Dogradnja i uređenje luke otvorene za javni promet Srebreno - analiza nosivosti pilota

Zekan, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:654811

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-26**

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

Ante Zekan

Split, 2023.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE GEODEZIJE

Dogradnja i uređenje luke otvorene za javni promet Srebreno - analiza nosivosti pilota

Završni rad

Split, 2023.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ GRAĐEVINARSTVO**

KANDIDAT: ANTE ZEKAN

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083223761

KATEDRA: **Katedra za geotehniku**

PREDMET: Mehanika tla i temeljenje

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Dogradnja i uređenje luke otvorene za javni promet Srebreno – analiza nosivosti pilota

Opis zadatka: Zadani su podaci iz dvaju geotehničkih elaborata (prvi 2019. godine i dodatni 2023. godine) za predmetnu lokaciju u mjestu Srebreno, Župa Dubrovačka u svrhu dogradnje i uređenja luke otvorene za javni promet Srebreno. Na temelju poznatih podataka o svojstvima tla (položaj istražnih bušotina, inženjerskogeološki profili, sondažni profili, profili seizmičke refrakcije, rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja), potrebno je odrediti nosivost pojedinačnih uzdužno opterećenih pilota prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA) i priznatoj literaturi. Za proračun pretpostaviti zabijene čelične pilote (šuplji kružni presjek, bez naknadne ispune betonom) izvedene do dubine od najmanje 5 m te do matične stijene. Razmotriti barem dva najnepovoljnija modela tla prema izvedenim bušotinama i profilima seizmičke refrakcije na pozicijama projektom predviđenih gatova luke.

U Splitu, 20. ožujka 2023. godine

Voditelj Završnog rada:

Izv. prof. dr. sc. Nataša Štambuk Cvitanović

Analiza nosivosti pilota za dogradnju i uređenje luke otvorene za javni promet na lokaciji Srebreno, Župa Dubrovačka

Sažetak:

Za potrebe dogradnje i uređenja luke na lokaciji Srebreno, Župa Dubrovačka potrebno je odrediti nosivost uzdužno opterećenih pilota. Pretpostavljeni su zabijeni čelični piloti šupljeg poprečnog presjeka bez naknadne ispune betonom. Analiza je provedena za dva najkritičnija modela tla sa najvećim udjelom slabo nosivog sloja prema Eurokodu 7.

Ključne riječi:

Piloti, nosivost, čelični piloti šupljeg poprečnog presjeka

Bearing capacity analysis of piles for the expansion and improvement of the public transportation port at the location Srebreno, Župa Dubrovačka

Abstract:

For the purpose of expanding and improving the port at the location of Srebreno, Župa Dubrovačka, it is necessary to determine the load-bearing capacity of longitudinally loaded piles. Steel piles with a hollow cross-section without subsequent concrete filling are assumed. The analysis was conducted for two most critical soil models with the highest proportion of poorly supporting layer according to Eurocode 7.

Keywords:

Piles, bearing capacity, steel piles with a hollow cross-section

SADRŽAJ:

1. TEHNIČKI OPIS 7
1.1. UVOD 7
1.2. OSVRT NA GEOTEHNIČKE ISTRAŽNE RADOVE I DODATNE GEOTEHNIČKE ISTRAŽNE RADOVE 7
1.3. GEOTEHNIČKI RADOVI 8
1.4. DODATNI GEOTEHNIČKI RADOVI (GEOFIZIČKA ISPITIVANJA) 8
1.5. GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TEMELJNOG TLA 8
1.6. TUMAČENJE REZULTATA DODATNIH ISTRAŽNIH RADOVA 13
2. REFERENTNI MODELI TLA 15
3. PRORAČUN NA MJESTU MJERODAVNE BUŠOTINE B-1 15
3.1. SLOJEVI TLA 15
3.2. KORIGIRANJE PARAMETARA 17
3.3. NOSIVOST TLA PREMA EC7 22
3.4. KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (ORR & FARRELL) 23
3.5. PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI 24
3.6. EFEKTIVNI (σ´) I PORNI PRITISAK (u) PO GRANICAMA SLOJEVA 25
3.7. GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI PILOTA 27
3.8. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA BAZI PILOTA 29
3.9. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA PLAŠTU PILOTA 31
3.10. REDUKCIJA NOSIVOSTI U ODNOSU NA PUNI VRH 35
3.11. PREGLED DOBIVENIH NOSIVOSTI PILOTA ZA PROFIL TLA B-1 36
4. PRORAČUN NA MJESTU MJERODAVNOG PROFILA M-1 37
4.1. SLOJEVI TLA 37
4.2. KORIGIRANJE PARAMETARA 39
4.3. NOSIVOST TLA PREMA EC7 41
4.4. KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (ORR & FARRELL) 41
4.5. PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI 42
4.6. EFEKTIVNI (σ´) I PORNI PRITISAK (u) PO GRANICAMA SLOJEVA 43
4.7. GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI PILOTA 44
4.8. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA BAZI PILOTA 44
4.8. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA PLAŠTU PILOTA 46
4.9. PREGLED DOBIVENIH NOSIVOSTI PILOTA ZA PROFIL M-1 47
5. ZAKLJUČAK 48
6. LITERATURA 49
7. PRILOZI 50
7.1. SITUACIJA 51

7.2. INŽENJERSKO GEOLOŠKI I GEOFIZIČKI PROFILI 54
7.3. PROFILI BUŠOTINA 58
7.4. REZULTATI LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA 68

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. UVOD

Zadani su podaci iz elaborata geotehnike i geofizike o svojstvima terena lokacije Srebreno, Župa Dubrovačka za potrebe dogradnje i uređenja luke otvorene za javni promet. Na temelju poznatih podataka o svojstvima tla (položaj istražnih bušotina, inženjersko geološki profili, sondažni profili, rezultati terenskih ispitivanja….), potrebno je odrediti nosivost pojedinačnih uzdužno opterećenih pilota prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2016) i priznatoj literaturi u tlu zadanih karakteristika. Za proračun pretpostaviti zabijene čelične pilote (šuplji kružni presjek, bez naknade ispune betonom) izvedene do dubine od najmanje 5 m te do matične stijene.

Idejnim građevinskim projektom obalnih građevina luke otvorene za javni promet Srebreno predviđena je realizacija zahvata u dvije faze.

U 1.fazi zahvata predviđena je realizacija slijedećeg:

1. Produženje lukobrana luke (55,0 m)
2. Izrada pristupnih utvrdica za pontone
3. Postavljanje pontonskih priveza

U 2.fazi zahvata predviđena je realizacija slijedećeg:

1. Dodatno produženje lukobrana luke (75,0 m)
2. Izgradnja gata 1
3. Izgradnja gata 2

1.2. OSVRT NA GEOTEHNIČKE ISTRAŽNE RADOVE I DODATNE GEOTEHNIČKE ISTRAŽNE RADOVE

U svrhu izgradnje dogradnje i uređenja luke otvorene za javni promet u mjestu Srebreno u općini Župa Dubrovačka provedeni su geotehnički istražni radovi u mjesecu lipnju 2019. godine, te dodatni geotehnički istražni radovi u siječnju 2023. godine.

Istražni radovi su izvedeni radi utvrđivanja stanja temeljnog tla, inženjersko-geoloških profila predmetne lokacije te geotehničkih karakteristika temeljnog tla u pogledu temeljenja budućih pomorskih građevina.

Cilj istražnih radova je bio prikupljanje općih i mehaničkih podataka o temeljnom tlu kako bi se definiralo temeljenje budućih pomorskih građevina, nosivost, slijeganje temeljnog tla te stabilnost privremenih pokosa građevinske jame u fazi izvođenja radova.

1.3. GEOTEHNIČKI RADOVI

Program istražnih radova se sastojao od terenskih i laboratorijskih istraživanja. Terenska istraživanja su obuhvaćala sondažno bušenje dvostrukom sržnom cijevi završnog profila od 101 mm uz kontinuirano jezgrovanje, uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka za laboratorijska ispitivanja te izvođenje standardnog penetracijskog pokusa (SPT) po potrebi.

Pozicije istražnih bušotina su prikazane na situacijskom prikazu geotehničkih istražnih radova u prilozima. Istražno bušenje na predmetnoj lokaciji se sastojalo od izvođenja četiri (4) istražne bušotine ukupne duljine 58,00 m, uzimanja poremećenih i neporemećenih uzoraka, praćenja razine i boje isplake te pregleda i klasifikacije izvedene jezgre. Dvije bušotine su izvedene sa kopna, dok su dvije izvedene sa morske površine korištenjem specijalnog broda sa stopama i sidrima kako bi se osigurala stabilnost bušaće garniture za vrijeme bušenja. Tijekom izvođenja radova istražnog bušenja vođen je dnevnik bušenja od strane voditelja bušenja.

1.4. DODATNI GEOTEHNIČKI RADOVI (GEOFIZIČKA ISPITIVANJA)

Program istražnih radova se sastojao od terenskih istraživanja koja su obuhvaćala geofizička ispitivanja seizmičkom refrakcijom koja je obavila tvrtka MOHO d.o.o. usko specijalizirana za predmetne istražne radove. Pozicije geofizičkih profila su prikazane na situacijskom prikazu geotehničkih istražnih radova.
Geofizička ispitivanja su se sastojala od izvođenja tri (3) profila seizmičke refrakcije ukupne duljine 275,00 m.

1.5. GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TEMELJNOG TLA

Geotehničkim pregledom lokacije i temeljem provedenih istraživačkih radova, na predmetnoj lokaciji je utvrđeno pet geotehničkih sredina karakterističnih geomehaničkih značajki. Predmetna lokacija je s obzirom na geološke uvjete podijeljena na dvije zone, južni priobalni dio i sjeverni morski dio. Pregled zastupljenih geotehničkih sredina dan je u nastavku:

MARINSKI SEDIMENTI (ML/GFs) – GEOTEHNIČKA SREDINA 1 (GS 1)

Površinski nasipani materijal je granulometrijski izgrađen od praha sa pijeskom i glinom kvartarne starosti oznake ML na većem morskom dijelu ili GFs u manjem priobalnom dijelu. Sloj je tamnosive do modre boje, u površinskom dijelu ispunjen korijenjem algi te školjkama, vrlo lako do lako gnječive konzistencije prema SPT-u (u bušotini B-2a pribor za SPT propao do dubine od 7 m), prema dubljim slojevima veći udio gline te je sloj bolje konzistencije (srednje teško gnječive). Debljina navedenog sloja je od 12,70 do 13,20 m ovisno o pojedinoj bušotini.

Točan prijelaz iz marinskih sedimenata u lapor ili glinu je teško definirati zbog tehnologije bušenja pod morem. Za definiranje granice dvaju geotehničkih sredina su uzete vrijednosti SPT-a (bušotina B-1) ili promjene opreme za bušenje (bušotina B-2a). Pored navedenog sloja klasificiranog kao ML u marinske sedimente spada i sloj pijeska sa prahom i kršjem oznake GFs (u bušotini B-3). Navedeni sloj je debljine 0,20 m. Prema provedenim terenskim i laboratorijskimistražnim radovima mogu se definirati sljedeći parametri geotehničke sredine 1 (GS 1):

u gornjem dijelu intervala (oko 3-4 m)

- KOHEZIJA: c = 12,08 kPa;

- KUT UNUTARNJEG TRENJA φ = 31,8°

- ZAPREMINSKA TEŽINA γ = 18,90 kN/m^3

- EDOMETARSKI MODUL E_{oed}= 2,86 MPa (za naprezanje 50-100 kPa)

- BROJ UDARACA SPT-a: N=5

u donjem dijelu intervala (oko 7-9 m)

- KOHEZIJA: c= 12,69 kPa;

- KUT UNUTARNJEG TRENJA φ = 28,8°

- ZAPREMINSKA TEŽINA γ = 19,50 kN/m^3

- EDOMETARSKI MODUL E_{oed}= 3,90 Mpa (za naprezanje 100-200 kPa)

- BROJ UDARACA SPT-a: N=13

NASIP (GW) – GEOTEHNIČKA SREDINA 2 (GS 2)

Nasuti materijal, deponiran djelovanjima morskih valova i struja te ljudskim djelovanjem prilikom izgradnje i sanacije postojeće rive. Granulometrijski, riječ je o šljunku i pijesku sa kršjem, dobro graduiranom, poluuglatog do zaobljenog zrna, oznake GW. U sloju ispod betonskog bloka pronađeni su i uklopci kupa i cigle što ukazuje na ljudsko djelovanje. Sloj je detektiran samo u bušotini B-2b izvedenoj uz postojeću rivu, a ukupna debljina sloja je 4,70 m. Unutar navedenog sloja je detektiran i nearmirani beton debljine 0,60 m (-0,70 do -1,30 m) koji je vjerojatno izveden prilikom sanacije postojeće rive koja se izvodila prije desetak godina. U navedenom sloju SPT nije izveden zbog većih komada kršja i šljunka. Prema provedenim terenskim istražnim radovima te iskustveno mogu se definirati sljedeći parametri geotehničke sredine 2 (GS 2):

- KOHEZIJA: c = 0 kPa;
- KUT UNUTARNJEG TRENJA φ = 30°- 35°
- ZAPREMINSKA TEŽINA γ = 20-22 kN/m3

VISOKOPLASTIČNA GLINA (CH) – GEOTEHNIČKA SREDINA 3 (GS 3)

Sloj detektiran u bušotini B-1 je granulometrijski izgrađen od gline sa prahom oznake CH, produkt trošenja lapora u podlozi. Sloj je sive boje, valja se što ukazuje na plastičnost te je teško do vrlo teškognječive konzistencije (N_{SPT}=30). Točnu granicu između slojeva je teško definirati (preko rezultata SPT-a i promjene krune za bušenje. Debljina sloja je cca. 1,05 m (od -13,20 do - 14,25 m). Prema provedenim terenskim istražnim radovima te iskustveno mogu se definirati sljedeći parametri geotehničke sredine 3 (GS 3):

- KOHEZIJA: c = 20-25 kPa;
- KUT UNUTARNJEG TRENJA φ = 15°-20°
- ZAPREMINSKA TEŽINA γ = 18-20 kN/m^3

SILTIT/LAPOR RAZLIČITE TROŠNOSTI (L) – GEOTEHNIČKA SREDINA 4 (GS 4)

Navedeni sloj predstavlja matičnu podlogu u sjevernom morskom dijelu zone istraživanja te je detektiran u bušotini B-1 i B-2a. S obzirom na uvjete bušenja na moru te korištenje vode pri bušenju u pojedinim zonama je jezgra znatno lošije kvalitete nego je to stanje in-situ (posebno u bušotini B-2a). Površinsku zonu trošenja izgrađuju jače okršeni fliš, sivo zelene do modro zelene boje sa uklopcima pješčenjaka u strukturi. Pojava sloja je na dubini od 12,70 m u bušotini B-2a te 14,25 m u bušotini B-1. Zone trošnosti su izražene s obzirom na bušenje pod morem. U obje izvedene bušotine detektirani su proslojci pješčenjaka koji je posebno izražen u bušotini B-1 (od -18,70 do -20,30 m). Na uzetim uzorcima su ispitane jednoosne tlačne čvrstoće tla te PLT. Prema provedenim terenskim i laboratorijskim istražnim radovima mogu se definirati sljedeći parametri geotehničke sredine 4 (GS 4):

u gornjem dijelu intervala i na granici pokrivača i matične stijene (do oko 15 m)

- KOHEZIJA: c = 22,34 kPa;

- KUT UNUTARNJEG TRENJA φ = 16,17°

- JEDNOOSNA TLAČNA ČVRSTOĆA q_u = 515 kPa

- ZAPREMINSKA TEŽINA γ = 19-21 kN/m^3

u donjem dijelu intervala

- PLT INDEKS: $I_{s(50)}$ = 0,61 MPa;

- JEDNOOSNA TLAČNA ČVRSTOĆA (procjena iz PLT-a): UCS = 12,2MPa

VAPNENAC (V) – GEOTEHNIČKA SREDINA 5 (GS 5)

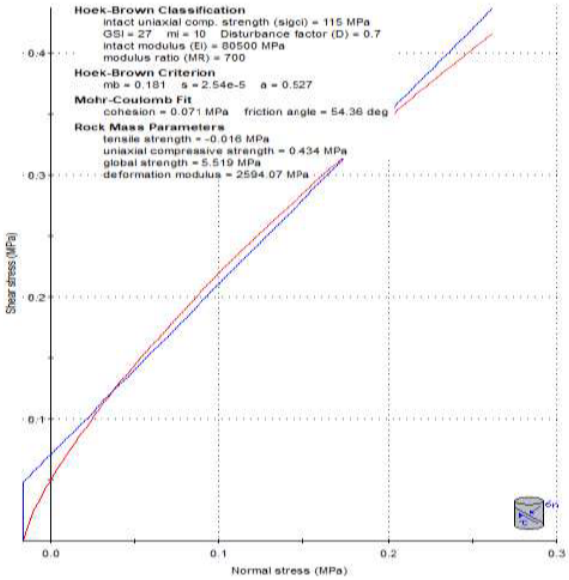
Površinski jače okršena do okršena matična vapnenačka stijenska masa, sive do svijetlo sive boje, bez ispune, te sa kalcitnom i prahovitom ispunom u strukturi stijene prisutni numuliti. U površinskom trošnom dijelu vidljive manje i veće šupljine u stijenskoj masi nastale vjerojatno djelovanjem morskih organizama (školjke). U bušotini B-2b izvedenoj uz postojeću rivu je detektirana manja kaverna bez ispune na dubini 4,83-5,25 m (pribor propao bez bušenja). Orijentacija pukotina nije mjerena. Vrijednosti RQD-a variraju, te se razlikuju one na izvedenoj bušotini B-2b (RQD=10-37%) i B-3 (RQD=56-82%). Na trošnost značajniji utjecaj ima slojevitost koja je povezana sa detektiranim setom diskontinuiteta. Vrijednosti jednoosne

tlačne čvrstoće intaktnih uzoraka se kreću od 46 MPa (izmjereno) do 116 MPa (procjena preko rezultata PLT-a).

