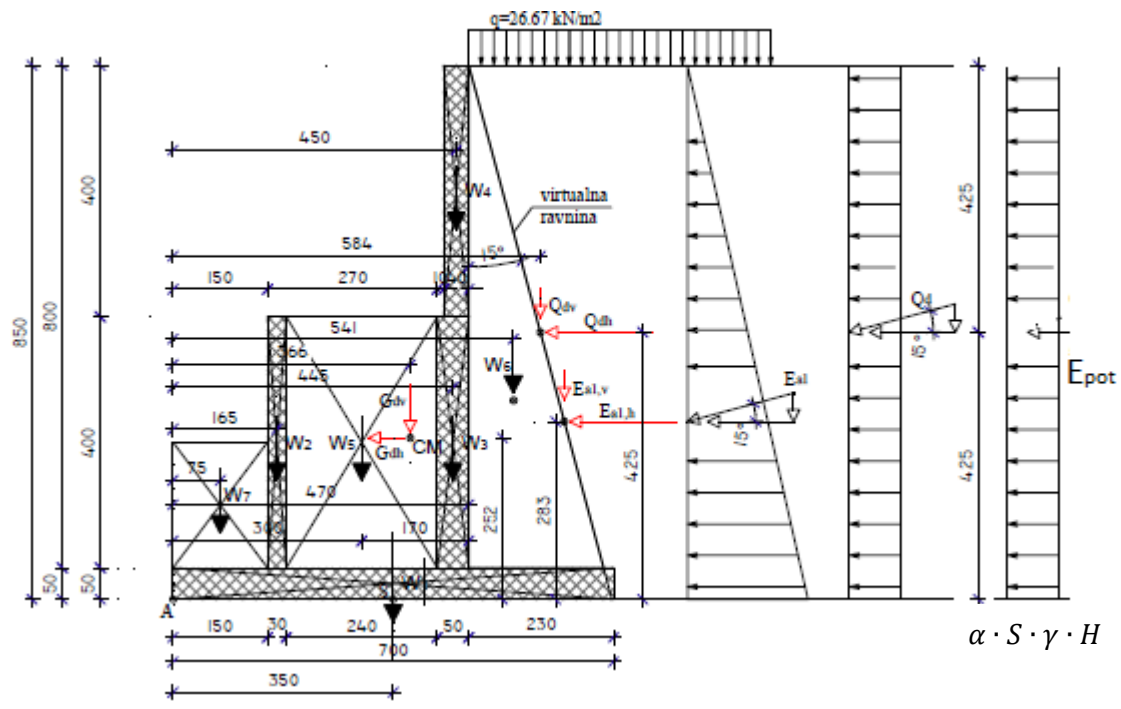
$$\text{tg}\theta_{1,2} = \frac{k_h}{1 \pm k_v} = \frac{0,112}{1 \pm 0,056}$$

$$\text{tg}\theta_{1,2} = 0,106/0,119$$

$$\theta_{1,2} = 6,05^\circ/6,79^\circ$$



Slika 5 Prikaz seizmičkog djelovanja



Slika 6 Proračunska skica za dinamičko opterećenje

$$\Sigma W = 609,54 \text{ kN/m'}$$

$$x_u = 3,655 \text{ m} \quad y_u = 2,52 \text{ m}$$

$$W_{dh} = k_h \cdot W_u = 68,27 \text{ kN/m'}$$

$$y_{W_{dh}} = 2,52 \text{ m}$$

$$W_{dv} = k_v \cdot W_u = 34,13 \text{ kN/m'}$$

$$x_{W_{dv}} = 3,66 \text{ m}$$

Uslijed djelovanja promjenjivog opterećenja na površini zasipa uzima se 30% mase promjenjivog djelovanja  $q=26.67\text{kN/m}^2$  za potresnu masu.

Vertikalna komponenta potresa je zanemariva obzirom na mali kut  $\theta$  (kada bi se općenito računalo po Monobeovoj i Okabeovoj formuli) i trenje između nasipa i zida usvojeno je nula.

Dodatna dinamička sila  $\Delta P_d$  djeluje na visini  $H/2$  od dna zida te se dodaje na silu tlaka mirovanja u seizmičkoj kombinaciji za dokaz sigurnosti na prevrtanje, klizanje i nosivost.

a) djelovanje prema dolje↓

$$Q_{d,h} = 0,3 \cdot q \cdot H \cdot (1 + k_v) \cdot K_0 = 30,59 \text{ kN/m'}$$

$$y_{Q_{d,h}} = \frac{1}{2} \cdot H = 4,25 \text{ m}$$

b) djelovanje prema gore↑

$$Q_{d,h} = 0,3 \cdot q \cdot H \cdot (1 - k_v) \cdot K_0 = 27,35 \text{ kN}$$

$$y_{Q_{d,h}} = \frac{1}{2} \cdot H = 4,25 \text{ m}$$

Dodatna dinamička sila prouzročena tlakom tla:

$$\Delta P = E_{pot} = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

$$\Delta P = E_{pot} = 0,224 \cdot 1,0 \cdot 19,00 \cdot 8,5^2 = 307,50 \text{ kN/m'}$$

Dodatna dinamička sila  $\Delta P_d$  djeluje na visini  $H/2$  od dna zida te se dodaje na silu tlaka mirovanja u seizmičkoj kombinaciji za dokaz sigurnosti na prevrtanje, klizanje i nosivost.

$$y_{E_{pot}} = \frac{1}{2} \cdot H = 4,25 \text{ m}$$

### 2.2.1 Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU) za dinamičko opterećenje

Vertikalna i horizontalna sila od stalnog djelovanja i tlaka mirovanja se množe sa faktorom 1,0 (za povoljno i nepovoljno djelovanje).

Vertikalna sila od promjenjivog djelovanja povoljno djeluje pa se u daljnjim proračunima uzima sa nula, dok se horizontalna komponenta množi sa faktorom 1,0 obzirom da nepovoljno djeluje.

