

*Kalinovica 3, 10000 Zagreb HR, IBAN račun HR39 2340 0091 1106 2168 8, OIB: 69626060306*  
tel. ++385 91 2222 619, fax. ++385 01 3838 484, mob. 091 2222 619, e-mail: [mihovilovic@grasa.hr](mailto:mihovilovic@grasa.hr)

**G - 405/2019**

# **Geotehničko istraživanje morskog dna na lokaciji rta Guc Valelunga u Pulskoj luci**

**P U L A**

## **GEOTEHNIČKI ELABORAT**

Zagreb, svibanj 2019. god.

Predmet: **Geotehničko istraživanje morskog dna na lokaciji rta Guc Valelunga  
u Pulskoj luci, Pula  
GEOTEHNIČKI ELABORAT**

Investitor: **ISTARSKA ŽUPANIJA**, Drščevka 3, PAZIN

Izvršilac: **GRASA PROJEKT d.o.o.**, Kalinovica 3, ZAGREB

Broj elaborata: **G - 405/2019**

Projektant: **Živko Mihovilović, dipl.ing.grad.**

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Živko Mihovilović  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 4300

Geolog: **Zrinko Šiljeg, dipl.ing.geol.**

**Direktor:**

**Živko Mihovilović**



## **S A D R Ź A J**

Registracija djelatnosti poduzeća

Rješenje ovlaštenog inženjera od komore

Rješenje o imenovanju projektanta

### **1. GEOMEHANIČKO IZVJEŠĆE**

1.1. UVOD

1.2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

1.3. KARAKTERISTIKE LOKACIJE

1.4. GEOLOŠKE ZNAČAJKE LOKACIJE - GEOLOGIJA ŠIREG PODRUČJA

1.5. SASTAV I KARAKTERISTIKE TLA

### **2. GEOSTATIČKE ANALIZE**

2.1. PODACI O GRAĐEVINI

2.2. ODABIR PARAMETARA ZA PROVEDBU GEOSTATIČKIH ANALIZA

2.3. ANALIZE NOSIVOSTI

2.4. ANALIZE SLIJEGANJA

### **3. ZAKLJUČAK**

### **4. PRILOZI**

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

MBS:080877911  
Tt-16/3584-2

R J E Š E N J E

Trgovački sud u Zagrebu po sucu pojedincu Beatrix Crnogorac u registarskom predmetu upisa u sudski registar promjene poslovne adrese po prijedlogu predlagatelja GRASA PROJEKT d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor, Zagreb, Ogrizovićeva 40b, 09.02.2016. godine

r i j e š i o j e

u sudski registar ovog suda upisuje se:

promjena poslovne adrese, u društvu s ograničenom odgovornošću

pod tvrtkom/nazivom GRASA PROJEKT d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor, sa sjedištem u Zagrebu, Kalinovica 3, u registarski uložak s MBS 080877911, OIB 69626060306, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

U Zagrebu, 9. veljače 2016. godine



S U D A C

Beatrix Crnogorac

Uputa o pravnom lijeku:

Pravo na žalbu protiv ovog rješenja ima sudionik ili druga osoba koja za to ima pravni interes. Žalba se podnosi u roku od 8 (osam) dana Visokom trgovačkom sudu Republike Hrvatske u dva primjerka, putem prvostupanjskog suda. Predlagatelj nema pravo žalbe.

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

POVIJESNI IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

---

SUBJEKT UPISA

---

MBS:

080877911

OIB:

69626060306

TVRTKA:

- 1 GRASA PROJEKT d.o.o. za projektiranje, gradenje i nadzor
- 1 GRASA PROJEKT d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1# Zagreb (Grad Zagreb)  
Ogrizovićeva 40b
- 2 Zagreb (Grad Zagreb)  
Kalinovica 3

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 \* - projektiranje, gradenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 1 \* - nadzor nad gradnjom
- 1 \* - tehničko ispitivanje i analiza
- 1 \* - stručni poslovi prostornog uređenja
- 1 \* - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 1 \* - kupnja i prodaja robe
- 1 \* - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 \* - zastupanje inozemnih tvrtki
- 1 \* - prijevoz za vlastite potrebe
- 1 \* - promidžba (reklama i propaganda)
- 1 \* - upravljačke djelatnosti holding društvima
- 1 \* - pružanje usluga informacijskog društva

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Živko Mihovilović, OIB: 93140518209  
Rovinj, S.Žiže 5
- 1 - član društva
- 1 Damir Vujić, OIB: 42913499045  
Sisak, Ulica nadbiskupa Posilovića 56
- 1 - član društva



---

D005, 2016-02-18 09:45:15

Stranica: 1 od 2

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

POVIJESNI IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Ivan Ferega, OIB: 13535239247  
Zagreb, Milovana Kovačevića 5  
1 - član društva
- 1 Zdravko Zoretić, OIB: 64170960407  
Zagreb, Horvaćanska cesta 156  
1 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 Živko Mihovilović, OIB: 93140518209  
Rovinj, S. Žiže 5  
1 - direktor  
1 - zastupa pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 21.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Društveni ugovor o osnivanju društva od 18.10.2013. godine.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	28.05.14	2013	18.11.13 - 31.12.13	GFI-POD izvještaj
eu	22.05.15	2014	01.01.14 - 31.12.14	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-13/22209-4	18.11.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-16/3584-2	09.02.2016	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	28.05.2014	elektronički upis
eu /	22.05.2015	elektronički upis

Napomena: Podaci označeni s "#" prestali su važiti!

U Zagrebu, 18. veljače 2016.

Ovlaštena osoba







**REPUBLIKA HRVATSKA**

**HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA  
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU**  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: UP/I-360-01/09-01/ 4300  
Urbroj: 314-02-09-1  
Zagreb, 20. svibnja 2009. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrtu Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 15.05.2009. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis MIHOVILOVIĆ ŽIVKO, dipl.ing.građ., ROVINJ, S.ŽIŽE 5, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

**RJEŠENJE**

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **MIHOVILOVIĆ ŽIVKO**, dipl.ing.građ., ROVINJ, pod rednim brojem **4300**, s danom upisa **15.05.2009.** godine.
2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva**, MIHOVILOVIĆ ŽIVKO, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**", koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

## Obrazloženje

MIHOVILOVIĆ ŽIVKO, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 15.05.2009. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji koji je ostavljen na snazi člankom 353. stavkom 2. podstavkom 2. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji koji su ostavljeni na snazi člankom 353. stavkom 2, podstavkom 2, Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

### Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Dostaviti:

1. ŽIVKO MIHOVILOVIĆ, 52210 ROVINJ, S.ŽIŽE 5
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore



Broj rješenja: **RP/1 – G - 405/2019**

Na temelju čl. 35. *Zakona o gradnji* ("Narodne novine" br. 175/2003 i 100/2004) izdaje se:

## RJEŠENJE

kojim se *Živko Mihovilović, dipl.ing.građ.* postavlja za projektanta na izradi tehničke dokumentacije pod oznakom:

*Broj projekta:* G - 405/2019

*Naziv projekta:* Geotehničko istraživanje morskog dna na lokaciji rta Guc Valelunga u Pulskoj luci

*Predmet:* GEOTEHNIČKI ELABORAT

*Na lokaciji:* Pula

*Investitor:* ISTARSKA ŽUPANIJA  
Dršćevka 3, Pazin

Imenovan je u ovom poduzeću zaposlena na neodređeno vrijeme, posjeduje visoku stručnu spremu i rješenje ovlaštenog inženjera građevinarstva (rješenje br. 4300) u skladu s odredbama navedenih zakona.

