

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:903036>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-28**



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

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/m³ (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 / m³ (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.

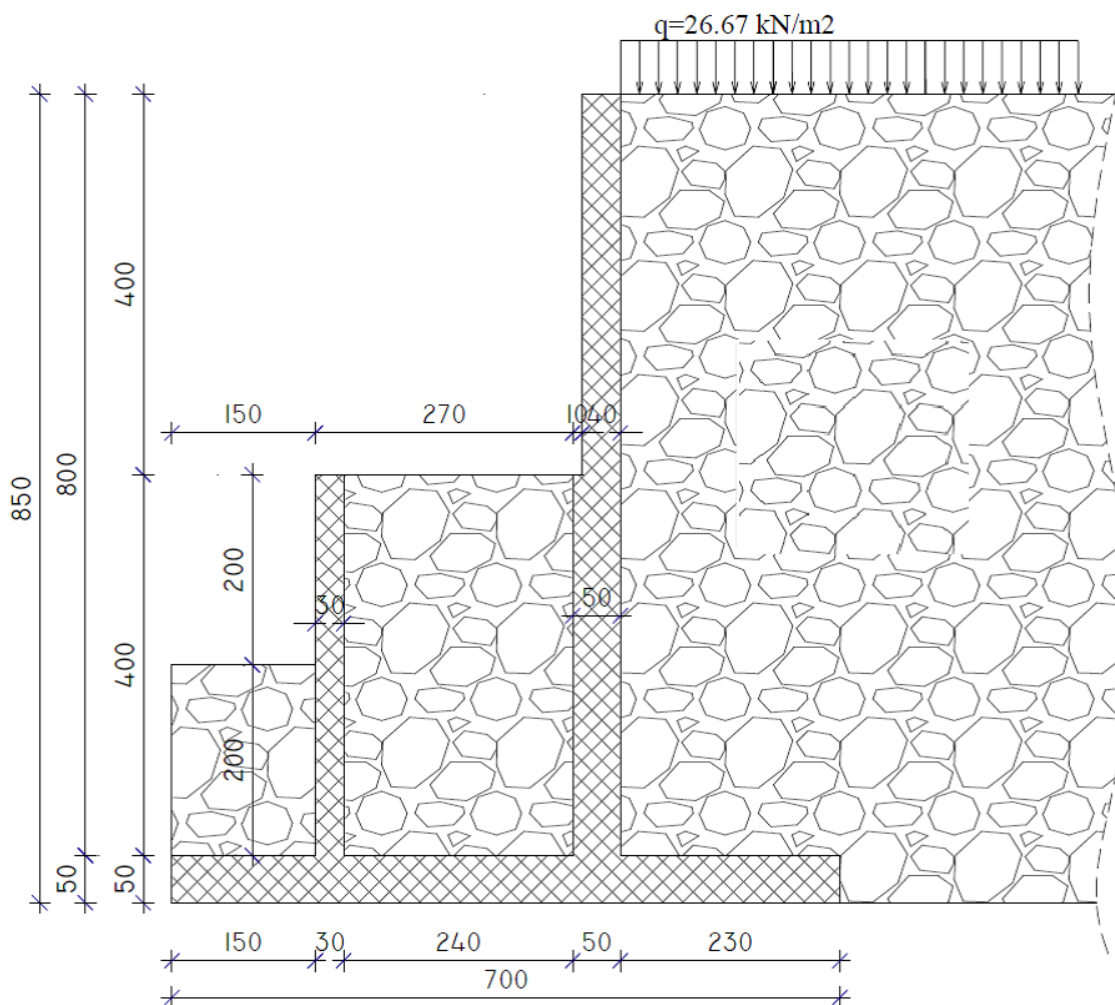
Prema seizmičnosti područja, tlo spada u A kategoriju prema EC8. Proračunsko ubrzanje tla iznosi $a_{gR} = 0.224g$. Obzirom da u ovoj fazi nisu poznata djelovanja na temelje, potrebno je provesti i kontrolu nosivosti temelja u potresnoj kombinaciji djelovanja u skladu sa HRVATSKOM NORMOM, HRN EN 1998-5:2008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

$$c_k = 0$$

$$\varphi_k = 35^\circ$$

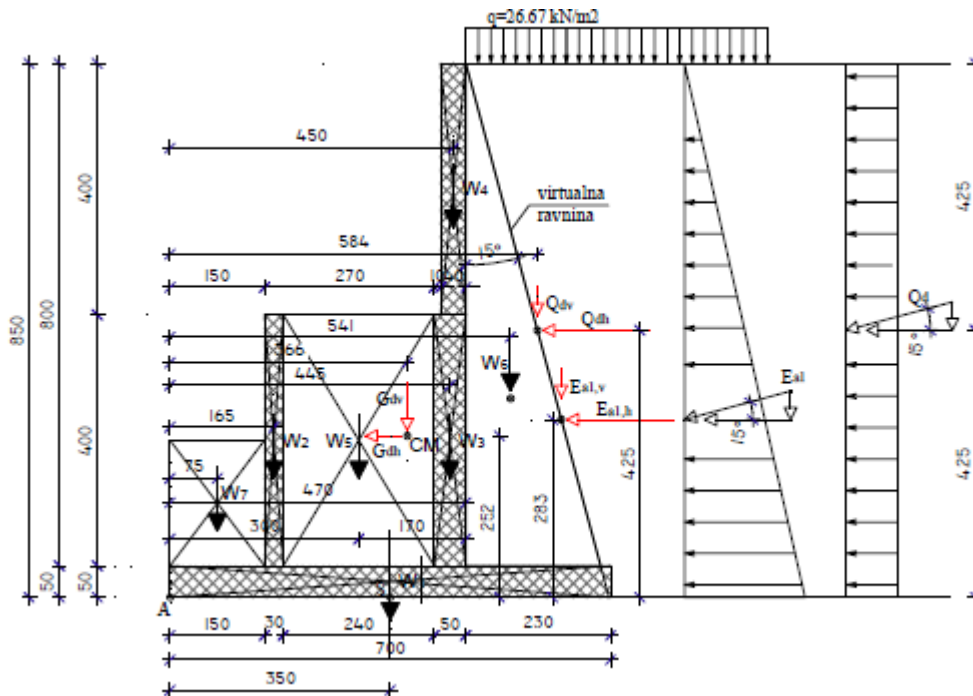
$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