Na osnovu Hoek-Brown klasifikacije dobiven je dijagram nelinearnog odnosa normalnog i posmičnog naprezanja prema Hoek-Brownovom kriteriju čvrstoće. Promatrana je zona manje okršene i okršene vapnenačke stijenske mase sa pripadajućim parametrima. Ulazni parametri su dobiveni iz laboratorijskih i terenskih ispitivanja. Prilikom projektiranja i izvođenja, rezultate Hoek-Brown klasifikacije treba uzeti s rezervom.

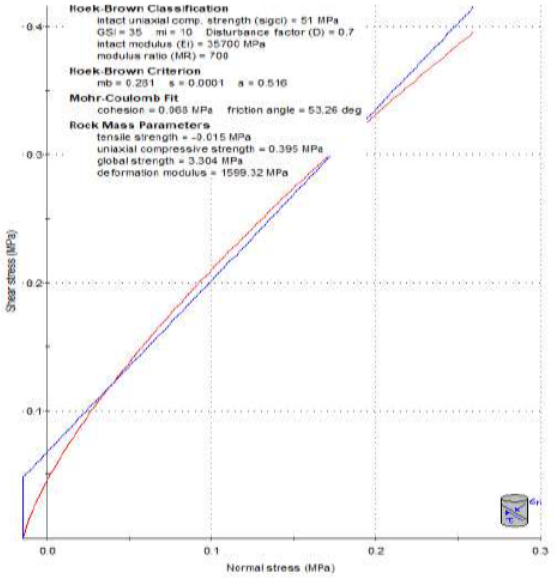
JAČE OKRŠENI VAPNENAC (BUŠOTINA B-2b)

Hoek Brown Classification	
σ_{ci}	115 MPa
GSI	27
m_i	10
D	0.7
E_i	80500 MPa
Hoek Brown Criterion	
m_b	0.181
s	0.0000254
a	0.527
Failure Envelope Range	
Application	Custom
σ_{3max}	0.100 MPa
Mohr-Coulomb Fit	
c	0.071 MPa
φ	54.36°
Rock Mass Parameters	
σ_t	-0.016 MPa
σ_c	0.434 MPa
σ_{cm}	5.519 MPa
E_{rm}	2594.07 MPa



OKRŠENI VAPNENAC (BUŠOTINA B-3)

Hoek Brown Classification	
σ_{ci}	51 MPa
GSI	35
m_i	10
D	0.7
E_i	80500 MPa
Hoek Brown Criterion	
m_b	0.281
s	0.0001
a	0.516
Failure Envelope Range	
Application	Custom
σ_{3max}	0.100 MPa
Mohr-Coulomb Fit	
c	0.068 MPa
φ	53.26°
Rock Mass Parameters	
σ_t	-0.015 MPa
σ_c	0.395 MPa
σ_{cm}	3.304 MPa
E_{rm}	1599.32 MPa



Slika 1. Hook Brown klasifikacija

1.6. TUMAČENJE REZULTATA DODATNIH ISTRAŽNIH RADOVA

Rezultate obrade refrakcijskih mjerenja prema kriteriju promjene brzine karakterizira podjela na dvije geofizičke (refrakcijske) sredine, pokrivač i refraktor (stjenska podloga). Usporedbom s rezultatima istražnog bušenja izvedenog na lokaciji luke (Geotehnički elaborat - GRAF d.o.o., 2019. godine) sugerirana je slijedeća klasifikacija materijala:

• brzine do 2500 m/s odnosile bi se na rastresite marinske sedimente i stijensko kršje

• brzinama od 2500 do 4000 m/s bila bi obuhvaćena visoko do srednje trošna stijena vapnenca i/ili srednje do slabije rastrošena stijena lapora

• brzine iznad 4000 m/s odgovarale bi slabije trošnoj do kompaktnoj stijeni vapnenca.

Prikazana klasifikacija odražava uobičajeni problem preklopa brzina prilikom litološkog razlučivanja naslaga metodom refrakcijske seizmike. Naime, srednje trošnoj do kompaktnoj stijeni lapora odgovara isti raspon brzina kao i visoko trošnoj vapnenačkoj stijeni. Indirektnom analizom brzina pretpostavljamo njihov međusobni odnos. U slučaju lapora prevladava značajnija debljina naslaga brzine P vala između 2500 i 3500 m/s, dok u slučaju karbonatne stijene taj raspon brzina zauzima površinsko područje stijene iznad zone viših iznosa brzina, redovito nepravilnog oblika i relativno male debljine. Od početka profila RF-1 do približno 100. metra očekujemo karbonatnu stijenu u podlozi marinskih sedimenata sa prijelaznom trošnom zonom karbonatne stijene male debljine. Od 100. metra profila RF-1 prema njegovom kraju područje visokih brzina strmo ponire, a značajnije se povećava i debljina marinskih sedimenata, pa u tom području očekujemo lapor u njihovoj podlozi. Profil RF-2 karakterizira strmo poniranje stijenske podloge u samom početku (prvih 10 metara), te dominantno horizontalan i jednolik raspored naslaga u preostalom području.

Profil RF-3 karakterizira plitko horizontalno pružanje stijenske podloge, duž prve polovice profila, te naglo izrazito produbljenje pokrivača duž druge polovice profila. Pojava je slična formi registriranoj na početku profila RF-1, produbljenje je izraženije, ali nije registrirano smanjenje brzine u refraktoru koje bi upućivalo na trošnu zonu unutar stijenske podloge. Općenito brzine registrirane unutar područja pokrivača (pretežno do 1650 m/s) upućuju na njegove slabe geotehničke karakteristike. U zoni karbonatne stijenske podloge prevladavajuća brzina u refraktoru premašuje 4500 m/s, što bi u slučaju podmorskih mjerenja odgovaralo slabije rastrošenoj do kompaktnoj stijenskoj masi. Izuzetak je spomenuta zona na profilu RF-1, gdje brzina iznosi oko 3500 m/s. Zbog velike debljine pokrivača i strmog poniranja karbonatne stijene relevantna procjena brzine za lapor nije moguća na osnovu izvedenih

mjerenja. Na profilu je prikazan procijenjen iznos 2700 m/s, koji je karakterističan za podmorske naslage lapora. Da bi se odredila brzina stijene lapora u tom dijelu podmorja bilo bi potrebno izvesti profil okomit na smjer poniranja karbonatne stijene. Na samom kraju profila RF-1 prikazana je pozicija bušotine s približnom dubinom nabušenog pokrivača (15 metara), koja se podudara s pružanjem izolinje brzine 2500 m/s

2. REFERENTNI MODELI TLA

Na području lukobrana imamo 3 mjerodavne bušotine po dužini lukobrana (B-1, B-2A, B-2B). Zbog naknadnog dodavanja gatova u projekt izrađeni su geofizički radovi s kojima su se dobili profili seizmičke refrakcije iz kojih smo uzeli još jedan referentni model tla na najkritičnijem području gata (M-1).

Iz toga će se uzeti da su referentni modeli tla B-1 i M-1 (prilog 7.1 situacija) tj. oni s najviše slabo nosivog materijala.

3. PRORAČUN NA MJESTU MJERODAVNE BUŠOTINE B-1

3.1. SLOJEVI TLA

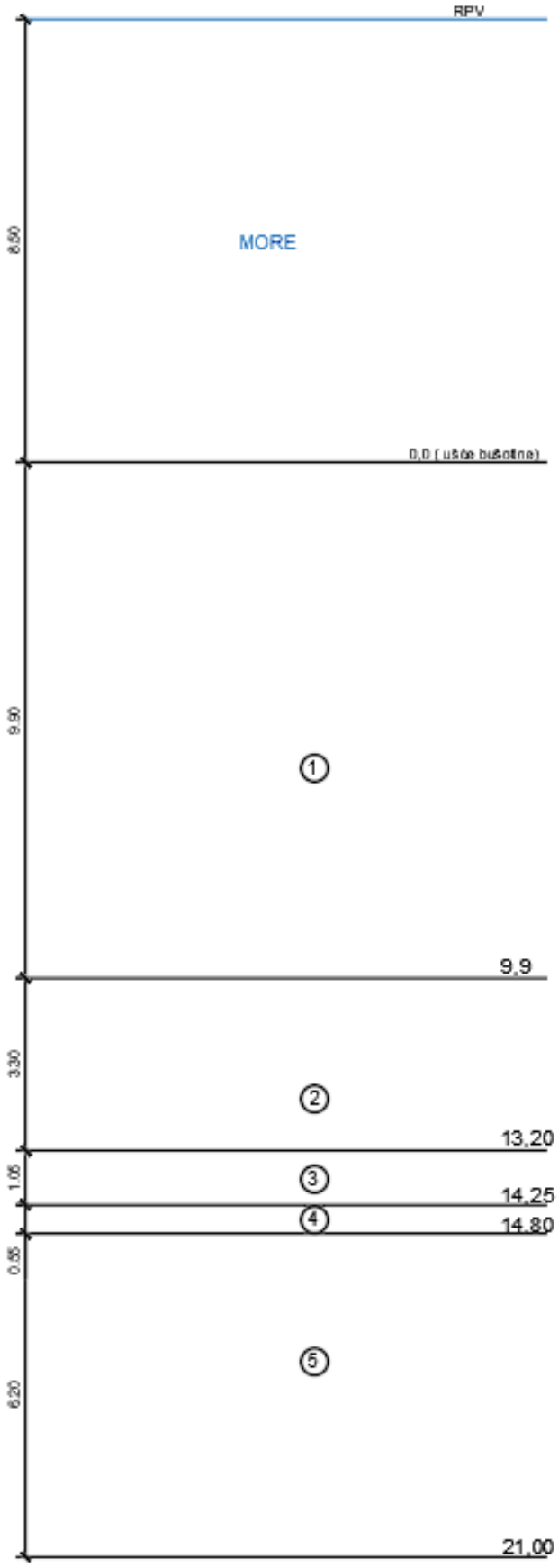
Tlo se sastoji od 5 slojeva

1. Marinski sedimenti, niskoplastični prah sa pijeskom i glinom, vrlo lako do lako gnječive konzistencije.
2. Marinski sedimenti, niskoplastični prah sa pijeskom/šljunkom i glinom, max zrno 3cm, zaobljeni šljunak
3. Visokoplastična glina, teško do vrlo teško gnječive konzistencije, masna glina sive boje, valja se, produkt trošenja lapora
4. Površinski trošni lapor (siltit), laporovita glina
5. Lapor (siltit)

Kota ušća bušotine je na -8.30 m.n.m. a ukupna dubina bušotine je L = 21m.

Model tla je prikazan grafički slikom 2.

B-1



Slika 2. Model tla bušotine B-1

3.2. KORIGIRANJE PARAMETARA

Zbog različitih gubitaka energije prilikom izvođenja testa izmjereni broj udaraca (N) se korigira na kvocijent energije ER=0.6, na normalizirani broj udaraca $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60} = (ERr/60) \cdot C_B \cdot C_S \cdot \lambda \cdot C_N \cdot N = C_N \cdot N_{60}$ gdje su:

ERr – koeficijent energije korištene opreme

λ - korekcijski faktor zbog gubitka energije radi dužine potisne šipke u pijesku (iznosi 1,0 za šipke dulje od 10 m; opća oznaka C_R)

C_B – korekcija na standardni promjer bušotine (CB = 1 za promjer bušotine od 65 do 115 mm)

C_S – korekcija detalja uzorkivača (CS = 1 za uzorkivač s košuljicom; CS = 1.2 za uzorkivač bez košuljice)

C_N – korekcijski faktor zbog efektivnog pritiska nadsloja (σ'v)na mjestu ispitivanja

N_{60} – standardni broj udaraca

Od značaja su i sljedeći parametri te korelacije sa rezultatom SPT-a:

c_u-nedrenirana posmična čvrstoća

c_u=4,5 N60 (kPa), a također vrijedi i

c_u=10,5 N60 (kPa) ovisno o vrsti tla – korelacije za sitnozrna tla

$\boldsymbol{\varphi}$-kut unutarnjeg trenja

$\boldsymbol{\varphi} = 15° + \sqrt{24(\boldsymbol{N_1})_{60}}$ – korelacija za krupnozrna tla

Zbog nedostatka podataka u geotehničkom elaboratu, jedinična težina tla je procijenjena prema tipičnim vrijednostima.

Vrijedi i korelacija između SPT broja udaraca i c_u:

$\frac{c_u}{p_a} = f_1 \cdot (N_1)_{60}$ gdje je -p_a- atmosferski tlak (100 kPa)

l_p	f_1
10	0.080
20	0.075
>30	0.045

te veza s indeksom gustoće:

	Very loose	Loose	Medium	Dense	Very dense
$(N_1)_{60}$	0 – 3	3 – 8	8 – 25	25 – 42	42 – 58
I_D	0 % – 15 %	15 % – 35 %	35 % – 65 %	65 % – 85 %	85 % – 100 %

Slika 3. Korelacija između normaliziranog broja udaraca ($N_1)_{60}$ i indeksa gustoće I_D

<u>Sloj 1 (D=0-9,9m)</u>

Marinski sediment - niskoplastični prah sa pijeskom i glinom

Debljina sloja: 9,9 m

Broj udaraca SPT testa: N_{SPT} = 5-13

Jedinična težina tla: 18.9 kN/m^3

Vertikalno efektivno naprezanje:

-za dubinu SPT-a (4,30 m)

$\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 4{,}30 \cdot 8{,}9 = 38{,}27$ kPa

-za dubinu cijelog sloja

$\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 9{,}9 \cdot 8{,}9 = 88{,}11$ kPa

Korekcijski factor C_N:

-za N=5

$C_N = \frac{2}{1+\sigma'} = \frac{2}{1+38{,}27\cdot 10^{-2}}$ =1,45 kPa

-za N=13

$C_N = \frac{2}{1+\sigma'} = \frac{2}{1+88{,}11\cdot 10^{-2}}$ =1,06 kPa

Korigirani broj udaraca SPT testa:

-za N=5

N_{60}= (ER/60)·C_B·C_S·C_R· N = 1·1·1·1·5 = 5

$(N_1)_{60}$= (ER/60)·C_B·C_S·C_N·λ·N = 1·1·1·1,45·1·5 = 7,25 ≈ 7

-za N=13

N_{60}= (ER/60)·C_B·C_S·C_R· N = 1·1·1·1·13 = 13

$(N_1)_{60}$= (ER/60)·C_B·C_S·C_N·λ·N = 1·1·1·1,06·1·13 = 13

Kut unutarnjeg trenja materijala:

$\varphi = 31{,}80^{\circ}$

Kohezija

c_1 = 12,08 kPa

Nedrenirana posmična čvrstoća (korelacija za c_u preko SPT-a i I_p)

-za N_{60}= 5 c_u = 10,5·5= 52,5 kPa

-za $(N_1)_{60}$= 7 c_u = 0,08·7·100= 56 kPa

-za N_{60}= 13 c_u = 10,5·13= 136,5 kPa

-za $(N_1)_{60}$= 13 c_u = 0,08·13·100= 104 kPa

-procijenjena vrijednost: c_u = 70 kPa

<u>Sloj 2 (D=9,9-13,20m)</u>

Marinski sediment, niskoplastični prah sa pijeskom i glinom - te većim udjelom zaobljenog šljunka, max zrno 3 cm (označen kao „proslojak bez kohezije“ na poziciji obližnje bušotine B-2a).

