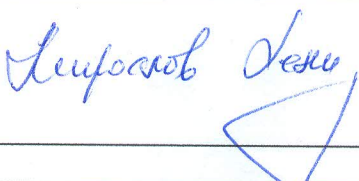
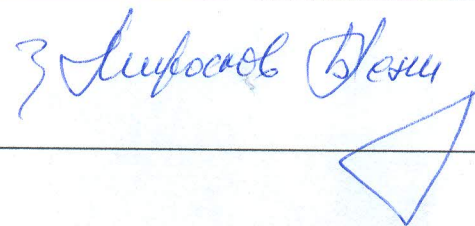


1.1. NASLOVNA STRANA

| | |
|---------------------------------|---|
| | ELABORAT GEOMEHANIKE |
| Investitor: | „LAKE SITY“ d.o.o. Sindelićeva br. 16 Beograd - Zemun |
| Objekat: | Stambeno-poslovni Na K.P.4780 i 4782 K.O. Zrenjanin u Zrenjaninu |
| Vrsta tehničke dokumentacije: | PGD – PROJEKAT ZA GRADJEVINSKU DOZVOLU |
| Naziv i oznaka dela projekta: | IDR |
| Za građenje / izvođenje radova: | nova gradnja |
| Projektant: | „NOVI KOSOVOPROJEKT GEOTEHNIKA“ doo Ul. Ruzveltova br.4, Beograd |
| Odgovorno lice projektanta: | Miroslav Helc |
| Potpis: |  |

| | |
|----------------|--|
| Ovlasceno lice | Miroslav Helc dipl.ing.geol. |
| Broj licence: | 391 M055 13 |
| Potpis: |  |

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Broj dela projekta: | 03/21 |
| Mesto i datum: | Beograd, mart 2021. godine |

1.2. SADRŽAJ ELABORATA GEOMEHANIKE

| | |
|------|---|
| 1.1. | Naslovna strana elaborata |
| 1.2. | Sadržaj elaborata |
| 1.3. | Rešenje o određivanju ovlašćenog lica elaborata |
| 1.4. | Izjava ovlašćenog lica elaborata |
| 1.5. | Elaborat geomehanike |

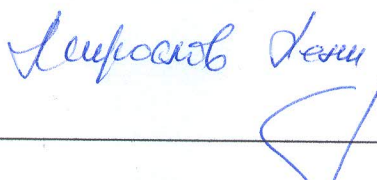
1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU OVLAŠĆENOG LICA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13--odluka US, 50/2013--odluka US, 98/2013--odluka US, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019-dr.zakon i 9/2020) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 73/2019.) kao:

OVLAŠĆENO LICE

za izradu elaborata geomehanike koji je deo Projekta za građevinsku dozvolu za izgradnju stambeno-poslovnog kompleksa na K.P.4780 i 4782 K.O. Zrenjanin u Zrenjaninu, određuje se:

Miroslav Helc, diplomirani inženjer geologije.....broj licence 391 M055 13

| | |
|---------------------------|--|
| Projektant: | „NOVI KOSOVOPROJEKT GEOTEHNIKA“ doo Ul. Ruzveltova br.4, Beograd |
| Odgovorno lice/zastupnik: | Miroslav Helc |
| Potpis: |  |

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| Broj tehničke dokumentacije: | 03/21 |
| Mesto i datum: | Beograd, mart 2021. godine |

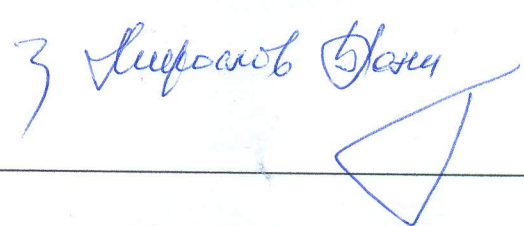
1.4. IZJAVA OVLAŠĆENOG LICA ELABORATA GEOMEHANIKE

Ovlašćeno lice elabore geomehanike, koji je deo Projekta za građevinsku dozvolu za izgradnju stambeno – poslovnog kompleksa na K.P.4780 i 4783 K.O. Zrenjanin u Zrenjaninu:

Miroslav Helc
diplomirani inženjer geologije

IZJAVLJUJEM

1. da je elaborat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS br.72/09, 81/09- ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13- odluka US, 50/2013- odluka US, 98/2013- odluka US, 132/14 i 145/14, 83/2018, 31/2019 i 37/2019,), Statuta inženjerske komore Srbije i propisima, standardima i normativima iz oblasti geotehnike i pravilima struke;
2. da je elaborat izrađen u skladu sa Zakonom o rudarstvu i geološkim istraživanjima – (Sl.Glasnik Republike Srbije br.88/11)
3. elaborat geomehanike urađen u skladu sa Pravilnikom o sadržini Projekta o geološkim istraživanjima i drugim važećim propisima koji regulišu ovu oblast.

| | |
|-----------------------|--|
| Odgovorni projektant: | Miroslav Helc, diplomirani inženjer geologije |
| Broj licence: | 391 M055 13 |
| Potpis: |  |

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| Broj tehničke dokumentacije: | 03/21 |
| Mesto i datum: | Beograd, mart 2021. godine |

1.5 TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA



Sl.br.1 lokacija budućeg objekta

1. U V O D

Na osnovu ugovora zaključenog sa investitorom –preduzećem „LAKE SITY D.O.O.“ iz Beograda, Novi Kosovoprojekt-Geotecnika d.o.o. preuzeo je obavezu da izvrši analizu geotecnickih uslova fundiranja za stambeno-poslovni objekat na K.P.4780 i 4782 K.O. Zrenjanin u Zrenjaninu. Vrsta, obim i raspored projektovanih terenskih istraživanja određeni su od strane projektanta odnosno investitora. Predmetna lokacija nalazi se između naselja i ulice Brigadira Ristića i veštačkog „slanog“ jezera, na ravnom platou koji se kreće uglavnom između apsolutnih visinskih kota 77,90 i 78,65 m.n.v.