Imenovan je Rješenjem koje je donijeto temeljem Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine br. 47/98) stekao pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**", upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, te ima pravo na uporabu "**pečata**".

Ispunjavajući uvjete iz stavka 1. ovog rješenja i s obzirom na navedeno u stavku 2. imenovan ima zakonsku osnovu za samostalnu izradu tehničke dokumentacije.

Imenovani **projektant** dužan je pridržavati se odredaba Zakona o gradnji.

U Zagrebu, svibanj 2019.

Direktor:  
  
Živko Mihovilović



## 1. GEOMEHANIČKO IZVJEŠĆE

### 1.1. UVOD

Na lokaciji rta Guc Valelunga u Pulskoj luci namjerava se izvesti Pomorski putnički terminal koji će se sastojati od operativne obale te pristaništa za brodove. Novoplanirani zahvat sastoji se od izvedbe obalnog zida duljine 590 m' sa nasipavanjem dijela uvale iza obalnog zida te izvedbe L pristaništa na AB pilotima sve kao armiranobetonska konstrukcija tlocrtnih dimenzija (400x40) m. Dubina mora u zoni L pristaništa iznosi od 9,0 m do 16,0 m. Tlocrtne dimenzije zone zahvata pomorskog putničkog terminala iznose cca. (350 x 520) m. Za potrebe izvedbe predmetne građevine, odnosno određivanju uvijeta u tlu pristupilo se geotehničkim istražnim radovima.

Na osnovu prikupljenih podataka o tlu, provedene su geostatičke analize s kojima je ocijenjena nosivost obzirom na slom tla, te prihvatljivost slijeganja obzirom na njegovu funkcionalnost.



Područje istražnih radova (crveno), pristanište (žuto), operativna obala (plavo)

## 1.2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Terenski radovi koji su predmet ovog elaborata provedeni su u svibnju 2019. god.

Na osnovu ugovora o izvedbi geotehničkog istraživanja morskog dna na lokaciji rta Guc Valelunga u Pulskoj luci određen je program istraživanja koji obuhvaća izvedbu 12 sondažnih bušotina, pregled uzorka tla na terenu, mjerenje nivoa podzemne vode, i SPT.

Bušenje je provedeno motornom bušačom garniturom uz kontinuirano vađenje jezgre. Jezgra dobivena bušenjem je terenski identificirana i klasificirana prema AC klasifikaciji. Tijekom bušenja uzeti su reprezentativni poremećeni (PU) i neporemećeni (NU) uzorci za laboratorijska ispitivanja. U svrhu dobivanja podataka o relativnoj zbijenosti materijala, tijekom bušenja izvođeni su "in situ" standardni penetracijski pokusi (SPT).

Terenski istražni radovi obuhvaćali su iskop 12 istražnih bušotina, pozicije prema WGS1984:

<b>B-1</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,897' E 13°50,212')
<b>B-2</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,887' E 13°50,237')
<b>B-3</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,826' E 13°50,163')
<b>B-4</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,817' E 13°50,189')
<b>B-5</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,761' E 13°50,116')
<b>B-6</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,751' E 13°50,143')
<b>B-7</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,696' E 13°50,069')
<b>B-8</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,686' E 13°50,096')
<b>B-9</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,929' E 13°50,125')
<b>B-10</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,850' E 13°50,068')
<b>B-11</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,857' E 13°50,010')
<b>B-12</b>	- dubine 20,00 m	(N 44°52,783' E 13°50,020')

Položaj geomehničkih bušotina, pripadajući geomehnički profili bušotina s rezultatima terenskih i laboratorijskih ispitivanja dani su na posebnim priložima ovoga elaborata.

Tijekom provedbe terenskih istražnih radova registriran je nivo podzemne vode (NPV) na koti razine mora  $\pm 0,00$  m n.m..

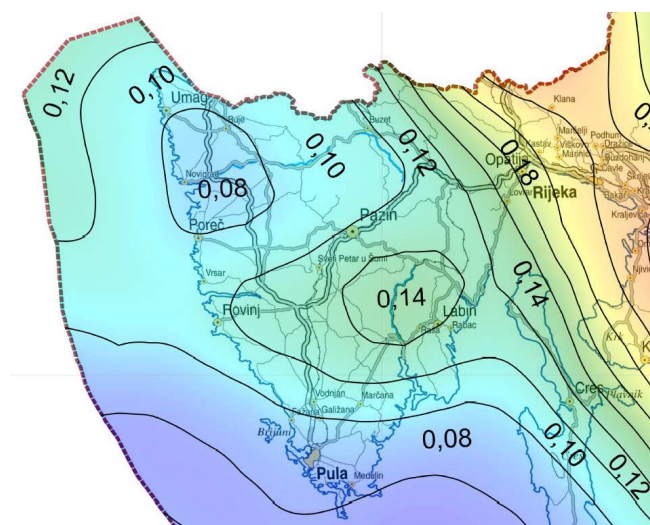
### 1.3. KARAKTERISTIKE LOKACIJE

Utvrđeno je da područje izgradnje buduće građevine spada u I. kategoriju prema stupnju stabilnosti terena.

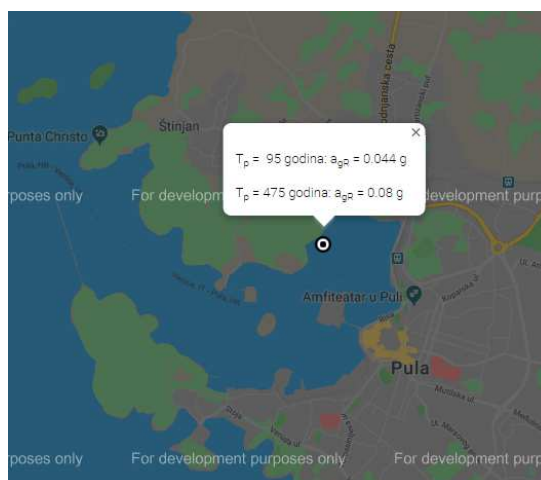
**I. Stabilni tereni** su područja stabilna u prirodnim uvjetima i uvjetima gradnje građevine. Posebni geotehnički uvjeti nisu potrebni. U fazi projektiranja utvrđuju se uvjeti temeljenja građevine na temelju geotehničkih istražnih radova.

Seizmički parametri za povratni period od 475 godina su slijedeći:

- akceleracija na površini terena  $a = 0,08g \text{ m/s}^2$



Karta potresnih područja RH – zona Pula i okolica, prikaz akceleracije na površini terena izraženo u (g)



Seizmički parametri za povratni period od 95 i 475 godina, uža zona zahvata

Prema karti potresnih područja Republike Hrvatske, za predmetnu dionicu referentno je proračunsko ubrzanje od  $a_{gR}=0.080$  g za povratni period od 475 godina, a  $a_{gR}=0.044$  g za povratni period od 95 godina.