Debljina sloja: 3,3 m

Broj udaraca SPT testa: N_{SPT} = 30

Jedinična težina tla: 19.5 kN/m^3

Vertikalno efektivno naprezanje:

$$\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 88{,}11 + 3{,}3 \cdot 9{,}5 = 119{,}46\ kPa$$

Kut unutarnjeg trenja materijala:

$$\varphi = 30^{\circ}$$

Kohezija

c_2 = 0 kPa

<u>Sloj 3 (D=13,20-14,25m)</u>

Visokoplastična glina, teško do vrlo teško gnječive konzistencije, masna glina.

Debljina sloja: 1,05 m

Broj udaraca SPT testa: N_{SPT} = 30

Jedinična težina tla: 19.5 kN/m^3

Vertikalno efektivno naprezanje:

$$\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 119{,}46 + 1{,}05 \cdot 9{,}5 = 129{,}44\ kPa$$

Korekcijski factor C_N:
-za N=30 (iz tablice korelacije broja udaraca i indeksa gustoće I_D (slika 3.) može se procijeniti da je I_D= 60-80% te je odgovarajući izraz uzet za C_N.

$C_N = \frac{3}{1+\sigma'} = \frac{3}{1+129{,}44 \cdot 10^{-2}}$ =1,31 kPa

Korigirani broj udaraca SPT testa:

-za N=30

N_{60}= (ER/60)·C_B·C_S·C_R· N = 1·1·1·1·30 = 30

$(N_1)_{60}$= (ER/60)·C_B·C_S·C_N·λ·N = 1·1·1·1,31·1·30 = 39,3 ≈ 39

Kut unutarnjeg trenja materijala:

$\varphi = 28{,}81^{\circ}$

Nedrenirana čvrstoća:

cu= 157,5 kPa

(uzeta oprezna procijena iz prethodno navedenih korelacija pomoću N_{60}, $(N_1)_{60}$, I_p)

3.3. NOSIVOST TLA PREMA EC7

Proračun se izvodi po EC7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2016) prema proračunskom pristupu 2 (PP2): A1 + M1 + R2

Parcijalni faktori po skupinama za granična stanja GEO:

- trajna nepovoljna djelovanja (A1): $\Upsilon_{G;dst} = 1,35$
- promjenjiva nepovoljna djelovanja (A1): $\Upsilon_{Q;dst} = 1,5$
- trajna povoljna djelovanja (A1): $\Upsilon_{G;stb} = 1,00$

Parcijalni faktori svojstva materijala:

- tangens kuta unutarnjeg trenja (M1): $\Upsilon_{\varphi'} = 1,0$
- efektivna kohezija (M1): $\Upsilon_{c'} = 1,0$
- nedrenirana posmična čvrstoća (M1): $\Upsilon_{cu} = 1,0$

Parcijalni faktori otpora:

- Zabijani pilot, otpornost osnovica (R2): $\Upsilon_b = 1,1$
- Zabijani pilot, otpornost plašt (tlačni pilot) (R2): $\Upsilon_s = 1,1$
- Zabijani pilot, otpornost plašt (vlačni pilot) (R2): $\Upsilon_{s;t} = 1,15$

3.4. KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (ORR & FARRELL)

Sloj 1 (D=0-9,9m)

$\Upsilon_{1,k}$= 18,90·1=18,90 kN/m^3

$\varphi_{1,k}$= arctg(tg(31,80) ·0,95)=30,49°

$c_{1,k}$ = 12,08 · 0,80 = 9,66 kPa

$c_{u1,k}$ = 70,00 · 0,80 = 59,50 kPa

Sloj 2 (D=9,9-13,20m)

$\Upsilon_{2,kr}$= 19,50·1=19,50 kN/m^3

$\varphi_{2,k,}$= arctg(tg(30) ·0,95)=28,74°

$c_{2,k}$ = 0 kPa

Sloj 3 (D=13,20-14,25m)

$\Upsilon_{3,k}$= 19,50·1=19,50 kN/m^3

$\varphi_{3,k,}$= arctg(tg(28,81) · 0,95)=27,59°

$c_{u3,k}$ = 157,5 · 0,85 = 133,88 kPa

Sloj 4 i 5 (D=14,25 - 21m)

q_{u4i5}= 515,46 kPa (tlačna čvrstoća gornje zone laporovite stijenske mase)

3.5. PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI

Sloj 1 (D=0-9,9m)

$\Upsilon_{1,d}=\frac{\Upsilon 1,k}{\Upsilon}=\frac{18,9}{1}=18,90$ kN/m^3

$\varphi_{1,d}=arctg(\frac{\tan \varphi 1,k}{\Upsilon\varphi'})=arctg\left(\frac{30,49}{1}\right)=30,49°$

$c_{1,d}=\frac{C1,k}{\Upsilon c'}=\frac{9,66}{1}=9,66$ kPa

$c_{u1,d}=\frac{C_{u1,k}}{\Upsilon c'}=\frac{59,50}{1}=59,50$ kPa

Sloj 2 (D=9,9-13,20m)

$\Upsilon_{2,d}=\frac{\Upsilon 2,k}{\Upsilon}=\frac{19,50}{1}=19,50$ kN/m^3

$\varphi_{2,d}=arctg(\frac{\tan \varphi 2,k}{\Upsilon\varphi'})=arctg\left(\frac{28,74}{1}\right)=28,74°$

$c_{2,d}=\frac{C2,k}{\Upsilon c'}=0$ kPa

Sloj 3 (D=13,20-14,25m)

$\Upsilon_{3,d}=\frac{\Upsilon 3,k}{\Upsilon}=\frac{19,50}{1}=19,50$ kN/m^3

$\varphi_{3,d}=arctg(\frac{\tan \varphi 3,k}{\Upsilon\varphi'})=arctg\left(\frac{27,59}{1}\right)=27,59°$

$c_{3u,d}=\frac{Cu3,k}{\Upsilon cu'}=\frac{133,88}{1}=133,88$ kPa

Sloj 4 i 5 (D=14,25 - 21m)

$qu4,5,d=\frac{qu4,5,k}{\Upsilon qu}=\frac{515,46}{1}=515,46$ kPa

3.6. EFEKTIVNI (σ´) I PORNI PRITISAK (u) PO GRANICAMA SLOJEVA

$\sigma'_1 = 8{,}90 \cdot 9{,}9 = 88{,}11$ kPa

$\sigma'_2 = 88{,}11 + 3{,}3 \cdot 9{,}5 = 119{,}46$ kPa

$\sigma'_3 = 119{,}46 + 1{,}05 \cdot 9{,}5 = 129{,}44$ kPa

porni tlak = jedinična težina vode pomnožena s visinom stupca vode

$u = \gamma_w h_p$

$u_1 = 10{,}0 \cdot 18{,}4 = 184{,}0$ kPa

$u_2 = 10{,}0 \cdot 21{,}7 = 217{,}0$ kPa

$u_3 = 10{,}0 \cdot 22{,}75 = 227{,}5$ kPa

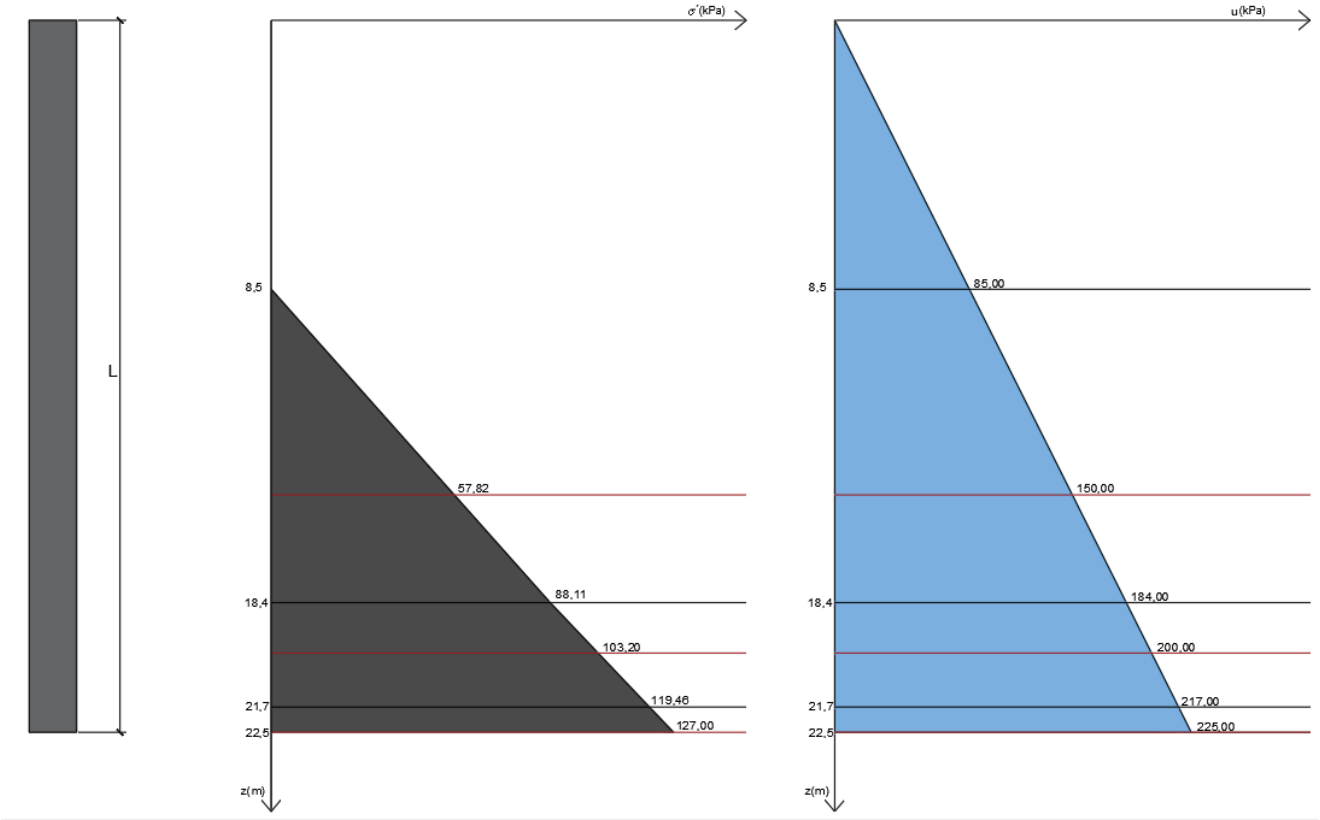
Ukupno vertikalno naprezanje= geostatičko(efektivno) naprezanje + porni tlak

$\sigma_1 = \sigma'_1 + u_1 = 88{,}11 + 184 = 272{,}11$ kPa

$\sigma_2 = \sigma'_2 + u_2 = 119{,}46 + 217 = 336{,}46$ kPa

$\sigma_3 = \sigma'_4 + u_4 = 129{,}44 + 227{,}5 = 356{,}94$ kPa

Dijagram je izrađen do dubine osnovice pilota tj. kontakta sa stijenom zbog toga što ova vrsta pilota se ne može zabijati u stijenu.



Slika 4. Dijagram raspodjele efektivnog vertikalnog naprezanja i pornog tlaka na dubini osnovice pilota (za pilote duljine 15m, 20m, i pilot zabijen do stijene 22.5m)

3.7. GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI PILOTA

U novijoj geotehničkoj literaturi navodi se više metoda za određivanje nosivosti pilota kojima se pojednostavljeno određuju otpori (nosivosti) po plaštu ili na stopi pilota iz parametara temeljnog tla (određenih laboratorijskim ili in situ pokusima). Dolje navedeni izrazi su preuzeti iz strane literature (preporuke Njemačkog društva za geotehniku, 2013.) i u pravilu predstavljaju empirijske vrijednosti usklađene s mjerenjima na probnim pilotima.

Provest će se proračun nosivosti za zabijene pilote, uzdužno opterećene prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA) i priznatoj literaturi.

Načelno je nosivost pilota za tlačnu silu, Rc ,jednaka zbroju nosivosti na stopi (bazi) pilota, Rb i nosivosti po plaštu pilota, Rs.

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = \eta_b \cdot q_{b,k} \cdot A_b + \Sigma\eta_s \cdot q_{s,ki} \cdot A_{s,i}$$

gdje su:

A_b- nominalna površina baze, za čelične zabijane pilote šupljeg kružnog presjeka (bez naknadne ispune betonom) uzima se cijela površina kružnog presjeka (slika 3)

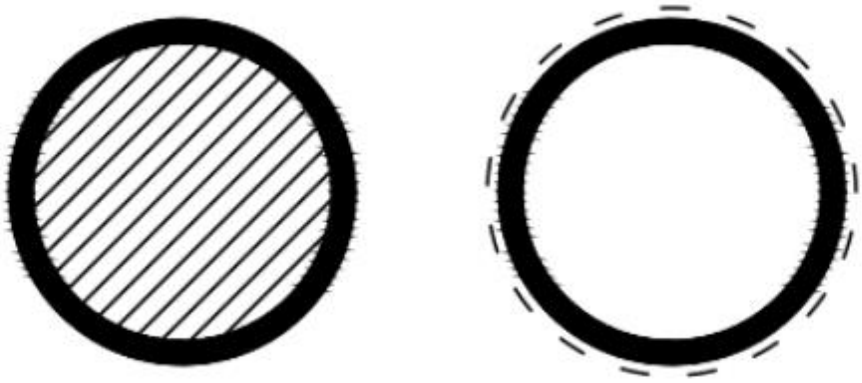
$A_{s,i}$- nominalna površina plašta u sloju po dubini, uzima se kako je prikazano na slici 3

$q_{b,k}$- specifični otpor na bazi pilota

$q_{s,ki}$- specifični otpor na plaštu pilota u sloju *i*

η_b – faktor modela za otpornost na bazi (faktor redukcije s obzirom na promjer pilota)

η_s – faktor modela za trenje po plaštu



Slika 5. Prikaz površina baze i plašta za šuplje kružne presjeke bez naknadne ispune

Proračun se vrši za pilote promjera 800 mm te tri varijante duljine pilota: L1=15 m, L2=20 m, L3=22,5 m (do dubine od 22,5m tj. do matične stijene)

3.8. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA BAZI PILOTA

Duljina pilota L1 = 15 m ; promjer pilota 0,8 m

σ_{v0} = 57,82 + 150 = 207,82 kPa

$R_{b,k} = \eta_b \cdot q_{b,k} \cdot A_b$

$q_{b,k} = 9 \cdot c_u + \sigma_{vo}$ = 9·59,5 + 207,82 = 743,32 kPa

$\eta_b = 0{,}95e^{-1{,}2Db} = 0{,}95e^{-1{,}2*0{,}8} = 0{,}364$

$A_b = \frac{D^2}{4}\pi = \frac{0{,}8^2}{4}\pi = 0{,}503\ m^2$

$R_{b,k}$= 0,364·743,32·0,503=136,10 kN

$R_{b,d} = \frac{R2,b,k}{1{,}5 \cdot Yb} = \frac{136{,}10}{1{,}5 \cdot 1{,}1} = 82{,}48$ kN

Duljina pilota L2 = 20 m ; promjer pilota 0,8 m

σ'_{v0} = 103,20 = 103,20 kPa

$R_{b,k} = \eta_b \cdot q_{b,k} \cdot A_b$

$q_{b,k} = \alpha_T \cdot B_K \cdot \sigma'_{vo} + \sigma'_{vo}$

$\eta_b = 0{,}95e^{-1{,}2Db} = 0{,}95e^{-1{,}2*0{,}8} = 0{,}364$

$B_K = 0{,}74e^{6{,}58tg\boldsymbol{\varphi}'} = 0{,}74e^{6{,}58\ tg(28{,}74)} = 27{,}31$

α-koeficijent vitkosti, određujemo:

L/d	φ'				
	26°	30°	34°	37°	40°
5	0,75	0,77	0,81	0,83	0,85
10	0,62	0,67	0,73	0,76	0,79
15	0,55	0,61	0,68	0,73	0,77
20	0,49	0,57	0,65	0,71	0,75
25	0,44	0,53	0,63	0,70	0,74

L duljina pilota
d promjer pilota

Slika 6. Vrijednosti koeficijenta vitkosti u ovisnosti o duljini i promjeru pilota

L/d=20/0,8=25

α_T=0,46 (interpolirano iz tablice, slika 6.)

q_b=0,46·27,31·103,20+103,20=1399,66 kPa

$A_b = \frac{D^2}{4}\pi = \frac{0,8^2}{4}\pi = 0,503\ m^2$

$R_{b,k}$ = 1399,66·0,364·0,503 = 256,27 kN

$R_{b,d} = \frac{R2,b,k}{1,5 \cdot \Upsilon b} = \frac{256,27}{1,5 \cdot 1,1} = 155,32$ kN

Duljina pilota L3 = 22,5 m ; promjer pilota 0,8 m

$q_b = 2 \cdot q_u \cdot tg^2 (45+\boldsymbol{\varphi}/2)$ prema hrvatskom nacionalnom dodatku uz EC 7

q_u-jednoosna tlačna čvrstoća stijenske mase, prema laboratorijskim rezultatima:

q_u=515,46 kPa

q_b=2·515,46·tg2 (45+16,17/2)=1826,75 kPa

$\eta_b = 0,95e^{-1,2Db} = 0,95e^{-1,2*0,8} = 0,364$

$A_b = \frac{D^2}{4}\pi = \frac{0,8^2}{4}\pi = 0,503\ m^2$

$R_{b,k} = 0,364 \cdot 1826,75 \cdot 0,503 = 334,46\ kN$

$R_{b,d} = \frac{R2,b,k}{1,5 \cdot \Upsilon b} = \frac{334,46}{1,5 \cdot 1,1} = 202,70\ kN$

3.9. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA PLAŠTU PILOTA

Što se tiče nosivosti na plašt pilota, Tomlinson i Woodward (2015.) daju izraz pomoću kojega uključujemo adheziju između čeličnog plašta i tla za sitnozrno tlo.