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°

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)

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

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

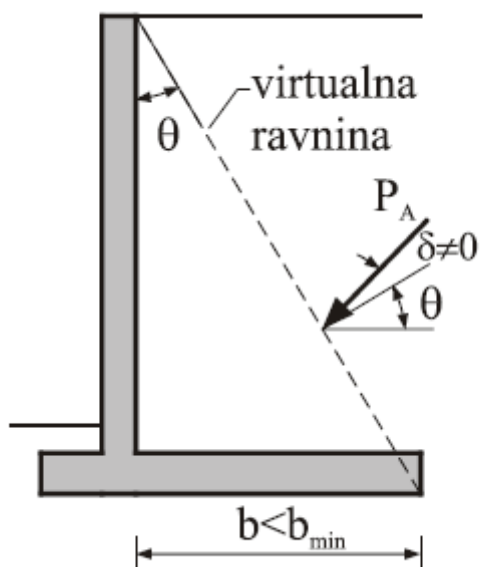
Koeficijent aktivnog tlaka mirovanja prema Jaky-ju za proračunsku vrijednost kuta trenja:

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

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) |
|-----------------|-------------------------|------------|------------|
| W1 | 87,5 | 3,5 | 0,25 |
| W2 | 30,0 | 1,65 | 2,5 |
| W3 | 50,0 | 4,45 | 2,5 |
| W4 | 40,0 | 4,5 | 6,5 |
| W5 | 182,4 | 3,0 | 2,5 |
| W6 | 162,64 | 4,91 | 3,167 |
| W7 | 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:

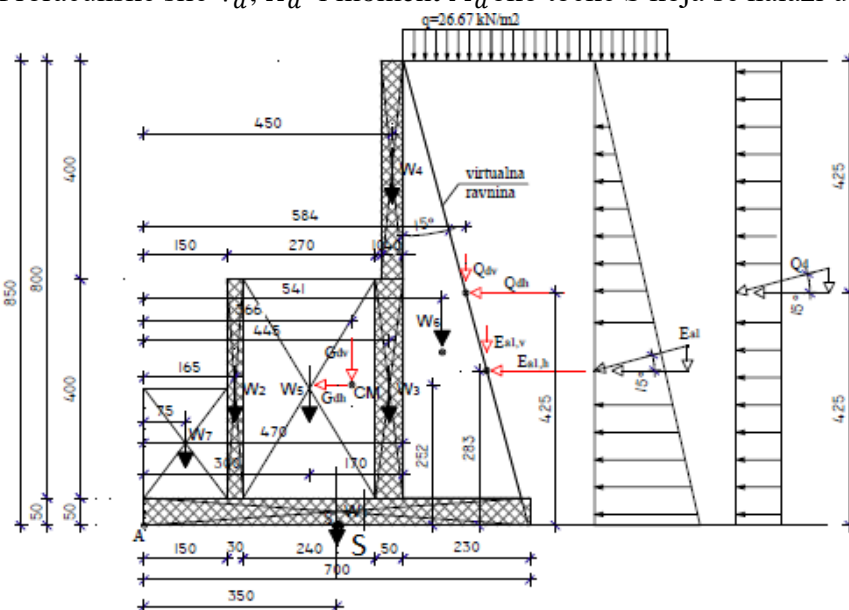
$$F_{\text{Sk}} = \frac{R_d}{E_d} = \frac{490,22}{484,25} = 1,01 \geq 1,0 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

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 _{a1,h} | 338,79 | | 2,83 |
| E _{a1,v} | 90,78 | -2,72 | |
| Q _{d,h} | 111,89 | | 4,25 |
| Q _{d,v} | 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 (γ_F) i učinka djelovanja (γ_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) (γ_M) | | |
| tangens efektivnog kuta trenja | $\gamma_{tg\varphi'}$ | 1,0 |
| efektivna kohezija | γ_c | 1,0 |
| težinska gustoća | γ_γ | 1,0 |
| (3) Parcijalni faktori otpora (γ_R): | | |
| Potpome konstrukcije nosivost | $\gamma_{R,v}$ | 1,0 |
| klizanje | $\gamma_{R,h}$ | 1,0 |
| otpor tla | $\gamma_{R,e}$ | 1,0 |
| prevrtanje | γ_R | 1,0 |

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

| (2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) (γ_M) | | |
|--|-----------------------|------|
| tangens efektivnog kuta trenja | $\gamma_{tg\varphi'}$ | 1,25 |
| efektivna kohezija | γ_c | 1,25 |
| težinska gustoća | γ_γ | 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 θ u odnosu na vertikalnu. Iznos kuta θ ovisi o smjeru djelovanja horizontalnog i vertikalnog ubrzanja. S promjenom kuta θ 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.)