Kategorizacija tla prema seizmičnosti (Eurocode 8, HRN EN 1998-1:2008 en)

Klase temeljnog tla

Klasa tla	Opis tla	Parametri		
		$V_{s,30}$ [m/s]	$N_{60}$ [udaraca]	$C_u$ [kPa]
<b>A</b>	Stijena ili stijenski materijal, uključujući najviše 5 m trošne zone od površine terena	> 800	-	-
<b>B</b>	Depozit vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, karakteriziran povećanjem mehaničkih svojstava po dubini	360 – 800	> 50	> 250
<b>C</b>	Depoziti dobro zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili krute gline, debljine sloja od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara	180 – 360	15 – 50	70 – 250
<b>D</b>	Nekoherentni depoziti, slabe do srednje zbijenosti (sa ili bez prisutnosti mekanih koherentnih slojeva), ili pretežno meko do kruto kohezivno tlo.	< 180	< 15	< 70
<b>E</b>	Profil tla čini aluvij sa vrijednostima “ $V_s$ “ brzinaposmičnih valova od tipa tla C i D kojemu debljina sloja varira od 5 – 20m, ispod kojeg leži krući materijal sa minimalno brzinom posmičnih valova od $V_s > 800$ m/s.	–	–	–
<b>S<sub>1</sub></b>	Depozit koji se sastoji ili sadži sloj gline ili praha, minimalne debljine 10m, sa visokim indeksom plastičnosti ( $PI > 40$ ) i visokim sadržajem vode	< 100	–	10 – 20
<b>S<sub>2</sub></b>	Depozit likvefakbilnog tla, osjetljivih glina ili bilo koji drugi profil tla koji nije uključen u tipove A, B, C, D, E ili S <sub>1</sub>			

Za predmetnu lokaciju tlo je definirano kao klasa A i D.



#### 1.4. GEOLOŠKE ZNAČAJKE LOKACIJE - GEOLOGIJA ŠIREG PODRUČJA

Na ispitanom području kao temeljna stijenska podloga javlja se donjokredni vapnenci s lećama dolomita albskog kata ( $K_1^5$ ). Ovom katu pripadaju površinski najrasprostranjenije kredne naslage u području južne Istre. Prostiru se u pojasu širokom 10-12 km i izgrađuju od istočnog dijela O. Veliki Brioni, te prostrano područje okolice Peroja, Vodnjana, Galižane, Fažane, Lobarike, Štinjana i Pule. Područje grada Pule izgrađeno je također od tankouslojenog i pločastog vapnenca, a povremeno se javljaju lećasti slojevi krupnokristaličnog dolomita smeđe i sive boje. Područje Pule izgrađeno je od izrazito pločastog vapnenca u kojem se povremeno mjestimično javlja kristaliničan dolomit u obliku rijetkih i tankih uložaka i leća. Mjestimično se javljaju nepravilne leće kremenog pijeska. Naslage alba su sasvim blago borane s maksimalnim nagibom od  $10^\circ$  i stoga razloga zapremaju veliko površinsko prostranstvo. Pravci osi tih blagih nabora su vrlo različiti. Znatnim dijelom ove naslage su horizontalne ili subhorizontalne. Kvartalne naslage istaložile su se u Pulskom zaljevu nakon zadnje oledbe i sastoje se od organskog morskog mulja čija debljina varira od nekoliko metara pa do više desetaka metara (utvrđeni kanal od obale Uljanika kod pošte pa do gradske tržnice i područja Pragrande). Na ispitanom području istočne obale Pulskog zaljeva veća debljina morskog mulja može se očekivati u području Duge uvale prema stanciji Bradamante.



Geološka karta Pule sa pozicijom lokacije

## 1.5. SASTAV I KARAKTERISTIKE TLA

Nakon provedbe terenskih radova i istraživanja te obrade dobivenih rezultata za predmetnu lokaciju može se reći da je temeljno tlo mahom predstavljeno površinskim slojem **pijeska (SP/SM), slabo zbijen, prahovit, sitnozrni, dobro graduiran, tamno sive boje**, zatim slijedi sloj **organskog morskog mulja (OL/CL), niske plastičnosti, glinovit i prahovit, lako gnječivog konzistentnog stanja, tamno sive boje**. U pojedinim bušotinama u nastavku **organskog mulja pojavljuje se glina visoke plastičnosti (CH), terra rossa**. Nakon navedenog, kao podina slijedi sloj **stijene vapnenca donje krede (K1,5), mikrokristalasta sa pukotinama ispunjenim kalcitom, trošna i raspucana do kompaktna, blijedo žute do bijele boje, RQD od 0% do 100%**.

Može se reći da je ispitano tlo do predmetne dubine sastavljeno od tri sloja tla.

Prema bušotinama B-1..... B-12 protežu se sljedeći geotehnički slojevi:

<b>1. sloj</b>	Pijesak (SP/SM), slabo zbijen, prahovit, sitnozrni, dobro graduiran, tamno sive boje.
<b>2. sloj</b>	Organski morski mulja (OL/CL), niske plastičnosti, glinovit i prahovit, lako gnječivog konzistentnog stanja, tamno sive boje. U pojedinim bušotinama u nastavku organskog mulja pojavljuje se glina visoke plastičnosti (CH), terra rossa.
<b>3. sloj</b>	Stijena vapnenca donje krede (K1,5), mikrokristalasta sa pukotinama ispunjenim kalcitom, trošna i raspucana do kompaktna, blijedo žute do bijele boje, RQD od 0% do 100%.

Projektant:



Živko MIHOVILOVIĆ, dipl.ing.grad.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Živko Mihovilović  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 4300



## 2. GEOSTATIČKE ANALIZE

### 2.1. PODACI O GRAĐEVINI

Novoplanirani zahvat sastoji se od izvedbe obalnog zida duljine 590 m' sa nasipavanjem dijela uvale iza obalnog zida te izvedbe L pristaništa na AB pilotima sve kao armiranobetonska konstrukcija tlocrtnih dimenzija (400x40) m. Dubina mora u zoni L pristaništa iznosi od 9,0 m do 16,0 m. Tlocrtne dimenzije zone zahvata pomorskog putničkog terminala iznose cca. (350 x 520) m.

### 2.2. ODABIR PARAMETARA ZA PROVEDBU GEOSTATIČKIH ANALIZA

Nakon provedbe terenskih radova i istraživanja te obrade dobivenih rezultata za predmetnu lokaciju može se reći da je temeljno tlo mahom predstavljeno površinskim slojem **pijeska (SP/SM), slabo zbijen, prahovit, sitnozrni, dobro graduiran, tamno sive boje**, zatim slijedi sloj **organskog morskog mulja (OL/CL), niske plastičnosti, glinovit i prahovit, lako gnječivog konzistentnog stanja, tamno sive boje**. U pojedinim bušotinama u nastavku **organskog mulja pojavljuje se glina visoke plastičnosti (CH), terra rossa**. Nakon navedenog, kao podina slijedi sloj **stijene vapnenca donje krede (K1,5), mikrokristalasta sa pukotinama ispunjenim kalcitom, trošna i raspucana do kompaktna, blijedo žute do bijele boje, RQD od 0% do 100%**.

Može se reći da je ispitano tlo do predmetne dubine sastavljeno od tri sloja tla.

Na bazi korelacija SPT-a za koherentna i nekoherentna tla te Hoek-Brown klasifikacije stijenske mase odabrani su mehanički parametri tla za provedbu geostatičkih proračuna.

## 1.sloj (SP/SM)

### SPT - Ms, korelacije prema Bowles, J.E. (1988)

**DEFINING THE YOUNG'S MODULUS (E) THROUGH THE RESULTS OF THE STANDARD PENETRATION TEST (SPT).**

The calculation of the  $N_{60}$  parameter, as a function of the measured number of SPT blows (N) and the effective vertical stress at the depth at which the test was taken.