$R_s = q_s \cdot As = F\alpha_p c_u A_s$

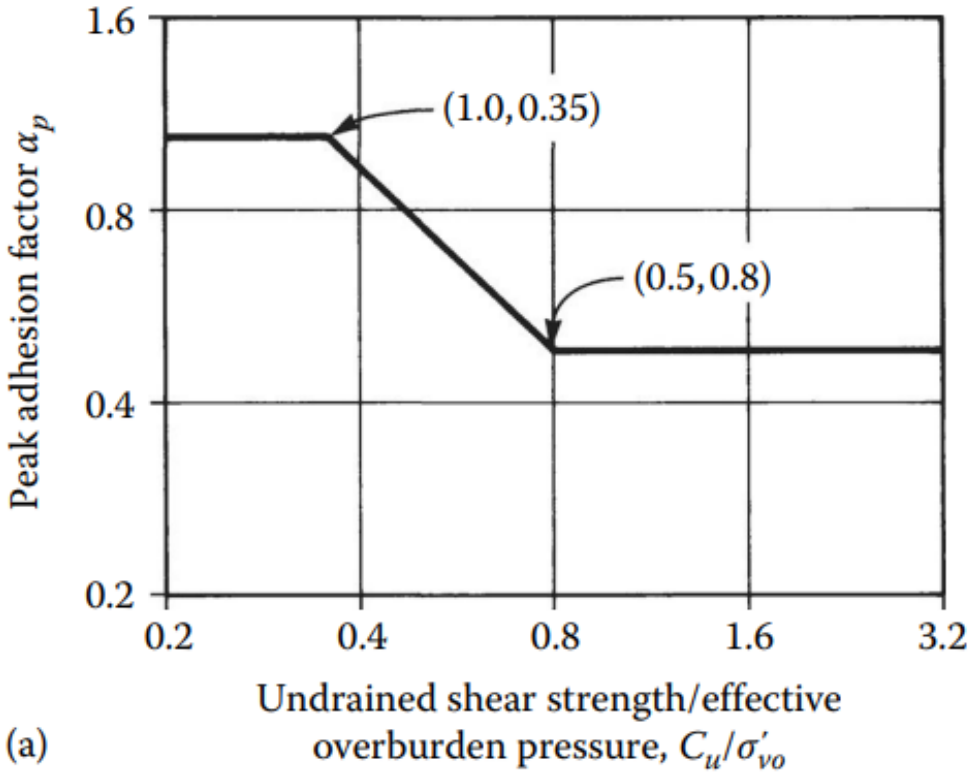
gdje je:

q_s -specifični otpor na plaštu pilota

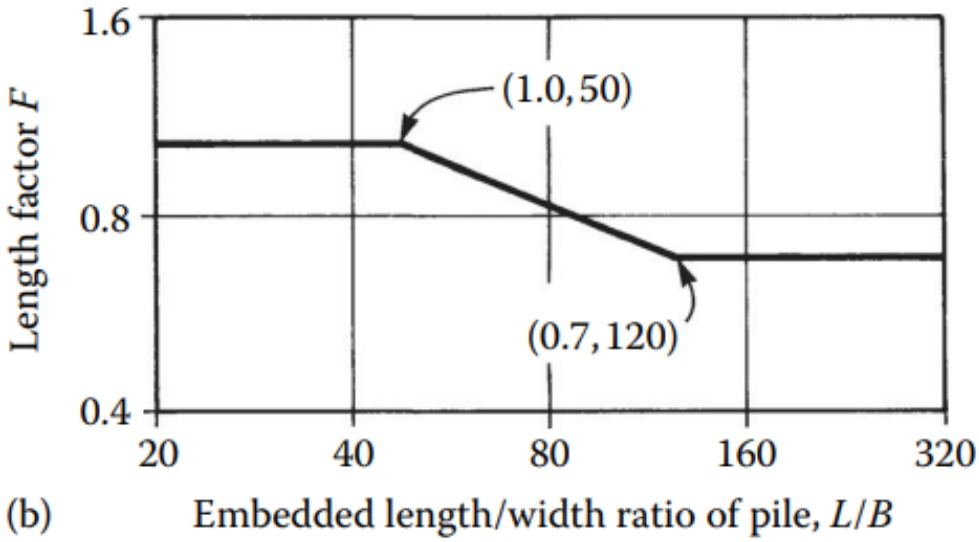
$F\alpha_p$-faktor adhezije koji dobivamo iz dijagrama (a) i (b), slike 7. i 8.

c_u-nedrenirana čvrstoća,

A_s -nominalna površina plašta



Slika 7. Odnos koeficijenta α_p i c_u/σ'_{vo}



Slika 8. Odnos koeficijenta F i L/B

Duljina pilota L1 = 15 m ; promjer pilota 0,8 m

-nedrenirano stanje (sitnozrna tla)

L/d=15/0,8=18,75

F= 1

c_u/σ'_{v0} = 59,5/(57,82/2) = 2,06

α_p= 0,5

$F\alpha_p$= 1·0,5 = 0,5

A_s= D·π·L =0,8·π·6,5 = 16,34 m^2

q_s=0,5·59,5=29,75 kPa

$R_{1,s,k}$ = O · ∑ $q_{i,s}$ · L_i = 0,8·π(29,75·6,5) = 486 kN

$R_{1,s,d} = \frac{Rs,k}{1,5 \cdot \Upsilon s} = \frac{486}{1,5 \cdot 1,1}$ = 294,55 kN

Duljina pilota L2 = 20 m ; promjer pilota 0,8 m

-drenirano stanje (krupnozrnata tla); proračun prema literaturnim podacima (Tomlinson i Woodward, 2015.)

q_s=K · σ' · tg$\boldsymbol{\delta}$; $\boldsymbol{\delta}$=30° za N_{SPT}=30-50

K=0,8 za cjevasti pilot

q_s=0,8·(88,11+103,20)/2·tg(30)=44,18 kPa

$R_{2,s,k}$ = O · ∑ $q_{i,s}$ · L_i = 0,8·π(29,75·9,9 + 44,18·1,6) = 917,88 kN

$R_{2,s,d} = \frac{Rs,k}{1,5 \cdot \Upsilon s} = \frac{917,88}{1,5 \cdot 1,1} = 556,29$ kN

Duljina pilota L3 = 22,5 m (do matične stijene); promjer pilota 0,8 m

L/d=22,5/0,8=28,125

F= 1

c_u/σ'_{v0} = 133,88 /((119,46 + 127)/2) = 1,09

α_p= 0,5

$F\alpha_p$= 1·0,5 = 0,5

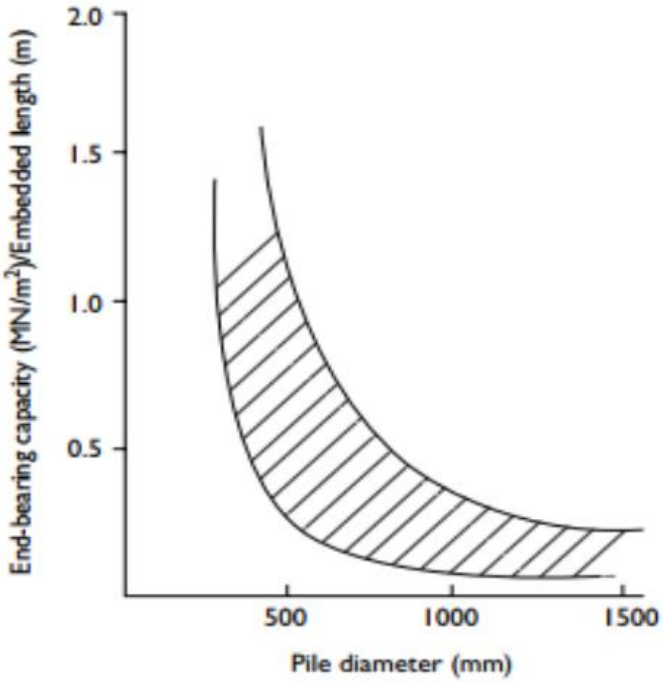
q_s=0,5·133,88=66,94 kPa

$R_{3,s,k} = O \cdot \sum q_{i,s} \cdot L_i = 0,8 \cdot \pi(29,75 \cdot 9,9 + 44,18 \cdot 3,3 + 66,94 \cdot 0,8) = 1241,23$ kN

$R_{1,s,d} = \frac{Rs,k}{1,5 \cdot \Upsilon s} = \frac{1241,23}{1,5 \cdot 1,1} = 752,26$ kN

3.10. REDUKCIJA NOSIVOSTI U ODNOSU NA PUNI VRH

Smisao redukcije je u tome što se kod korištenja nabijenih pilota sa šupljim presjekom stvara čep tla koji zabija i "drži" tlo skoro kao da imamo puni vrh. Ipak, efekt nije isti kao i kod punog vrha pa stoga postoji redukcija. Kako se promjer pilota povećava, tako se koeficijent smanjuje.



Slika 9. Dijagram redukcije nosivosti na bazi pilota šupljeg presjeka
(Tomlinson i Woodward, 2015.)

Odabrana vrijednost koeficijenta redukcije je 0,4 (odgovara izračunatoj vrijednosti od 0,364 prema preporukama Njemačkog društva za geotehniku, 2013.)

3.11. PREGLED DOBIVENIH NOSIVOSTI PILOTA ZA PROFIL TLA B-1

Tablica 1. Pregled dobivenih nosivosti za analizirane slučajeve promjera i duljine pilota (B-1)

Promjer pilota: 0,8 m **Duljina pilota: 15 m**	$R_{b,d}$ = 82,48 kN $R_{s,d}$ = 294,55 kN
Promjer pilota: 0,8 m **Duljina pilota: 20 m**	$R_{b,d}$ = 155,32 kN $R_{s,d}$ = 556,29 kN
Promjer pilota: 0,8 m **Duljina pilota: 22,5 m**	$R_{b,d}$ = 202,70 kN $R_{s,d}$ = 752,26kN

4. PRORAČUN NA MJESTU MJERODAVNOG PROFILA M-1

4.1. SLOJEVI TLA

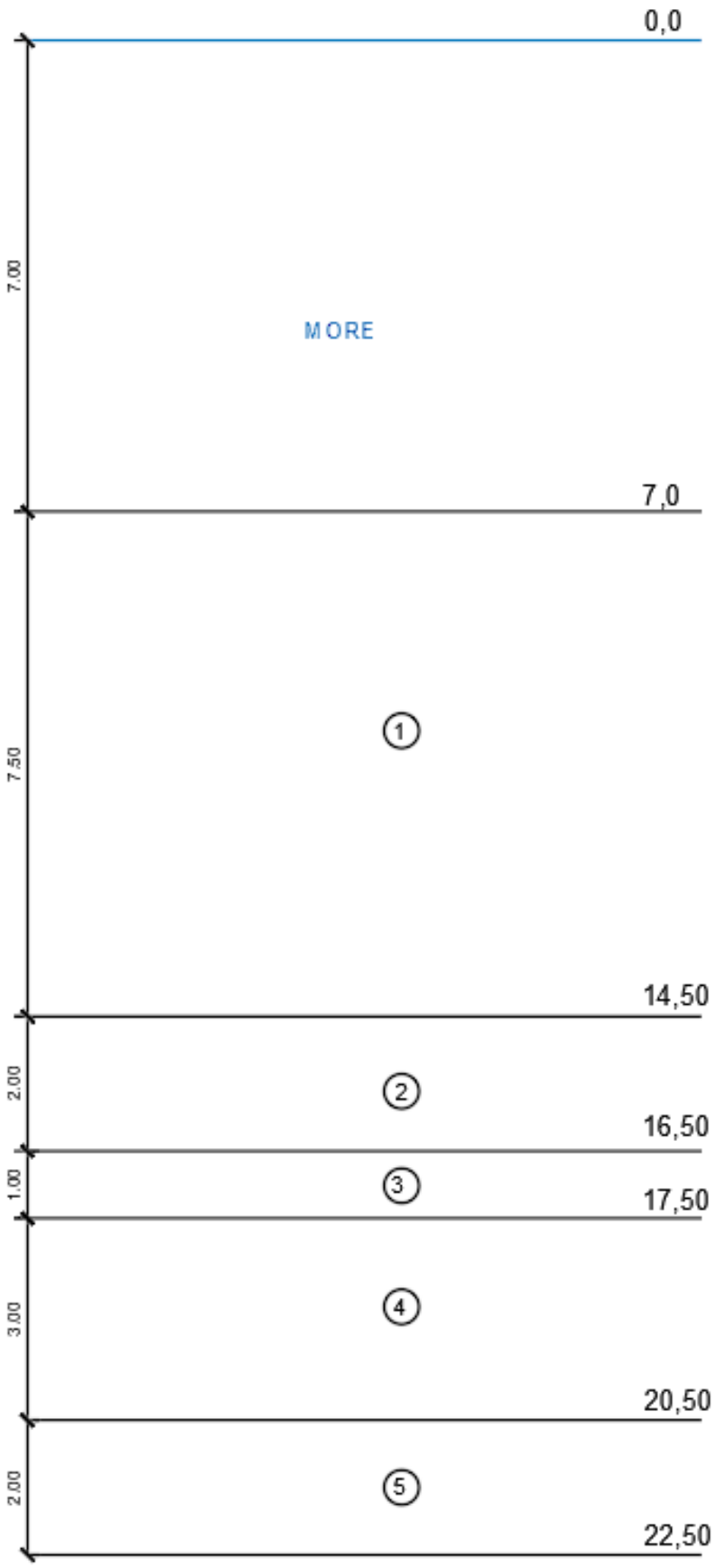
Zbog naknadnog dodavanja gatova u projekt nemamo konkretne bušotine na tom području već geofizička istraživanja putem seizmičke refrakcije. Na temelju tih podataka uzet je pretpostavljeni kritični profil M-1 koji se nalazi na kraju gata.
Pregledavanjem profila seizmičke refrakcije može se zaključiti da su slojevi slični kao kod bušotine B-1 samo različitih debljina.

1. Marinski sedimenti, niskoplastični prah s pijeskom i glinom, vrlo lako do lako gnječive konzistencije. (v_p < 2000 m/s)
2. Marinski sedimenti, niskoplastični prah s pijeskom/šljunkom i glinom, maks. zrno 3cm, zaobljeni šljunak. (v_p < 2500 m/s)
3. Visokoplastična glina, teško do vrlo teško gnječive konzistencije, masna glina sive boje, valja se, produkt trošenja lapora. (v_p < 2500 m/s)
4. Površinski trošni lapor (siltit), laporovita glina ($v_p \approx$ 2500 m/s)
5. Lapor (siltit) (v_p = 2500 - 3000 m/s)

L =17,5 m (slojevi tla do matične stijene); L_0= 7 m (dubina mora); L_1= 7,5 m; L_2= 2 m; L_3= 1 m; L_4= 3 m; L_5= 2 m

Razina mora nalazi se na koti 0,0 m.

Model tla je prikazan grafički slikom 10.