Na predmetnoj lokaciji predviđena je izgradnja objekata spratnosto $P_0 + P + 7 + P_t$.

2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

U okviru terenskih radova izvedeno je istražno bušenje, inženjersko geološko kartiranje jezgra, ugradnja pijezometra, kao i opiti statičke penetracije.

2.1 Istražno bušenje

Istražno bušenje izvedeno je početkom februara 2021-e godine, mašinskom garniturom, rotacionim sistemom bušenja sa kontinuiranim jezgrovanjem prečnika Ø 146 mm. Izvedeno je ukupno 6 bušotina i to 5 do dubine 15,0m i jedna do dubine 20,0m od površine terena, u ukupnoj metraži 95,0m' bušenja. U toku bušenja registrovana je pojava podzemne vode, a 24h nakon završetka bušenja registrovan je nivo podzemne vode.

Raspored izvedenih bušotina prikazan je na situaciji terena u prilogu br.1 grafičke dokumentacije.

Pojedinačni presezi bušotina dati su u prilogima 3.1-3.6 grafičke dokumentacije.

2.2 Inženjerskogeološko kartiranje jezgra

Inženjerskogeološko kartiranje jezgra vršeno je sukcesivno sa bušenjem pri čemu je posebna pažnja obraćena na strukturu, vrstu i tip poroznosti slojeva. Isto tako vršeno je odabiranje reprezentativnih uzoraka tla za laboratorijska ispitivanja. Uzorci tla su odmah po izvedenom bušenju i kartiranju propisno spakovani da bi sačuvali prirodnu vlažnost i neporemećenost te zatim transportovani do laboratorije preduzeća „ GEOM “ iz Beograda.

2.3 Ugradnja pijezometra

Ugradnja pijezometarske konstrukcije izvedena je u centralnoj – najdubljoj bušotini B-3. Ugrađena je PVC cev prečnika 75mm obložena bunarskim sitom 0,4 x 0,4mm a na samom vrhu u dužini od 0,6m stavljena je

pocinkovana cev. U filterskom delu pijezometra ugrađen je kvarcni granulat \varnothing 2-4mm.

2.4 Opiti statičke penetracije

Izvedeni su penetrometrom marke „PAGANI “ kapaciteta 200KN sa hidrauličnim sistemom utiskivanja konusa – do iscrpljenja celokupne sile. Izvedeno je ukupno šest opita neposredno uz izvedene bušotine a dobijeni rezultati korišćeni su za definisanje parametara tla i sprovođenje geostatičkih proračuna dozvoljene nosivosti dubokih temelja. Tom prilikom su postignute sledeće dubine do iscrpljenja statičke sile penetrometra (200 KN).

| | |
|-------------|--------|
| CPT-1 | 19,0 m |
| CPT-2 | 18,4 m |
| CPT-3..... | 21,0 m |
| CPT-4 | 19,2 m |
| CPT-6 | 18,8 m |
| CPT-6..... | 8,7 m |

Dijagrami otpora prodora konusa R_c (KPa) i trenja duž omotača šipki prikazani su na pojedinačnim priložima br. 4.1- 4.6 kao i na geotehničkim presecima terena uz odgovarajuće bušotine u priložima broj 2.1-2.5 grafičke dokumentacije.

3. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Vrsta i obim laboratorijskih ispitivanja određeni su od strane projektanta, odnosno investitora.

Na uzetim uzorcima tla iz bušotina u cilju definisanja fizičko-mehaničkih parametara tla neophodnih za sprovođenje geostatičkih analiza, izvedena su sledeća ispitivanja:

A) **opiti klasifikacije i identifikacije** (prirodna vlažnost, granulometrijski sastav, granice konsistencije, specifična i zapreminska masa, sadržaj CaCO_3 sadržaj sagorljivih materija) rađeni su na poremećenim uzorcima tla i to:

- Vrednosti prirodne sadržine vode određene su u svemu prema SRPS EN ISO 17892-1:2015 na ukupno 11 uzoraka tla iz svih slojeva.
- Granulometrijski sastav rađen je kombinovanom metodom sejanja i hidrometrisanja na 11 uzoraka tla - u svemu po SRPS EN ISO 17892-4 55:2017. Krive granulometrijskog sastava date su u posebnim priložima.
- Atterbergove granice konsistencije urađene su na 8 uzoraka tla slojeva gde je to moglo da se uradi - u svemu prema SRPS EN ISO 17892-12:2018
- Zapreminska masa tla određena je preko cilindra određene zapremine na ukupno 11 uzoraka tla u svemu prema SRPS EN ISO 17892-2:2015
- Zapreminska masa čvrstih čestica (specifična težina tla) određena je preko piknometra na ukupno 11 uzoraka tla u svemu prema SRPS EN ISO 17892-3:2016
 - Sadržaj sagorljivih i organskih materija određen je na ukupno 11 uzoraka tla iz svih sredina, u svemu prema SRPS U.B1.024:1968 – žarenjem,
 - Sadržaj karbonata određen je na 7 uzoraka tla u svemu prema (SRPS U.B1.026:1968)

B) **opiti za određivanje smičućih (direktno smicanje) i deformabilnih (edometarska stišljivost) karakteristika tla**, koji se rade na neporemećenim uzorcima tla u cilju dobijanja parametara neophodnih za sprovođenje geostatičkih proračuna.