Enter "N" (number of SPT blows):  [-]

Enter the effective vertical stress at the depth of the test:  [kPa]

Calculated  $N_{60}$ :  [-]

$N_{60}$  formula:  
$$N_{60} = N \times \sqrt{\frac{96}{\sigma_v}}$$

*Author's note: the calculation of Young's Modulus according to methods listed under 1. and 2. is extremely*

\*Bowles, J.E. (1988): *Foundation Analysis and Design*, 4th Edition

\*\*Webb, D.L. (1974): *Penetrometer Testing in South Africa*. State of the Art Report. ESOPT 1. Stockholm

\*\*\*Clayton, C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and Use". Construction Industry Research and Information Association Report 143. CIRIA

Young's Modulus (E [kPa]) values in relation to the soil type and the degree of consolidation.

1. According to Bowles\*:

Sand, normally consolidated (1):	$E = 11000$	$E = 500 \times (N_{60} + 15)$
Sand, saturated:	$E = 5500$	$E = 250 \times (N_{60} + 15)$
Sand, silty (SM):	$E = 3900$	$E = 300 \times (N_{60} + 6)$
Sand, clayey (SC):	$E = 6600$	$E = 300 \times (N_{60} + 15)$
Sand, gravelly:	$E = 7800$	If $N_{60} \leq 15$ , $E = 600 \times (N_{60} + 6)$ ; If $N_{60} > 15$ , $E = 600 \times (N_{60} + 6) + 2000$
Sand, overconsolidated:	$E = 23250$	$E = 18000 + 750 \times N_{60}$

2. According to Webb\*\*:

Sand, fine, saturated:	$E = 11814$	$E = 537 \times (N_{60} + 15)$
Sand, fine, clayey (SC):	$E = 4296$	$E = 358 \times (N_{60} + 5)$

3. According to Bowles\*,

Sand, normally consolidated (2):	$E = (15000 - 22000) \ln(N)$
Sand, normally consolidated (3):	$E = (35000 - 50000) \log(N)$

4. According to Clayton\*\*\*:

$M_s = 3500 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  odabran modul stišljivosti pijeska

### SPT - $\phi$ , korelacije prema Muromachi et al BROMS, B.B. (1986)

**DEFINING THE INTERNAL FRICTION ANGLE ( $\phi'$ ) THROUGH THE STANDARD PENETRATION TEST (SPT) RESULTS.**

The calculation of the  $N_{60}$  parameter, as a function of the measured number of SPT blows (N) and the effective vertical stress at the depth at which the test was taken.

Enter "N" (number of SPT blows):  [-]

Enter the effective vertical stress at the depth of the test:  [kPa]

Calculated  $N_{60}$ :  [-]

$N_{60}$  formula:  
$$N_{60} = N \times \sqrt{\frac{96}{\sigma_v}}$$

The internal friction angle ( $\phi'$  [°]), in relation to soil type and degree of compaction.

1. According to Muromachi\*:

Sand, normally consolidated	$\phi' = 29$	$\phi' = 20^\circ + 3,5 \times \sqrt{N_{60}}$
-----------------------------	--------------	---

2. According to Lambe & Whitman\*\*:

SOIL TYPE AND COMPACTION	N	$\phi'$
Sand, very loose	< 4	< 28
Sand, loose	4 - 10	28 - 30
Sand	10 - 30	30 - 36
Sand, compacted	30 - 50	36 - 41
Sand, very compacted	> 50	> 41

3. According to Hatanaka & Uchida\*\*\*:

Sand (sandy soils in general)	$\phi' = 30$	$\phi' = 20^\circ + \sqrt{13,4 \times N_{60}}$
-------------------------------	--------------	--

$\phi = 29^\circ \rightarrow$  odabran kut unutarjeg trenja pijeska

## 2.sloj (OL/CL) - (CH)

### SPT - Ms, korelacije prema Bowles, J.E. (1988)

**DEFINING THE YOUNG'S MODULUS (E) THROUGH THE RESULTS OF THE STANDARD PENETRATION TEST (SPT).**

The calculation of the  $N_{60}$  parameter, as a function of the measured number of SPT blows (N) and the effective vertical stress at the depth at which the test was taken.

Enter "N" (number of SPT blows):  [-]

Enter the effective vertical stress at the depth of the test:  [kPa]

Calculated  $N_{60}$ :  [-]

$N_{60}$  formula:  
$$N_{60} = N \times \sqrt{\frac{96}{\sigma_p'}}$$

*Author's note: the calculation of Young's Modulus according to methods listed under 1. and 2. is extremely*

\*Bowles, J.E. (1988): *Foundation Analysis and Design*, 4th Edition  
\*\*Webb, D.L. (1974): *Penetrometer Testing in South Africa*. State of the Art Report. ESOPT 1. Stockholm  
\*\*\*Clayton, C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and Use", Construction Industry Research and Information Association Report 143. CIRIA

Young's Modulus (E [kPa]) values in relation to the soil type and the degree of consolidation.

1. According to Bowles\*:

Sand, normally consolidated (1):	$E = 10500$	$E = 500 \times (N_{cor} + 15)$
Sand, saturated:	$E = 5250$	$E = 250 \times (N_{cor} + 15)$
Sand, silty (SM):	$E = 3600$	$E = 300 \times (N_{cor} + 6)$
Sand, clayey (SC):	$E = 6300$	$E = 300 \times (N_{cor} + 15)$
Sand, gravelly:	$E = 7200$	If $N_{cor} > 15$ , $E = 600 \times (N_{cor} + 6)$ ; If $N_{cor} > 15$ , $E = 600 \times (N_{cor} + 6) + 2000$
Sand, overconsolidated:	$E = 22500$	$E = 18000 + 750 \times N_{cor}$

2. According to Webb\*\*:

Sand, fine, saturated:	$E = 11277$	$E = 537 \times (N_{cor} + 15)$
Sand, fine, clayey (SC):	$E = 3938$	$E = 358 \times (N_{cor} + 5)$

3. According to Bowles\*,

Sand, normally consolidated (2):	$E = (15000 - 22000) \ln(N)$
Sand, normally consolidated (3):	$E = (35000 - 50000) \log(N)$

4. According to Clayton\*\*\*:

$M_s = 3000 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  odabran modul stišljivosti organskog morskog mulja/terra rossa

### SPT - $\phi$ , korelacije prema Muromachi et al BROMS, B.B. (1986)

**DEFINING THE INTERNAL FRICTION ANGLE ( $\phi'$ ) THROUGH THE STANDARD PENETRATION TEST (SPT) RESULTS.**

The calculation of the  $N_{60}$  parameter, as a function of the measured number of SPT blows (N) and the effective vertical stress at the depth at which the test was taken.

Enter "N" (number of SPT blows):  [-]

Enter the effective vertical stress at the depth of the test:  [kPa]

Calculated  $N_{60}$ :  [-]

$N_{60}$  formula:  
$$N_{60} = N \times \sqrt{\frac{96}{\sigma_p'}}$$

The internal friction angle ( $\phi'$  [°]), in relation to soil type and degree of compaction.