Slika 10. Model tla M-1

4.2. KORIGIRANJE PARAMETARA

Sloj 1 - Marinski sediment - niskoplastični prah s pijeskom i glinom Debljina sloja- 7,5 m Jedinična težina tla: 18.9 kN/m3 Zbog nedostatka podataka(nije rađen SPT pokus) procijenjuje se vrijednost c_u ista kao i kod bušotine B-1	Vertikalno efektivno naprezanje: $\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 7{,}5 \cdot 8{,}9 = 66{,}75$ kPa Kut unutarnjeg trenja materijala: $\varphi = 31{,}80^{\circ}$ Kohezija c_1 = 12,08 kPa Nedrenirana čvrstoća: -procjena c_u = 70 kPa
Sloj 2 - Marinski sediment, niskoplastični prah sa pijeskom i glinom - te većim udjelom zaobljenog šljunka, max zrno 3 cm (označen kao „proslojak bez kohezije“ na poziciji obližnje bušotine B-2a). Debljina sloja- 2 m Jedinična težina tla: 19.5 kN/m^3	Vertikalno efektivno naprezanje: $\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 66{,}75 + 9{,}5 \cdot 2 = 85{,}75$ kPa Kut unutarnjeg trenja materijala: $\varphi = 30^{\circ}$ Kohezija c_1 = 0 kPa

Sloj 3 - Visokoplastična glina, teško do vrlo teško gnječive konzistencije, masna glina. Debljina sloja- 1,00 m Jedinična težina tla: 19.5 kN/m3 Zbog nedostatka podataka(nije rađen SPT pokus) procjenjuje se vrijednost c_u ista kao i kod bušotine B-1	Vertikalno efektivno naprezanje: $\sigma' = \sum L_i \cdot \gamma' = 85{,}75 + 9{,}5 \cdot 1 = 95{,}25$ kPa Kut unutarnjeg trenja materijala: $\varphi = 28{,}81^{\circ}$ Nedrenirana čvrstoća: c_u= 157,5 kPa

4.3. NOSIVOST TLA PREMA EC7

Proračun se izvodi po EC7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2016) prema proračunskom pristupu 2 (PP2): A1 + M1 + R2

Korišteni su isti parcijalni faktori kao u točki 3.3.

Koristeći analogni postupak, prikazat će se samo glavni rezultati.

4.4. KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (ORR & FARRELL)

Sloj 1	$\Upsilon_{1,k}$= 18,90·1=18,90 kN/m3 $\varphi_{1,k}$= arctg(tg(31,80) ·0,95)=30,49° $c_{1,k}$ = 12,08 · 0,80 = 9,66 kPa $c_{u1,k}$ = 70,00 · 0,80 = 59,50 kPa
Sloj 2	$\Upsilon_{2,kr}$= 19,50·1=19,50 kN/m3 $\varphi_{2,k}$= arctg(tg(30) ·0,95)=28,74° $c_{2,k}$ = 0 kPa
Sloj 3	$\Upsilon_{3,k}$= 19,50·1=19,50 kN/m3 $\varphi_{3,k}$= arctg(tg(28,81) · 0,95)=27,59° $c_{u3,k}$ = 157,5 · 0,85 = 133,88 kPa
Sloj 4 i 5	q_{u4i5}= 515,46 kPa (tlačna čvrstoća gornje zone laporovite stijenske mase)

4.5. PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI

Sloj 1	$\Upsilon_{1,d}=\frac{\Upsilon 1,k}{\Upsilon}=\frac{18,9}{1}=18,90$ kN/m^3 $\varphi_{1,d}=arctg(\frac{\tan\varphi 1,k}{\Upsilon\varphi'})=arctg\left(\frac{30,49}{1}\right)=30,49°$ $c_{1,d}=\frac{C1,k}{\Upsilon c'}=\frac{9,66}{1}=9,66$ kPa $c_{u1,d}=\frac{C_{u1,k}}{\Upsilon c'}=\frac{59,50}{1}=59,50$ kPa
Sloj 2	$\Upsilon_{2,d}=\frac{\Upsilon 2,k}{\Upsilon}=\frac{19,50}{1}=19,50$ kN/m^3 $\varphi_{2,d}=arctg(\frac{\tan\varphi 2,k}{\Upsilon\varphi'})=arctg\left(\frac{28,74}{1}\right)=28,74°$ $c_{2,d}=\frac{C2,k}{\Upsilon c'}=0$ kPa
Sloj 3	$\Upsilon_{3,d}=\frac{\Upsilon 3,k}{\Upsilon}=\frac{19,50}{1}=19,50$ kN/m^3 $\varphi_{3,d}=arctg(\frac{\tan\varphi 3,k}{\Upsilon\varphi'})=arctg\left(\frac{27,59}{1}\right)=27,59°$ $c_{3u,d}=\frac{Cu3,k}{\Upsilon cu'}=\frac{133,88}{1}=133,88$ kPa
Sloj 4 i 5	$q_{u4,5,d}=\frac{qu4,5,k}{\Upsilon qu}=\frac{515,46}{1}=515,46$ kPa

4.6. EFEKTIVNI (σ´) I PORNI PRITISAK (u) PO GRANICAMA SLOJEVA

$\sigma'_1 = 8{,}90 \cdot 7{,}5 = 66{,}75$ kPa

$\sigma'_2 = 66{,}75 + 2 \cdot 9{,}5 = 85{,}75$ kPa

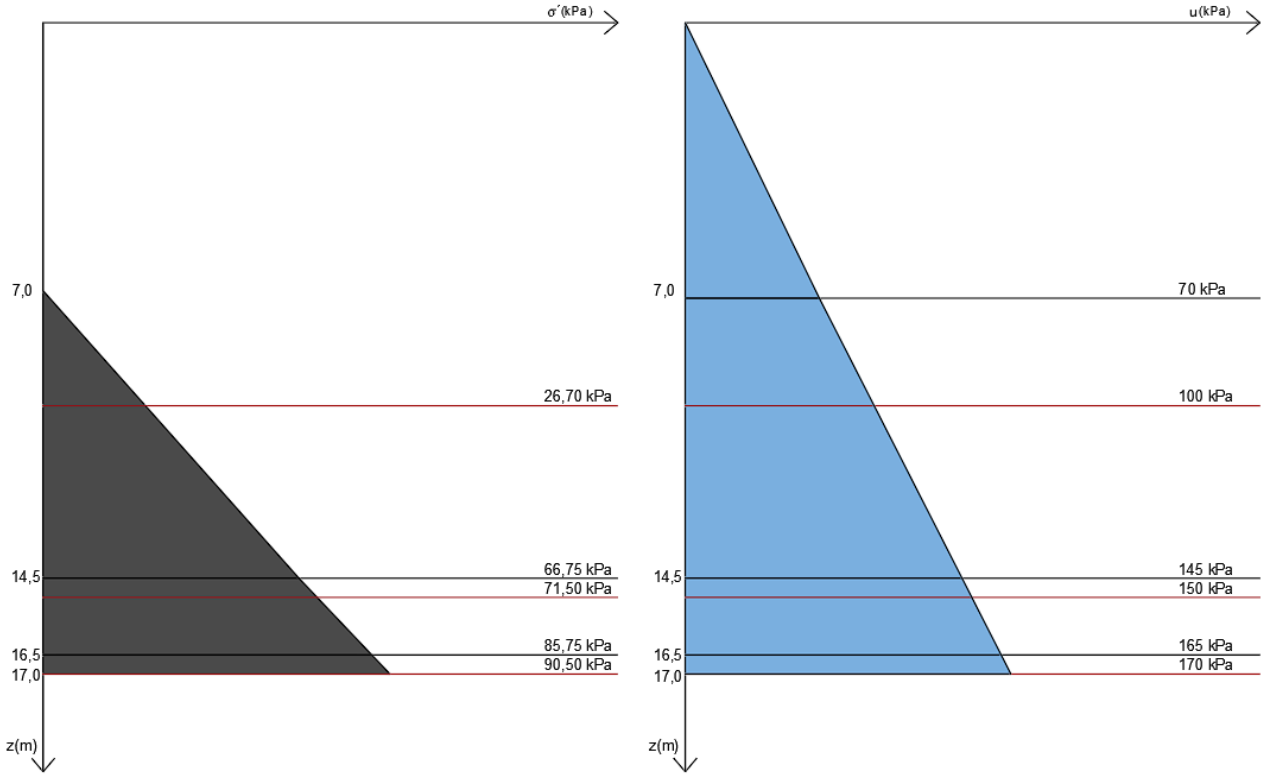
$\sigma'_3 = 85{,}75 + 1{,}00 \cdot 9{,}5 = 95{,}25$ kPa

$u_1 = 10{,}0 \cdot 7{,}00 = 70{,}0$ kPa

$u_2 = 10{,}0 \cdot 14{,}5 = 145{,}0$ kPa

$u_3 = 10{,}0 \cdot 16{,}50 = 165{,}0$ kPa

$u_4 = 10{,}0 \cdot 17{,}00 = 170{,}0$ kPa



Slika 11. Dijagram raspodjele efektivnog vertikalnog naprezanja i pornog tlaka na dubini osnovice pilota (za pilote duljine 10m, 15m, i pilot zabijen do stijene 17m)

4.7. GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI PILOTA

Provest će se proračun nosivosti za zabijene pilote, uzdužno opterećene, prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA) i priznatoj literaturi. Postupak je analogan kao i za model B-1 te će biti prikazan samo proračun.

Proračun se vrši za pilote promjera 800 mm te tri varijante duljine pilota L1= 10m, L2= 15m, L3= 17m.

4.8. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA BAZI PILOTA

Duljina pilota L1 = 10 m ; promjer pilota 0,8 m

σ_{v0} = 26,70 + 100 = 126,70 kPa

$R_{b,k} = \eta_b \cdot q_{b,k} \cdot A_b$

$q_{b,k} = 9 \cdot c_u + \sigma_{vo} = 9 \cdot 59,5 + 126,70 = 662,2$ kPa

$\eta_b = 0,95e^{-1,2Db} = 0,95e^{-1,2*0,8} = 0,364$

$R_{b,k} = 0,364 \cdot 662,2 \cdot 0,503 = 121,24$ kN

$R_{b,d} = \frac{R2,b,k}{1,5 \cdot \Upsilon b} = \frac{121,24}{1,5 \cdot 1,1} = 73,48$ kN

Duljina pilota L2 = 15 m ; promjer pilota 0,8 m

σ'_{v0} = 71,50 kPa

$R_{b,k} = \eta_b \cdot q_{b,k} \cdot A_b$

$q_{b,k} = \alpha_T \cdot B_K \cdot \sigma'_{vo} + \sigma'_{vo}$

$\eta_b = 0,95e^{-1,2Db} = 0,95e^{-1,2*0,8} = 0,364$

$B_K = 0,74e^{6,58 tg\varphi'} = 0,74e^{6,58\ tg(28,74)} = 27,31$

L/d=15/0,8=18,75

α_T=0,556 (interpolirano iz tablice, slika 5.)

q_b=0,556·27,31·71,50+71,50=1157,18 kPa

$A_b = \frac{D^2}{4}\pi = \frac{0,8^2}{4}\pi = 0,503\ m^2$

$R_{b,k}$ = 1157,18·0,364·0,503 = 211,87 kN

$R_{b,d} = \frac{R2,b,k}{1,5 \cdot \Upsilon b} = \frac{211,87}{1,5 \cdot 1,1} = 128,41$ kN

Duljina pilota L3 = 17 m ; promjer pilota 0,8 m

$q_b = 2 \cdot q_u \cdot tg^2 (45+\boldsymbol{\varphi}/2)$ prema hrvatskom nacionalnom dodatku uz EC 7

q_u-jednoosna tlačna čvrstoća stijenske mase, prema laboratorijskim rezultatima:

q_u=515,46 kPa

$q_b = 2 \cdot 515,46 \cdot tg^2 (45+16,17/2) = 1826,75$ kPa

$\eta_b = 0,95e^{-1,2Db} = 0,95e^{-1,2*0,8} = 0,364$

$A_b = \frac{D^2}{4}\pi = \frac{0,8^2}{4}\pi = 0,503\ m^2$

$R_{b,k}$= 0,364·1826,75·0,503=334,46 kN

$R_{b,d} = \frac{R2,b,k}{1,5 \cdot \Upsilon b} = \frac{334,46}{1,5 \cdot 1,1} = 202,70$ kN

4.8. PRORAČUNSKA NOSIVOST NA PLAŠTU PILOTA

Duljina pilota L1 = 10 m ; promjer pilota 0,8 m

L/d=10/0,8=12,5

F= 1

c_u/σ'_{v0} = 59,5/(26,70 /2) = 4,46

α_p= 0,5

$F\alpha_p$= 1·0,5 = 0,5

A_s= D·π·L =0,8·π·3 = 7,54 m^2

q_s=0,5·59,5=29,75 kPa

$R_{1,s,k} = O \cdot \sum q_{i,s} \cdot L_i$ = 0,8·π(29,75·3) = 224,31 kN

$R_{1,s,d} = \frac{Rs,k}{1,5 \cdot \Upsilon s} = \frac{224,31}{1,5 \cdot 1,1}$ = 135,95 kN

Duljina pilota L2 = 15 m ; promjer pilota 0,8 m

-drenirano stanje (krupnozrnata tla)

q_s=K · σ' · tg$\boldsymbol{\delta}$; $\boldsymbol{\delta}$=30° za N_{SPT}=30-50

K=0,8 za cjevasti pilot

q_s=0,8·(71,50+66,75)/2·tg(30)=31,9 kPa

$R_{2,s,k} = O \cdot \sum q_{i,s} \cdot L_i$ = 0,8·π(29,75·7,5 + 31,9·0,5) = 600,86 kN

$R_{2,s,d} = \frac{Rs,k}{1,5 \cdot \Upsilon s} = \frac{600,86}{1,5 \cdot 1,1}$ = 364,16 kN

Duljina pilota L3 = 17 m (do matične stijene); promjer pilota 0,8 m

L/d=17/0,8=21,25

F= 1

c_u/σ'_{v0} = 133,88 /((85,75 + 90,50)/2) = 1,51

α_p= 0,5

$F\alpha_p$= 1·0,5 = 0,5

q_s=0,5·133,88=66,94 kPa

$R_{3,s,k} = O \cdot \sum q_{i,s} \cdot L_i$ = 0,8·π(29,75·7,5 + 31,90·2+ 66,94·0,5) = 805,24 kN

$R_{3,s,d} = \frac{Rs,k}{1,5 \cdot \Upsilon s} = \frac{805,24}{1,5 \cdot 1,1}$ = 488,03 kN

4.9. PREGLED DOBIVENIH NOSIVOSTI PILOTA ZA PROFIL M-1

Vrijednosti su određene uz koeficijent redukcije 0,364, kao i za bušotinu B-1.

Tablica 2. Pregled dobivenih nosivosti za analizirane slučajeve promjera i duljine pilota (M-1)

Promjer pilota: 0,8 m **Duljina pilota: 10 m**	$R_{b,d}$ = 73,48 kN $R_{s,d}$ = 135,95 kN
Promjer pilota: 0,8 m **Duljina pilota: 15 m**	$R_{b,d}$ = 128,41 kN $R_{s,d}$ = 364,16 kN
Promjer pilota: 0,8 m **Duljina pilota: 17 m**	$R_{b,d}$ = 202,70 kN $R_{s,d}$ = 488,03kN

5. ZAKLJUČAK

Za analizirane profile tla na lokacijama istražne bušotine B-1 i profila M-1, dobivenim rezultatima proračuna nosivosti na bazi i po plaštu cjevastih čeličnih pilota promjera 800 mm, preporučljivo je pilote izvesti do matične stijene. Odnos nosivosti na osnovici i po plaštu znatno varira ovisno o svojstvima slojeva kroz koje prolazi pilot i sloja u kojem je osnovica. Na većim dubinama nosivost po plaštu postaje dominantna zbog koeficijenta redukcije nosivosti na osnovici od cca 0,4 s obzirom na promjer. Budući da se šuplji čelični piloti u principu ne mogu zabijati u stijenu, ili mogu samo uz određena ograničenja, proračun za varijantu ukopavanja u matičnu stijenu nije proveden.

Ovdje su razmatrana dva najnepovoljnija modela tla u kojima je matična stijena lapor. Međutim, na dijelu lokacije na pozicijama gatova bliže obali, prema profilima seizmičke refrakcije nalazi se u podlozi vapnenačka stijena koja je znatno povoljnijih karakteristika (iskustveno $q_u \geq 1000$ kPa), što bi značilo i znatno veću nosivost na osnovici za pilote izvedene do matične stijene. Stoga bi trebalo provesti dodatne proračune nosivosti za taj dio akvatorija.