α - proračunsko ubrzanje

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

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

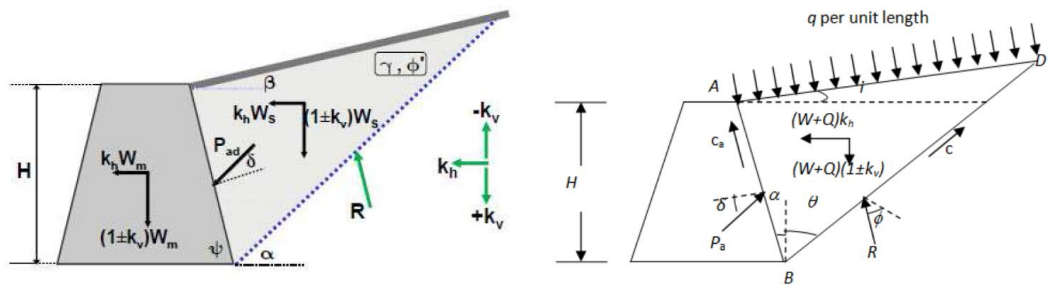
S - parametar tipa tla

r - faktor koji utječe na horizontalni potresni koeficijent

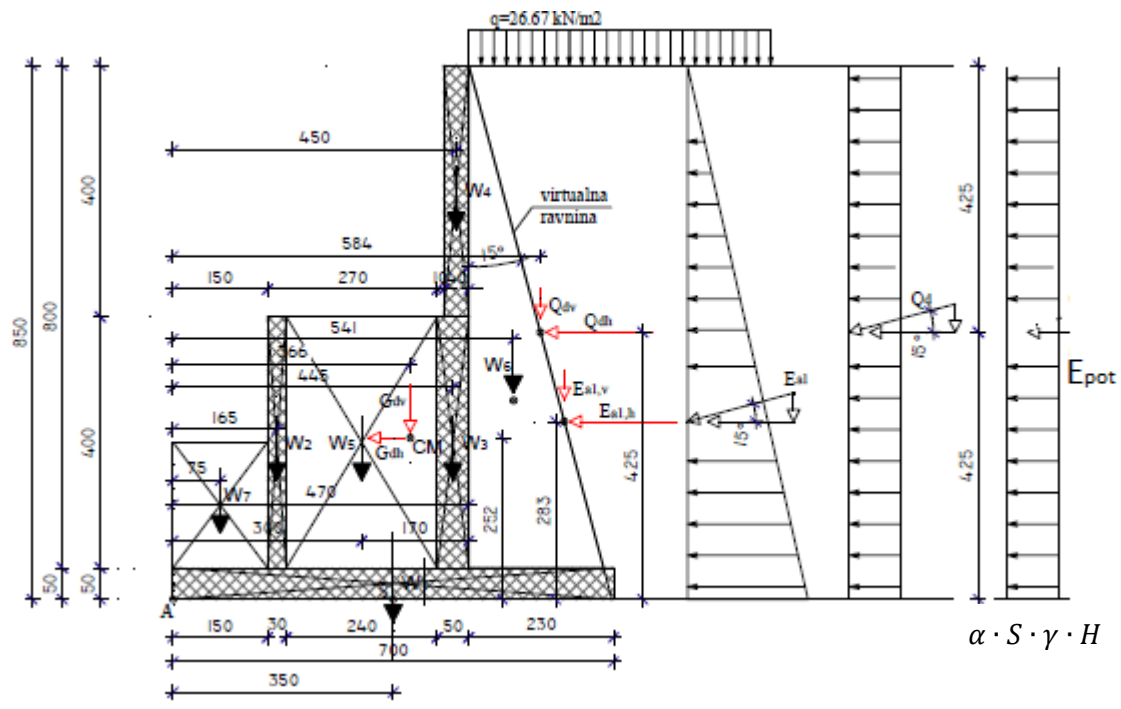
$$\text{tg}\theta_{1,2} = \frac{k_h}{1 \pm k_v} = \frac{0,112}{1 \pm 0,056}$$

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

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



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 θ (kada bi se općenito računalo po Monobeovoj i Okabeovoj formuli) i trenje između nasipa i zida usvojeno je nula.

Dotadna dinamička sila ΔP_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 ΔP_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_v 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: 5Φ22/2,0 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 |
| ΔP | 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 |
| ΔP | 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 ⁽¹⁾ | k_v prema gore |
| | | | 136,8 | 0,73 ⁽¹⁾ | k_v prema dolje |
| NOSIVOST TLA ISPOD TEMELJA | 17,0 | - | 99,01 | - | k_v prema gore |
| | | | 51,68 | - | k_v prema dolje |

⁽¹⁾ 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 (γF) i učinka djelovanja (γE) 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) (γM) Svojstvo simbol M1 M2 | | | | | |
|--|---------------------|-----|------|--|--|
| tangens efektivnog kuta trenja | $\gamma_{\varphi'}$ | 1,0 | 1,25 | | |
| efektivna kohezija | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 | | |
| težinska gustoća | γ_{γ} | 1,0 | 1,0 | | |

| (3) Parcijalni faktori otpora (γR): | | | | | | |
|---|----------------|-----|-----|-----|----|--|
| 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 | γ_R | 1,0 | 1,0 | 1,0 | - | |

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

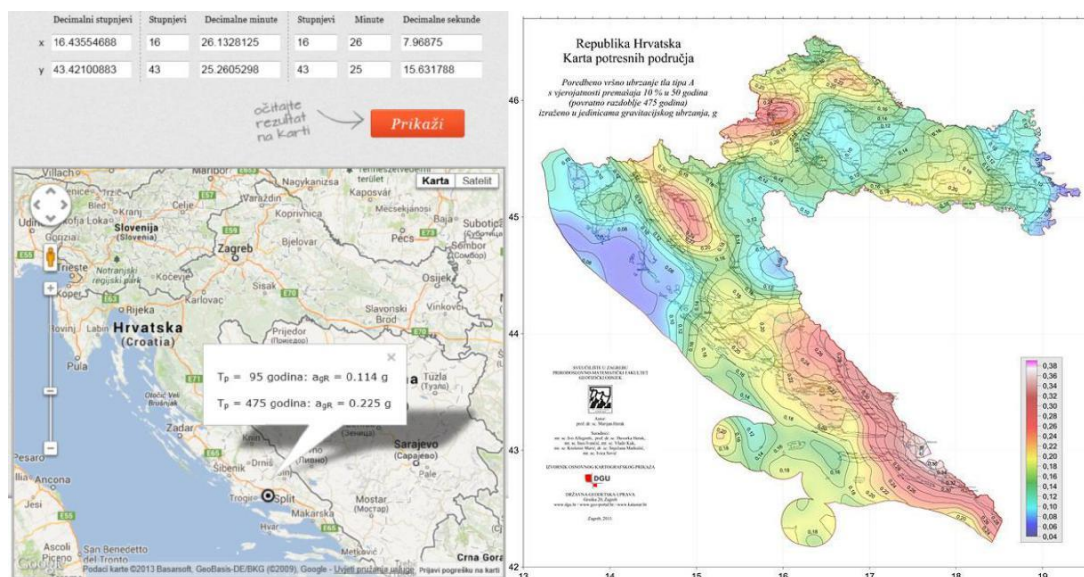
Parcijalni faktori za granično stanje EQU:

| | | |
|--|-------------------|------|
| (1) Parcijalni faktori djelovanja (γ_F) i učinka djelovanja (γ_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) (γ_M) | | |
| Svojstvo simbol iznos | | |
| tangens efektivnog kuta trenja | $\gamma_{\phi'}$ | 1,25 |
| efektivna kohezija | $\gamma_{c'}$ | 1,25 |
| težinska gustoća | γ_{γ} | 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 $V_s > 800$ m/s | 1,00 | 0,15 | 0,4 | 2,0 |
| tlo B $360 < V_s < 800$ m/s | 1,10 | 0,15 | 0,5 | 2,0 |
| tlo C $180 < V_s < 360$ m/s | 1,35 | 0,20 | 0,6 | 2,0 |
| tlo D $V_s < 180$ m/s | 1,35 | 0,20 | 0,8 | 2,0 |
| tlo E ($h < 20$ 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 | | | |

