



# GEOTEHNIKA RADOVI

Istražni geotehnički radovi—bušenje i sondiranje terena

POŽAREVAC

Ul. Nemanjina 7/22 12000 Požarevac PIB 107963168 Račun: 160-385823-11 Email: simken.ns@gmail.com

## ELABORAT

### O GEOTEHNIČKIM USLOVIMA IZGRADNJE STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA NA UGLU ULICA ŠIMADIJSKE -DALMATINSKE-BEOGRADSKE U POŽAREVCU

Odgovorni projektant:

"GEOTEHNIKA RADOVI"

Nenad Simić, dipl. ing.geologije

Ivana Simić, dipl.ecc.master



Broj dela projekta:  
Mesto i datum:

EL GIR- 26/2024  
Požarevac 14.12.2024.

## 1.1. NASLOVNA STRANA

### ELABORAT O GEOTEHNIČKIM USLOVIMA IZGRADNJE

Investitor: "Kompanija Evrotrgovina" d.o.o. Šapine,  
opština Malo Crniće

Objekat: Stambeno poslovni , na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske i  
Beogradske u Požarevcu,  
na k.p. 1514/1, 1515 K.O. Požarevac

Vrsta radova: Nova gradnja

Izrađivač: Geotehnika radovi, Požarevac, ul. Nemanjina 7/22  
Odgovorno lice izrađivača: Ivana Simić, dipl. ecc. master

Potpis:



Ovlašćeno lice: Nenad Simić, dipl. inž. geologije  
Broj licence br. licence 391 O125 15

Potpis:



Broj dela projekta: EL GIR- 26/2024  
Mesto i datum: Požarevac 14.12.2024.

## 1.2. SADRŽAJ GEOTEHNIČKOG ELABORATA

1.1	Naslovna strana
1.2	Sadržaj
1.3	Rešenje o imenovanju ovlašćenog lica
1.4	Izjava ovlašćenog lica
1.5	Tekstualna dokumentacija
1.6	Grafička dokumentacija
1.7	Numerička dokumentacija

### 1.3. REŠENJE O IMENOVANJU OVLAŠĆENOG LICA

Na osnovu člana 32. Pravilnika o sadržini , načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekta, kao:

#### OVLAŠĆENO LICE

za izradu Elaborata o geotehničkim uskovima izgradnje, koji se prilaže za novu gradnju Stambeno poslovnog objekta na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske i Beogradske u Požarevcu, na k.p. 1514/1, 1515 K.O. Požarevac , određuje se:

Nenad Simić, dipl. inž. geologije

br. licence 391 O125 15

Izrađivač :

Geotehnika radovi, Požarevac, ul. Nemanjina 7

Odgovorno lice/zastupnik:

Ivana Simić, dipl. ecc. master

Potpis:



Broj dela projekta:  
Mesto i datum:

EL GIR- 26/2024  
Požarevac 14.12.2024.

# IZJAVE OVLAŠĆENOG LICA O PREDVIĐENIM MERAMA ZA ISPUNJENJE OSNOVNIH ZAHTEVA ZA OBJEKAT

## 1.4. IZJAVA OVLAŠĆENOG LICA

Kao ovlašćeno lice koje je izradilo Elaborat o geotehničkim uskovima izgradnje, koji se prilaže za novu gradnju Stambeno poslovnog objekta na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske i Beogradske u Požarevcu, na k.p. 1514/1, 1515 K.O. Požarevac.

Nenad Simić, dipl. inž. geologije

### IZJAVLJUJEM

1. da je elaborat izrađen u svemu u skladu sa Zakonom o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl. glasnik RS" br. 101/2015, 95/2018 – dr. Zakon i 40/21, 96/23), propisima, standardima i normativima iz oblasti geoloških istraživanja i pravilima struke.
2. da elaborat sadrži propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnog zahteva za objekat – geotehnički uslovi izgradnje objekta.

Ovlašćeno lice:

Nenad Simić, dipl. ing. geologije

Broj licence:

391 O125 15

Potpis:



Broj dela projekta:

EL GIR- 26/2024

Mesto i datum:

Požarevac 14.12.2024.

### SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	OPŠTI PODACI O ISTRAŽNOM PROSTORU.....	2
2.1	Geografske, klimatske i morfološke karakteristike .....	2
2.2	Pregled ranije izvršenih istraživanja.....	3
3.	VRSTA I OBIM IZVEDENIH ISTRAŽNIH RADOVA.....	4
3.1	Terenski istražni radovi .....	4
3.1.1	<i>Istražno bušenje.....</i>	4
3.1.2	<i>Standardna dinamička penetracija.....</i>	4
3.1.3	<i>Uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka tla.....</i>	5
3.1.4	<i>Inženjersko-geološko kartiranje jezgra .....</i>	5
3.2	Laboratorijska geomehani ka ispitivanja.....	6
3.3	Rezultati laboratorijska geomehani ka ispitivanja .....	8
3.3.1	<i>Granulometrijski sastav tla .....</i>	8
3.3.2	<i>Zapreminska težina i vlažnost tla .....</i>	9
3.3.3	<i>Atterbergovce granice konsistencije.....</i>	10
3.3.4	<i>Čvrstoća smicanja .....</i>	10
3.3.5	<i>Stišljivost tla .....</i>	11
4.	SASTAV I KARAKTERISTIKE TLA.....	12
4.1	<i>Geomorfološke karakteristike terena.....</i>	12
4.2	<i>Geološka građa terena .....</i>	13
4.3	<i>Hidrogeološka svojstva terena .....</i>	15
5.	GEOTEHNIČKA SVOJSTVA TERENA.....	17
5.1	Geotehničke karakteristike lokacije.....	20
5.2	Seizmička rejonizacija terena .....	22
6.	DOZVOLJENO NAPREZANJE I SLEGANJE TLA .....	24
7.	ZAKLJUČAK.....	26

## 1. UVOD

Na osnovu Punude broj 33/1/24 od 2.12.2024 godine, prihvaćene od strane Kompanije Evrotrgovina d.o.o. Šapine, opština Malo Crniće, "Geotehnika radovi" iz Požarevca uradila je ovaj "ELABORAT O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA ZA POTREBE IZGRADNJE STANBENO POSLOVNOG OBJEKTA VIŠEPORODIČNOG STANOVANJA NA UGLU ULICA ŠUMADIJSKE, DALMATINSKE I BEOGRADSKE U POŽAREVCU".

Budući Stambeno poslovni objekat višeporodičnog stanovanja biće lociran na katastarskim parcelama broj 1514/1, 1515 KO Požarevac u Požarevcu. Na pomenutim parcelama pravougaonog oblika, biće lociran objekat, spratnosti Po+Pr+3+Ps (podrum, prizemlje, tri sprata i povučen sprat).

Predmetna lokacija na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske i Beogradske nalazi se u obuhvatu građevinskog područja grada Požarevca. Buduća stambeno poslovna zgrada će se sastojati iz dve lamele spojene dilatacionom spojnicom.

U morfološkom smislu teren se može smatrati ravnim sa malim padom ka ulici Beogradskoj. Svi postojeći objekti na parceli se uklanjaju jer su funkcije predašnje namene.