- Opiti direktnog smicanja izvedeni su na ukupno 8 uzoraka tla u svemu prema SRPS EN ISO 17892-10:2019

- Opiti edometarske stišljivosti izvedeni su u ukupno 8 uzoraka tla iz svih sredina, u svemu prema SRPS EN ISO 17892-5:2017

C) opiti za određivanje vodopropustljivosti rađeni u cilju određivanja koeficijenta filtracije pojedinih sredina tla. Izvedena su ukupno tri opita – sa opadajućim pritiskom u svemu prema SRPS U. B1.034: 1969 t 5.2

Rezultati svih sprovedenih analiza dati su sintetizovano u tabelarnom pregledu u prilogu br.5 grafičke dokumentacije.

4. GEOTEHNIČKI PRESEK TERENA

Na bazi rezultata sprovedenih terenskih istraživanja i laboratorijskih ispitivanja, utvrđen je opšti presek terena predstavljen sledećim litološkim članovima - slojevima:

*** NASIP (n):** glinovitog porekla sa puno ostataka organskih materija i građevinskog šuta (cigle, maltera, komada betonskih blokova i sl.) anizotropnih i nepostojanih karakteristika, vodopropustljiv, neujednačeno stišljiv, pojavljuje se na celoj površini terena u sloju velike debljine – između 1,8 i 3,2m. Sloj je izuzetno loših i neujednačenih geotehničkih karakteristika tako da se mora ukloniti u celoj debljini sa kote fundiranja. Kako je arhitektonskim rešenjem projekta predviđena izrada jedne podzemne etaže, to će ovaj sloj prilikom izvođenja iskopa biti uklonjen u celoj debljini. Ukoliko se i pored toga nađe na temeljnom kontaktu mora se ukloniti i zameniti tamponskim slojem tucanika ili šljunka – odgovarajuće debljine.

*** PRAŠINOVITA GLINA (CL):** pretežno niske plastičnosti, sa dosta sitnozrnog peska neujednačeno zastupljenog u masi, provlažena, meka, pojačano stišljiva, limonitisana, smeđe boje. Pojavljuje se ispod sloja

nasipa na dubini od oko 2-3m od površine terena u sloju neujednačene debljine 1,9- 8,7m.

Otpor prodora konusa statičke penetracije u zoni ovoga sloja ima vrlo niske vrednosti i kreće se uglavnom između 2-5 Mpa što ukazuje da se radi o „vrlo mekom do mekom” tlu

Merodavne fizičko mehaničke karakteristike ovoga sloja utvrđene laboratorijskim ispitivanjima su:

- prirodna vlažnost $W = 23,9-26,7\%$
- granica tečenja $W_t = 33,7-36,0\%$
- granica plastičnosti $W_p = 19,2-20,4\%$
- indeks konsistencije $I_c = 0,7$
- zapreminska masa (kN/m^3)
 - (prirodno vlažna) $\gamma = 19,1-19,9 \text{ kN/m}^3$
 - (s u v a) $\gamma_d = 15,2-16,0 \text{ kN/m}^3$
- specifična masa $\gamma_s = 26,7-27,0 \text{ kN/m}^3$
- sadržaj čestica gline 0-15%
- sadržaj čestica prašine 32-89%
- sadržaj čestica sitnog peska 1-67%
- sadržaj čestica srednjeg peska 0-2 %
- poroznost $n = 40,2-43,6\%$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 24-32^\circ$
- k o h e z i j a $c = 3,9- 15,1 \text{ kN/m}^2$
- edometarski modul stišljivosti (kN/m^2)
 - $M_{s(50-100)} = \dots\dots\dots 3846-83333 \text{ kN/m}^2$
 - $M_{s(100-200)} = \dots\dots\dots 6897-12.500 \text{ kN/m}^2$
 - $M_{s(200-400)} = \dots\dots\dots 10.526-21053 \text{ kN/m}^2$

*** BARSKA GLINA (CI-CH):** prašinovita glina sa mnogo ostataka organskih materija (korenja i žilica biljaka), u masi neujednačeno peskovita, veoma meka, stišljiva, vodomzasićena, sivoplavičaste do crne boje. Pojavljuje se lokalno u zoni bušotina B-3 i B-5 i predstavlja stari zabareni deo terena. Pojavljuje se lokalno plitko odmah ispod sloja nasipa na dubini oko 2,4m od površine terena u sloju debljine 2,2-3,0m.