6. LITERATURA

(1) Michael Tomlinson, John Woodward, „Pile design and construction practice“ , CRC Press, Boca Raton, 2015.g.

(2) Nataša Štambuk Cvitanović, „Nastavni materijali“

(3) Deutsche Gesellschaft fur Geotechnik e.V., „Recommendations on Piling (EAPfahle)“, Ernest and Sohn, Berlin, 2013.

(4) Predrag Miščević, „Zbirka riješenih zadataka iz mehanike tla“ , Građevinski fakultet sveučilišta u Splitu, 1999.g.

7. PRILOZI

7.1. SITUACIJA

B-1; L=21,00 m

B-2a; L=17,00 m

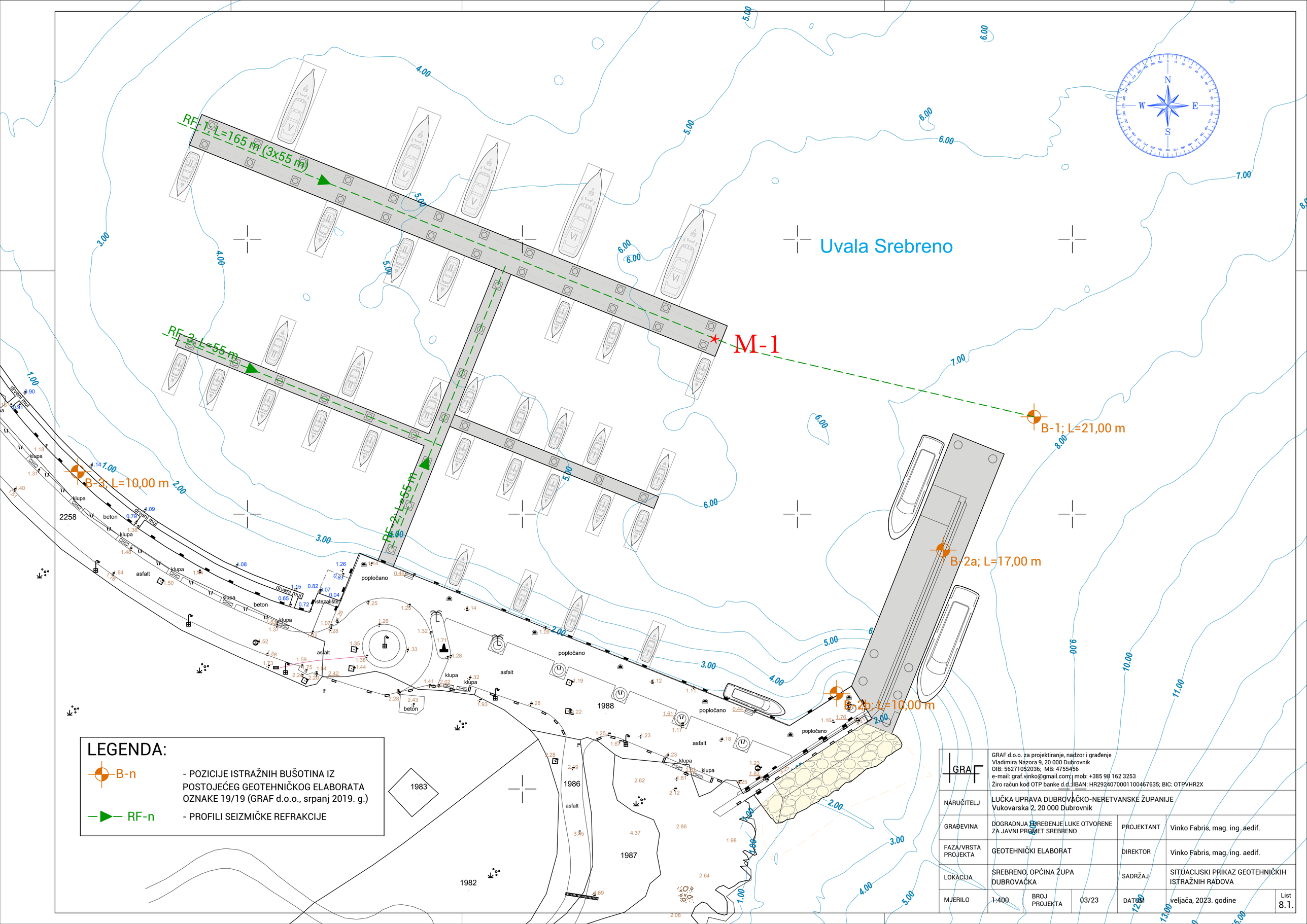
B-2b; L=10,00 m

B-3; L=10,00 m

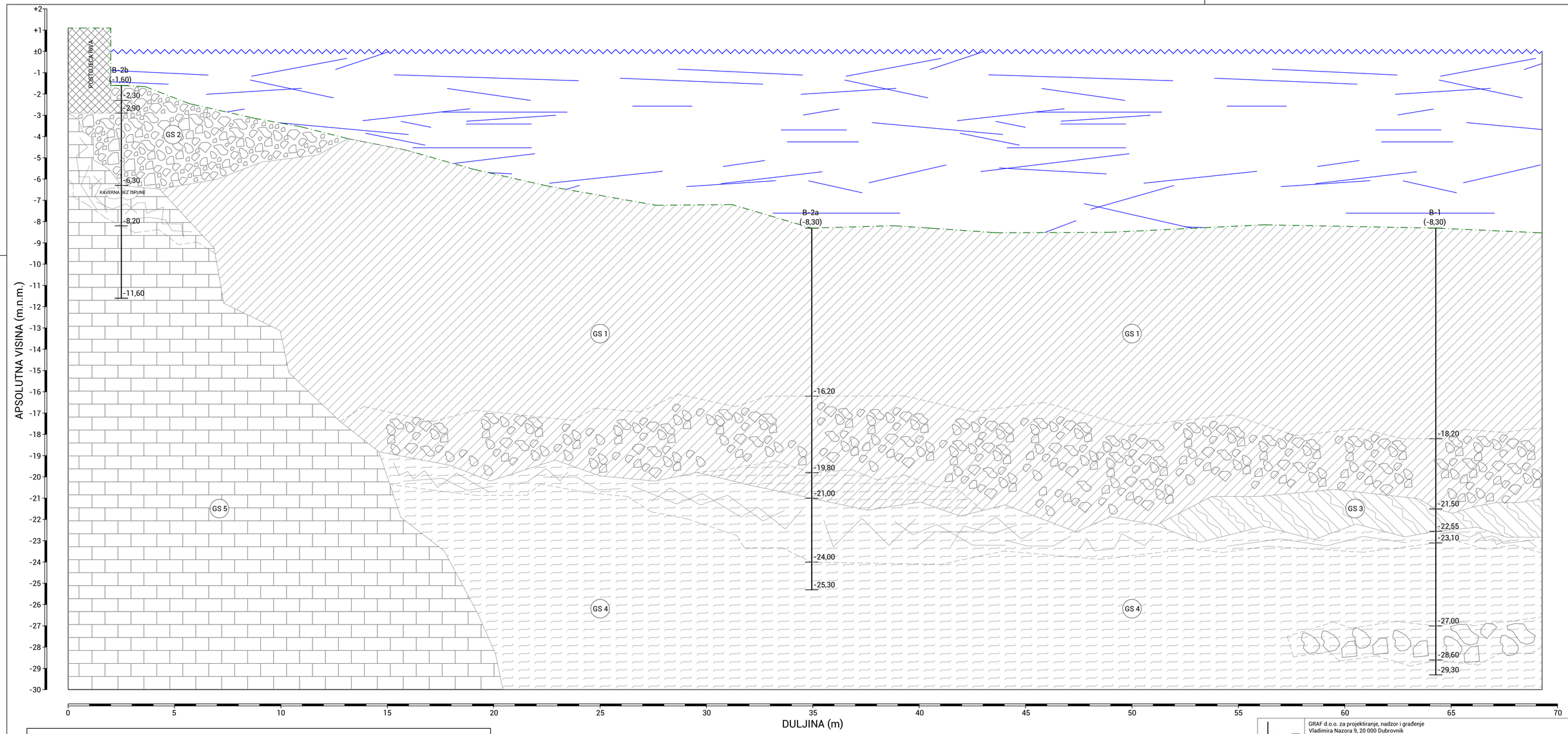
LEGENDA:

B-n - OZNAKA ISTRAŽNIH BUŠOTINA

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X				
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik				
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO			PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
FAZA/VRSTA PROJEKTA	GEOTEHNIČKI ELABORAT			DIREKTOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA			SADRŽAJ	SITUACIJSKI PRIKAZ GEOTEHNIČKIH ISTRAŽNIH RADOVA
MJERILO	1:400	BROJ PROJEKTA	19/19	DATUM	srpanj, 2019. godine	List 8.1.


Uvala Srebreno
RF-1; L=165 m (3x55 m)
RF-2; L=55 m
RF-3; L=55 m
M-1
B-1; L=21,00 m
B-2a; L=17,00 m
B-2b; L=10,00 m
B-3; L=10,00 m
N
S
W
E
LEGENDA:
B-n - POZICIJE ISTRAŽNIH BUŠOTINA IZ POSTOJEĆEG GEOTEHNIČKOG ELABORATA OZNAKE 19/19 (GRAF d.o.o., srpanj 2019. g.)
RF-n - PROFILI SEIZMIČKE REFRAKCIJE
GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje
Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik
OIB: 56271052036; MB: 4755456
e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253
Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X
NARUČITELJ
LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE
Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik
GRAĐEVINA
DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO
PROJEKTANT
Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
FAZA/VRSTA PROJEKTA
GEOTEHNIČKI ELABORAT
DIREKTOR
Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
LOKACIJA
SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA
SADRŽAJ
SITUACIJSKI PRIKAZ GEOTEHNIČKIH ISTRAŽNIH RADOVA
MJERILO
1:400
BROJ PROJEKTA
03/23
DATUM
veljača, 2023. godine
List
8.1.

7.2. INŽENJERSKO GEOLOŠKI I GEOFIZIČKI PROFILI

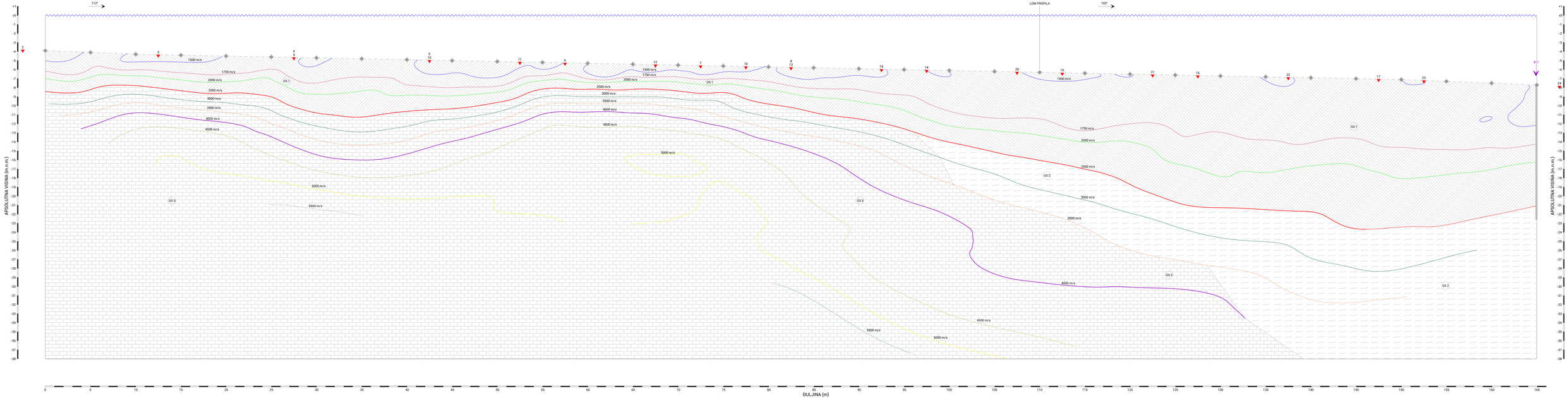


LEGENDA:

- GEOTEHNIČKA SREDINA 1 (GS 1) MARINSKI SEDIMENTI-NISKOPLASTIČNI PRAH (ML)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 2 (GS 2) NASIP-DOBROGRADUIRAN ŠLJUNAK (GW)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 3 (GS 3) VISOKOPLASTIČNA GLINA (CH)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 4 (GS 4) SILTITI/LAPOR RAZLIČITE TROŠNOSTI (L)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 5 (GS 5) VAPNENAČKA STIJENSKA MASA (V)
- LINIJA RAZINE MORA
- LINIJA TERENA

NAPOMENA:
PROGNOZNI INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PRESJEK JE IZVUČEN NA TEMELJU IZVEDENIH BUŠOTINA. ZONE IZMEĐU BUŠOTINA UZETI SA REZERVOM. ZA PRECIZNIJE GRANICE GEOTEHNIČKIH SREDINA IZMEĐU BUŠOTINA PROVESTI DDODATNA GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X				
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik				
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO			PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
FAZA/VRSTA PROJEKTA	GEOTEHNIČKI ELABORAT			DIREKTOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA			SADRŽAJ	PROGNOZNI INŽENJERSKO GEOLOŠKI PRESJEK BUŠOTINA B-1, B-2a i B-2b
MJERILO	1:100	BROJ PROJEKTA	19/19	DATUM	srpanj, 2019. godine
					List 8.3.



LEGENDA:

- GEOTEHNIČKA SREDINA 1 (GS 1) MARINSKI SEDIMENTI-NISKOPLASTIČNI PRAH (ML)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 2 (GS 2) SILTITI/LAPOR RAZLOŽITE TROŠNOSTI (L)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 3 (GS 3) VAPNENAČKA STIJENSKA MASA (V)
- LINIJA RAZINE MORA
- LINIJA TERENA
- SEZMIČKI IMPULS
- GEOFONI
- RF-n SJECIŠTE PROFILA
- B-1 BUŠOTINA (GEOTEHNIČKI ELABORAT OZNAKE TB/19, GRAF d.o.o., srpanj 2019. g.)