Geomehanička ispitivanja su obuhvatila geološke istražne radove, laboratorijska geomehanička ispitivanja, proračun dozvoljene nosivosti tla i proračun sleganja terena usled opterećenja objekta.

Terenski geološki istražni radovi obuhvatili su bušenje dve geomehaničke bušotine, uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka tla za laboratorijska geomehanička istraživanja i inženjersko-geološko kartiranje jezgra bušotina.

Laboratorijska geomehanička ispitivanja obuhvatila su geomehaničke analize na 4 neporemećena uzorka tla, i 4 poremećena uzorka tla. Analize su urađene u geomehaničkoj laboratoriji Geo Margi Inženjering u Beogradu.

Ovaj Geomehanički elaborat urađen je u skladu sa Zakonom o geološkim istraživanjima, Pravilnikom o tehničkim normativima za projektovanje i izvođenje radova na temeljenju građevinskih objekata i odgovarajućim standardima SRPS za laboratorijska geomehanička ispitivanja.

Na izradi elaborata kao odgovorni projektant određen je Nenad Simić, dipl. ing. geologije, a za tehničku kontrolu elaborata određen je Miroljub Živanović, dipl. ing. geologije.

Elaborat se sastoji od 29 strana kucanog teksta i 12 priloga.

Isti je urađen u decembru 2024. godine.

## **2. OPŠTI PODACI O ISTRAŽNOM PROSTORU**

### **2.1. Geografske, klimatske i morfološke karakteristike šire okoline grada**

Grad Požarevac, nalazi se u severoistočnom delu Srbije na osamdeset kilometara od Beograda, u sedištu plodnog Stiga, između tri reke: Dunava, Velike Morave i Mlave.

Požarevac se prostire na površini od 491 km<sup>2</sup>, ima 25 seoskih i 2 gradska naselja (Požarevac i veliki energetska centar Kostolac). Grad je kako privredni i kulturni, tako i administrativni centar i sedište Braničevskog okruga.

Zahvaljujući geografsko-strateškom položaju i konfiguraciji terena, preko teritorije grada razvijala se saobraćajna mreža, tako da su danas na području grada Požarevca, osim vazdušnog, zastupljeni svi vidovi saobraćaja a naročito drumski.

Nalazeći se na ušću Velike Morave u Dunav, kao i na ušću Mlave u Dunav, grad Požarevac spada u red malog broja gradova i opština sa izuzetno povoljnim uslovima za korišćenje vodenih tokova za još veće saobraćajno povezivanje sa drugim delovima Srbije. Međutim, pored oslanjanja na ovako značajan plovni put, rečni saobraćaj nije razvijen u onoj meri u kojoj to uslovi dozvoljavaju.

Karakteristike klime ovog područja, jednim delom, veoma su slične klimi banatske ravnice-umereno kontinentalnoj. Najčešće duvaju košava i hladni severac. Padavine su uglavnom slične republičkom proseku oko 600-650 mm/m<sup>2</sup>. Hladnih dana u godini ima u proseku oko 89, a prosečna temperatura je oko 13°C.

Područje grada je uglavnom ravničarskog karaktera. Teritoriju grada čine tri geomorfološke celine: dve ravnice Stig i Pomoravlje koje razdvaja uzvišenje po imenu Sopotska ili Moravska greda (ogranak Karpata), koji se pruža pravcem sever jug od Svilajнца na jugu pa sve do Dunava kod Drmna na severu, sa najvišom tačkom na teritoriji grada od 202 m.n.m (brdo i spomen park Čačalica). Zbog takvog reljefa veoma je razvijena poljoprivreda.

Grad Požarevac, u užem i širem delu, nalazi se na nadmorskoj visini od oko 80m. Pomenute ravnice i uzvišenje Sopotska greda nude odlične uslove za razvoj poljoprivrede i ponegde za uzgoj šuma. Najviše se gaje pšenica, kukuruz, suncokret, šećerna repa, povrće i voće i slične kulture. Kod Kostolca, prema selu Ćirikovac, površinskim otkopavanjem brda dolazi se do uglja. Reljef omogućava skoro sve vrste komunikacija, od putne, železničke i plovne mreže.

Grad Požarevac je jedan od prostora u zemlji bogatijih vodom. Kroz opštinu dobrim delom protiče reka Mlava, a obodom granice opštine reke Velika Morava i Dunav, što stvara dobre uslove za navodnjavanje poljoprivrednih površina a problem pijaće vode je lakše rešiv u odnosu na mnoge opštine, naravno, uz korišćenje bunara i drugih sistema.



## 2.2. Pregled ranije izvršenih istraživanja

Istražna bušenja u ovom regionu izvođena su uglavnom za potrebe utvrđivanja rezervi mineralnih sirovina, pre svega uglja, nafte i gasa, zatim za potrebe vodosnabdevanja gradskih i prigradskih naselja i za potrebe izrade OGK. lista Požarevac.

Pri izradi ovog elaborata analizirani su rezultati ranijih izvedenih istraživanja iz dostupne postojeće geološko-geotehničke dokumentacije izrađene na širem prostoru predmetne lokacije.

Iz fonda postojeće geološko-geotehničke dokumentacije korišćena je sledeća literature:

- Osnovna geološka karta i tumač za list Požarevac (Geološki zavod Srbije – 1984 god.)
- Osnovna Inženjerskogeološka karta Srbije (Geološki zavod Srbije – 2012 god.)
- Geomorfološka karta Srbije (Geološki zavod Srbije – 2005 god.)

Osnovna geološka karta i tumač za list Požarevac je dokument gde je prikazana opšta geološka građa terena, a uvidom u dokumentaciju je je pomogla za dalje konkretizovanja geoloških uslova terena.

Osnovna Inženjerskogeološka karta Srbije je dokument gde su prikazana opšta inženjerskogeološka svojstva šire okoline predmetne lokacije, a uvid u dokumentaciju je je pomogla za dalje konkretizovanja geotehničkih uslova terena.

Geomorfološka karta Srbije je dokument gde su prikazana geomorfološka svojstva šire okoline lokacije ispitivanja svojstva šire okoline predmetne lokacije, a uvid u dokumentaciju izvršen je u cilju sagledavanja opštih morfoloških svojstava terena.

Za potrebe izrade ovog elaborata gore pomenuta tehnička dokumentacija je potpuno uvažena, ali uz neizbežnu reinterpetaciju nekih podataka prethodnih istraživanja što je prouzrokovano dobijenim rezultatima sprovedenih istraživanja i ispitivanja za potrebe izrade ove

Od istražnih radova koji su izvedeni u blizini ove lokacije a na koje smo imali uvid su geotehnička ispitivanja za izgradnju sledećih objekata: - tabela br. 1.

Geotehnička ispitivanja za potrebe izgradnje stambeno poslovnog objekta u ul. Vardarska u Požarevcu

Tabela br. 1.