Otpor prodora konusa statičke penetracije u zoni ovoga sloja ima vrlo niske vrednosti i kreće se uglavnom između 2-4 Mpa što ukazuje da se radi o „vrlo mekom” tlu

Merodavne fizičko mehaničke karakteristike ovoga sloja utvrđene laboratorijskim ispitivanjima su:

- prirodna vlažnost $W = 31,5\%$
- granica tečenja $W_t = 42,1\%$
- granica plastičnosti $W_p = 20,6\%$
- indeks konsistencije $I_c = 0,5$
- zapreminska masa (kN/m^3)
 - (prirodno vlažna) $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
 - (s u v a) $\gamma_d = 14,1 \text{ kN/m}^3$
- specifična masa $\gamma_s = 26,6 \text{ kN/m}^3$
- sadržaj čestica gline $22,0\%$
- sadržaj čestica prašine 75%
- sadržaj čestica sitnog peska 3%
- poroznost $n = 47,1\%$

*** MULJEVITA GLINA (CH):** praćinovita glina pretežno visoke plastičnosti, sa proslojcima i sočivima sitnošrnog peska, vodom zasićena veoma meka, lako gnječiva, pojačano stišljiva, sivoplavičaste boje. Pojavljuje se uglavnom na dubini preko 6m od površine terena, u sloju velike debljine – uglavnom preko 8m.

Otpor prodora konusa statičke penetracije u zoni ovoga sloja ima vrlo niske vrednosti i kreće se uglavnom između 3-5 Mpa što ukazuje da se radi o „vrlo mekom do mekom” tlu

Merodavne fizičko mehaničke karakteristike ovoga sloja utvrđene laboratorijskim ispitivanjima su:

- prirodna vlažnost $W = 28,4-31,7\%$
- granica tečenja $W_t = 33,8-41,8\%$
- granica plastičnosti $W_p = 18,8-20,8\%$
- indeks konsistencije $I_c = 0,26-0,5$
- zapreminska masa (kN/m^3)
 - (prirodno vlažna) $\gamma = 18,7-19,4 \text{ kN/m}^3$
 - (s u v a) $\gamma_d = 14,2-15,1 \text{ kN/m}^3$
- specifična masa $\gamma_s = 26,7-26,8 \text{ kN/m}^3$
- sadržaj čestica gline $11-22\%$
- sadržaj čestica prašine $74-85\%$
- sadržaj čestica sitnog peska $0-9\%$
- poroznost $n = 43,4-46,9\%$
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 21-27^\circ$

- k o h e z i j ac =13,8- 17,2 kN/m²
- edometarski modul stišljivosti (kN/m²)
 - $M_{s(50-100)} = \dots\dots\dots 1852-2381 \text{ kN/m}^2$
 - $M_{s(100-200)} = \dots\dots\dots 2857-3846 \text{ kN/m}^2$
 - $M_{s(200-400)} = \dots\dots\dots 4762-6349 \text{ kN/m}^2$

*** GLINOVIT PESAK (SC):** prašinst, pretežno sitnog i srednjeg zrna, intergranularne poroznosti, vodom zasićen, slabo stišljiv, dobro zbijen, sivoplavičaste boje. Pojavljuje se na celoj lokaciji , na dubini oko 16,0m od površine terena u sloju velike debljine – preko 5m. Krajnja debljina ovoga sloja nije utvrđena usled ograničene dubine bušenja.

Otpor prodora konusa statičke penetracije u zoni ovoga sloja kreće se uglavnom između 13-18 Mpa što ukazuje da se radi o „srednje tvrdom do tvrdom” tlu

Laboratorijskim ispitivanjima utvrđene su mu sledeće fizičko-mehaničke karakteristike:

- prirodna vlažnostW = 24,2-28,1%
- zapreminska masa (kN/m³)
 - (prirodno vlažna) $\gamma = 19,4-19,5 \text{ kN/m}^3$
 - (s u v a) $\gamma_d = 15,2-15,6 \text{ kN/m}^3$
- specifična masa $\gamma_s = 26,6 \text{ kN/m}^3$
- sadržaj čestica gline5-19%
- sadržaj čestica prašine36-75%
- sadržaj čestica sitnog peska4-29%
- sadržaj čestica srednjeg peska1-26%
- sadržaj čestica krupnog peska1-3%
- sadržaj čestica sitnog šljunka0-1%
- poroznostn = 41,9-42,9 %
- ugao unutrašnjeg trenja $\varphi = 24-29^\circ$
- k o h e z i j ac = 6,2-16,8 kN/m²
- edometarski modul stišljivosti (kN/m²)
 - $M_{s(100-200)} = \dots\dots\dots 4000-4878 \text{ kN/m}^2$
 - $M_{s(200-400)} = \dots\dots\dots 5970-8000 \text{ kN/m}^2$

Ukoliko se projektant odluči za varijantu dubokog fundiranja ovo je sredina u kojoj treba osloniti baze šipova.