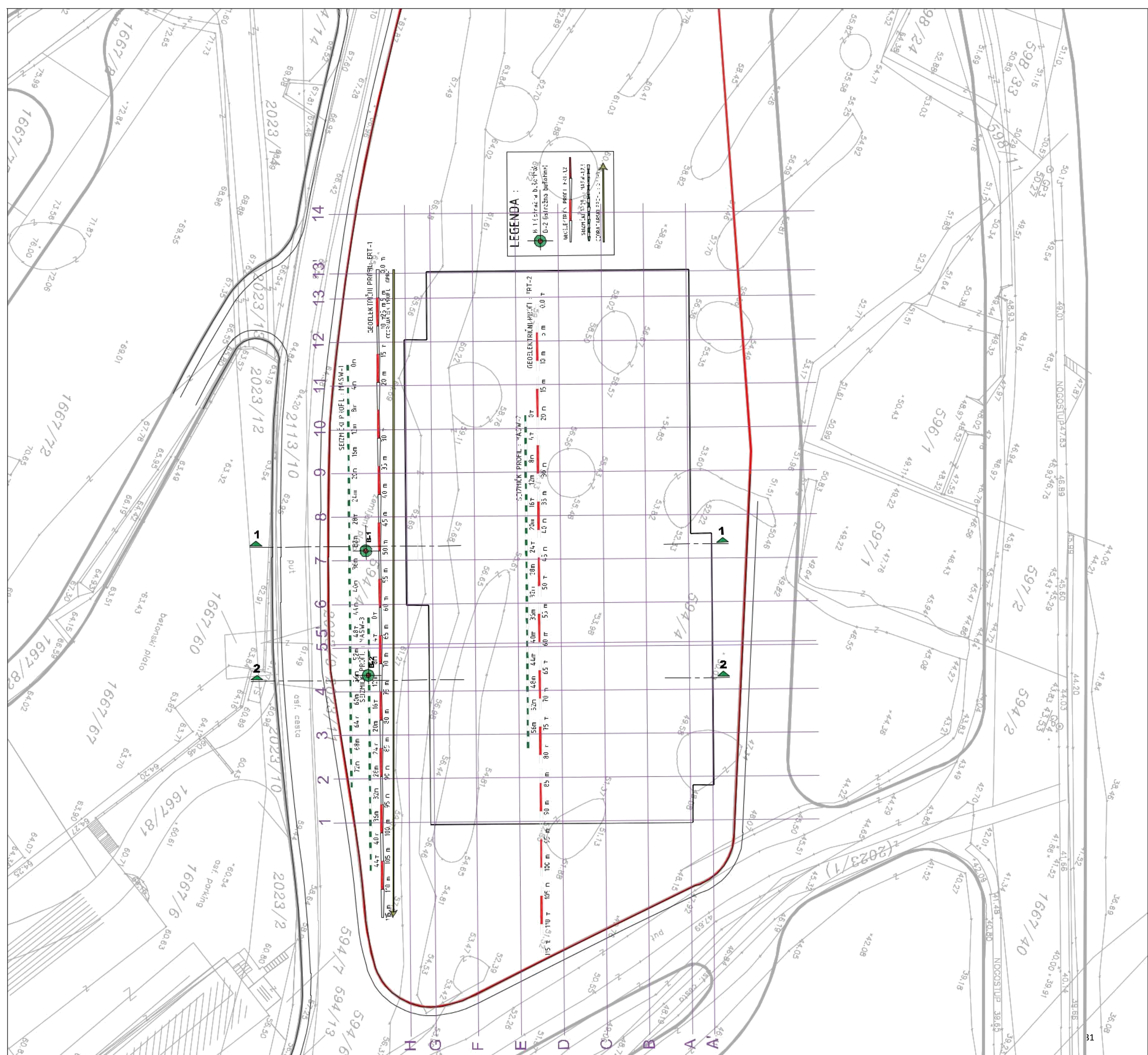
Tablica 8

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 |
| Savitljivi armirano betonski zidovi, usidreni ili ukrućeni zidovi, armirano betonski zidovi temeljeni na vertikalnim pilotima, pridržani zidovi podruma i upornjaci mosta | 1.0 |

Tablica 9

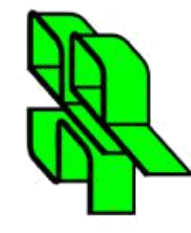
4.3. Prilog 3 – Prikaz situacije i geotehničkog profila tla



| PROVIJENA | DATUM | PRAFA | 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