1. According to Muromachi\*:

Sand, normally consolidated	$\phi' = 29$	$\phi' = 20^\circ + 3,5 \times \sqrt{N_{cor}}$
-----------------------------	--------------	--

2. According to Lambe & Whitman\*\*:

SOIL TYPE AND COMPACTION	N	$\phi'$
Sand, very loose	< 4	< 28
Sand, loose	4 - 10	28 - 30
Sand	10 - 30	30 - 36
Sand, compacted	30 - 50	36 - 41
Sand, very compacted	> 50	> 41

3. According to Hatanaka & Uchida\*\*\*:

Sand (sandy soils in general)	$\phi' = 30$	$\phi' = 20^\circ + \sqrt{15,4 \times N_{cor}}$
-------------------------------	--------------	---

$\phi = 29^\circ \rightarrow$  odabran kut unutarnjeg trenja organskog morskog mulja/terra rossa



### 3.sloj (Stijena vapnenca)

#### **Hoek-Brown klasifikacija.**

A) Sloj stijene vapnenca, vodozasićene

Hoek-Brown Classification

sigci	92	MPa
GSI	57	
mi	9	
D	0	
<input checked="" type="radio"/> Ei	14000	MPa
<input type="radio"/> MR		

Hoek-Brown Criterion

mb	1.938
s	0.0084
a	0.504

Failure Envelope Range

Application: General

sig3max	23.0000	MPa
---------	---------	-----

Mohr-Coulomb Fit

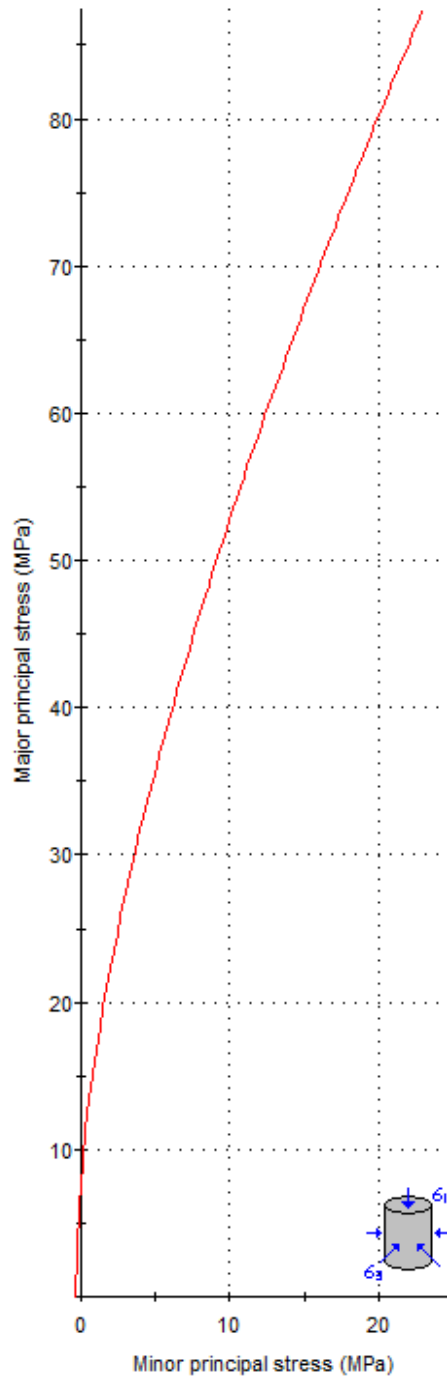
c	4.990	MPa
phi	31.66	deg

Rock Mass Parameters

sigt	-0.400	MPa
sigc	8.299	MPa
sigcm	17.879	MPa
Erm	6331.33	MPa

Copy Data

[www.rocscience.com](http://www.rocscience.com)



**Hoek-Brown Classification**

intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 92 MPa  
GSI = 57  $m_i$  = 9 Disturbance factor (D) = 0  
intact modulus ( $E_i$ ) = 14000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**

$m_b$  = 1.938  $s$  = 0.0084  $a$  = 0.504

**Mohr-Coulomb Fit**

cohesion = 4.990 MPa friction angle = 31.66 deg

**Rock Mass Parameters**

tensile strength = -0.400 MPa  
uniaxial compressive strength = 8.299 MPa  
global strength = 17.879 MPa  
deformation modulus = 6331.33 MPa

Na bazi korelacija s SPT-om te na bazi Hoek Brown-ovog kriterija čvrstoće za geostatičke proračune usvajaju se slijedeće mehaničke karakteristike temeljnog tla:

**SP/SM - pijesak:**

- |                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| - prirodnovlažna zapreminska težina | $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ |
| - kut unutarnjeg trenja             | $\phi = 26^\circ$              |
| - kohezija                          | $c = 0,0 \text{ kN/m}^2$       |
| - modul stišljivosti                | $M_s = 3500 \text{ kN/m}^2$    |

**OL/CL(CH) - organski morski mulj/terra rossa:**

- |                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| - prirodnovlažna zapreminska težina | $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ |
| - kut unutarnjeg trenja             | $\phi = 22^\circ$              |
| - kohezija                          | $c = 5,0 \text{ kN/m}^2$       |
| - modul stišljivosti                | $M_s = 3000 \text{ kN/m}^2$    |

**Stijena vapnenca (K1,5):**

- |                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| - prirodnovlažna zapreminska težina | $\gamma = 24,0 \text{ kN/m}^3$ |
| - kut unutarnjeg trenja             | $\phi = 31,7^\circ$            |
| - kohezija                          | $c = 250,0 \text{ kN/m}^2$     |
| - modul stišljivosti                | $M_s = 6331 \text{ MN/m}^2$    |

## Osvrt na laboratorijska ispitivanja uzoraka stijenske mase.

Izvedena su laboratorijska ispitivanja uzoraka stijenske mase i to ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće i modula elastičnosti po ASTM D7012-14 metoda D.

Jednoosne tlačne čvrstoće kretale su se od 44,0 MPa do 144,0 MPa, srednja vrijednost jednoosne tlačne čvrstoće iznosi  $g' = 92,0$  MPa.

Modul elastičnosti stijene kretao se od 14,0 GPa do 45,0 GPa, srednja vrijednost modula elastičnosti iznosi  $E_{av}' = 33,2$  GPa.

Ispitani uzorci vađeni su iz kompaktne stijene vapnenca ( $K_{1,5}$ ).

Odabrane karakteristične vrijednosti jednoosne tlačne čvrstoće za potrebe Hoek - Brown klasifikacije sloja stijene vapnenca ( $K_{1,5}$ ) u granicama su srednje vrijednosti jednoosne tlačne čvrstoće  $g' = 92,0$  MPa.

Dobivene vrijednosti modula stišljivosti stijenske mase sloja stijene vapnenca ( $K_{1,5}$ ) prema Hoek - Brown-ovoj klasifikaciji ispod su srednje vrijednosti modula elastičnosti  $E_{av}' = 33,2$  GPa. što se smatra na strani sigurnosti.

## 2.3. ANALIZE NOSIVOSTI

Analize nosivosti proračunati će se za:

1) Obalni AB zid dimenzija stope od cca. (3,0 x 10,0) m, dubine temeljenja od minimalno  $D_f = 1,0$  m.