Horizontalna i vertikalna sila od seizmičkog djelovanja se množe sa faktorom 1.0 ako djeluju nepovoljno, odnosno sa nula ako djeluju povoljno.

**- $k_v$  prema gore**

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$E_{dst,d} = W_{dh} \cdot y_{W_{dh}} + W_{dv} \cdot x_{W_{dv}} + E_{a_{1,h}} \cdot y_{a_{1,h}} + \Delta P \cdot y_{\Delta P} + Q_{d,h} \uparrow \cdot \frac{H}{2}$$

$$E_{dst,d} = 68,27 \cdot 2,52 + 34,13 \cdot 3,66 + 282,43 \cdot 2,83 + 307,50 \cdot 4,25 + 27,35 \cdot 4,25$$

$$= 2520,39 \text{ kNm/m'}$$

$$E_{stb,d} = (W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + W_3 \cdot x_3 + W_4 \cdot x_4 + W_5 \cdot x_5 + W_6 \cdot x_6 + W_7 \cdot x_7) + E_{a_{1,v}} \cdot x_{E_{a_{1,v}}}$$

$$E_{stb,d} = (87,5 \cdot 3,5 + 30,0 \cdot 1,65 + 50,0 \cdot 4,45 + 40,0 \cdot 4,5 + 182,4 \cdot 3,0 + 162,64 \cdot 5,41 + 57,0 \cdot 0,75) + 75,68 \cdot 6,22$$

$$E_{stb,d} = 2698,81 \text{ kNm/m'}$$

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$2520,39 > 2698,81$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} = \frac{2520,39}{2698,81} \cdot 100\% = 93,39\% \rightarrow \text{zadovoljava}$$

$$F_{sp} = \frac{E_{stb,d}}{E_{dst,d}} = \frac{2698,81}{2520,39} = 1,07 < 1,0 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

**-k<sub>v</sub> prema dolje**

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$E_{dst,d} = W_{dh} \cdot y_{W_{dh}} + E_{a_{1,h}} \cdot y_{a_{1,h}} + \Delta P \cdot y_{\Delta P} + Q_{d,h} \downarrow \cdot \frac{H}{2}$$

$$E_{dst,d} = 68,27 \cdot 2,52 + 282,43 \cdot 2,83 + 307,50 \cdot 4,25 + 30,59 \cdot 4,25 \\ = 2409,41 \text{ kNm/m'}$$

$$E_{stb,d} = (W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + W_3 \cdot x_3 + W_4 \cdot x_4 + W_5 \cdot x_5 + W_6 \cdot x_6 + \\ W_7 \cdot x_7) + E_{a_{1,v}} \cdot x_{E_{a_{1,v}}} + W_{dv} \cdot x_{W_{dv}}$$

$$E_{stb,d} = (87,5 \cdot 3,5 + 30,0 \cdot 1,65 + 50,0 \cdot 4,45 + 40,0 \cdot 4,5 + 182,4 \cdot 3,0 + \\ 162,64 \cdot 5,41 + 57,0 \cdot 0,75) + 75,68 \cdot 6,22 + 34,13 \cdot 3,66$$

$$E_{stb,d} = 2823,57 \text{ kNm/m'}$$

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$2409,41 \leq 2823,57$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} = \frac{2409,41}{2823,57} \cdot 100\% = 85,33 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

$$F_{sp} = \frac{E_{stb,d}}{E_{dst,d}} = \frac{2823,571}{2409,41} = 1,17 > 1,0 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

### 2.2.2. Proračun stabilnosti na klizanje (GEO) za dinamičko opterećenje

$$V_d = \Sigma W \cdot (1 - k_v) + E_{a_{1,v}}$$

$$V_d = 609,54 \cdot (1 - 0,056) + 75,68 = 651,09 \text{ kN/m'}$$

$$E_d = W_{dh} + E_{a_{1,h}} + \Delta P + Q_{d,h} \uparrow$$

$$H_d = E_d = 68,27 + 282,43 + 307,50 + 27,35 = 685,55 \text{ kN/m'}$$

$$R_d = V_d \cdot \mu \cdot \frac{1}{\gamma_{Rh}}$$

$$R_d = 651,09 \cdot 0,7 \cdot \frac{1}{1,0} = 455,76 \text{ kN}$$

$$E_d \leq R_d$$

$$685,55 > 455,76 \rightarrow \text{ne zadovoljava}$$

Iz uvjeta stabilnosti može se izraziti i stupanj iskoristivosti kao:

$$E_d \leq R_d$$

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100 (\%) = \frac{685,55}{455,76} \cdot 100 = 150,42 \%$$

Faktor sigurnosti:

$$F_{sk} = \frac{R_d}{E_d} = \frac{455,76}{685,55} = 0,66 < 1,0 \rightarrow \text{ne zadovoljava}$$

Da bi se ostvarila sigurnost na klizanje zida dodat će se vertikalni trnovi od rebrastog čelika u temeljnu stijenu.

$$A_{pot} = \frac{(E_d - R_d)}{f_y} \cdot \gamma_m = \frac{(685,55 - 455,76)}{43,48} \cdot 1,73 = 9,14 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Usvojeno:  $5\Phi 22/2,0 \text{ m}'$  (B500B)

$$A_{stv} > A_{pot}$$

$$9,50 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'} > 9,14 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'}$$