Red. Br.	NAZIV ELABORATA	Obrađivač	Godina Izrade
1.	Geotehnička ispitivanja za potrebe izgradnje stambeno poslovnog objekta u ul. Mačvanska br. 23-25 u Požarevcu	Geotehnika radovi	2022
2.	Geotehnička ispitivanja za potrebe izgradnje stambeno poslovnog objekta u ul. Lole Ribara u Požarevcu	Geotehnika radovi	2017
3.	Geotehnička ispitivanja za potrebe izgradnje Stambenog objekta u ul. Sime Simića u Požarevcu	Geotehnika radovi	2006
4.	Geotehnička ispitivanja za potrebe izgradnje stambeno poslovnog objekta u ul. Vardarska u Požarevcu	Geotehnika radovi	2003

### 3. VRSTA I OBIM IZVEDENIH ISTRAŽNIH RADOVA

#### 3.1. Terenski istražni radovi

Terenski istražni radovi na lokaciji budućeg stambeno poslovnog objekta na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske i Beogradske u Požarevcu, , izvedeni su 6.12.2024. godine. Terenski radovi su obuhvatili bušenje dve istražne geomehničke bušotine, uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka tla za laboratorijska geomehnička ispitivanja, opite standardne dinamičke penetracije i inženjersko-geološko kartiranje jezgra bušotina.

##### 3.1.1. Istražno bušenje

Na lokaciji budućeg stambeno poslovnog objekta na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske i Beogradske u Požarevcu, izvedene su dve geomehnička bušotina dubine od 8,0 m. Bušotine su izvedene ručnom garniturom, metodom bušenja "na suvo" sa kontinuiranim jezgrovanjem uz zacevljenje bušotine i uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka tla. Bušenje je izvedeno prečnikom bušenja  $\phi$  143/101 mm.

Položaj bušotina prikazan je na prilogu br. 2.

U toku bušenja na dubini od 6,30-6,90m naišlo se na podzemnu vodu, prilozi br. 3 i 4.

Tokom bušenja istovremeno je vršeno kartiranje nabušenog materijala i odabir uzoraka tla za laboratorijska ispitivanja, kako bi se izvršila detaljna klasifikacija i identifikacija nabušenog materijala. Izvađeno jezgro je pakovano u sanduke u intervalima dužine jednog metra, pri čemu je poštovan redosled izvađenog jezgra, što se može videti na profilima istražnih bušotina.

Ukupan broj izvedenih bušotina, njihove oznake, kote i koordinate, kao i drugi tehnički podaci dati su u tabeli broj 2. dok je njihov prostorni položaj prikazan u okviru priloga br.3.

Tabela br. 2.

Red. broj	Oznaka bušotine	Koordinate		Kota terena (m)	Dubuna Bušenja (m)	NPV (m)		Datum bušenja
		X	Y			Pojava	Ustaljenje	
1.	RO-1	7 514 519,94	4 941 392,22	78,20	8,00	6.30	5.20	6.12.2024
2.	RO-2	7 514 567,15	4 941 385,10	78,56	8,00	6.90	5.15	6.02.2024

##### 3.1.2. Standardna dinamička penetracija

Opit standardne dinamičke penetracije raden je nailaskom u bušotini na nekoherentne materijale, što se može videti na prilogu br. 3 .

Opit je urađen utiskivanjem konusa standardnih dimenzija udarcima malja težine 0,635 N, koji slobodno pada sa visine od 76,2 cm, pri čemu je registrovan broj udaraca (N) potreban za utiskivanje konusa za dubinu od 10,2 cm, odnosno za dubinu stope penetracije (3 x 10,2 cm).

U sledećoj tabeli br.3. dati su rezultati opita standardne dinamičke penetracije.

Tabela br.3.

Oznaka bušotine	Dubina Opita (m)	Litološki član	Broj udaraca po stopi penetracije	Redukovan broj udaraca	Relativna zbijenost tla
RO-1	6,65 – 6,75	GM	11	8,25	RASTRESITO DO SREDNJE ZBIJENO
	6,75 – 6,85		15	11,25	
	6,85 – 8,95		17	12,75	

Iz tabele se vidi da se redukovani broj udaraca po stopi penetracije za nekoherentno tlo Šljunak, prašinasto peskovit, krupnozrn, kreće se od 7,50 do 12,75 na osnovu čega se tlo klasifikuje kao **rastresito do srednje zbijeno tlo**.

### 3.1.3. Uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka tla

Ukupno su uzeta 4 neporemećena uzorka tla i 4 poremećena uzorka tla, shodno propisanom standardu SRPS. UB1. 010. za uzimanje uzoraka.

Neporemećeni uzorci su uzeti u cilindre prečnika  $\phi$  101 mm, dužine 0,40 m iz predhodno očišćene bušotine. Po uzimanju uzorci su propisno etiketirani i zaparafinirani.

Mesta uzimanja uzoraka prikazana su na prilogu br. 3.- 4.

### 3.1.4. Inženjersko-geološko kartiranje jezgra

Nakon svakog izbušenog manevra vršeno je odlaganja jezgra u sanduke kao i detaljno inženjerskogeološko kartiranje jezgra. Kartiranjem jezgra utvrđene su litološke vrste svakog sloja tla i njihove granice, strukture i teksture, boja, svojstva tla u pogledu vlažnosti i plastičnosti. Neporemećeni uzorci uzimani su u metalne cilindre dužine 0,40m i odmah na licu mesta zaparafinirani radi očuvanja prirodne vlažnosti. Njihovo kartiranje vršeno je u laboratoriji posle izbijanja iz cilindra.

Ukupno je iskartirani 16,0m jezgra a rezultati kartiranja prikazani su na profilima istražnih bušotina na prilogima 3. do 4. Nakon kartiranja jezgra vršeno je uzimanje poremećenih uzoraka za laboratorijska geomehanička ispitivanja. Uzorci su uzimani iz svake litološke sredine ako je to bilo moguće.

Ukupno su uzeta 4 neporemećena uzorka tla i 4 poremećena uzorka tla, shodno propisanom standardu SRPS U.B1. 010. za uzimanje uzoraka.

Inženjerskogeološko kartiranje urađeno je u svemu prema standardu SRPS U. B1.001.

Inženjersko-geološko kartiranje jezgra bušotina vršio je Miroljub Živanović, dipl. ing. geologije, kao i celokupan nadzor na izvođenju radova.

Kartiranjem jezgra bušotina konstantovane su sledeće kartirane geološke jedinice:

- Prašinasta glina, tvrda kompaktna, mrke do braon boje;
- Lesoidna glina, kompaktna, tvrda, sa konkcijama  $\text{CaCO}_3$ , sivo braon boje;
- Pesak prašinst do srednjezn , zaglinjen, sivo braon boje ;
- Šljunak prašinsto peskovit, krupnozrn, sive boje

### 3.2. Laboratorijska geomehanička ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja obavljena su na uzorcima tla iz istraţnih bušotina kako bi se dobila objektivnija slika litologije terena kao i zbog definisanja fizičko-mehaničkih svojstava pojedinih litoloških članova, neophodnih za geostatičke proračune.

Nakon transporta uzoraka u laboratoriju izvršena je njihova priprema za vršenje opita. Taj proces je obavljen u prostoru gde vladaju odgovarajući uslovi po pitanju vlage i temperature vazduha koja, za tu priliku, ne sme da pređe  $20^{\circ}\text{C}$ . Sva ispitivanja na uzorcima su obavljena u periodu od 6 dana nakon primanja uzoraka u laboratoriju, a nakon izvršenih opita uzorci su upakovani i uskladišteni u prostorijama laboratorije.