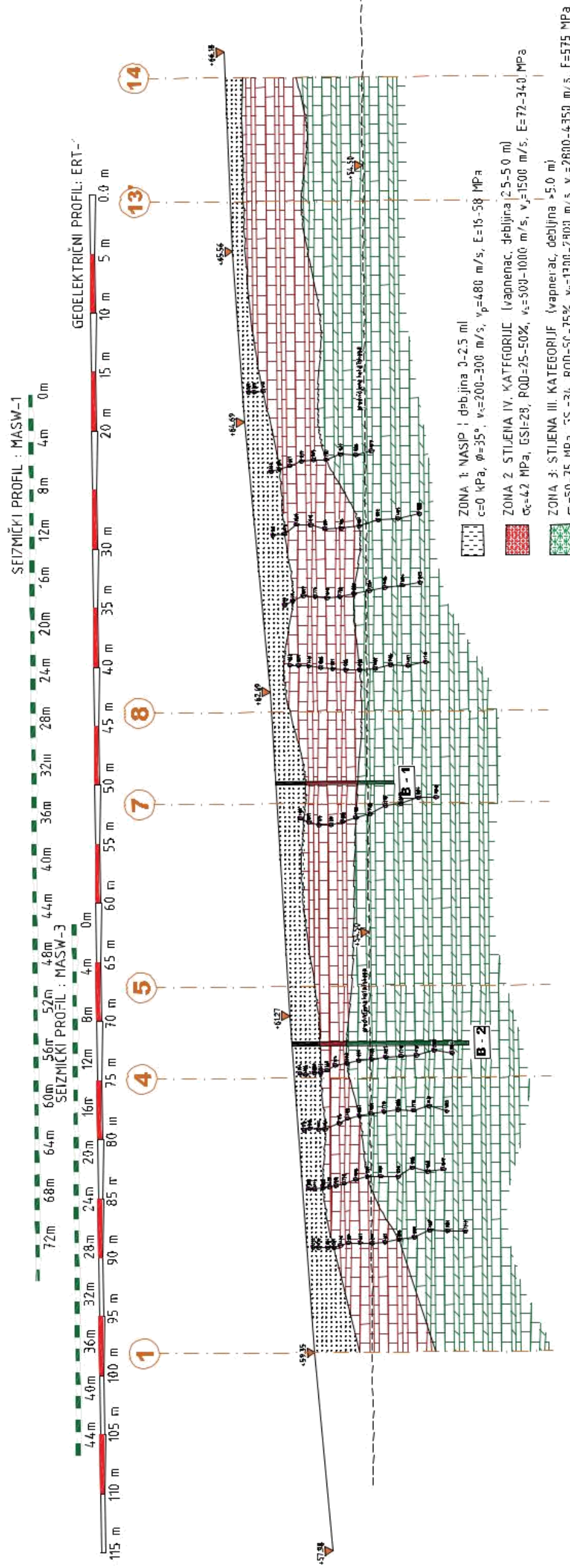


Supetar, Otok Brač

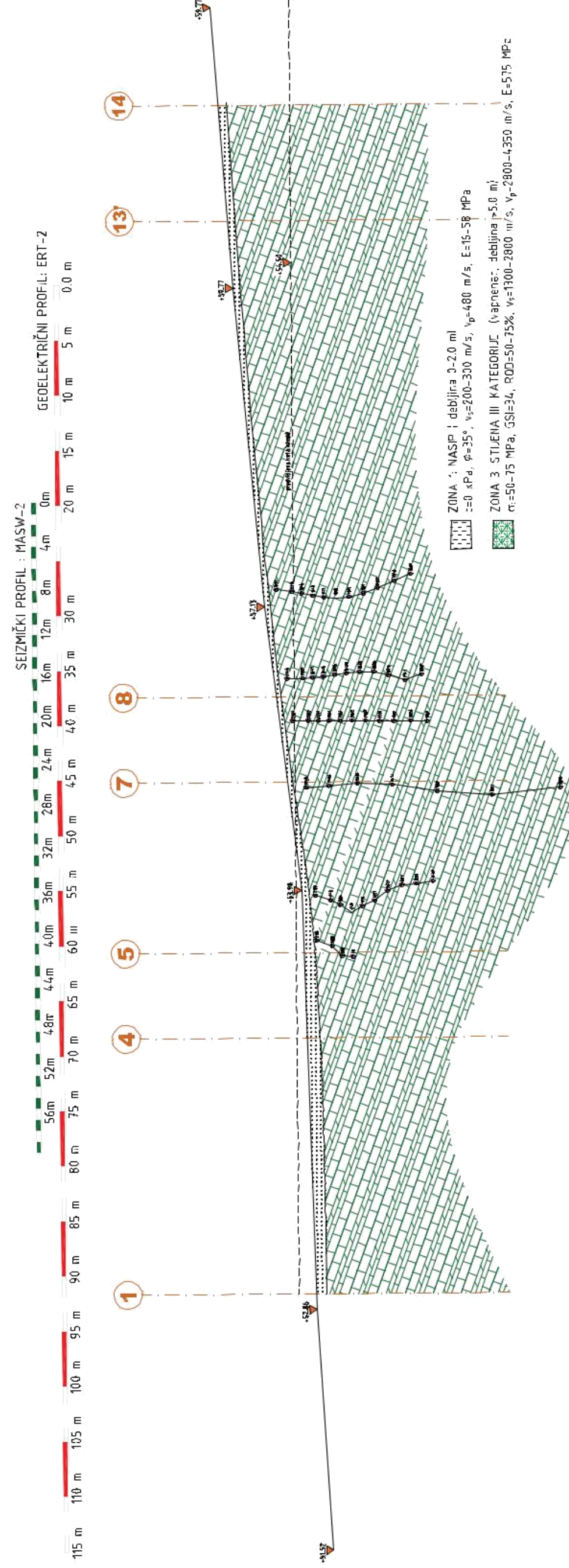


| | |
|--------------------------------------|--|
| GEO TEHNIČKI ISTRAŽNI RAD OVI | |
| GEO TEHNIČKI ELABORAT | |
| TLOCRTNA SITUACIJA | |
| Projektant: | Izv.prof.dr.sc. Stjepan Strlic |
| Projektant: | mr.sc. Miljenko Špiranec d.i.geod. |
| Projektant: | Kristijan Grabar d.i.geod., Ivana Sambolec Ing.geod., Ivan Pešur d.i.geod. |
| Projektant: | SPP d.o.o. |
| Projektant: | Ulica Franje Račkog 8, 10 000 ZAGREB |
| Projektant: | listopad 2015. |
| Projektant: | 1:500 |
| Projektant: | SPP/2015/0113 |

GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PROFIL ERT-1, MASW-1,3

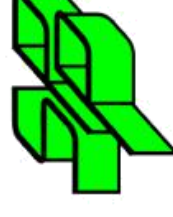


GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PROFIL ERT-2, MASW-2



| PROMIJENA | DATUM | PARAF | OPIS |
|-----------|-------|-------|------|
| | | | |
| | | | |

SPP d.o.o.