**-kv prema dolje**

$$V_d = \Sigma W \cdot (1 + k_v) + E_{a1,v}$$

$$V_d = 609,54 \cdot (1 + 0,056) + 75,68 = 719,35 \text{ kN/m}'$$

$$E_d = W_{dh} + E_{a1,h} + \Delta P + Q_{d,h} \downarrow$$

$$H_d = E_d = 68,27 + 282,43 + 307,50 + 30,59 = 688,79 \text{ kN/m}'$$

$$R_d = V_d \cdot \mu \cdot \frac{1}{\gamma_{Rh}}$$

$$R_d = 719,35 \cdot 0,7 \cdot \frac{1}{1,0} = 503,55 \text{ kN/m}'$$

$$E_d \leq R_d$$

$$688,79 > 503,55 \rightarrow \text{ne zadovoljava}$$

Iz uvjeta stabilnosti može se izraziti i stupanj iskoristivosti kao:

$$E_d \leq R_d$$

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100 (\%) = \frac{688,79}{503,55} \cdot 100 = 136,79 \%$$

Faktor sigurnosti:

$$F_{sk} = \frac{R_d}{E_d} = \frac{503,55}{688,79} = 0,73 < 1,0 \rightarrow \text{ne zadovoljava}$$

Da bi se ostvarila sigurnost na klizanje zida dodat će se vertikalni trnovi od rebrastog čelika u temeljnu stijenu.

$$A_{pot} = \frac{(E_d - R_d)}{f_y} \cdot \gamma_m = \frac{(688,79 - 503,55)}{43,48} \cdot 1,73 = 7,37 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Usvojeno:  $5\Phi 22/2,0 \text{ m}'$  (B500B)

$A_{stv} > A_{pot}$

$$9,50 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'} > 7,37 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}'}$$

### 2.2.3 Nosivost tla ispod temelja (GEO) za dinamičko opterećenje

**- $k_v$  prema dolje**

Tablica 4 Podaci za provjeru nosivosti tla ispod temelja (dinamičko opterećenje,  $k_v$  prema dolje)

Oznaka	Iznos (kN/m')	x (m)	y (m)
$E_{a1,h}$	282,43		2,83
$E_{a1,v}$	75,68	-2,72	
$W_{dh}$	68,27		2,52
$Q_{d,h} \downarrow$	30,59		4,25
$\Delta P$	307,50		4,25
$\sum W \cdot (1 + k_v)$	643,67	-0,155	

Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko središnje točke temelja (S):

$$V_d = \sum W \cdot (1 + k_v) + E_{a1,v}$$

$$V_d = 609,54 \cdot (1 + 0,056) + 75,68 = 719,35 \text{ kN/m}'$$

$$H_d = E_{a1,h} + Q_{d,h} \downarrow + W_{dh} + \Delta P = 282,43 + 30,59 + 68,27 + 307,5$$

$$= 688,79 \text{ kN/m}'$$

$$M_d = \sum W \cdot (1 + k_v) \cdot (-0,155) + W_{d,h} \cdot 2,52 + E_{a1,h} \cdot 2,83 + E_{a1,v} \cdot (-2,72)$$

$$+ Q_{d,h} \downarrow \cdot 4,25 + \Delta P \cdot 4,25$$

$$M_d = 643,67 \cdot (-0,155) + 68,27 \cdot 2,52 + 282,43 \cdot 2,83 + 75,68 \cdot (-2,72) + 307,5 \cdot 4,25 + 30,59 \cdot 4,25$$

$$M_d = 2103,56 \text{ kNm/m'}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{2103,56}{719,35} = 2,92 > \frac{B}{6} = 1,167\text{m} \rightarrow \text{rezultanta unutar temelja}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_b = 7,0 - 2 \cdot 2,92 = 1,16\text{m}$$

$$A' = B' \cdot 1 = 1,16 \text{ m}^2$$

Kontrola za nosivost tla:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A'$$

$$719,35 \leq 1200 \cdot 1,16$$

$$719,35 < 1392,00 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100 (\%) = \frac{719,35}{1392,00} \cdot 100 = 51,68 \%$$

**- $k_v$  prema gore**

Tablica 5 Podatci za provjeru nosivosti tla ispod temelja (dinamičko opterećenje,  $k_v$  prema gore)

Oznaka	Iznos (kN/m')	x (m)	y (m)
$E_{a1,h}$	282,43		2,83
$E_{a1,v}$	75,68	-2,72	
$W_{dh}$	68,27		2,52
$Q_{d,h} \uparrow$	27,35		4,25
$\Delta P$	307,50		4,25
$\sum w \cdot (1 + k_v)$	575,41	-0,155	

Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko središnje točke temelja (S):

$$V_d = \Sigma W \cdot (1 - k_v) + E_{a1,v}$$

$$V_d = 609,54 \cdot (1 - 0,056) + 75,68 = 651,09 \text{ kN/m'}$$



$$H_d = E_{a1,h} + Q_{d,h} \uparrow + W_{dh} + \Delta P = 282,43 + 27,35 + 68,27 + 307,5 \\ = 685,55 \text{ kN/m'}$$

$$M_d = \sum W \cdot (1 + k_v) \cdot (-0,155) + W_{d,h} \cdot 2,52 + E_{a1,h} \cdot 2,83 + E_{a1,v} \cdot (-2,72) \\ + Q_{d,h} \uparrow \cdot 4,25 + \Delta P \cdot 4,25$$

$$M_d = 575,41 \cdot (-0,155) + 68,27 \cdot 2,52 + 282,43 \cdot 2,83 + 75,68 \cdot (-2,72) + 307,5 \\ \cdot 4,25 + 30,59 \cdot 4,25 \\ M_d = 2100,40 \text{ kNm/m'}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{2100,40}{651,09} = 3,226 > \frac{B}{6} = 1,167 \text{ m} \rightarrow \text{rezultanta unutar temelja}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_b = 7,0 - 2 \cdot 3,226 = 0,548 \text{ m} \\ A' = B' \cdot 1 = 0,548 \text{ m}^2$$

Kontrola za nosivost tla:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A'$$

$$651,09 \leq 1200 \cdot 0,548$$

$$651,09 \leq 657,6 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100 (\%) = \frac{651,09}{657,6} \cdot 100 = 99,01 \%$$