Laboratorijska geomehanička ispitivanja urađena su na 4 neporemećena uzorka tla i 4 poremećena uzorka tla, u geomehaničkoj laboratoriji Geo Margi Inženjering u Beogradu, u periodu od 7.12. do 11.12.2024 godine. U tabeli br.4 prikazani su obim i vrsta izvedenih laboratorijskih ispitivanja.

Tabela 4.

Vrsta ispitivanja	Broj opita
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONA ISPITIVANJA	
Određivanje vlaţnosti tla SRPS U B1.012	8
Određivanje zapreminske mase cilindrom SRPS U B1.013	4
Određivanje granulometrijskog sastava SRPS U B1.018	8
Određivanje Aterbergovih granica konsistencije SRPS U B1.020	6
OPITI ČVRSTOĆE	
Opit direktnog smicanja tla sa rezidualnom čvrstoćom SRPS U B1.028	4
Edometarski opit stišljivosti tla SRPS U B1.032	4

Detaljan opis izvođenja laboratorijskih ispitivanja tad je dalje u tekstu.

#### Identifikaciono klasifikaciona ispitivanja

##### Određivanje vlaţnosti tla

Postupak ispitivanja vlaţnosti sproveden je u skladu sa načinom određivanja definisanim prema standardu SRPS U.B1.012. Uzorci su osušeni u sušnici na konstantnoj temperaturi od  $105^{\circ}\text{S}$ . Nakon sušenja, tokom hlađenja, do merenja, uzorci su čuvani u eksikatoru. Vlaţnost uzoraka tla određena je na osnovu dva ispitivanja za svaki uzorak. Kao rezultat uzeta je prosečna vrednost, čija dozvoljena razlika nije veća od 0.5%.

### **Određivanje zapreminske mase cilindrom**

Određivanje zapreminske mase tla metodom cilindra poznate zapremine urađeno je prema načinu ispitivanja definisanim standardom SRPS U.B1.013.

Ispitivanja se sprovode na prethodno kalibrisanim cilindrima (standardizovanog koeficijenta uticaja debljine cilindra ( $p=0.10-0.15$ )).

Pre početka ispitivanja odredi se masa svakog cilindra sa tačnošću 1.0 g i njegova zapremina sa tačnošću od  $V=0.15 \text{ cm}^3$ .

### **Određivanje granulometrijskog sastava**

Granulometrijski sastav uzoraka tla ispitan je kombinovanom metodom hidrometrisanja i sejanja prema postupku opisanom u standardu SRPS.U.B1.018.

Prethodno osušeni uzorci na  $105^{\circ}\text{C}$ , prosejani su kroz standardna sita. Ostatak na svakom situ meren je sa tačnošću od 0.1 g.

Frakcije tla sitnije od 0.1 mm areometrisane su.

Kako je areometar etaloniran na  $20^{\circ}\text{C}$  izvršena je korekcija čitanja areometra za odgovarajuću temperaturu od  $19^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $21^{\circ}\text{C}$  i  $22^{\circ}\text{C}$ .

### **Određivanje granica konsistencije**

Granice konsistencije tla - Aterbergove granice određene su prema standardu SRPS U.B1.020.

Granica tečenja određena je metodom tri tačke.

Granica plastičnosti određena je na tri uzorka, pri čemu dozvoljena razlika između pojedinačnih rezultata iznosi manje od 1 %.

### **Opiti čvrstoće**

#### **Opit direktnog smicanja tla**

Standardom SRPS U.B1.028, definisan je način ispitivanja čvrstoće pri smicanju tla. Određivanje smičuće otpornosti materijala metodom direktnog smicanja izvršeno je na aparatima za direktno smicanje sa kontrolisanim pomeranjem marke "Wykeham Farrance". Uzorci su ugrađeni u kutije aparata dimenzija 60x60x25 mm. Konsolidacija materijala pre smicanja izvršena je u prisustvu vode, pri opterećenjima od 100, 200 i 400 kPa i trajala je 24 h. Na osnovu toka i dijagrama konsolidacije određena je referentna konstantna brzina smicanja za opit sa kontrolisanom brzinom smičuće čvrstoće. Urađen je CD test, a za uslov loma uneti su maksimalni tangencijalni naponi.

#### **Određivanje stišljivosti tla**

Nakon ugrađivanja, probno telo se potopi u vodu i optereti do konsolidacije u prirodnim uslovima, a zatim stepenastim priraštajem napona:  $\sigma = 50; 100; 200$  i  $400 \text{ kPa}$ , u svemu prema SRPS U.B1.032.

Rezultati laboratorijski ispitivanja prikazani su na prilogima br. 6. do 11.

### 3.3. Rezultari laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja

#### 3.3.1. Granulometrijski sastav tla

Ispitivanje granulometrijskog sastava tla izvršeno je kombinovanom metodom sejanja i hidrometrisanja (SRPS. U. B1. 018) na 8 uzoraka tla, a dobijeni rezultati prikazani su na priložima br. 6.1-6.4.

Sa dijagrama granulometrijskog sastava dobijene su sledeće vrednosti stepena neravnomernosti:

- za Prašinastu glinu, ,  
stepen neravnomernosti iznosi..... u = 17,10-25,52;
- za Lesoidnu glinu, sivo braon boje,  
stepen neravnomernosti iznosi..... u = 19,89-37,70;
- za Pesak prašinast, zaglinjen, ,  
stepen neravnomernosti iznosi..... u = 19,06-24,62;
- za šljunak prašinasto peskovit, krupnozrn, sive boje,  
stepen neravnomernosti iznosi..... u = 13,46-13,46;

Prema dobijenim vrednostima stepena neravnomernosti, pojedine vrste tla možemo klasifikovati kao:

- Sloj Prašinaste gline, , kao tlo **neravnomernog sastava**.
- Sloj Lesoidne gline, sivo braon boje kao tlo **neravnomernog sastava**.
- Sloj Peska, prašinast, zaglinjen, kao tlo **neravnomernog sastava**.
- Sloj Šljunka peskovit, krupnozrn, sive boje, kao tlo **umereno neravnomernog sastava**.

Dobijeni podaci granulometrijskog sastava tla prikazani su u tabeli 5:

Tabela br.5.