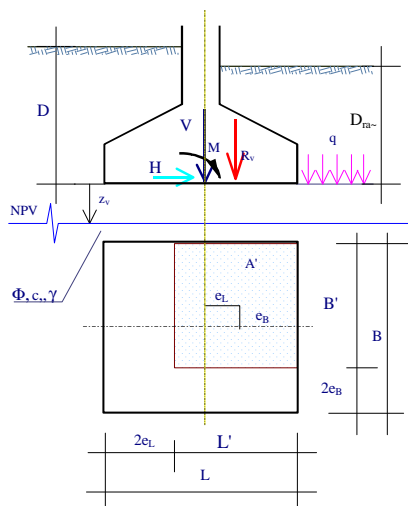
### 2.3.1. Opis proračuna

Proračun dopuštenog kontaktnog naprezanja po kriteriju sloma tla ispod plitko temeljenog krutog pravokutnog temelja je proveden u skladu s EC7 odnosno važećim propisima, tj. prema cjelovitom izrazu *Brinch-Hansena (1961.)*.

$$p_{k_{dop}} = q_{Rd} = 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} + (c_m + q \cdot \text{tg}\phi_m) \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + q \geq p_c = \frac{V}{A'}$$

$R_{VM} = \text{DINAMA SILA, PO IZNOSU JE JEDNAKA } V$

### 2.3.2. Pretpostavke i ograničenja



gdje su :

$L' \geq B'$

- $p_{kdop}$  - dopušteno opterećenje tla za osnovno+dopunsko opterećenje
- $p'_{kdop}$  - dopušteno opterećenje tla za osnovno opterećenje
- $p_c$  - komparativno naprezanje (ispod centrički opterećenog dijela temelja)
- $V$  - vertikalna komponenta opterećenja na koti temeljenja
- $B', L'$  - stranice centrički opterećenog dijela temelja
- $A'$  - površina centrički opterećenog dijela temelja
- $D_r$  - računaska dubina temeljenja
- $z_v$  - dubina podzemne vode od kote temeljenja
- $\Phi_m$  - mobilizirani kut unutrašnjeg trenja
- $c_m$  - mobilizirana kohezija
- $q$  - najmanje efektivno opterećenje u nivou temeljnog dna pokraj temelja
- $N_q, N_c, N_\gamma$  - faktori nosivosti
- $S_q, S_c, S_\gamma$  - faktori oblika
- $d_q, d_c, d_\gamma$  - faktori dubine
- $i_q, i_c, i_\gamma$  - faktori nagiba rezultante

- Analize nosivosti su provedene prema modelu tla opisanom u prethodnoj točki.
- Oblik temelja odabran je prema projektnim podacima opisanim u točki 2.1.
- Analize nosivosti izrađene su za stalno + korisno opterećenje  $p_{kdop}$  ( $q_{Rd}$ )
- U proračunu nosivosti po kriteriju sloma tla primjenjeni su slijedeći koeficijenti sigurnosti, a u skladu s EC7 normom:

$$F_\phi = 1,25 ; F_c = 1,25$$

### 2.3.3. Rezultati proračuna

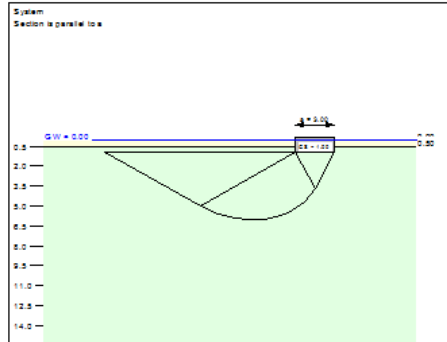
Proračun nosivosti provesti će se programom prema izrazu iz točke 2.3.1., te pretpostavkama i ograničenjima navedenim u točki 2.3.2.

1) Nosivost obalnog AB zida dimenzija stope od cca. (3,0 x 10,0) m, dubine temeljenja od minimalno  $D_f = 1,0$  m.

stalno + korisno

$$p_{kdop} = q_{Rd} = 1500 \text{ kN/m}^2$$

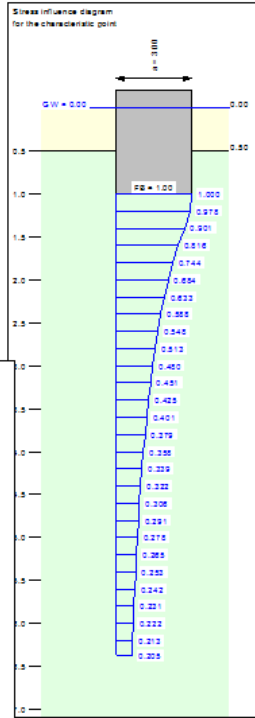
Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Designation
1	18.0	8.0	26.0	0.0	3.5	0.00	SP/S/M
2	24.0	14.0	31.7	250.0	6331.0	0.00	K 1,5



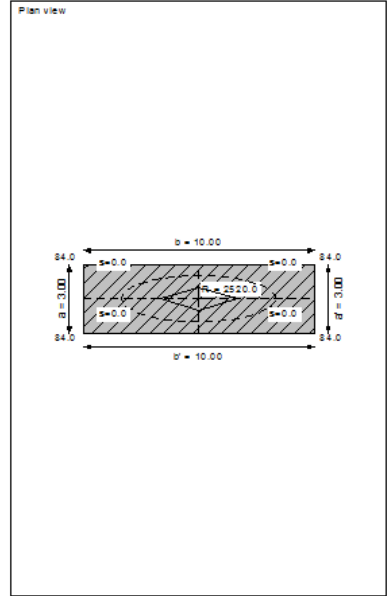
**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{Vd} = 252.00 / 0.00$  kN  
 Horizontal force  $F_{Hd} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{Vd} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Length  $a = 3.00$  m  
 Width  $b = 10.00$  m  
 Below permanent loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dim.  
 Length  $a' = 3.00$  m  
 Width  $b' = 10.00$  m  
 Below total loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dim.  
 Length  $a' = 3.00$  m  
 Width  $b' = 10.00$  m  
 Bearing capacity:  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Rd} = 1.40$   
 $\sigma_{Rk} / \sigma_{Rd} = 10870.4 / 7764.6$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 326112.9$  kN  
 $R_d = 232937.8$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 252.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 340.2$  kN  
 $\mu$  (parallel to  $a$ ) = 0.015

Soil parameters:  
 $\phi = 31.7^\circ$   
 $c = 250.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_s = 14.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{sk} = 11.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 Base of log. spiral = 6.05 m u. GOK  
 Length log. spiral = 20.84 m  
 Area of log. spiral = 55.09 m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. ( $\gamma$ ):  
 $N_s = 34.61$ ;  $N_q = 22.38$ ;  $N_c = 13.20$   
 Shape coeff. ( $\gamma$ ):  
 $\nu_x = 1.165$ ;  $\nu_y = 1.158$ ;  $\nu_z = 0.910$

Settlement from total loads:  
 Limiting depth  $t_s = 6.37$  m b. GL  
 Settlement (mean of all CPs) = 0.00 cm  
 Settlement of CPs:  
 Top left = 0.00 cm  
 Top right = 0.00 cm  
 Bottom left = 0.00 cm  
 Bottom right = 0.00 cm  
 Torsion ( $x$ ) (CP) = 0.0  
 Torsion ( $y$ ) (CP) = 0.0



Initial calculation data:  
 Bearing cap. equation after DIN 4017 (neu)  
 Partial safety factor concept  
 $\gamma (R) = 1.40$   
 $\gamma (S) = 1.35$   
 $\gamma (Q) = 1.50$   
 Footing base = 1.00 m  
 Groundwater = 0.00 m  
 Limiting depth with  $p = 20.0$  %



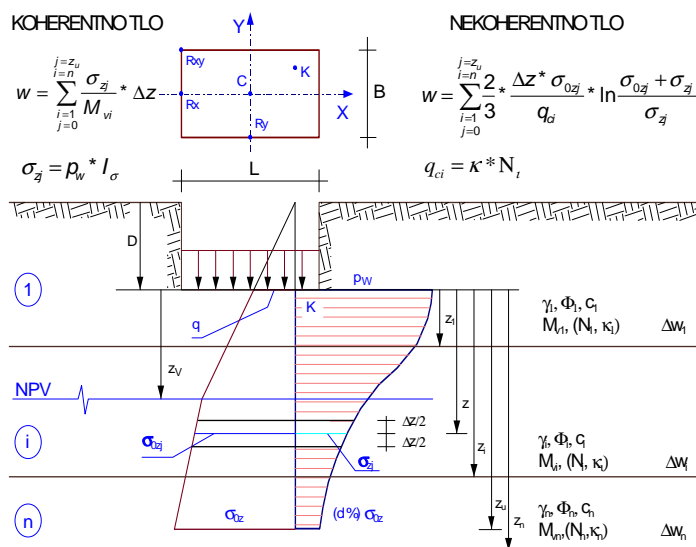


## 2.4. ANALIZE SLIJEGANJA

### 2.4.1. Opis proračuna

Analize slijeganja sprovodi će se za obalni AB zid dimenzija stope od cca. (3,0 x 10,0) m, dubine temeljenja od minimalno  $D_f = 1,0$  m.