Tablica 6 Završni rezultati provjere stabilnosti i nosivosti

PROVJERA NA:	STATIČKO OPTEREĆENJE		DINAMIČKO OPTEREĆENJE		NAPOMENE
	U (%)	Fs	U (%)	Fs	
PREVRTANJE	70,4	1,42	93,4	1,07	$k_v$ prema gore
			85,3	1,17	$k_v$ prema dolje
KLIZANJE	98,8	1,01	150,4	0,66 <sup>(1)</sup>	$k_v$ prema gore
			136,8	0,73 <sup>(1)</sup>	$k_v$ prema dolje
NOSIVOST TLA ISPOD TEMELJA	17,0	-	99,01	-	$k_v$ prema gore
			51,68	-	$k_v$ prema dolje

<sup>(1)</sup> Da bi se ostvarila sigurnost na klizanje zida dodat će se vertikalni trnovi od rebrastog čelika u temeljnu stijenu. USVOJENO: 5Ø22/2m' (B500B)

### 3. Literatura

- (1) *Geotehnički elaborat trgovačkog centra u Supetru na otoku Braču* ; Varaždin, listopad 2015.godine
- (2) HRN EN1998-5:2011: *Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije I geotehnička pitanja ( EN 1998 – 5: 2004)*
- (3) HRN EN1997-1:2012/NA:2012, Eurokod 7: geotehničko projektiranje - 1.dio: Opća pravila ( s Nacionalnim dodatkom)
- (4) Nastavni materijali kolegija „Mehanika tla i temeljenje“ na Preddiplomskom sveučilišnom studiju građevinarstvo (ak.god 2015./2016.)

## 4. Prilozi

### 4.1. Prilog 1- Parcijalni faktori za granično stanje nosivosti STR, GEO, EQU

#### HRN EN 1997-1:2012

Za proračun stabilnosti na klizanje i nosivost tla koristimo granično stanje nosivosti: GEO

- Za proračunski pristup 3:  $(A1^d \text{ ili } A2^e) + M2 + R3$   
 $d$  - za sile od konstrukcije  
 $e$  - za geotehničke sile

#### Parcijalni faktori za granična stanja STR i GEO:

(1) Parcijalni faktori djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ ) Djelovanja simbol A1 A2					
trajna nepovoljna	$\gamma_{G:dst}$	1,35	1,0		
povoljna	$\gamma_{G:stb}$	1,0	1,0		
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_{Q:dst}$	1,5	1,3		
povoljna	$\gamma_{Q:stb}$	0	0		

(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ ) Svojstvo simbol M1 M2					
tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25		
efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25		
težinska gustoća	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0		

(3) Parcijalni faktori otpora ( $\gamma_R$ ):					
Otpornost	simbol	R1	R2	R3	R4
Potporne konstrukcije nosivost	$\gamma_{R:v}$	1,0	1,4	1,0	-
klizanje	$\gamma_{R:h}$	1,0	1,1	1,0	-
otpor tla	$\gamma_{R:e}$	1,0	1,4	1,0	-
prevrtanje	$\gamma_R$	1,0	1,0	1,0	-

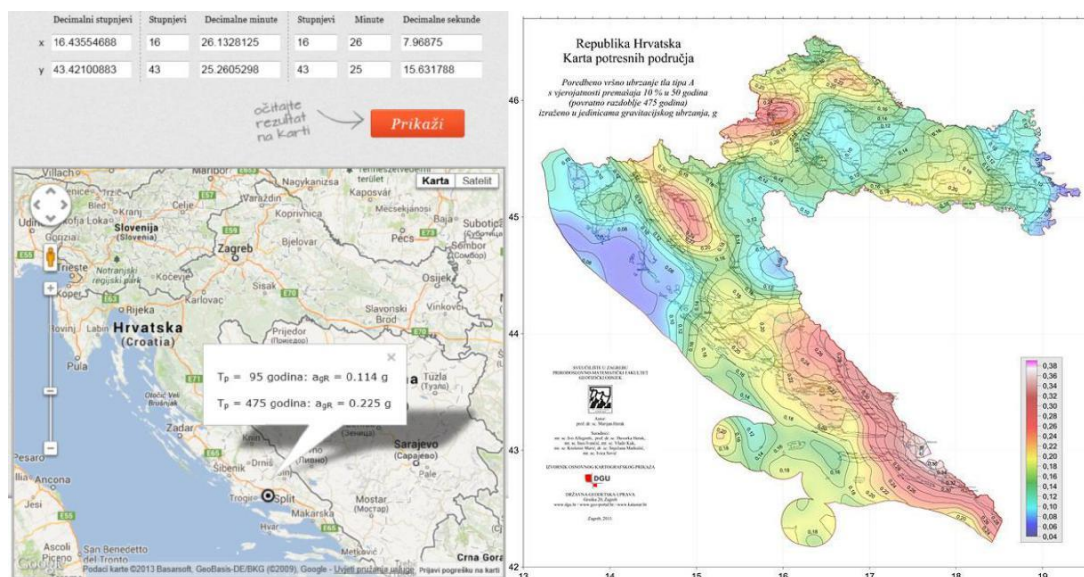
U nekim slučajevima za proračun stabilnosti na prevrtanje možemo koristiti granično stanje nosivosti: EQU (equilibrium limit state)

**Parcijalni faktori za granično stanje EQU:**

(1) Parcijalni faktori djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ ) Djelovanja		
simbol iznos		
trajna nepovoljna	$\gamma_{G;dst}$	1,1
povoljna	$\gamma_{G;stb}$	0,9
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
povoljna	$\gamma_{Q;stb}$	0
(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ )		
Svojstvo simbol iznos		
tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{\phi'}$	1,25
efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
težinska gustoća	$\gamma_{\gamma}$	1,0

**4.2. Prilog 2- Seizmička karta sa proračunom prema HRN EN 1998-5: 2011,  
dodatak E  
SPECIFIČNA OPTEREĆENJA USLIJED SEIZMIČKOG DJELOVANJA:**