Redni broj	Bušotina–dubina		Granulometrijski sastav tla						Stepen nerav.
			Šljunak %	Pesak %	Prašina %	Glina %	$d_{60}$ mm	$d_{10}$ mm	
1.	RO–1	1,00–1,40m			84	16	0,02257	0,00132	17,10
2.		2,20–2,40m		11	72	17	0,02538	0,00126	19,89
3.		3,10–3,50m		72	22	6	0,18562	0,00754	24,62
4.		6,50–6,70m	70	25	5		4,52194	0,32526	13,90
5.	RO–2	1,00–1,20m		2	82	15	0,02628	0,00105	25,52
6.		2,00–2,40m		18	68	14	0,03281	0,00087	37,70
7.		4,30–4,50m		73	22	5	0,17692	0,00928	19,06
8.		7,20–7,60m	68	29	3		4,28693	0,31855	13,46

Na osnovu kriva granulometrijskog sastava tla i prečnika zrna određen je Koeficijent filtracije koji predstavlja osnovnu filtracionu karakteristiku porozne sredine, a dobijeni su sledeći rezultati rađeni metodom USBR-a i prikazani su na priložima 6.1-6.4.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da slojevi Prašinaste gline predstavlja Hidrogeološke **izolatore** čiji se koeficijent filtracije iznosi

$$4.839E-09 - 9.852E-09 \text{ m/s.}$$

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da slojevi lesoidne gline predstavlja Hidrogeološke **izolatore** čiji se koeficijent filtracije kreće od

$$4.026 E-09 - 9.766E-09 \text{ m/s.}$$

Ispod sloj lesoidne gline ide sloj peska prašinastog i zaglinjenog koji predstavljaju Hidrogeološke **izolatore sprovednike** čiji se koeficijent filtracije kreće od

$$1.627E-06 \text{ do } 9.845E-07 \text{ m/s.}$$

Ispod sloj Peska zaglinjenog ide sloj šljunkova koji predstavljaju Hidrogeološke **kolektore** čiji se koeficijent filtracije kreće od

$$3.421E-03 \text{ do } 3.612E-03 \text{ m/s.}$$

### 3.3.2. Zapreminska težina i vlažnost tla

Određivanje zapreminske težine i vlažnosti tla izvedena je na 4 neporemećena uzorka tla, prema standardu SRPS U.B1. 012. i SRPS U. B1. 013.

Prema rezultatima ispitivanja dobijeni su sledeći rezultati za slojeve koji izgrađuju teren:

- Sloj Prašinaste gline:

zapreminska težina tla u prirodnom stanju vlažnosti:	$\gamma = 18,82 \text{ kN/m}^3$ .
zapreminska težina tla u suvom stanju iznosi:	$\gamma_d = 14,49 \text{ kN/m}^3$ .
vlažnost tla (sadržina vode) iznosi:	$W = 21,42 \%$ ,

- Sloj Lesoidne gline:

zapreminska težina tla u prirodnom stanju vlažnosti:	$\gamma = 19,34 \text{ kN/m}^3$ .
zapreminska težina tla u suvom stanju iznosi:	$\gamma_d = 15,83 \text{ kN/m}^3$ .
vlažnost tla (sadržina vode) iznosi:	$W = 23,89 \%$ ,

- Sloj Peska zaglinjenog:

zapreminska težina tla u prirodnom stanju vlažnosti:	$\gamma = 19,93 \text{ kN/m}^3$ .
zapreminska težina tla u suvom stanju iznosi:	$\gamma_d = 16,75 \text{ kN/m}^3$ .
vlažnost tla (sadržina vode) iznosi:	$W = 19,30 \%$ ,

- sloj Šljunka:

zapreminska težina tla u prirodnom stanju vlažnosti:	$\gamma = 20,25 \text{ kN/m}^3$ .
zapreminska težina tla u suvom stanju iznosi:	$\gamma_d = 18,29 \text{ kN/m}^3$ .
vlažnost tla (sadržina vode) iznosi:	$W = 7,50 \%$ ,

Dobijeni rezultati prikazani su na prilogu br. 7.

### 3.3.3. Atterbergove granice konsistencije

Određivanje Atterbergovih granica konsistencije izvedeno je na 4 uzorka prema standardu SRPS U. B1. 020.

Dobijeni su sledeći rezultati za klasifikaciju koloidnog koherentnog tla kao ocene konsistentnog stanja za sloj eve koji izgrađuju teren.

#### Sloj Prašinastegline:

- granica tečenja .....  $W_L = 47,57-48,31 \%$ ;
- granica plastičnosti .....  $W_P = 23,12-23,46 \%$ ;
- indeks plastičnosti .....  $I_P = 24,57-24,81 \%$ ;
- indeks konsistencije .....  $I_C = 0,842-0,894$ ;

#### Sloj Lesoidne gline:

- granica tečenja .....  $W_L = 45,58-46,81 \%$ ;
- granica plastičnosti .....  $W_P = 22,24-22,93 \%$ ;
- indeks plastičnosti .....  $I_P = 22,59-23,54 \%$ ;
- indeks konsistencije .....  $I_C = 0,520-0,625$

#### Sloj Peska zaglinjenog:

- granica tečenja .....  $W_L = 33,86-35,28 \%$ ;
- granica plastičnosti .....  $W_P = 17,28-17,69 \%$ ;
- indeks plastičnosti .....  $I_P = 17,84-18,41 \%$ ;
- indeks konsistencije .....  $I_C = 0,138-0,294$

Prema dobijenim vrednostima granice tečenja ( $W_L$ ) i indeksa plastičnosti ( $I_P$ ) izvršena je klasifikacija tla u pogledu njegovih plastičnih osobina i određeno je konsistentno stanje tla po kome se ispitivano tlo Prašinasta glina može okarakterisati kao **anorganska glina srednje plastičnosti (CI)**,

Prema dobijenim vrednostima granice tečenja ( $W_L$ ) i indeksa plastičnosti ( $I_P$ ) izvršena je klasifikacija tla u pogledu njegovih plastičnih osobina i određeno je konsistentno stanje tla po kome se ispitivano tlo Lesoidna glina može okarakterisati kao **anorganska glina srednje plastičnosti (CI)**,

Prema dobijenim vrednostima granice tečenja ( $W_L$ ) i indeksa plastičnosti ( $I_P$ ) izvršena je klasifikacija tla u pogledu njegovih plastičnih osobina i određeno je konsistentno stanje tla po kome se ispitivano tlo Pesak zaglinjen može okarakterisati kao **anorganska glina male plastičnosti (CL)**

Prema dijagramu Koloidne aktivnosti tla vidi se da slojevi koji izgrađuju teren spadaju u **aktivne gline** ( $K_p=1,25$ ).

Dobijeni rezultati prikazani su na prilogu br. 8.

### 3.3.4. Čvrstoća smicanja

Čvrstoća direktnog smicanja tla kao kriterijum određivanja stabilnosti i nosivosti objekta izvedena je prema standardu SRPS U. B1. 028. na 4 neporemećena uzorka.



Dobijena vrednost kohezije i ugla unutrašnjeg trenja za slojeve tla koji izgrađuju teren iznose:

Sloj Prašinaste gline:

- kohezija .....  $C = 19,74 \text{ kN/m}^2$ ;
- ugao unutrašnjeg trenja .....  $\varphi = 19,30$  ;

Sloj Lesoidne gline:

- kohezija .....  $C = 22,63 \text{ kN/m}^2$ ;
- ugao unutrašnjeg trenja .....  $\varphi = 21,27$  ;

Sloj Peska zaglinjenog:

- kohezija .....  $C = 10,52 \text{ kN/m}^2$ ;
- ugao unutrašnjeg trenja .....  $\varphi = 25,38$  ;

Sloj Šljunka:

- kohezija .....  $C = 2,46 \text{ kN/m}^2$ ;
- ugao unutrašnjeg trenja .....  $\varphi = 27,53$  ;

Dobijeni rezultati prikazani su na prilogu br. 9.1.- 9.4.