U nastavku dajemo tabelarni pregled svih izvedenih bušotina sa debljinama izdvojenih slojeva i stanjem podzemne vode registrovanim u vreme bušenja.

| bušotina | kota | Debljine slojeva u (m) | | | | | NPV | Kota npv | Zavr. dubina |
|----------|-------|------------------------|-----|-------|------|------|-----|----------|--------------|
| | | n | CL | CI-CH | CH | SC | | | |
| B-1 | 78,20 | 1,8 | 4,2 | / | 8,7 | 0,3* | 1,6 | 76,6 | 15,0 |
| B-2 | 78,50 | 2,2 | 4,1 | / | 8,7* | | 2,9 | 75,60 | 15,0 |
| B-3 | 78,20 | 2,3 | 3,3 | 2,2 | 7,7 | 4,5* | 2,4 | 75,80 | 20,0 |
| B-4 | 77,90 | 3,2 | 2,8 | / | 9,0* | | 2,1 | 75,80 | 15,0 |
| B-5 | 78,00 | 2,1 | 1,9 | 3,0 | 7,5 | 0,5* | 2,4 | 75,60 | 15,0 |
| B-6 | 78,00 | 2,0 | 8,7 | / | 4,3* | | 2,9 | 75,10 | 15,0 |

Međusoban odnos i položaj slojeva prikazan je na geotehničkim presecima terena u prilogima br.2.1-2.5 grafičke dokumentacije.

5. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LOKACIJE

U toku izvođenja terenskih radova u svim bušotinama registrovana je pojava podzemne vode, a 24h po završetku bušenja –nakon „ustaljenja nivoa” kod svake bušotine registrovan je nivo podzemne vode. Isti je utvrđen na dubini 1,6-2,9m od površine terena, t.j. između apsolutnih visinskih kota 75,10 i 76,60 m.n.v. Očigledno je da je u terenu formirana izdan podzemne vode većeg kapaciteta koja je u direktnoj hidrauličkoj vezi sa jezerom koje se nalazi u neposrednoj blizini mikrolokacije. Koeficijenti

filtracije karakteristični za ovu sredinu dobijeni su laboratorijskim uslovima i kreću se između $K_f = 5,72 \times 10^{-7}$ i $9,0 \times 10^{-7}$ cm/sec

6. ANALIZA PLITKOG FUNDIRANJA

Analiza plitkog fundiranja sprovedena je za slučaj fundiranja na A.B. ploči i za slučaj fundiranja na trakastim A.B. temeljima međusobom povezanim i ukrućenim u oba pravca – roštilju. Zbog prisustva sloja nasipa velike debljine na celoj površini terena, visokog nivoa podzemne vode i veoma neujednačenih i loših deformabilnih karakteristika sloja prašinovite gline (CL) u kojoj bi se fundirao objekat, obavezno je na koti fundiranja prvo izvesti tamponski sloj tucanika i šljunka min debljine 1m. Tampon treba izvesti u uslovima oborenog nivoa podzemne vode u dva sloja. Prvi donji sloj debljine 50cm treba izvesti od lomljenog kamena uz zbijanje i postizanje min zbijenosti od $M_{s(min)} = 20\text{MPa}$. Preko tako nabijenog sloja treba izvesti drugi – gornji sloj od dobro granuliranog šljunka debljine 50cm uz zbijanje i postizanje **ujednačene zbijenosti** od $M_{s(min)} = 35\text{MPa}$. Kontrolu postignute zbijenosti treba vršiti opitom pločom ili lakim uređajem sa padajućim tegom – LFG-om od strane stručnog i za to ovlašćenog lica. Rezultate ispitivanja oba sloja dokumentovati tehničkim izveštajem a rezultate upisati u građevinski dnevnik.

6.1 DOZVOLJENA NOSIVOST PLITKIH TEMELJA

Sprovedena je za A.B. ploču dimenzija 15,0 x 25,0m na $D_f = 3,0\text{m}$ od površine terena na tamponskom sloju lomljenog kamena i šljunka debljine min 1,0m i trakaste temelje širine 1,5m.

Sami proračuni sprovedeni su po tehničkim normama za temeljenje građevinskih objekata po obrascu:

$$Q = \frac{V}{A'} = 0,5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma + (c_m + q_o \times \text{tg } \varphi_m) \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + q_o$$

gde je:

V = ukupno vertikalno opterećenje temelja

A' = korisna površina temelja (deo ukupne površine osnove temelja koji je rezultantnom silom centrično opterećen ($A' = B' \times L'$)).

Q = dozvoljeno opterećenje tla

γ = zapreminska masa tla ispod nivoa temeljne spojnice,

t.j. zapreminska masa umanjena za veličinu uzgona - ukoliko isti postoji.

B = širina temelja

c_m = kohezija tla (mobilisana sa $F_c = 2,0-3,0$)

φ_m = ugao unutrašnjeg trenja (mobilisan sa $F_\varphi = 1,2-1,8$)

q_o = najmanje vertikalno opterećenje u nivou kote fundiranja

N_γ, N_c = faktori nosivosti zavisni od (φ_m)

s_γ, s_c = faktori oblika temelja ($s_\gamma = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$; $s_c = 0,2 \frac{B'}{L'}$).

d_c = faktor dubine ($d_c = 1 + 0,35 \frac{D_f}{B'}$).

i_c, i_γ = faktori nagiba inklinacije sile zavisni od ugla φ_m i od odnosa

$$\frac{H}{A' \cdot C_m + V \cdot \tan \varphi_m}$$

gde su H i V horizontalna odnosno vertikalna komponenta rezultantne sile koja dejstvuje na dno temelja.

Proračun je rađen sa vertikalnim, centričnim opterećenjem tako da je

$i_\gamma = i_c = 1$.