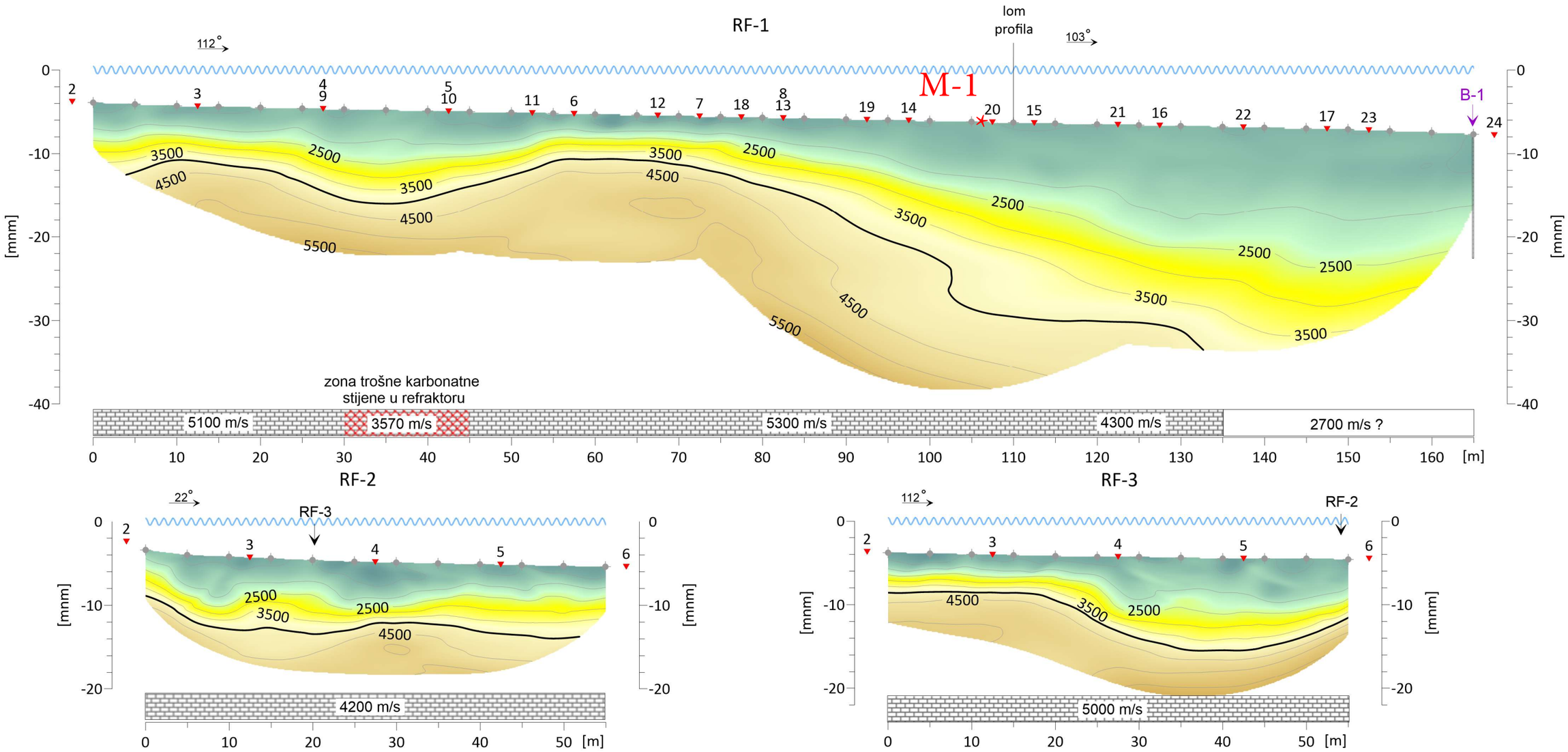
BRZINE SEIZMIČKIH P VALOVA:

- 1500 m/s
- 1750 m/s
- 2000 m/s
- 2500 m/s
- 3000 m/s
- 3500 m/s
- 4000 m/s
- 4500 m/s
- 5000 m/s
- 5500 m/s

NAPOMENE:

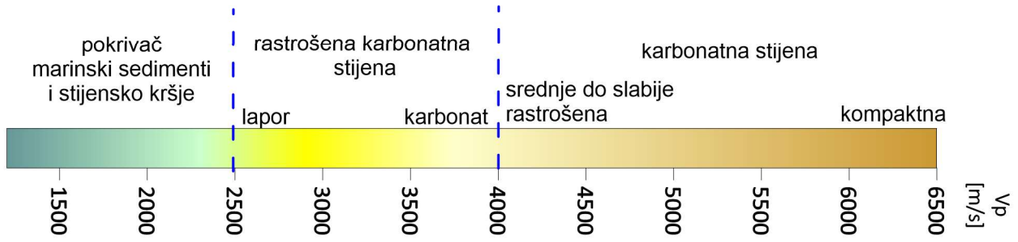
- PROGNOZNI INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PRESJEK JE IZVUČEN NA TEMELJU GEORIZIČKOG PROFILA REFRAKCIJE RF-1
- LINIJA KONTAKTA LAPORA I VAPNENCA JE PRETPOSTAVLJENA TE JE UZETI SA REZERVOM

NARUČITELJ	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i savjetovanje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik tel: +385 20 417 000, fax: +385 20 417 001 e-mail: graf.info@gmail.com, mob: +385 98 162 3353 Žiro račun kod OTP banke d.d., IBAN: HR2924070001100467630, BIC: OTPVHR2X				
	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik				
GRAĐEVINA	DODIRNA/KLJ I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET VRSANSKO	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
FAZA/VRSTA PROJEKTA	GEOTEHNIČKI ELABORAT	DIREKTOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	SADRŽAJ	PROGNOZNI INŽENJERSKO GEOLOŠKI PRESJEK PROFILA RF-1		
MJERILO	1:100	BROJ PROJEKTA	03/23	DATUM	veljača 2023. godine	LIST B.2.1.

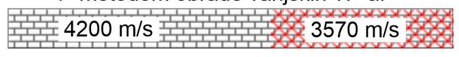


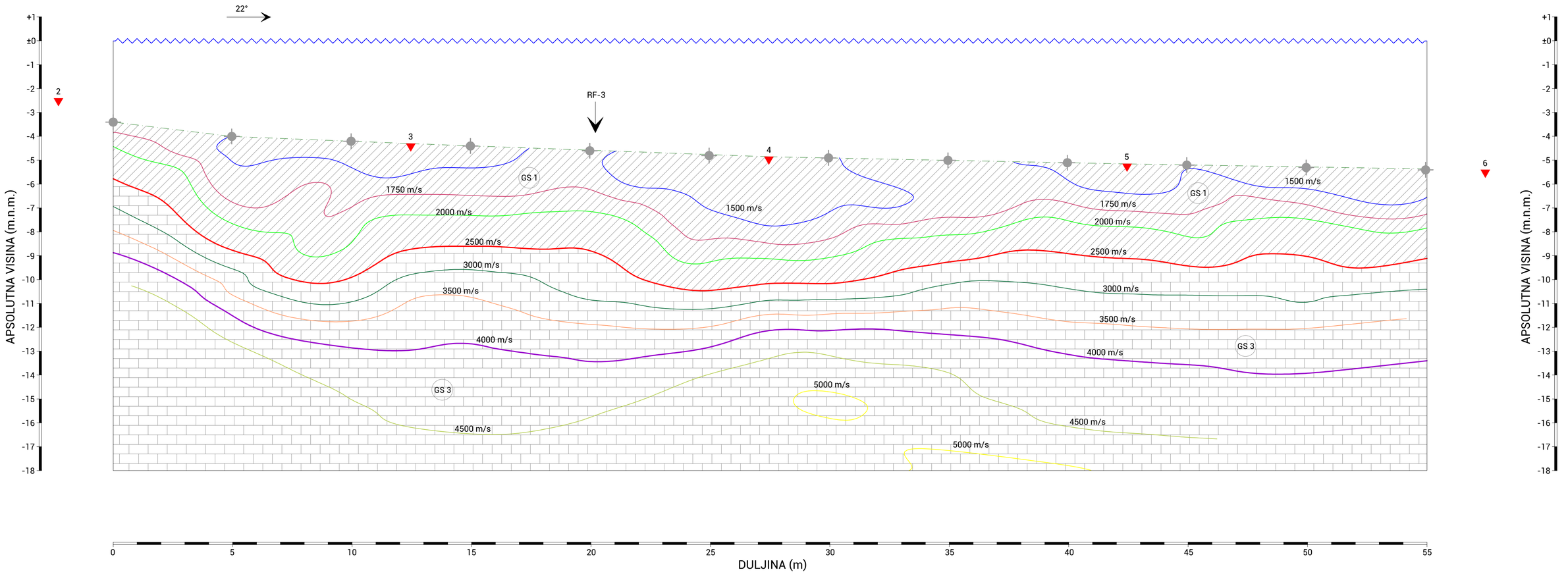
LEGENDA:

- RF-2 - sjecište profila
- B-1 - bušotina (Graf d.o.o., 2019.)
- seizmički impuls
- geofoni



brzine u refraktoru određene +/- metodom obrade vanjskih TP-a:





NAPOMENE:

- PROGNOZNI INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PRESJEK JE IZVUČEN NA TEMELJU GEOFIZIČKOG PROFILA REFRAKCIJE RF-2

LEGENDA:

- GEOTEHNIČKA SREDINA 1 (GS 1) MARINSKI SEDIMENTI-NISKOPLASTIČNI PRAH (ML)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 2 (GS 2) SILTITI/LAPOR RAZLIČITE TROŠNOSTI (L)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 3 (GS 3) VAPNENAČKA STIJENSKA MASA (V)
- LINIJA RAZINE MORA
- LINIJA TERENA
- n — SEIZMIČKI IMPULS
- GEOFONI
- RF-n — SJECIŠTE PROFILA
- B-1 — BUŠOTINA (GEOTEHNIČKI ELABORAT OZNAKE 19/19; GRAF d.o.o., srpanj 2019. g.)

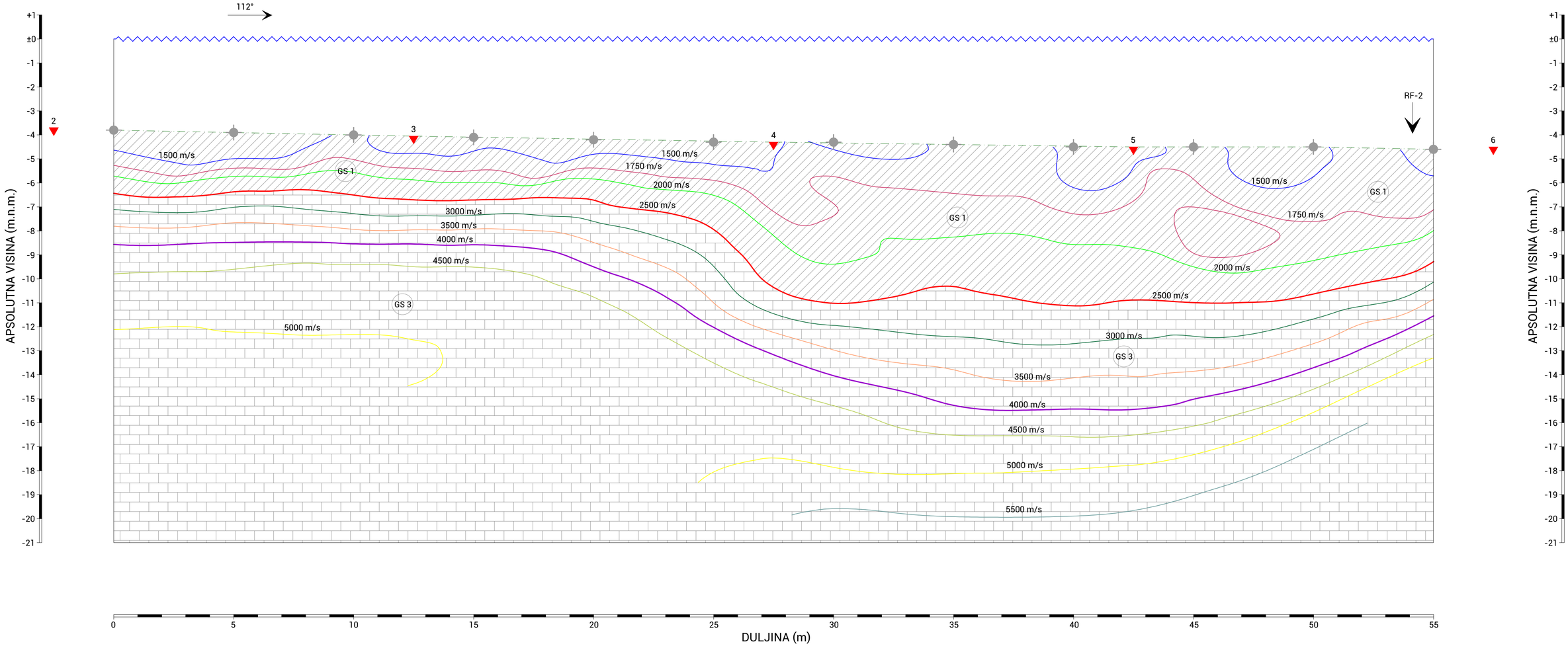
BRZINE SEIZMIČKIH P VALOVA:

- 1500 m/s
- 1750 m/s
- 2000 m/s
- 2500 m/s
- 3000 m/s
- 3500 m/s
- 4000 m/s
- 4500 m/s
- 5000 m/s
- 5500 m/s

GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje
Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik
OIB: 56271052036; MB: 4755456
e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253
Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X

NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik				
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO			PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
FAZA/VRSTA PROJEKTA	GEOTEHNIČKI ELABORAT			DIREKTOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA			SADRŽAJ	PROGNOZNI INŽENJERSKO GEOLOŠKI PRESJEK PROFILA RF-2
MJERILO	1:100	BROJ PROJEKTA	03/23	DATUM	veljača, 2023. godine

List 8.3.2.



NAPOMENE:

- PROGNOZNI INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PRESJEK JE IZVUČEN NA TEMELJU GEOFIZIČKOG PROFILA REFRAKCIJE RF-3

LEGENDA:

- GEOTEHNIČKA SREDINA 1 (GS 1) MARINSKI SEDIMENTI-NISKOPLASTIČNI PRAH (ML)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 2 (GS 2) SILTITI/LAPOR RAZLIČITE TROŠNOSTI (L)
- GEOTEHNIČKA SREDINA 3 (GS 3) VAPNENAČKA STIJENSKA MASA (V)
- LINIJA RAZINE MORA
- LINIJA TERENA
- n — SEIZMIČKI IMPULS
- GEOFONI
- RF-n — SJECIŠTE PROFILA
- B-1 — BUŠOTINA (GEOTEHNIČKI ELABORAT OZNAKE 19/19; GRAF d.o.o., srpanj 2019. g..)

BRZINE SEIZMIČKIH P VALOVA:

- 1500 m/s
- 1750 m/s
- 2000 m/s
- 2500 m/s
- 3000 m/s
- 3500 m/s
- 4000 m/s
- 4500 m/s
- 5000 m/s
- 5500 m/s

GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje
Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik
OIB: 56271052036; MB: 4755456
e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253
Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X

NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik				
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO		PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.	
FAZA/VRSTA PROJEKTA	GEOTEHNIČKI ELABORAT		DIREKTOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.	
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA		SADRŽAJ	PROGNOZNI INŽENJERSKO GEOLOŠKI PRESJEK PROFILA RF-3	
MJERILO	1:100	BROJ PROJEKTA 03/23	DATUM	veljača, 2023. godine	List 8.3.3.

7.3. PROFILI BUŠOTINA

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-1 UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=21,00 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-8,30 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	04.06.2019.	List 1/3

- Neporemećeni uzorak - NU
- Poremećeni uzorak - PU
- Aksijalna čvrstoća - q_u
- Standardni penetracijski test - SPT
- Attebergove granice - w_P, w_L
- Prirodna vlažnost - w_0
- Suha prostorna težina - γ_d
- Vlažna prostorna težina - γ
- Specifična prostorna težina - γ_s
- Index konzistencije - I_k
- Pojava podzemne vode - PPV
- Razina podzemne vode - RPV

w_P, w_L, w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0		10		20		30		40		50	udaraca
γ_d, γ_s, γ	0		10		20		30		40		50	kN/m³
q_u	0		50		100		150		200		250	kN/m²
I_k	0		0,25		0,50		0,75		1,00		1,25	

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
0,00											
3,20											c=12,08 kPa; Ø=31,80° γ_s= 27,00 kN/m³ γ_d= 14,50 kN/m³ γ = 18,90 kN/m³ E_{oed}=2,86 MPa (50-100 kPa)
3,50											
									5 2 3	4,00 4,15 4,30 4,45	
						Marinski sedimenti, niskoplastični prah sa pijeskom i glinom, tamnosive boje, korijenje algi do cca. 1,60 m, školjke, vrlo lako do lako gnječive konzistencije	Q_n	ML			
8,70											c=12,69 kPa; Ø=28,81° γ_s= 27,40 kN/m³ γ_d= 15,10 kN/m³ γ = 19,50 kN/m³ E_{oed}=3,90 MPa (100-200 kPa)
9,00											
9,90 10,00											

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-1 UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=21,00 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-8,30 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	04.06.2019.	List 2/3

- Neporemećeni uzorak - NU
- Poremećeni uzorak - PU
- Aksijalna čvrstoća - q_u
- Standardni penetracijski test - SPT
- Attebergove granice - w_P, w_L
- Prirodna vlažnost - w_0
- Suha prostorna težina - γ_d
- Vlažna prostorna težina - γ
- Specifična prostorna težina - γ_s
- Index konzistencije - I_k
- Pojava podzemne vode - PPV
- Razina podzemne vode - RPV

w_P w_L w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0		10		20		30		40		50	udaraca
γ_d γ_s γ	0		10		20		30		40		50	kN/m³
q_u	0		50		100		150		200		250	kN/m²
I_k	0		0,25		0,50		0,75		1,00		1,25	

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
10,00						Marinski sedimenti, niskoplastični prah sa pijeskom i glinom, tamnosive boje, max. zrno 3 cm, zaobljeni šljunak,	Q_n	ML	11 13 17	13,00 13,15 13,30 13,45	
13,20						Visokoplastična glina, teško do vrlo teškogniječive konzistencije, masna glina, sive boje, valja se, produkt trošenja lapora	Q_n	CH			
14,25						Površinski trošni lapor (siltit)/laporovita glina, sivo zelene boje					
14,80											
15,25											c_u=257,73 kPa q_u=515,46 kPa γ_s= 27,80 kN/m³ c=22,34 kPa; Ø=16,17°
15,55						Lapor (siltit), manje trošan, modro sive boje	E/ OL	L			
18,70						Proslojak pješčenjaka u laporu					
20,00											