### 3.3.5. Stišljivost tla

Stišljivost tla je urađena na edometrijskom opitu prema standardu SRPS U. B1.032.

Na osnovu dobijenih rezultata urađeni su dijagrami relativne kompresije, i dijagrami promene modula stišljivosti ( $M_V$ ) u zavisnosti od vertikalnog opterećenja.

Dobijena vrednost modula stišljivosti za slojeve tla koji izgrađuju teren iznose:

Sloj Lesoidne :

$M_V = 1485 - 12648 \text{ kN/m}^2$ , pa se ispitivano tlo može okarakterisati kao **vrlo stišljivo do manje stišljivo tlo**.

Sloj Lesoidne :

$M_V = 1582 - 13895 \text{ kN/m}^2$ , pa se ispitivano tlo može okarakterisati kao **vrlo stišljivo do manje stišljivo tlo**.

Sloj Peska zaglinjenog :

$M_V = 2256 - 15694 \text{ kN/m}^2$ , pa se ispitivano tlo može okarakterisati kao **vrlo stišljivo do manje stišljivo tlo**.

Sloj Šljunka:

$M_V = 2538 - 16358 \text{ kN/m}^2$ , pa se ispitivano tlo može okarakterisati kao **vanredno stišljivo do manje stišljivo tlo**.

Dobijeni rezultati prikazani su na prilogu br. 10.1-10.4.

## 4. SASTAV I KARAKTERISTIKE TLA

### 4.1. Geomorfološke karakteristike terena

U geomorfološkom pogledu grad Požarevac pripada zapadnom delu pomoravlja odnosno južnom obodu Panonske nizije. U oblikovanju reljefa na ovom prostoru dominantnu ulogu su imali fluvijalni i eolski procesi kao i barski, deluvijalni i proluvijalni procesi.

**Fluvijalni i barski reljef:** vezan je za aluvijalne ravni triju najvećih reka na široj okolini grada i to Velike Morave, Dunava i Mlave. U okviru ovog reljefa izdvojene su sledeće geomorfološke jedinice:

- Povodanjske tvorevine
- Aluvijalne ravni
- Aluvijalna terasa
- Prva rečna terasa
- Bare i mrtvaje

**Eolski reljef:** Vezan je na širem području za Požarevačku gredu. Ovde su izdvojene sledeće geomorfološke jedinice:

- Lesni plato
- Lesna terasa
- Lesoidni peskovi
- Eolski les

U podnožju Požarevačke grede registrovani su i oblici Padinskog reljefa kod kojih možemo izdvojiti:

- Deluvijalni zastori
- Deluvijalni-proluvijalne lepeze

Nao snovu iznetog na području grada moguće je izdvojiti nekoliko krupnih morfoloških Celina:

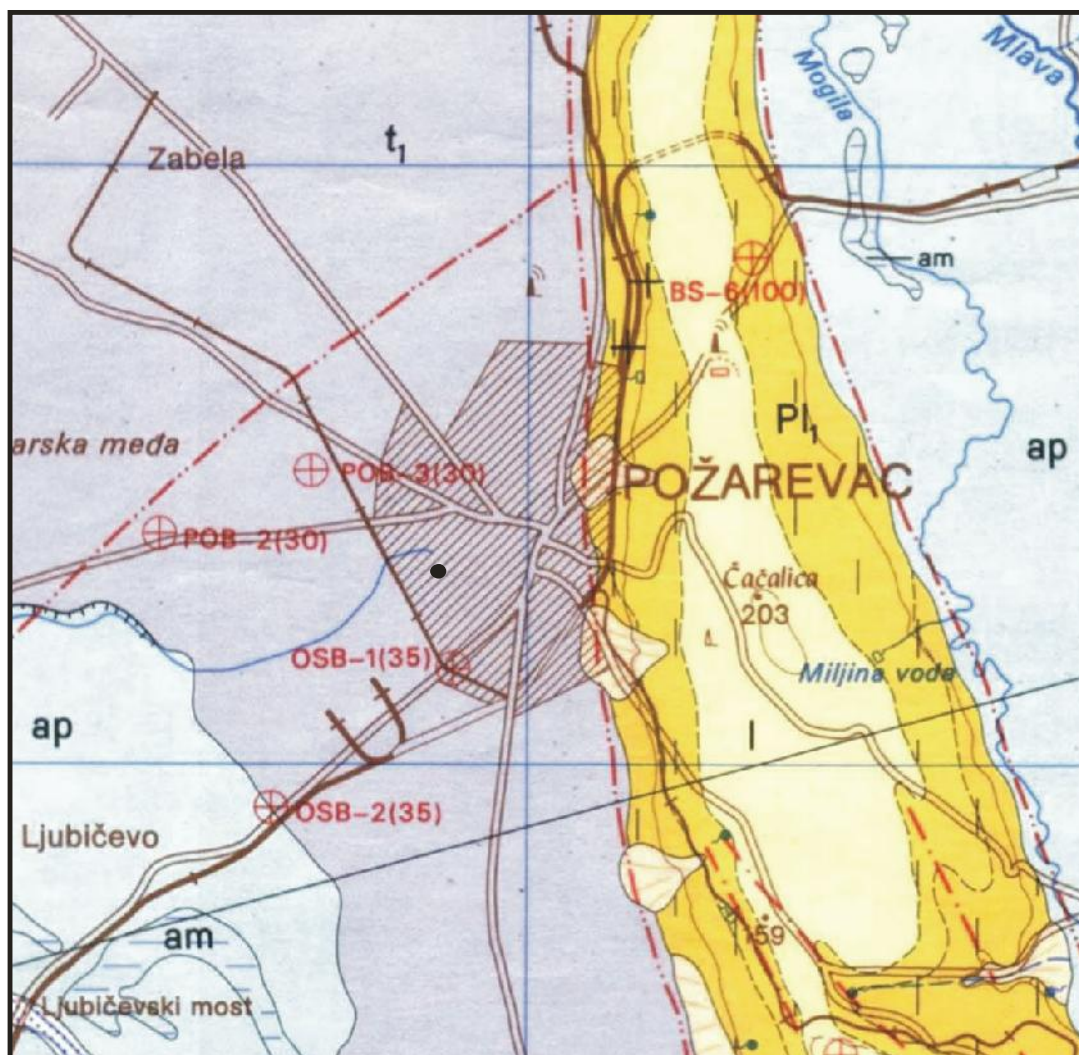
**Aluvijalna raven Velike Morave** čini zapadnu granicu grada Požarevca i pruža se pravcem jug-sever. Na delu toka pored grada Velika Morava ima veom krivudavo korito i pošto se nekad često izlivala teren je ispresecan brojnim rukavcima. Najveće rasprostranjenje na površini terena imaju povodanjske tvorevine nastale tokom brojnih poplava. Barske tvorevine imaju znatno manje rasprostranjenje.

**Prva rečna terasa** je ograničena aluvijalnim ravnima Dunava i Velike Morave ( sa zapada i severa) odnosno Požarevačkom gredom (sa istoka). Terasa se širi od juga gde ima širinu 2-3km, prema severu tako da je najšira u zoni ušća Velike Morave u Dunav gde dostiže širini od 10km. Teren prve rečne terase je zaravnjen sa apsolutnom visinom od oko 80mm.