Sprovedenim proračunima dobijene su sledeće vrednosti dozvoljene nosivosti tla:

Dubina fundiranja 3,0m:

Temelj ploča B x L= 15 x 25m..... $Q_a = 249,1$ KPa

Traka širine B = 1,5m..... $Q_a = 205,7$ KPa

Napominje se da iz bezbednosnih razloga u proračunu nije uzet u obzir uticaj tamponskog sloja koji svakako poboljšava dozvoljenu nosivost tla.

Listinzi sprovedenih proračuna dati su u prilogima br. 1.1-1.2 numeričke dokumentacije.

7. ANALIZA DUBOKOG FUNDIRANJA

U okviru analize mogućnosti fundiranja objekta na šipovima analizirani su šipovi Ø520 mm i Ø600 mm min. dužine $L = 17$ m koja odgovara utvrđenom geotehničkom preseku terena a zadovoljava tehničke zahteve u pogledu dubine ulaska šipa u nosivi sloj peska (SC).

Sami proračuni sprovedeni su po dve metode – po "Pravilniku o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata" i po metodi Bustamante-a i Ganeselli-a.

7.1. Dozvoljena nosivost šipova po tehničkim propisima

Dozvoljena nosivost šipova po tehničkim propisima za temeljenje građevinskih objekata izvedena je preko parcijalnih faktora sigurnosti , t.j. preko mobilisanog ugla unutrašnjeg trenja i mobilisane kohezije - po obrascu:

$$N_d = q \times A_q + p \times A_p$$

$$N_d = \gamma \times r \times N_{\gamma r} + \delta_d \times K_o \times N_{qr} + c_m \times N_{cr} \times A_q + a_m + \delta_o \times K_o \times \tan \delta_m + A_p$$

gde je:

γ = zapreminska težina tla u nivou vrha šipa

δ_d = geološki pritisak u nivou vrha šipa

K_o = koeficijent mirnog zemljanog pritiska

c_m = mobilisana kohezija

$N_{\gamma r}, N_{qr}, N_{cr}$ = faktori zavisni od φ_m

r = poluprečnik baze šipa

a_m = mobilisana adhezija $a_m = \frac{a}{F}$

δ_o = geološki pritisak u nivou sredine nosećeg sloja

δ_m = mobilisani ugao trenja između šipa i tla

$$\operatorname{tg} \delta_m = \frac{\operatorname{tg} \delta}{F} \quad \delta_m = \varphi_m \text{ ako je } \varphi < \delta$$

A_q = površina preseka šipa u nivou vrha šipa

A_p = površina omotača šipa

Izvedenim proračunima dobijene su sledeće vrednosti dozvoljene nosivosti šipova:

šip Ø 520 mm dužine $L = 17$ m $Q_a = 892$ KN

šip Ø 600 mm dužine $L = 17$ m $Q_a = 1051$ KN

Napominje se da su šipovi računati od kote 75,20 m.n.v. (~3,0m od sadašnje površine terena) prema karakterističnom preseku terena centralne bušotine B-3 , stim da je baza šipa u nosećem sloju peska ~ 4,0m odnosno da ispod baze noseći sloj ima propisanu debljinu.

Listinzi proračuna dati su u prilogima 1.3 i 1.4 numeričke dokumentacije.

7.2 Dozvoljena nosivost po metodi Bustamante-a & Gianselli-a

Pošto je teren na mikrolokaciji budućeg objekta karakterističan po prisustvu velikih naslaga nekoherentnih materijala kod kojih je veliki problem uzimanje kvalitetnih- merodavnih (neporemećenih) uzoraka koji podrazumevaju očuvanje prirodne strukture i poroznosti, to su za proračun nosivosti šipova korišćeni i podaci dobijeni opitima statičke penetracije.

Granično opterećenje šipova po Bustamante & Gianselli-u određuje se preko izraza:

$$Q_f = Q_b + Q_s = R_p \times A_p \times K_p + \sum q_{cs} \times B \times \pi \times \frac{L_i}{K_s}$$

gde su:

Q_f = granično opterećenje šipa

R_p = otpor na prodor konusa ispod baze šipa

A_p = površina preseka baze šipa

K_p = koeficijent za proračun nosivosti baze

q_{cs} = prosečan otpor na prodor konusa oko stabla šipa

B = prečnik šipa

L_i = dužina stabla šipa

K_s = bazdimenzionalni koeficijent za proračun specifičnog trenja po omotaču šipa

Proračuni su sprovedeni za šipove prečnika Ø 520 mm i Ø 600 mm.