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

Trstenjakova 3
 HR-42000 Varazdín
 OIB 17497489416
 tel: 042 203 302
 fax: 042 203 306

www.spp.hr

Supetar, Otok Brač



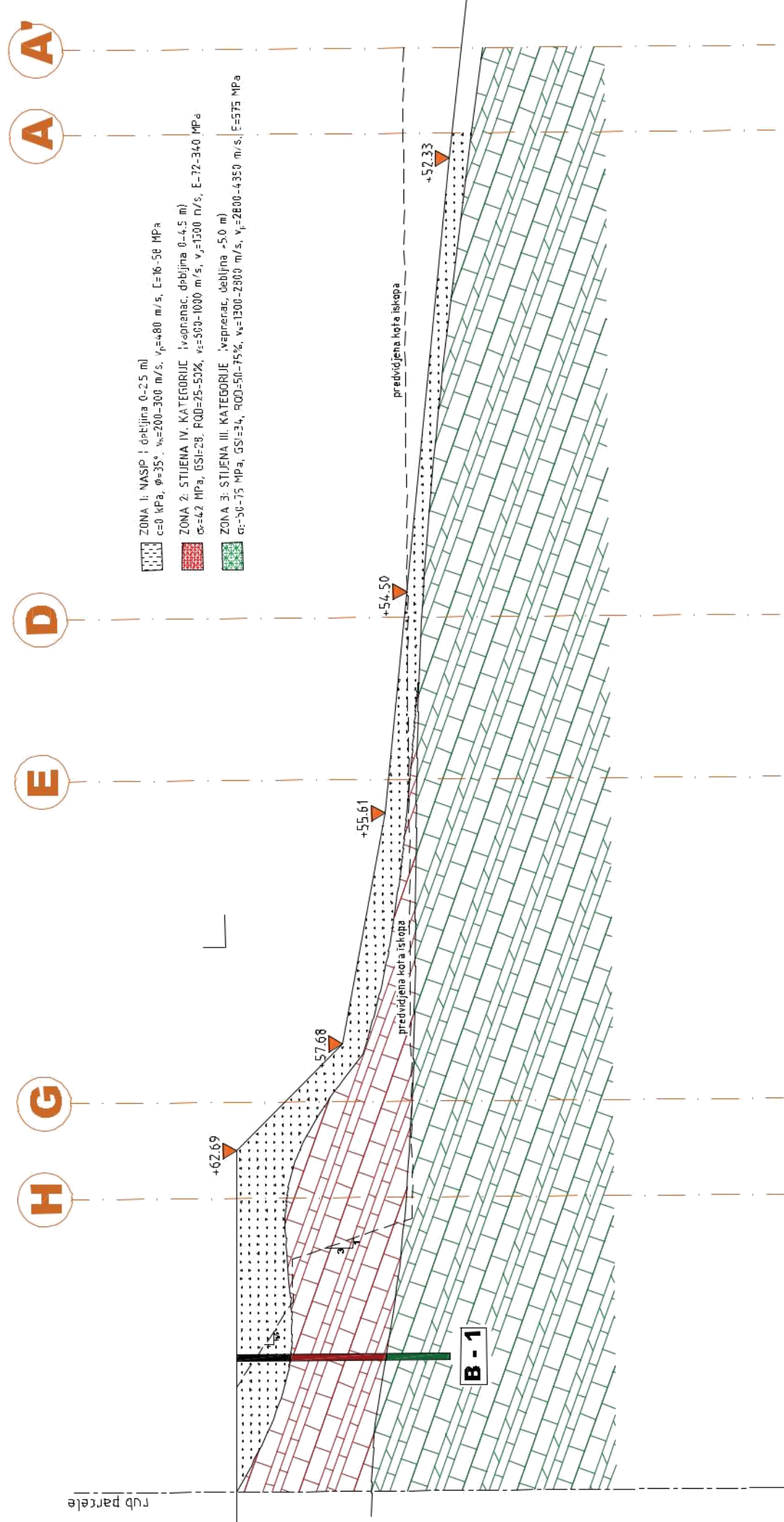
GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOWI

GEOTEHNIČKI ELABORAT

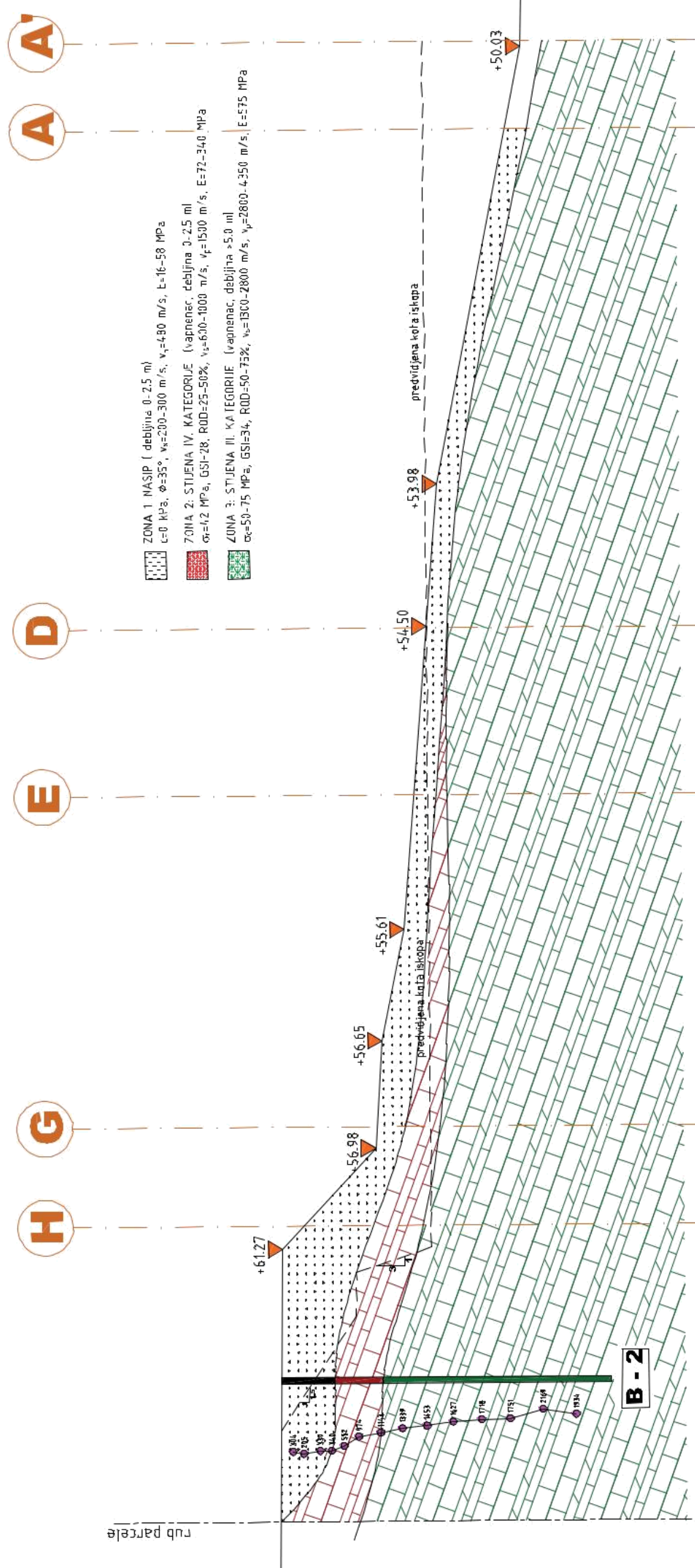
GEOTEHNIČKI PROFILI

| | |
|------------------------|--|
| Šifra | |
| Ime autora | Izv.prof.dr.sc. Stjepan Strlec |
| Ime objekta | M. div. lista |
| Šifra objekta | 7.22.15.12.1.11.17.01.1 |
| Ime projekta | - |
| Datum izdavanja | listopad 2015. |
| Šifra projekta | 7.22.15.12.1.11.17.01.1 |
| Ime autoriza | SPP/2015/0113 |
| Ime stručnjaka | mr.sc. Miljenko Špiranec d.i.geod. |
| Ime glavnog stručnjaka | Kristijan Grabar d.i.geod. Ivana Sambolec Ing.geod. Ivan Pešić d.i.geod. |
| Mjerilo | 1:400 |
| Broj lista | 2 |