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-1 UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=21,00 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-8,30 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	04.06.2019.	List 3/3

- Neporemećeni uzorak - NU
- Poremećeni uzorak - PU
- Aksijalna čvrstoća - q_u
- Standardni penetracijski test - SPT
- Attebergove granice - w_P, w_L
- Prirodna vlažnost - w_0
- Suha prostorna težina - γ_d
- Vlažna prostorna težina - γ
- Specifična prostorna težina - γ_s
- Index konzistencije - I_k
- Pojava podzemne vode - PPV
- Razina podzemne vode - RPV

w_P, w_L, w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0	10	20	30	40	50						udaraca
γ_d, γ_s, γ	0	10	20	30	40	50						kN/m³
q_u	0	50	100	150	200	250						kN/m²
I_k	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25						

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
20,00 20,30 21,00						Proslojak pješčenjaka u laporu Lapor (siltit), modro sive boje, zbog bušenja sa vodom jezgra je isprana i istrošena	E/ OL	L			

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-2a UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=17,00 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-8,30 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	06.06.2019.	List 1/2

- Neporemećeni uzorak - NU
- Poremećeni uzorak - PU
- Aksijalna čvrstoća - q_u
- Standardni penetracijski test - SPT
- Attebergove granice - w_P, w_L
- Prirodna vlažnost - w_0
- Suha prostorna težina - γ_d
- Vlažna prostorna težina - γ
- Specifična prostorna težina - γ_s
- Index konzistencije - I_k
- Pojava podzemne vode - PPV
- Razina podzemne vode - RPV

w_P w_L w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0		10		20		30		40		50	udaraca
γ_d γ_s γ	0		10		20		30		40		50	kN/m³
q_u	0		50		100		150		200		250	kN/m²
I_k	0		0,25		0,50		0,75		1,00		1,25	

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
0,00						Marinski sedimenti, niskoplastični prah sa pijeskom i glinom, tamnosive boje, korijenje algi do cca. 2,80 m, školjke, prilikom izvođenja SPT-a na dubini od 2,00 m pribor propao do dubine od 7,00 m gdje je SPT i izveden, vrlo lako do lako gnječive konzistencije	Q_n	ML			
6,60						Proslojak sa većim udjelom gline, srednje teško gnječive do teško gnječive konzistencije			4 7 6	7,00 7,15 7,30 7,45	
7,90						Proslojak bez kohezije, sa većim udjelom zaobljenog šljunka					
9,50						Komad kršja			30	9,50 9,62	
10,00											

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-2a UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=17,00 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-8,30 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	06.06.2019.	List 2/2

Neporemećeni uzorak - NU
Poremećeni uzorak - PU
Aksijalna čvrstoća - q_u
Standardni penetracijski test - SPT
Attebergove granice - w_P, w_L
Prirodna vlažnost - w_0
Suha prostorna težina - γ_d
Vlažna prostorna težina - γ
Specifična prostorna težina - γ_s
Index konzistencije - I_k
Pojava podzemne vode - PPV
Razina podzemne vode - RPV

w_P, w_L, w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0		10		20		30		40		50	udaraca
γ_d, γ_s, γ	0		10		20		30		40		50	kN/m³
q_u	0		50		100		150		200		250	kN/m²
I_k	0		0,25		0,50		0,75		1,00		1,25	

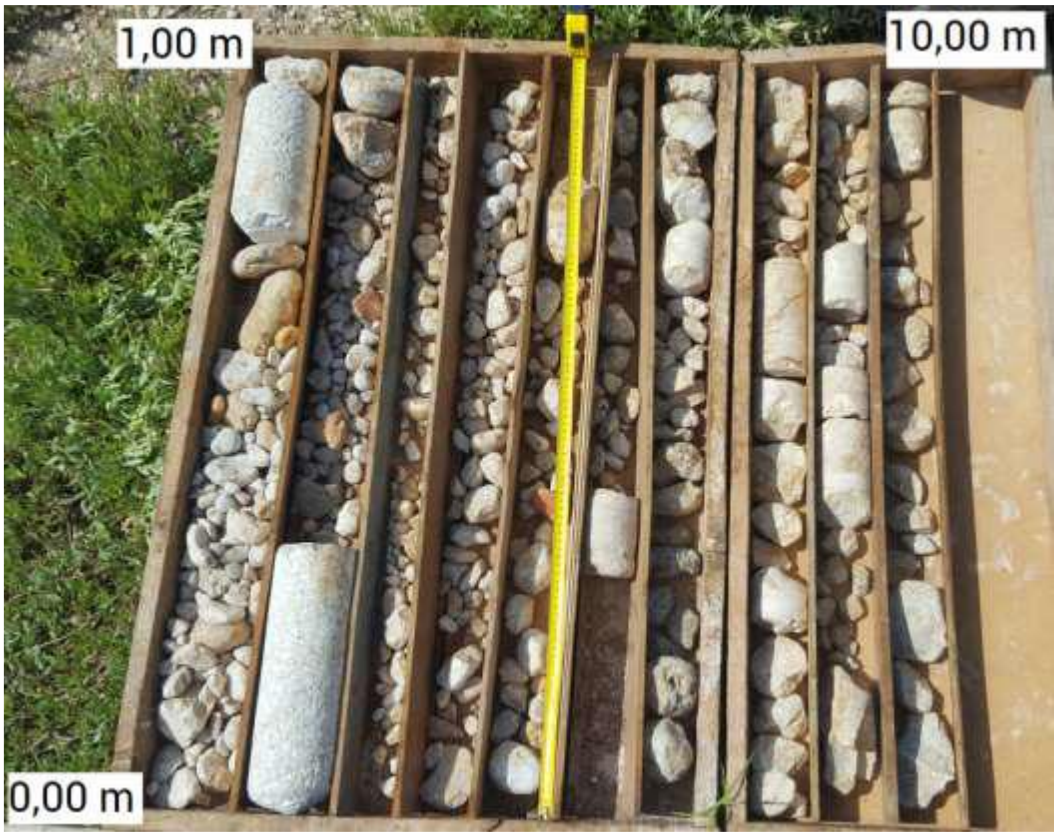
DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
10,00											
11,50						Prijelaz iz praha u lapor, izrazito trošni površinski lapor, komadi kršja oštrih bridova (pješčenjak)	Q_n	ML			
12,70						Površinski trošni lapor (siltit), modro zelene boje	E/ OL	L			
15,70											
16,00											$I_{s(50)}$=0,61; s_c=12,20 MPa
16,20						Lapor (siltit), manje trošan, sive boje					γ_s= 27,10 kN/m³
17,00											

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-2b UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=10,00 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-1,60 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	08.06.2019.
					List 1/1

Neporemećeni uzorak - NU
Poremećeni uzorak - PU
Aksijalna čvrstoća - q_u
Standardni penetracijski test - SPT
Attebergove granice - w_P, w_L
Prirodna vlažnost - w_0
Suha prostorna težina - γ_d
Vlažna prostorna težina - γ
Specifična prostorna težina - γ_s
Index konzistencije - I_k
Pojava podzemne vode - PPV
Razina podzemne vode - RPV

w_P w_L w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50					udaraca
γ_d γ_s γ	0	10	20	30	40	50					kN/m³
q_u	0	50	100	150	200	250					kN/m²
I_k	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25					

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
0,00 – 0,70						Šljunak i pijesak sa kršjem, poluuglato do zaobljeno, dobrograduiran, donešen na lokaciju morskim strujama i valovima	Q_n	GW			
0,70 – 1,30						Nearmirani beton, dio konstrukcije postojeće rive					
1,30 – 4,70						Šljunak i pijesak sa kršjem, poluuglato do zaobljeno, dobrograduiran, komadi kupa, nasuti materijal	Q_n	GW			
4,70 – 4,83						Od 4,83-5,25 m kaverna bez ispune, pribor propao bez bušenja	E_2	V			
4,83 – 5,25	?	10				Površinska jače okršena vapnenačka stijenska masa, sive boje, vidljive manje i veće šupljine u stijenskoj masi vjerojatno od djelovanja morskih organizama (prstaci i dr.), u strukturi stijene prisutni numuliti					
5,25 – 6,00	?	22									
6,00 – 6,60						Okršena vapnenačka stijenska masa, svijetlosive boje, u strukturi stijene prisutni numuliti, valovite zaobljene pukotine bez ispune					
6,60 – 7,55	?	17									
7,55 – 7,72					▨	Trošna zona					$I_{s(50)}$=4,76; s_c=116,60 MPa
7,72 – 8,35											
8,35 – 8,48	?	37			▨						$I_{s(50)}$=4,71; s_c=115,50 MPa
8,48 – 9,00											
9,00 – 10,00	?	11									


1,00 m
10,00 m
0,00 m

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-3 UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=10,30 m	
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE: -1,00 m.n.m.	DATUM BUŠENJA: 01.06.2019. — List 1/2

- Neporemećeni uzorak - NU
- Poremećeni uzorak - PU
- Aksijalna čvrstoća - q_u
- Standardni penetracijski test - SPT
- Attebergove granice - w_P, w_L
- Prirodna vlažnost - w_0
- Suha prostorna težina - γ_d
- Vlažna prostorna težina - γ
- Specifična prostorna težina - γ_s
- Index konzistencije - I_k
- Pojava podzemne vode - PPV
- Razina podzemne vode - RPV

w_P w_L w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0		10		20		30		40		50	udaraca
γ_d γ_s γ	0		10		20		30		40		50	kN/m³
q_u	0		50		100		150		200		250	kN/m²
I_k	0		0,25		0,50		0,75		1,00		1,25	

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
0,00–0,20						Marinski sedimenti, pijesak sa prahom i kršjem, sive boje	Q_n	GF_s			
0,20–2,90						Površinska jače okršena vapnenačka stijenska masa, sive boje, vidljive manje i veće šupljine u stijenskoj masi vjerojatno od djelovanja morskih organizama (prstaci i dr.), u strukturi stijene prisutni numuliti					
3,00–3,40	5	82					E_2	V			s_c=45,90 MPa
3,40–3,70						Vidljiva vertikalna pukotina povezana sa procjeđivanjem, moguća manja kaverna, voda od bušenja se izgubila					
3,70–4,00											
4,00–4,20	?	56									
4,20–4,60						Manja trošna zona					
4,60–4,82											
4,82–5,00											
5,00–5,18	?	68				Manja trošna zona					
5,18–5,30											
5,30–5,44						Manja trošna zona					
5,44–5,58						Manja trošna zona Manje okršena vapnenačka stijenska masa, svijetlosive boje, u strukturi stijene prisutni numuliti, blago hrapave pukotine sa kalcitnom i prahovitom ispunom					
5,58–6,00											
6,00–6,35	?	80									$I_{s(50)}$=2,81; s_c=56,70 MPa
6,35–6,54											
6,54–7,00											
7,00–7,20	?	65				Manja trošna zona					
7,20–7,85											
7,85–8,00	?	22				Manja trošna zona					
8,00–8,70						Izrazito trošna zona					
8,70–9,00											
9,00–10,00	?	37									

GRAF	GRAF d.o.o. za projektiranje, nadzor i građenje Vladimira Nazora 9, 20 000 Dubrovnik OIB: 56271052036; MB: 4755456 e-mail: graf.vinko@gmail.com; mob: +385 98 162 3253 Žiro račun kod OTP banke d.d.; IBAN: HR2924070001100467635; BIC: OTPVHR2X	INŽENJERSKO-GEOLOŠKI PROFIL BUŠOTINE B-3 UKUPNA DUBINA BUŠOTINE L=10,30 m			
NARUČITELJ	LUČKA UPRAVA DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE Vukovarska 2, 20 000 Dubrovnik	PROJEKTANT	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
GRAĐEVINA	DOGRADNJA I UREĐENJE LUKE OTVORENE ZA JAVNI PROMET SREBRENO	TERENSKI NADZOR	Vinko Fabris, mag. ing. aedif.		
LOKACIJA	SREBRENO, OPĆINA ŽUPA DUBROVAČKA	KOTA UŠĆA BUŠOTINE	-1,00 m.n.m.	DATUM BUŠENJA	01.06.2019.	List 2/2

Neporemećeni uzorak - NU
Poremećeni uzorak - PU
Aksijalna čvrstoća - q_u
Standardni penetracijski test - SPT
Attebergove granice - w_P, w_L
Prirodna vlažnost - w_0
Suha prostorna težina - γ_d
Vlažna prostorna težina - γ
Specifična prostorna težina - γ_s
Index konzistencije - I_k
Pojava podzemne vode - PPV
Razina podzemne vode - RPV

w_P w_L w_0	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	%
SPT	0	10	20	30	40	50						udaraca
γ_d γ_s γ	0	10	20	30	40	50						kN/m³
q_u	0	50	100	150	200	250						kN/m²
I_k	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25						

DUBINA (m)	BROJ PUKOTINA	RQD (%)	PPV RPV	GRAFIČKA OZNAKA	PU NU	LITOLOŠKI OPIS (DETERMINACIJA) TLA	STRATIGRA. SIMBOL	GEOMEH. SIMBOL	SPT BROJ UDARACA	SPT DUBINA (m)	REZULTATI ISPITIVANJA NA TERENU I U LABORATORIJU
10,00 10,30	?	43					E_2	V			

7.4. REZULTATI LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA

Srebreno - lukobran
Izvještaj o provedenim ispitivanjima uzoraka tla

LI-08-06-19

GEOTEST

TABELARNI PRIKAZ LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA / LABORATORY TESTS REPORT_SREBRENO - LUKOBRAN

Laboratorij: Laboratory:	**Geotest d.o.o. Laboratorij Brezovička cesta 48E, Zagreb**	Građevina: Object:	**SREBRENO - LUKOBRAN**
Naručitelj: Order by:	**Graf d.o.o. Vladimira Nazora 9, Dubrovnik**	Oznaka projekta: Project designation:	**LI 08-06-19**
Mjesto i datum: Place and date:	**Zagreb, srpanj 2019.**		

Oznaka uzorka / Sample designation	Bušotina / Borehole	Dubina / Depth under surface	Vrsta uzorka / Sampling method	Simbol / Classification symbol	Gustoća / Bulk density	Gustoća suha / Dry density	Gustoća krutih čestica / Density of solid particles	Vlažnost / Water content	Atterbergove granice plastičnosti / Atterberg limits		Indeks plastičnosti / Plasticity index	Indeks konzistencije / Consistency index	Granulometrijska analiza / Particle size distribution				Jednoosna čvrstoća / Unconfined comp. test	Jednoosna čvrstoća stijene / Uniaxial compressive strenght of rock core	Posmična čvrstoća / Shear strength		Test opterećenjem u jednoj točki / Point Load Test		Edometarski pokus (Modul vertikalne stišljivosti) / Oedometer test						
																							10-50 kPa	50-100 kPa	100-200 kPa	200-400 kPa	400-800 kPa	800-1600 kPa	1600-3200 kPa
		od - do			ρ	ρd	ρs	w	w_L	w_P	I_P	I_C	C	M	S	G	q	σ	c	φ	σc	IS(50)	E_{oed}						
[-]		[m]	[-]	[-]	[g/cm³]				[%]		[-]	[-]	[%]				[kPa]	[MPa]	[kPa]	[°]	[-]	[-]	[MPa]						
080619-826	**B-1**	3,20 - 3,50		**ML**			2,70		35,37	24,62	10,75		12,25	68,76	18,41	0,58			12,08 A	31,8			1,67	2,86	5,26	8,89			
080619-827	**B-1**	8,70 - 9,00		**CL**			2,74		35,21	21,45	13,76		13,06	62,58	22,23	2,13			12,69 A	28,81			1,53	2,54	3,90	6,89			
080619-828	**B-1**	15,25 - 15,55					2,78										515,46		22,34 A	16,17									
080619-829	**B-2a**	16,00 - 16,20					2,71														12,2	0,61							
080619-830	**B-2b**	7,55 - 7,72																			116,6	4,76							
080619-831	**B-2b**	8,35 - 8,48																			115,5	4,71							
080619-832	**B-3**	3,40 - 3,70																45,9											
080619-833	**B-3**	6,35 - 6,54																			56,7	2,81							

Oznaka uz posmičnu čvrstoću / Index beside shear strength:
A) Izravno smicanje / Direct shear box — B) Reverzno smicanje / Reverse shear
C) Po Kray Tiedemannu / Kray Tiedemann method
D) Triaksijalno ispitivanje / Triaxial test — UU (a) CIU (b) CID (c)

Ispitao:
Operator:
Siniša Trkulja, geol. tehn.
Marijan Međed, grad. tehn.

Kontrolirao i odobrio:
Checked and approved:
Toma Morović, ing.grad.