Za bazu je korišćen faktor sigurnosti po preporuci autora $F_b = 2,5$ dok je za omotač korišćen faktor sigurnosti $F_s = 2$ tako da su dobijene vrednosti dozvoljene nosivosti:

- šipovi prečnika Ø 520 mm:

$$Q_f = Q_b + Q_s$$

$$Q_b = R_p \times A_p \times K_p = 16.000 \text{ KN/m}^2 \times 0,212 \text{ m}^2 \times 0,4 = 1356,8 \text{ KN}/2,5$$

$$Q_b = 542,7 \text{ KN}$$

$$Q_s = \sum q_{cs} \times B \times \pi \times \frac{L_i}{K_s} = 0,52 \text{ m} \times 3,14 \times 3.000 \text{ KN/m}^2 \times 3,5 \text{ m} / 80 +$$

$$2.500 \text{ KN/m}^2 \times 0,52 \times 3,14 \times 8,5 \text{ m} / 80 + 15.000 \text{ KN/m}^2 \times 0,52 \times 3,14 \times 5 / 250 = 214,3 + 433,7 + 489,8 = 1137,8 \text{ KN}$$

$$Q_s = 1137,8 \text{ KN} / 2 = 568,9 \text{ KN}$$

$$Q_f = 542,7 \text{ KN} + 568,9 \text{ KN} = 1111,6 \text{ KN}$$

- šipovi prečnika Ø 600 mm:

$$Q_f = Q_b + Q_s$$

$$Q_b = R_p \times A_p \times K_p = 16.000 \text{ KN/m}^2 \times 0,283 \text{ m}^2 \times 0,4 = 1811,2 \text{ KN}/2,5$$

$$Q_b = 724,5 \text{ KN}$$

$$Q_s = \sum q_{cs} \times B \times \pi \times \frac{L_i}{K_s} = 0,6\text{m} \times 3,14 \times (3.000\text{KN/m}^2 \times 3,5\text{m} / 80 + 2.500\text{KN/m}^2 \times 0,6 \times 3,14 \times 8,5/80 + 15.000 \times 0,6 \times 3,14 \times 5/250) = 247,3 + 500,4 + 565,2 = 1312,8 \text{ KN}$$

$$Q_s = 1312,8 \text{ KN} / 2 = 656,4 \text{ KN}$$

$$Q_f = 724,5 \text{ KN} + 656,4 \text{ KN} = 1381 \text{ KN}$$

Napominje se da je u proračun uveden i utvrđeni nivo podzemne vode koji osciluje u zoni projektovane naglavne grede šipova tako da su šipovi računati u praktično potopljenom stanju ($\gamma' = \gamma_z - \gamma_w$).

8. ZAKLJUČAK

Na bazi rezultata sprovedenih terenskih istraživanja i laboratorijskih ispitivanja može se zaključiti sledeće:

- Ispitivani teren na kome će se graditi budući objekat izgrađen je u osnovi od kvartarnih sedimenata (prašinovito-peskovito-muljevitih glina) koje su neujednačeno peskovite, vodom zasićene, izuzetno meke i stišljive, velike debljine (13-14m). Na celoj površini terena prostire se sloj glinovitog nasipa sa građevinskim šutom veoma loših i anizotropnih karakteristika, debljine 2,0 do 3,2 m. Ovaj sloj nije pogodan za bilo kakvu građevinsku delatnost i mora se u potpunosti ukloniti sa temeljnog kontakta.
- Pojava podzemne vode utvrđena je u svim izvedenim bušotinama, na dubini između 1,6 i 2,9m od površine terena, t.j. između apsolutnih visinskih kota 75,10 i 76,60 m.n.v. Očigledno je da je u tlu formirana

izdan podzemne vode značajnog kapaciteta koja je u direktnoj hidrauličkoj vezi sa „slanim” jezerom koje se nalazi u neposrednoj blizini novoprijektovanog objekta.

- Ukoliko se projektant odluči za varijantu plitkog fundiranja preporučuje se fundiranje na A.B. trakama međusobno povezanim i ukrštenim u oba pravca **ali obavezno na tamponskom sloju tucanika i šljunka min debljine 1,0m.** zbijenom po preporukama datim u poglavlju br.6 ovoga elaborata. Tačna debljina i potrebna zbijenost će se dati kada bude urađen statički proračun i u potpunosti definisana opterećenja temelja. Tampon se mora zbijati u suvom, odnosno sa oborenim nivoom podzemne vode.
- Dozvoljena nosivost na dubini ~3,0m od sadašnje površine terena (što približno odgovara dubini fundiranja podruma) računata je za ploču i trakaste temelje širine 1,5, a dobijene su sledeće vrednosti:

Ploča B x L (15 x 25m) $Q_a = 249,1 \text{ KN/m}^2$

Traka širine B = 1,5m..... $Q_a = 205,7 \text{ KN/m}^2$

- Analiza dozvoljene nosivosti dubokih temelja (šipova) sa kote poda najniže etaže – orijentacione dužine 17m rađena je po tehničkim normama za temeljenje građevinskih objekata i po metodi Bustamante-a & Gianselli-a na bazi podataka dobijenih opitima statičke penetracije, a pokazala je sledeće rezultate:

Tehničke norme:

- Šip Ø 520mm $Q_a = 892 \text{ KN}$
- Šip Ø 600mm $Q_a = 1051 \text{ KN}$

Bustamante - Gianselli:

- Šip Ø 520mm $Q_a = 1111 \text{ KN}$
- Šip Ø 600mm $Q_a = 1381 \text{ KN}$

Zbog veoma neujednačenih vrednosti deformabilnih karakteristika tla dobijenih kako laboratorijskim ispitivanjima tako i opitima statičke penetracije preporučuje se projektantu da usvoji:

za šip Ø 520mmQa = 900 KN

za šip Ø 600mmQa = 1100 KN

- Napominje se da je obavezno po izradi G.G.projekta ponovo sprovesti geostatičke proračune dozvoljene nosivosti i sleganja temelja za usvojen način temeljenja objekta i projektovana opterećenja.
- Po izvođenju iskopa a pre betoniranja temelja potrebno je da iskop pregleda i primi geomehaničar, autor ovoga izveštaja.