**Požarevačka greda** se pruža paralelno sa aluvijalnim ravnima Velike Morave i Mlave, pravcem jug-sever. Širina ove geomorfološke jedinice iznosi do 6km. Teren u okviru ove jedinice je brdski, sa apsolutnim visinama koje dostižu 236mm. Požarevačka greda je izgrađena od Neogenih sedimenata ( miocenskih i pliocenskih), pri čemu su najviši delovi terena prekriveni lesnim i delom deluvijalnim naslagama. Po obodu grede, u centralnim i južnim delovima formirani su proluvijalni konusi gde je deponovan materijal iz brojnih buičnih tokova.

## 4.2. Geološka građa terena

Grad Požarevac skoro celim svojim prostranstvom leži na širokoj, nižoj rečnoj terasi a preko moćne aluvijalne ravni reke Velike Morave. Prosečna visina nad morem aluvijalne ravni iznosi oko 80 m. U istočnom delu prema Požarevačkoj gredi teren se polako izdiže tako da na samoj gredi dostiže nadmorsku visinu od oko 130 m. Požarevačka greda je tektonskog porekla, a prostrane aluvijalne ravni su proizvod rada rečne erozije, malog gradijenta i čestog meandriranja korita.



Slika 1: Osnovna geološka karta 1 : 100 000

ap, am – aluvijumske facije povodnja i mrtvaja;  
 pr – proluvijim; dpr – deluvijalno-proluvijalni sedimenti;  
 t<sub>1</sub> – niža rečna terasa; L – les; Pl<sub>1</sub> – peskovi i gline (pont);

- Položaj zone ispitivanja

Na slici br.1. prikazana je osnovna geološka karta list Požarevac 1:100 000 (Geološki Institut Beograd, 1974–1984 god.; Izdanje Saveznog geološkog zavoda Beograd, 1984. god.) na kojoj je naznačen istražni prostor.

U geološkoj građi terena opštine Požarevac učestvuju sedimentne stene predstavljene tvorevinama paleozojske, tercijarne i kvartarne starosti.

### *P a l e i z o j i k – P*

Najstarije tvorevine na području opštine Požarevac predstavljene su kristalastim škriljcima niskog stepena metamorfizma iz facije zelenih škriljaca – filitima, filitomikašistima i argilošistima.

### *T e r c i j a r – Tc*

Tercijarne naslage predstavljene su neogenim sedimentima gornje miocenske i donje pliocenske starosti koje leže transgresivno i diskordantno preko paleozojskih škriljaca.

Gornjomiocenske (panonske) naslage otkrivene su na površini terena duž Požarevačke grede južno od Požarevca kod sela Poljana.

### *K v a r t a r – Q*

Kvartarni sedimenti predstavljeni su pleistocenskim naslagama lesa i lesoidnih glina i holocenskim aluvijalnim nanosima reka V. Morave kao i deluvijalno – eluvijalnim nanosima na padinama Požarevačke grede.

### *P l e i s t o c e n*

Lesne naslage pokrivaju najviše delove terena. Ovde je les debljine oko 4–6 m i počinje glinovitim varijantom tzv. "barskim lesom" debljine do 1 m.

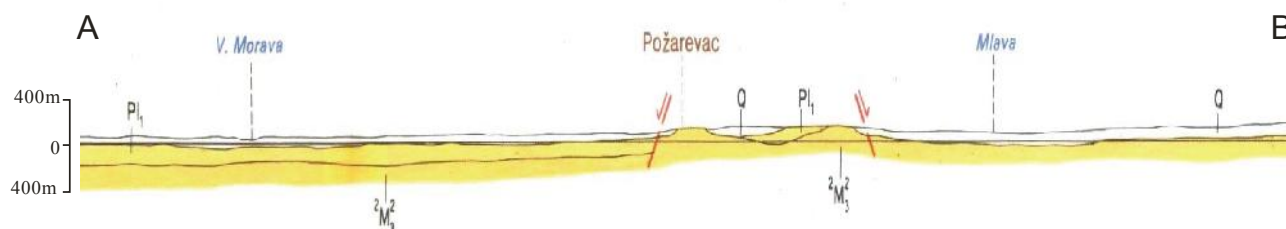
### *H o l o c e n*

Aluvijum u užem smislu izgrađen je od facija povodnja i korita. Povodnjske naslage pokrivaju aluvijalne ravni, a izgrađene su od alevritskih peskova, i peskovitih alevrita, lesoidnog habitusa, debljine od 2,0 – 5,0 m.

Facija korita izgrađena je od peskovito – šljunkovitih sedimenata, prosečne debljine oko 5,0 m. Maksimalna debljina peskovito – šljunkovitih naslaga se kreće oko 15,0 m.

Deluvijalno – eluvijalna raspadina pokriva praktično celu padinu Požarevačke grede, a predstavljena je prašinasto – peskovitoglinovitim sedimentima lesoidnog habitusa. U višljim delovima padine sedimenti su krupnijeg zrna sa dosta konkrecija  $\text{CaCO}_3$  poreklom iz lesa, dok je u podnožju padine zastupljena fina prašinasto – glinovita frakcija.

Na slici br.2. prikazana je geološki profil terena grada Požarevca



Legenda:

Q– Kvartarne tvorevine

Pl1– Peskovi, peskovite gline, gline, ugljevit gline i proslojci peščata Pliocenske starosti

$2M_3$  –Peskoviti laporci Miocenske starosti

 – Rasedna zona

### 4.3. Hidrogeološka svojstva terena

Na osnovu dosta obimnih istražnih radova i interpretacija podataka geoloških i hidrogeoloških istraživanja i ispitivanja, na području grada Požarevac i okolini, izdvojeno je više hidrogeoloških kolektora i izdani formiranih u njima :

1. zbijen tip izdani u okviru kvartarnog kompleksa veće izdašnosti sa slobodnim nivoom (prestavljen aluvijalnim peskovito-šljunkovitim naslagama reka Velike Morave, Dunava i Mlave),
2. zbijen tip izdani u pliocenskim peskovima i šljunkovima srede izdašnosti sa subarteskim nivoom,
3. zbijen tip izdani sa nivoom pod pritiskom u okviru donjo pontskih nalaga peskova (u gradu Požarevcu na dubini od cca 300m),
4. složen tip izdani sa nivoom pod pritiskom u okviru vodonosnih horizonata panona, sa nivoom pod pritiskom,
5. uslovno bezvodni delovi terena (paleozojska serija škriljaca) .

Posmatrajući ostale hidrogeološke parametre sa aspekta hidrogeoloških istraživanja i iskorišćenja podzemnih voda u okviru neogenog i kvartarnog kompleksa stenskih masa, jasno se mogu po nameni korišćenja, fizičkim osobinama i hemijskim karakteristikama, genezi vode i uslovima zaštite istih izdvojiti:

1. Izdani sa hladnim malomineralizovanim vodama, sa slobodnim ili subarteskim nivoom u okviru:
  - kvartarnih šljunkova i peskova.
  - gornjo pliocenski šljunkovi i peskovi sa subarteskim nivoom.
2. Izdani mineralnih i termomineralnih voda, u okviru neogenog kompleksa stena:
  - zbijen tip izdani u okviru donjo pontske serije nevezanih sedimenata sa nivoom pod pritiskom,
  - složen tip izdani sa termomineralnom vodom u okviru dubljih delova neogenog kompleksa sa nivoom pod pritiskom.