Horizontalno ubrzanje:



Slika 7 Seizmička karta

Prema HRN EN 1998-1-1:2012:

Tablica 7

EC8-00 TIP 1	S	Tb	Tc	Td
tlo A $V_s > 800 \text{ m/s}$	1,00	0,15	0,4	2,0
tlo B $360 < V_s < 800 \text{ m/s}$	1,10	0,15	0,5	2,0
tlo C $180 < V_s < 360 \text{ m/s}$	1,35	0,20	0,6	2,0
tlo D $V_s < 180 \text{ m/s}$	1,35	0,20	0,8	2,0
tlo E ( $h < 20 \text{ m}$ )	1,40	0,15	0,4	2,0

Prema HRN EN 1998-1-1:2012:

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 $S_1$			

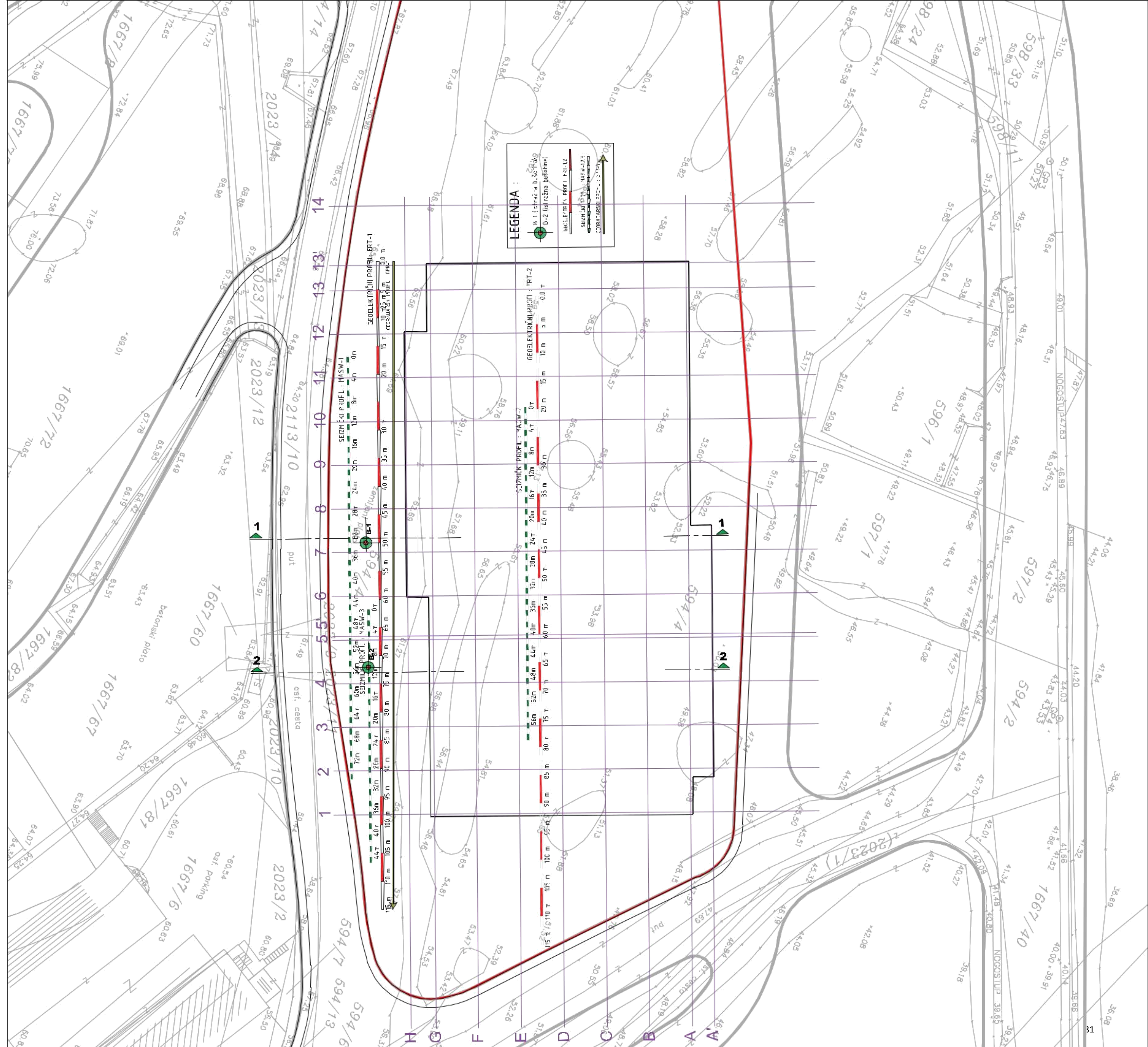
Tablica 8

Prema HRN EN 1998-5:2012:

vrsta potporne konstrukcije	r
Slobodni gravitacijski zidovi koji podnose pomake $d_r < 300 \alpha$ (mm)	2.0
Kao gore uz $d_r < 200 \alpha$ (mm)	1.5
Savijljivi armirano betonski zidovi, usidreni ili ukrućeni zidovi, armirano betonski zidovi temeljeni na vertikalnim pilotima, pridržani zidovi podruma i upornjaci mosta	1.0

Tablica 9

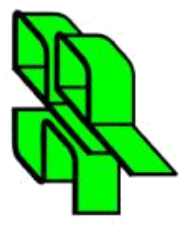
### 4.3. Prilog 3 – Prikaz situacije i geotehničkog profila tla



PROVIJENA	DATUM	PARAF	OPIS

**MOMA DEVELOPER BRAČ d.o.o.**  
 Ulica Franje Račkog 8  
 10 000 ZAGREB

**SPP d.o.o.**  
 Trstenjakova 3  
 HR-42000 Varaždin  
 OIB 17497489416  
 tel: 042 203 302  
 fax: 042 203 306  
 www.spp.hr