Predmetna analiza slijeganja zasniva se na idealiziranom modelu tla kao elastičnom, homogenom i izotropnom poluprostoru. Proračun slijeganja za koherentno tlo se provodi za linearno deformabilan medij u skladu s Hookeovim zakonom.



gdje su :

- $p_w$  - dodatno kontaktno naprezanje na površini poluprostora uslijed opterećenja građevinom, kao uzrok slijeganja  $w$
- $I_\sigma$  - koeficijent raspodjele vertikalnog dodatnog naprezanja  $\sigma_{zi}$  u dubini poluprostora, uslijed dodatnog kontaktnog naprezanja  $p_w$ ,
- $\sigma_{zi}$  - dodatno naprezanje u dubini  $z$  poluprostora, uslijed kontaktnog opterećenja  $p_w$  na njegovoj površini
- $\sigma_{0zi}$  - geološko naprezanje u dubini poluprostora
- $M_{vi}$  - modul stišljivosti  $i$ -tog sloja
- $N_i$  - otpor prodiranju šiljka kod dinamičkog penetracionog pokusa ( SPP )
- $q_c$  - otpor prodiranju šiljka kod statičkog penetracionog pokusa
- $\kappa$  - koeficijent ovisan o vrsti tla
- $\Delta z$  - debljina lamele
- $z_u$  - uticajna dubina
- $w$  - slijeganje

Raspodjela naprezanja u dubini opisanog poluprostora opterećenog na površini koncentriranom silom je određena izrazom *Boussinesqa* (1885. god.).

Integracijom navedenog izraza po pravokutno opterećenoj površini (*Steinbrenner*) dobiven je izraz za distribuciju naprezanja ( $\sigma_{zi} = p_w * I_\sigma$ ) po vertikali u bilo kojoj točki ispod ili pokraj apsolutno savitljivog pravokutnog temelja opterećenog jednoliko raspodijeljenim opterećenjem  $p_w$ . Aproksimacijom površina proizvoljnih oblika i opterećenja nizom pravokutnih ploha s pripadnim jednolikim opterećenjima, moguće je primjenom navedenog izraza i superpozicije utjecaja svih opterećenih pravokutnih ploha izračunati slijeganje bilo koje točke ispod ili pokraj opterećenih ploha (temelja). Ukoliko kontaktno naprezanje  $p_k$  djeluje u nekoj dubini  $D$  tada se dodatno kontaktno naprezanje  $p_w$  (uslijed kojeg nastaje slijeganje  $w$ ) izračunava prema izrazu:

$$p_w = p_k - q , \quad (q = \gamma * D)$$

Slijeganje krutog temelja identično je slijeganju karakteristične točke "K" ( $x = 0,37 * L$  ;  $y = 0,37 * B$ ) apsolutno savitljivog temelja (*Grasshof, 1951. god.*), što omogućava primjenu naprijed navedenih izraza za sve temelje koji se mogu smatrati krutim.

## 2.4.2. Pretpostavke i ograničenja

- Analize slijeganja su provedene prema modelu tla opisanom u prethodnoj točki.
- Oblik temelja određen je prema projektnim podacima opisanim u točki 2.1.
- Proračun slijeganja proveden je programom Settle3D za očekivano maksimalno opterećenje.
- Geostatičkim analizama nije obuhvaćena interakcija građevina - tlo, pa rezultat predstavlja tek inicijalne vrijednosti računskih slijeganja.

## 2.4.3. Rezultati proračuna

1) Obalni AB zid dimenzija stope od cca. (3,0 x 10,0) m.

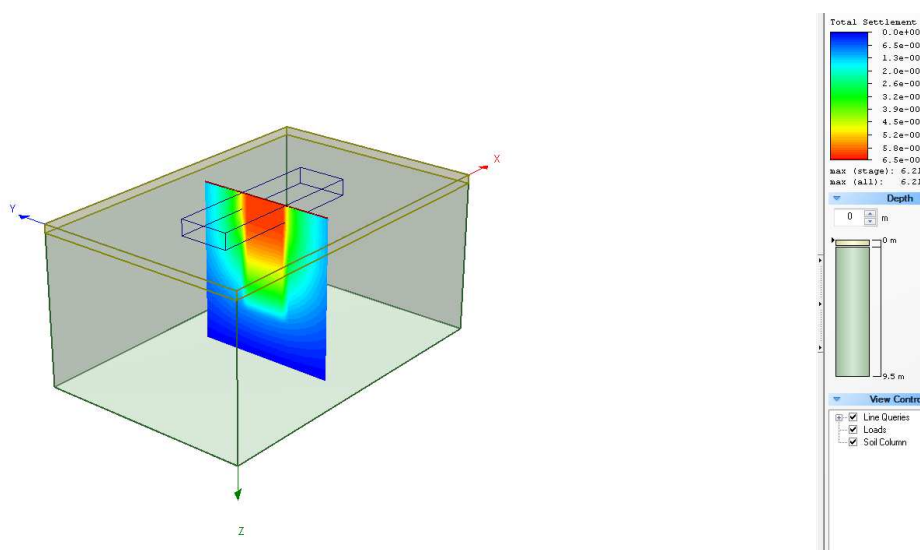
Za stvarno maksimalno kontaktno opterećenje od  $p_k = 135 \text{ kN/m}^2$  i rasterećenje od  $p_r = 0 \text{ kN/m}^2$  koje je dobiveno analizom dimenzija novoplaniranog objekta imamo:

- maksimalno slijeganje obalnog zida  $w_{k,max} = 0,5 \text{ cm}$

- minimalno slijeganje obalnog zida  $w_{k,min} = 0,0 \text{ cm}$

Diferencijalna slijeganja može se ocijeniti do veličine  $w_{dif} = 0,5 \text{ cm}$

Slijeganja će se realizirati tijekom gradnje kao posljedica zatvaranja pukotinskog sustava u srijeni vapnena.



3D model slijeganja konstrukcije

Tablica 1. Rezultata analize slijeganja tla sa koeficijentom reakcije tla (k).