Obradio:

Miroslav Helc dipl.Ing.geol.
licenca broj. 391 M055 13

1.6 NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

STAMBENI OBJEKAT NA K.P.4780 I 4782
K.O. ZRENJANIN

Proracun opterecenja po tehnickim normativima

Ulazni parametri

| | | |
|----|----------------------------|-------------------------|
| 1. | Dubina fundiranja | 3.00 m |
| 2. | Zapreminska tezina | 10.00 kN/m ³ |
| 3. | Ugao unutrasnjeg trenja .. | 21.00 ° |
| 4. | Kohezija | 10.00 kN/m ² |
| 5. | Sirina temelja | 1.50 m |
| 6. | Duzina temelja | 15.00 m |

$$q_a = \gamma / 2 * B' * \gamma_{ama} * S_{\gamma a} * I_{\gamma a} + (C_m + q * \tan(\phi_m)) * N_c * s_c * d_c * i_c + q$$

Konstante Proracuna:

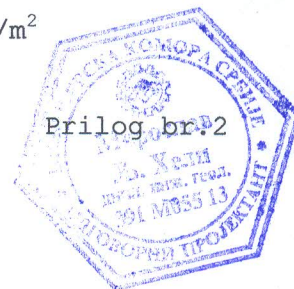
$$\begin{aligned} F_{fi} &= 1.50 & i_c &= 1.00 \\ F_c &= 2.50 & i_q &= 1.00 \end{aligned}$$

Rezultati Proracuna:

$$\begin{aligned} c_m &= c / F_c = 4.00 \text{ kN/m}^2 \\ q &= \gamma * D = 30.00 \text{ kN/m}^2 \\ \tan(\phi_m) &= \tan(\phi) / F(\phi) = 0.256 \\ \text{Ugao } \phi_m &= 14.35^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_c &= 1.02 \\ d_c &= 1.32 \\ \gamma_{ama} &= 1.25 \\ N_c &= 10.58 \\ Q_a &= 205.74 \end{aligned}$$

DOZVOLJENA NOSIVOST JE 205.74 kN/m²



STAMBENO-POSLOVNI NA K.P.4780 I 4782
K.O. ZRENJANIN

Proračun opterećenja po tehničkim normativima

Ulazni parametri

| | | |
|----|----------------------------|-------------------------|
| 1. | Dubina fundiranja | 3.00 m |
| 2. | Zapreminska težina | 10.00 kN/m ³ |
| 3. | Ugao unutrašnjeg trenja .. | 21.00 ° |
| 4. | Kohezija | 10.00 kN/m ² |
| 5. | Sirina temelja | 15.00 m |
| 6. | Duzina temelja | 25.00 m |

$$q_a = GAMA / 2 * B' * N_{gama} * S_{gama} * I_{gama} + (C_m + q * tg(FIm)) * N_c * s_c * d_c * i_c + q$$

Konstante Proracuna:

$$\begin{aligned} F_{fi} &= 1.50 & i_c &= 1.00 \\ F_c &= 2.50 & i_q &= 1.00 \end{aligned}$$

Rezultati Proracuna:

$$\begin{aligned} c_m &= c / F_c = 4.00 \text{ kN/m}^2 \\ q &= Gama * D = 30.00 \text{ kN/m}^2 \\ tg(FIm) &= tg(FI) / F(FI) = 0.256 \\ Ugao FIm &= 14.35^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_c &= 1.12 \\ d_c &= 1.07 \\ N_{gama} &= 1.25 \\ N_c &= 10.58 \\ Q_a &= 249.14 \end{aligned}$$

DOZVOLJENA NOSIVOST JE 249.14 kN/m²



STAMBENI OBJEKAT NA K.P.4780 I 4782

K.O. ZRENJANIN

Дозвољена носивост шипова по правилнику о техничким нормативима
за темељ ење грађевинских објеката

$$N_d = q \times A_q + p \times A_p$$

$$N_d = \gamma_r \cdot N_{qr} + \delta_d \cdot K_o \cdot N_{qr} + C_m \cdot N_{cr} \cdot A_q + a_m + \delta_o \cdot K_o \cdot t_g \delta_m + A_p$$

Димензије шипа:

Дужина: 17 [m]

Пречник: 0.52 [m]

Носивост шипа:

Носивост омотача: 768.666 [KN]

Носивост базе: 123.358 [KN]

Укупна носивост: 892.024 [KN]



STAMBENI OBJEKAT NA K.P.4780 I 4782

K.O. ZRENJANIN

Дозвољена носивост шипова по правилнику о техничким нормативима
за темељење грађевинских објеката

$$N_d = q \times A_q + p \times A_p$$

$$N_d = \gamma_r \cdot N_{qr} + \delta_d \cdot K_o \cdot N_{qr} + C_m \cdot N_{cr} \cdot A_q + a_m + \delta_o \cdot K_o \cdot t_g \delta_m + A_p$$

Димензије шипа:

Дужина: 17 [m]

Пречник: 0.6 [m]

Носивост шипа:

Носивост омотача: 886.923 [KN]

Носивост базе: 164.248 [KN]

Укупна носивост: 1051.17 [KN]