Supetar, Otok Brač

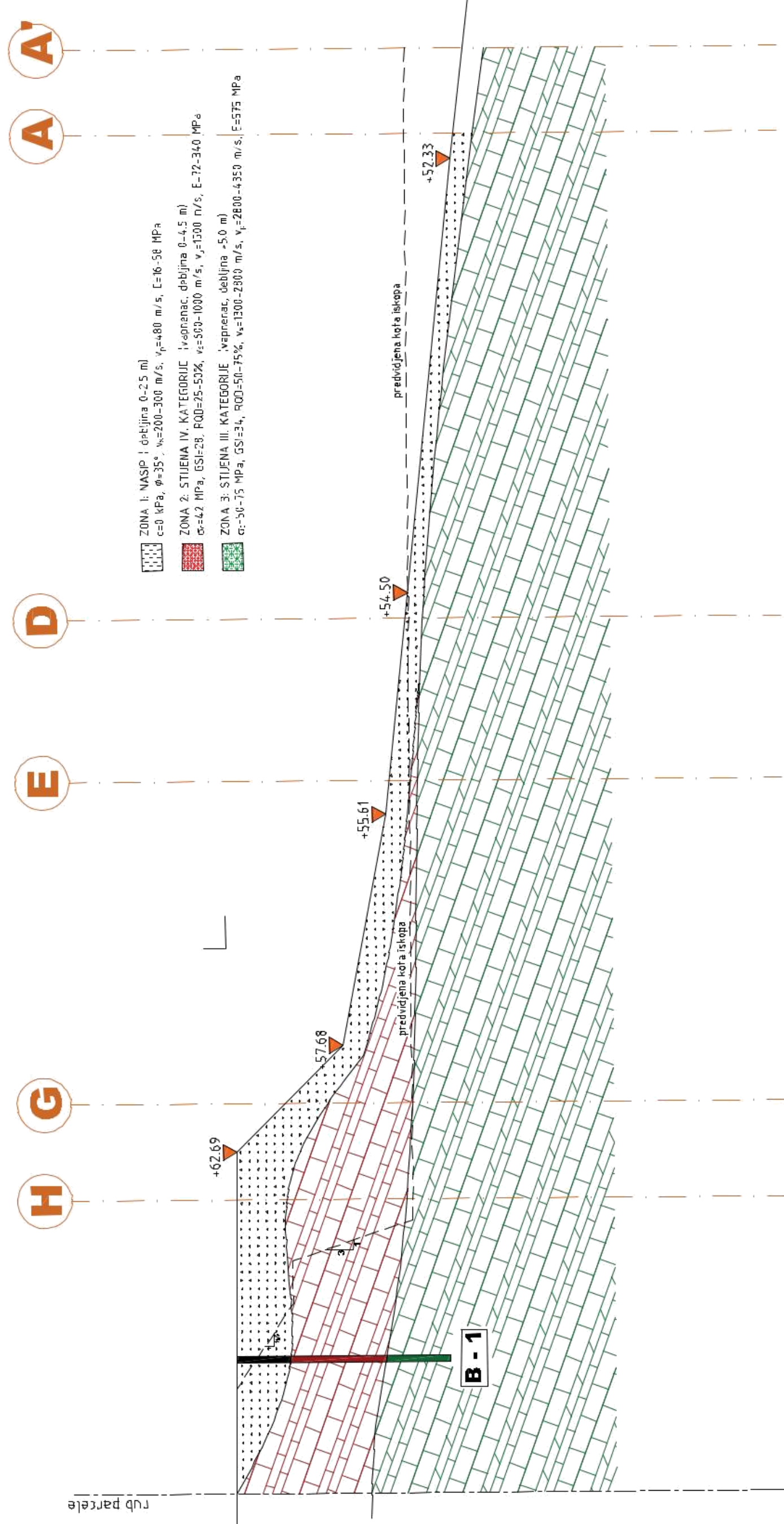


GEO TEHNIČKI ISTRAŽNI RADOV I	
GEO TEHNIČKI ELABORAT	
<b>TLOCRTNA SITUACIJA</b>	
Izvršitelj: mr.sc. Miljenko Špiranec d.i.geod.	Projektant: SPP d.o.o.
Supetar, 11. listopada 2015.	Ured: SPP d.o.o.
Projektant: Kristijan Grabar d.i.geod., Ivana Sambolec Ing.geod., Ivan Pešur d.i.geod.	Šifra: SPP/2015/0113
Skala: 1:500	1