TEMELJI B x L (m)	kontaktno opterećenje (kN/m <sup>2</sup> )	SLIJEGANJE max. w <sub>k</sub> (cm)	KOEF.REAKCIJE TLA k (kN/m <sup>3</sup> )
Obalni zid (3,0 x 10,0) m	135	0,5	27000

Projektant:



Živko MIHOVILOVIĆ, dipl.ing.grad.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Živko Mihovilović  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 4300



### 3. ZAKLJUČAK

Nakon provedbe terenskih radova i istraživanja te obrade dobivenih rezultata za predmetnu lokaciju može se reći da je temeljno tlo mahom predstavljeno površinskim slojem **pijeska (SP/SM), slabo zbijen, prahovit, sitnozrni, dobro graduiran, tamno sive boje**, zatim slijedi sloj **organskog morskog mulja (OL/CL), niske plastičnosti, glinovit i prahovit, lako gnječivog konzistentnog stanja, tamno sive boje**. U pojedinim bušotinama u nastavku **organskog mulja pojavljuje se glina visoke plastičnosti (CH), terra rossa**. Nakon navedenog, kao podina slijedi sloj **stijene vapnenca donje krede (K1,5), mikrokristalasta sa pukotinama ispunjenim kalcitom, trošna i raspucana do kompaktna, blijedo žute do bijele boje, RQD od 0% do 100%**.

Može se reći da je ispitano tlo do predmetne dubine sastavljeno od tri sloja tla.

Teren na predmetnoj lokaciji u blagom je padu.

Utvrđeno je da područje izgradnje buduće građevine spada u I. kategoriju prema stupnju stabilnosti terena.

**I. Stabilni tereni** su područja stabilna u prirodnim uvjetima i uvjetima gradnje građevine. Posebni geotehnički uvjeti nisu potrebni. U fazi projektiranja utvrđuju se uvjeti temeljenja građevine na temelju geotehničkih istražnih radova.

Tijekom provedbe terenskih istražnih radova registriran je nivo podzemne vode (NPV) na koti razine mora  $\pm 0,00$  m n.m..

Za provođenje geostatičkih **proračuna nosivosti i slijeganja**, na temelju rezultata istraživanja za pjeskovite, glinovite i stijenovite materijale usvojene su slijedeće vrijednosti parametara fizičko mehaničkih svojstava tla:

#### **SP/SM - pijesak:**

- prirodnovlažna zapreminska težina	$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$
- kut unutarnjeg trenja	$\phi = 26^\circ$
- kohezija	$c = 0,0 \text{ kN/m}^2$
- modul stišljivosti	$M_s = 3500 \text{ kN/m}^2$

#### **OL/CL(CH) - organski morski mulj/terra rossa:**

- prirodnovlažna zapreminska težina	$\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$
- kut unutarnjeg trenja	$\phi = 22^\circ$
- kohezija	$c = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- modul stišljivosti	$M_s = 3000 \text{ kN/m}^2$

### **Stijena vapnenca ( $K_{1,5}$ ):**

- prirodnovlažna zapreminska težina	$\gamma = 24,0 \text{ kN/m}^3$
- kut unutarnjeg trenja	$\phi = 31,7^\circ$
- kohezija	$c = 250,0 \text{ kN/m}^2$
- modul stišljivosti	$M_s = 6331 \text{ MN/m}^2$

### **Nosivost:**

1) Nosivost obalnog AB zida dimenzija stope od cca. (3,0 x 10,0) m, dubine temeljenja od minimalno  $D_f = 1,0 \text{ m}$ .

stalno + korisno

$$p_{kdop} = q_{Rd} = 1500 \text{ kN/m}^2$$

### **Slijeganje:**

1) Obalni AB zid dimenzija stope od cca. (3,0 x 10,0) m.

Za stvarno maksimalno kontaktno opterećenje od  $p_k = 135 \text{ kN/m}^2$  i rasterećenje od  $p_r = 0 \text{ kN/m}^2$  koje je dobiveno analizom dimenzija novoplaniranog objekta imamo:

- maksimalno slijeganje obalnog zida  $w_{k,max} = 0,5 \text{ cm}$

- minimalno slijeganje obalnog zida  $w_{k,min} = 0,0 \text{ cm}$

Diferencijalna slijeganja može se ocijeniti do veličine  $w_{dif} = 0,5 \text{ cm}$

Slijeganja će se realizirati tijekom gradnje kao posljedica zatvaranja pukotinskog sustava u srijeni vapnenca.

**Na osnovu rezultata geotehničkih istražnih radova i orijentacionih geostatičkih analiza provedenih za potrebe gradnje Pomorskog putničkog terminala, može se utvrditi da je temeljno tlo geotehnički podobno za temeljenje obalnih zidova i L pristaništa za brodove, odnosno temeljno tlo zadovoljava kriteriji nosivosti i kriteriji slijeganja.**

**AB obalne zidove temeljiti plitko isključivo u sloju stijene vapnenca, pri čemu stijensku podlogu potrebno je očistiti te gornji okršeni sloj stijene sa primjesama pijeska, morskog mulja i/ili gline odstraniti. U slučaju pojave kaverni i/ili škrapa iste je potrebno očistiti od eventualnih naslaga pijeska, morskog mulja ili gline te zapuniti betonom.**

**L pristanište temeljiti duboko na sustavu bušenih AB pilota, bušenje pilota izvesti će se sa plovnog objekta ili podizne platforme, bušenje kroz slojeve pijeska, morskog mulja i/ili gline te stijene vapnenca sa ulaskom u kompaktnu stijenu vapnenca. Duljine i promjeri pilota biti će definirani u idejnom i glavnom geotehničkom projektu temeljenja novoplanirane građevine, predlažu se promjeri AB pilota od Ø 1000 mm do Ø 1500 mm.**

***Potrebno je izraditi idejni i glavni geotehnički projekt temeljenja novoplanirane građevine.***

Provedeni istražni radovi i geostatičke analize odnose se samo na predmetnu lokaciju, u slučaju većih odstupanja potrebno je konzultirati izrađivača ovog elaborata.

Geomehanički profil tla dobiven je interpolacijom slojeva detektiranih u pojedinim bušotinama, stvarni raspored slojeva u zoni između bušotina može odstupati od prikazanog.

Projektant:

Živko MIHOVILOVIĆ, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Živko Mihovilović  
dipl. ing. građ.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 4300



## 4. PRILOZI

<u>Broj priloga</u>	<u>Naziv priloga</u>	<u>Oznaka priloga</u>
P - 1	Tlocrtna dispozicija istražnih bušotina	P1/G-405/19
P - 2	Geomehanički profil bušotine B-1	P2/G-405/19
P - 3	Geomehanički profil bušotine B-2	P3/G-405/19
P - 4	Geomehanički profil bušotine B-3	P4/G-405/19
P - 5	Geomehanički profil bušotine B-4	P5/G-405/19
P - 6	Geomehanički profil bušotine B-5	P6/G-405/19
P - 7	Geomehanički profil bušotine B-6	P7/G-405/19
P - 8	Geomehanički profil bušotine B-7	P8/G-405/19
P - 9	Geomehanički profil bušotine B-8	P9/G-405/19
P - 10	Geomehanički profil bušotine B-9	P10/G-405/19
P - 11	Geomehanički profil bušotine B-10	P11/G-405/19
P - 12	Geomehanički profil bušotine B-11	P12/G-405/19
P - 13	Geomehanički profil bušotine B-12	P13/G-405/19
P - 14	Geomehanički profil tla, presjek A-A	P14/G-405/19
P - 15	Geomehanički profil tla, presjek B-B	P15/G-405/19
P - 16	Laboratorijska ispitivanja	P16/G-405/19
P - 17	Fotodokumentacija jezgre	P17/G-405/19

**LABORATORIJSKA ISPITIVANJA**  
P16/G-405/19

**FOTODOKUMENTACIJA JEZGRE**  
P17/G-405/19



B-1



B-2



B-3





B-4



B-5



B-6





B-7



B-8



B-9





B-10



B-11



B-12