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

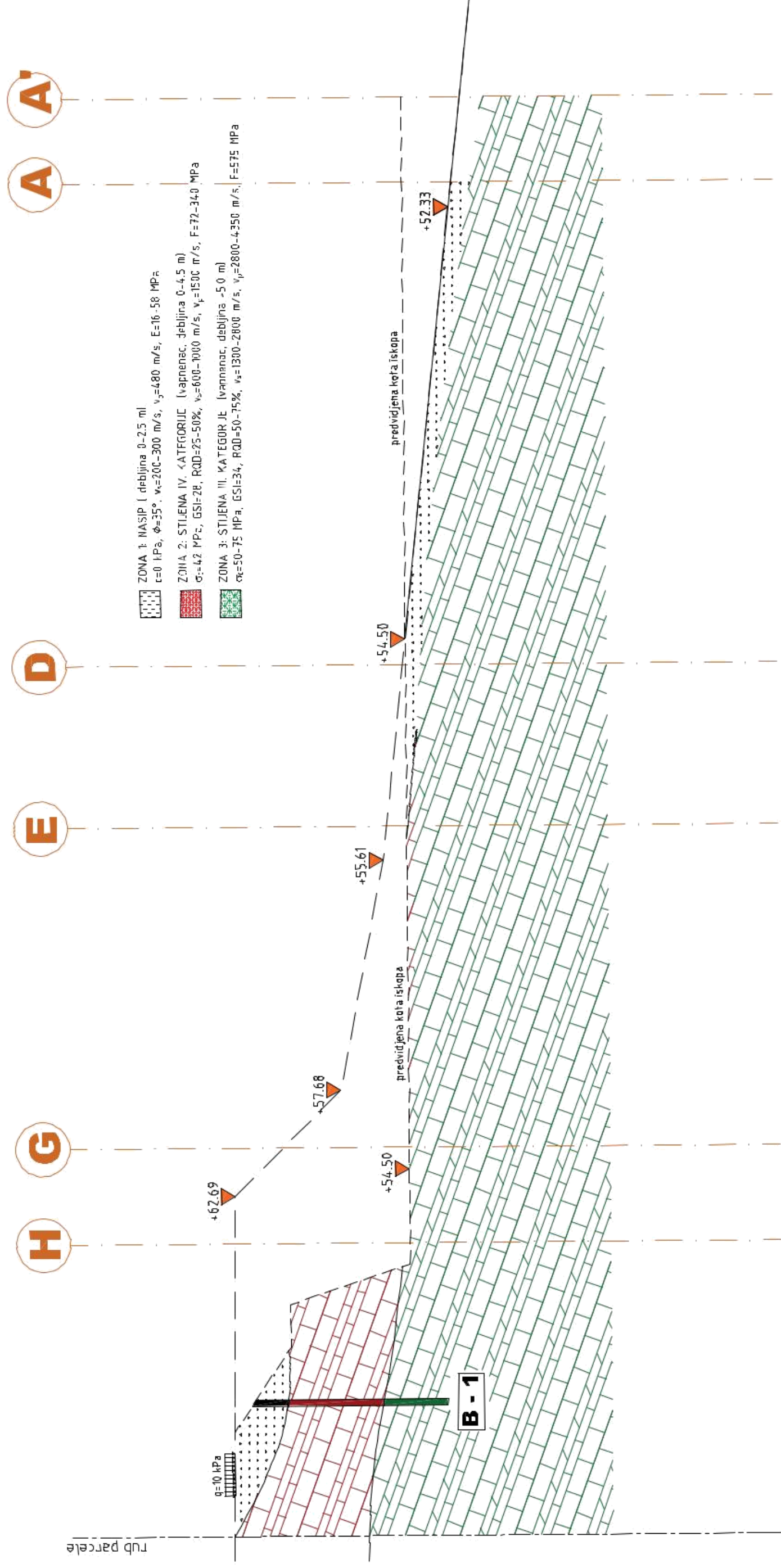
TRGOVAČKI CENTAR

Supetar, Otok Brač

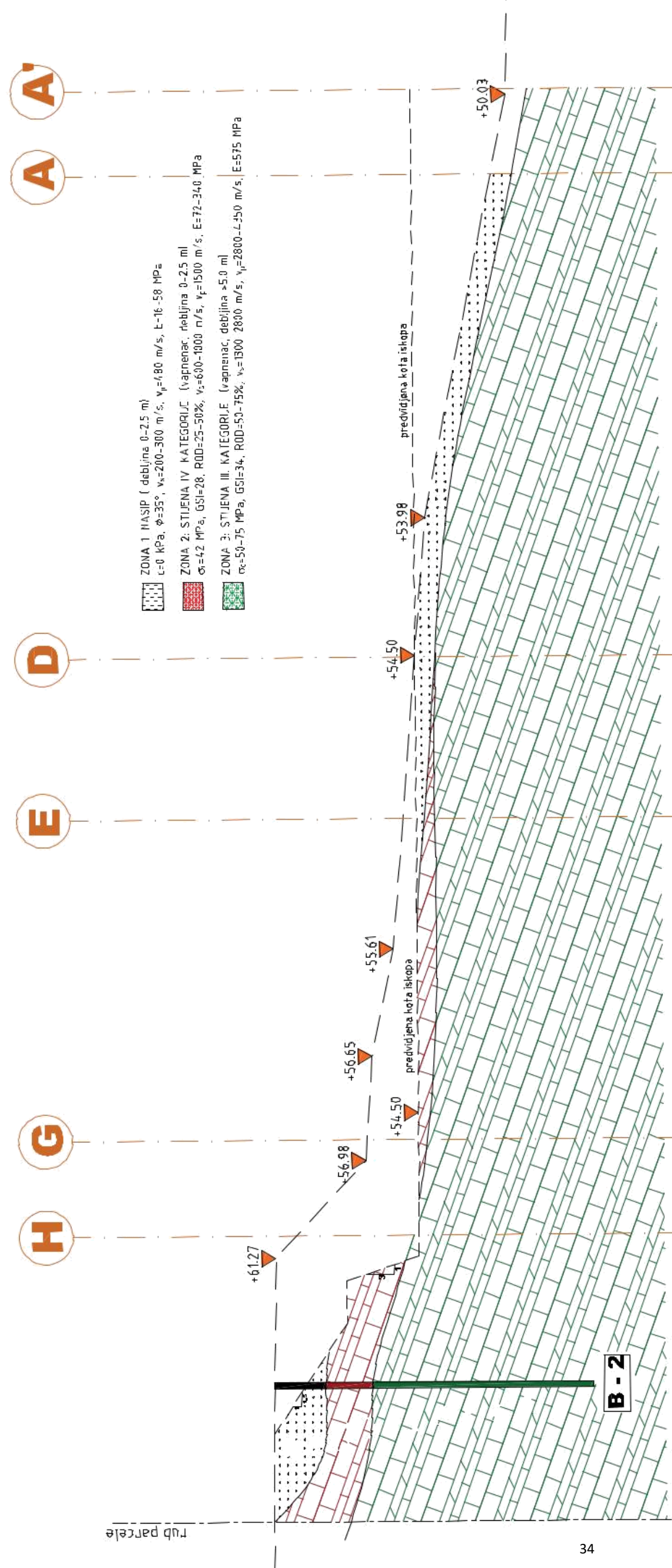


| GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVNI | |
|------------------------------|--|
| Ime projekta | TRGOVAČKI CENTAR |
| Ime autora | Izv.prof.dr.sc. Stjepan Strojčić |
| Ime izvođača | Udruženje inženjera i geodeta |
| Ime nadzornika | mr.sc. Miljenko Špiranec d.i.geod. |
| Ime stručnjaka | Kristijan Grabar d.i.geod., Ivana Šambolec Ing.geod., Ivan Petur d.i.geod. |
| Broj projekta | 7300129 - 11117711 |
| Broj lista | 11 od 11 |
| Datum izdavanja | listopad 2015. |
| Skala | 1:200 |
| Broj lista | 3 |
| Broj projekta | SPP/2015/0113 |

GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PRESJEK 1-1



GEOTEHNIČKI PROFIL TLA - PRESJEK 2-2



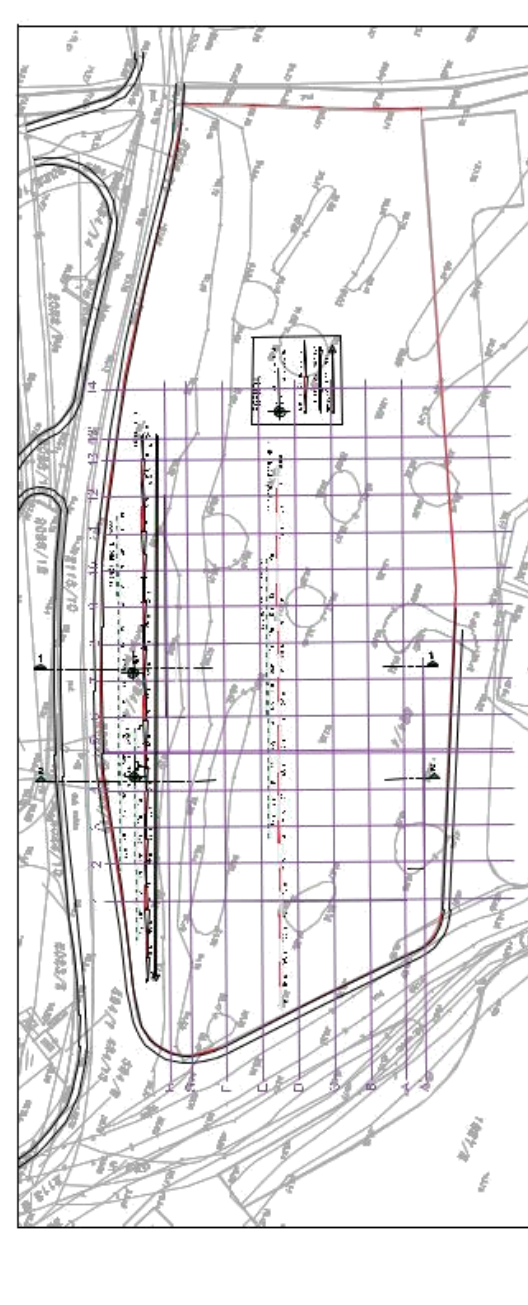
| PROJEKCIJA | DATUM | PARAF | OPIS |
|------------|-------|-------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

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 RADovi | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Projektant | SPP d.o.o. |
| Projektant | Izv.prof.dr.sc. Stjepan Strlic |
| Projektant | UDV ILLIAC |
| Projektant | m.sc. Miljenko Špiranec d.ing. |
| Projektant | Kristijan Grabar d.ing. |
| Projektant | Ivana Sambolec Ing.ing. |
| Projektant | Ivan Pešić d.ing. |
| Projektant | 7. listopada 2015. 17:00 |
| Projektant | listopad 2015. |
| Projektant | 1:200 |
| Projektant | SPP/2015/0113 |
| Projektant | 4 |