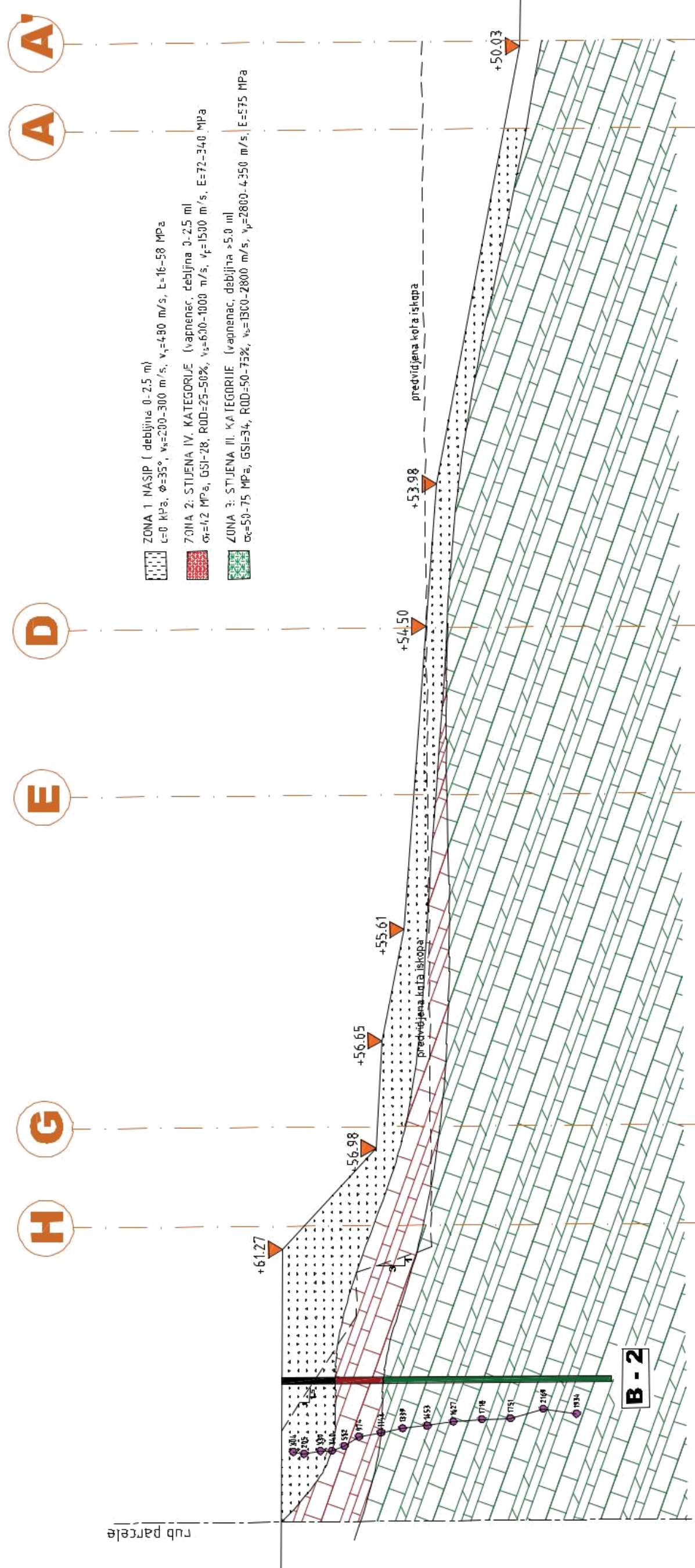




# GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PRESJEK 1-1



# GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PRESJEK 2-2



PROMIJENA	DATUM	PARAF	OPIS

**SPP d.o.o.**  
 Trstenjakova 3  
 HR-42000 Varaždin  
 OIB 17497489416  
 tel: 042 203 302  
 fax: 042 203 306  
 www.spp.hr

**MOMA DEVELOPER BRAČ d.o.o.**  
 Ulica Franje Račkog 8  
 10 000 ZAGREB

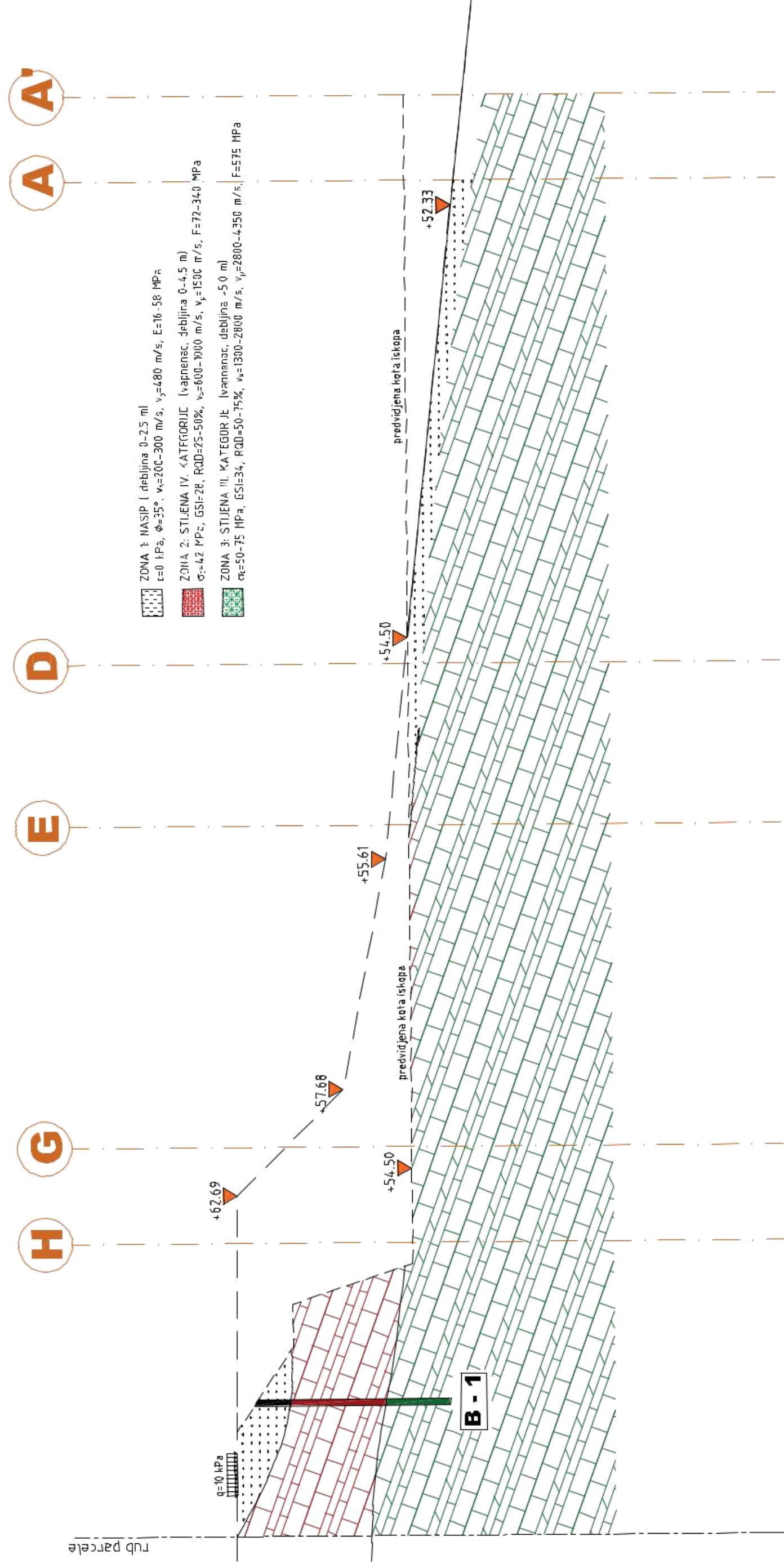
**TRGOVAČKI CENTAR**

Supetar, Otok Brač

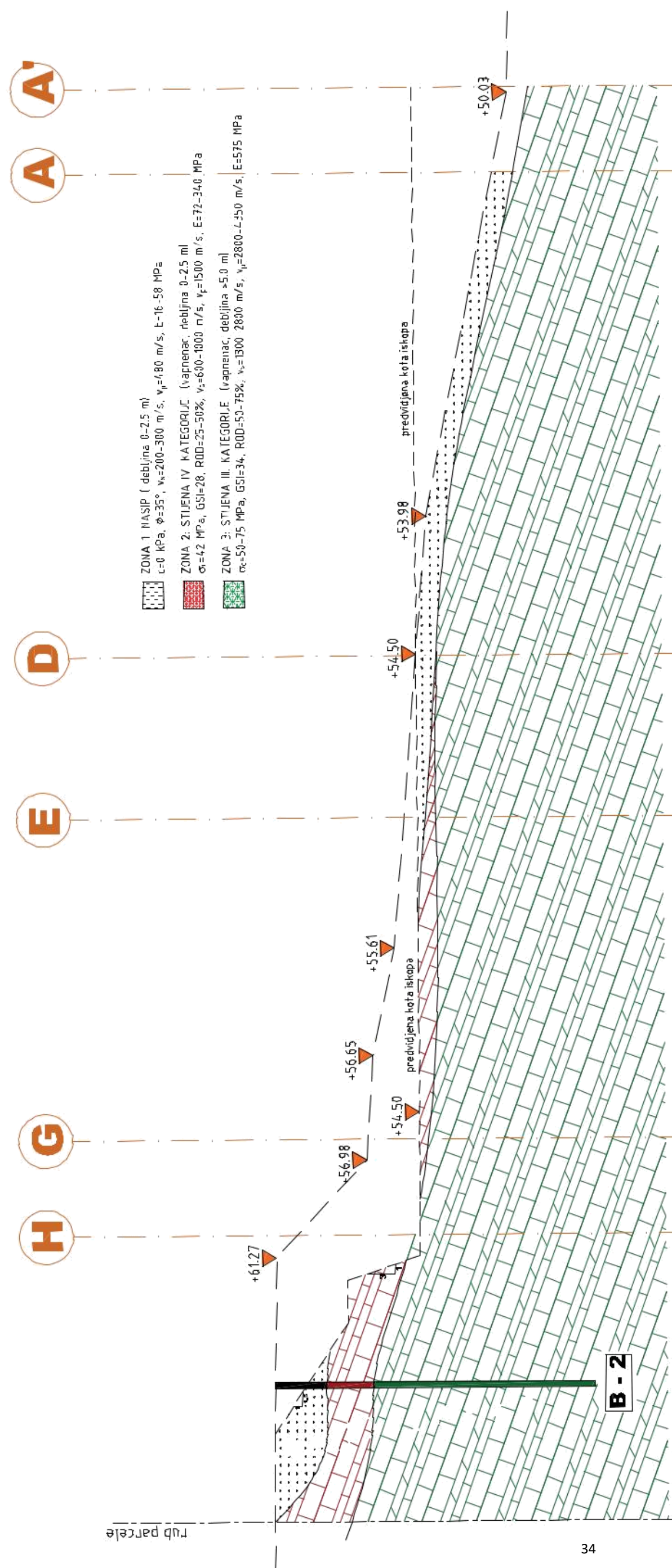


GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVNI	
Ime projekta	TRGOVAČKI CENTAR
Ime autora	Izv.prof.dr.sc. Stjepan Strojčić
Ime izvođača	Miljenko Špiranec d.ig.eo.
Ime izdavača	Miljenko Špiranec d.ig.eo.
Ime korisnika	Kristijan Grabar d.ig.eo., Ivana Šambelac Ing.geod., Ivan Petur d.ig.eo.
Datum izdavanja	listopad 2015.
Skala	1:200
Broj projekta	SPP/2015/0113
Broj lista	3

# GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PRESJEK 1-1

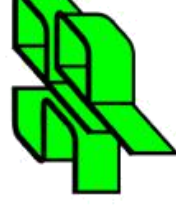


# GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PRESJEK 2-2



PROVIJENA	DATUM	PARAF	OPIS

**SPP d.o.o.**



Trstenjakova 3

HR-42000 Varaždin

OIB 17497489416

tel: 042 203 302

fax: 042 203 306

www.spp.hr

**MOMA DEVELOPER BRAČ d.o.o.**  
 Ulica Franje Račkog 8  
 10 000 ZAGREB

**TRGOVAČKI CENTAR**

Supetar, Otok Brač



GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVNI	
Projekat	TRGOVAČKI CENTAR
Projektant	Izv.prof.dr.sc. Stjepan Strlicec
Udio u istraživanju	100%
m.r.s.c. Miljenko Špiranec d.i.geod.	
Projektant	Kristijan Grabar d.i.geod., Ivana Sambolec Ing.geod., Ivan Pešić d.i.geod.
Projektirano	7. listopada 2015. godine
Uradno	listopad 2015.
Uradno	SPP/2015/0113
Uradno	1:200
Uradno	4

**ISKOP TLA - PRESJECI 1-1 I 2-2**