Osnovna hidrogeološka kategorizacija terena prema zastupljenosti kolektora u terenu i prema strukturi poroznosti kolektora može se svesti praktično samo na jedna kategorija terena i to **teren sa kolektorima intergranularne poroznosti.**

U ovu kategoriju terena na samoj lokaciji ispitivanja nalaze se sledeće hidrogeološke jedinice :

les  
aluvijalni peskovito - šljunkoviti sedimenti reka Velike Morave i Dunava,

U okviru zastupljene hidrogeološke kategorije najvažniji kolektori su u okviru aluvijalnih sedimenata.

Hidrogeološka uloga stenskih masa na širem području određena je na bazi veličine koeficijenata filtracije i transmisibilnosti.

Na taj način su sve stene razvrstane u hidrogeološke kolektore i hidrogeološke izolatore.

a) Hidrogeološki kolektori

U hidrogeološke kolektore svrstane su:

- aluvijalne peskovito-šljunkovite naslage;
- les;
- pliocenski sitnozrni peskovi.

Prema datom kriterijumu aluvijalne peskovito-šljunkovite naslage predstavljaju kolektore dobre vodopropusnosti, pliocenski peskovi kolektore srednje vodopropusnosti, a les kolektore slabe vodopropusnosti.

b) Hidrogeološki izolatori

U ovu grupu stena svrstane su sve stenske mase koje ne zadovoljavaju uslove za kolektore slabe vodopropusnosti, a to su:

- prašinasto-peskovito-lesoidne gline, odnosno deluvijalno eluvijalna raspadina i nanosi aktivnih i umirenih klizišta i aluvijalne povodanjske naslage;
- gline, prašinasto-peskovite i ugljevit gline i ugalj, pliocenske starosti.

U okviru deluvijalno - eluvijalne raspadine, odnosno nanosa klizišta u delovima gde je manje zastupljena glinovita frakcija dolazi do lokalnog nakupljanja lutajućih podzemnih voda i formiranja izdani malih izdašnosti koje gravitaciono ističu u podnožju padine, iako deluvijalno - eluvijalna raspadina prema filtracionim karakteristikama u celini predstavlja hidrogeološki izolator.

Debljina aluvijalnih i terasnih sedimenata reka Velike Morave na ispitivanom području grada Požarevca iznosi 17,50m. Šljunkovita serija je uglavnom debljine 6-15m. Izdani formiranje u njima uglavnom se koriste za vodosnabdevanje okolnih naselja. Propusnost šljunkovite serije je dobra do izuzetne sa koeficijentom filtracije od  $k_f=10^{-4} - 10^{-1}$  m/s. Prehranjivanje izdani obavlja se na račun infiltracije od padavina na području aluvijalne ravni i doticaja iz reke Velike Morave.

Na ispitivanoj lokaciji podzemna voda se pojavila na dubini od 6,30-6,90m.

## 5. GEOTEHNIČKA SVOJSTVA TERENA

Na osnovu izvedenog istražnog bušenja, terenske klasifikacije i identifikacije tla prilikom kartiranja bušotina i laboratorijskih ispitivanja, možemo zaključiti da površinu terena na parceli 1514/67, 1514/1, 1515, 1514/62 KO Požarevac izgrađuju prašinate gline, lesoidne gline, pesak prašinat zaglinjen i šljunak prašinasto peskovit do krupnozrn.

Položaj i međusobni odnosi izdvojenih geotehničkih sredina u okviru prirodne konstrukcije terena, prikazani su na geotehničkom preseku terena na Prilogu br.5.

Izdvojene su sledeće geotehničke sredine:

### Prašnasta glina (Pg):

Prašnasta glina (Pg), prašinasto-peskovito-glinovitog sastava, mrke do braon boje. Javljaju se neposredno od površine terena, nataložene kao deo kvartarnog kompleksa. Izdvajaju se u okviru holocena kao sedimenti rečnih terasa, debljine 1,00-1,60m. Analizom granulometrijskog sastava utvrđeno je da u njihov sastav ulaze prašinate frakcije u iznosu od 82-84% , gline od 15-16% i peskovite frakcije u iznosu od 0-2%.

Stepem neravnomernosti ovog tla iznosi 17,10-25,52 pa se može reći da je tlo neravnomernog sastava.

Prašinate gline su tvrde konsistencije i u trenutku bušenja dobro ovodnjene. Boja im je mrka do braon, odgovaraju tlu srednje plastičnosti (CI).

Analizom svih raspoloživih podataka o ovoj sredini fizičko-mehanički parametri su prikazani u tabeli br. 6:

Tabela br.6.

GRANULOMERTIJSKI SASTAV (%)				PRIRODNA VLAŽNOST W (%)	PARAMETRI KONSISTENCIJE				GRUPNI SIMBOL (USCS)
<0.002	0.002–0.06	0.06–2.0	2.0–60.0		WL (%)	Wp (%)	Ip	Ic	
15–16	82–84	0–2	–	21,42	71,31 48,57	23,12 23,46	24,57 24,81	0,842 0,894	CI

ZAPREMINSKA TEŽINA		SMIČUĆA ČVRSTOĆA		EDOMETARSKA STIŠLJIVOST		
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=50–100)	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=100–200)	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=200–400)
18,82	14,49	19,30	19,74	2934	5769	12648

Po kategorizaciji GN-200 materijal pripada II kategoriji iskopa.

Na osnovu klasifikacionih pokazatelja (USCS) tlo pripada anorganskim Prašinastim glinama srednje plastičnosti, iznad "A" linije.

U stanju prirodne vlage tlo je tvrde konsistencije. Prema rezultatima Edometarskog opita, određeno je vanredno stišljivo do manje stišljivo tlo, normalno konsolidovano tlo. Nije se javilo bubrenje probnih tela u dodiru sa vodom.

### Lesoidna glina (Lg):

Lesoidna glina (Lg), prašinsto-peskovito-glinovitog sastava, sa sadržajem konkrecija  $\text{CaCO}_3$  u obliku lesnih lutkica veličine do 0,5cm, sivo braon boje. Javljaju se neposredno ispod sloja prašinate gline, nataložene kao deo kvartarnog kompleksa. Izdvajaju se u okviru holocena kao sedimenti rečnih terasa, debljine 1,40-2,00m.

Analizom granulometrijskog sastava utvrđeno je da u njihov sastav ulaze prašinate frakcije u iznosu od 68-72% , gline od 14-17% i peskovite frakcije u iznosu od 11-18%.

Stepem neravnomernosti ovog tla iznosi 19,89-37,70 pa se može reći da je tlo neravnomernog sastava.

Lesoidne gline su tvrde konsistencije i u trenutku bušenja dobro ovodnjene. Boja im je sivo braon, odgovaraju tlu srednje plastičnosti (CI).

Analizom svih raspoloživih podataka o ovoj sredini fizičko-mehanički parametri su prikazani u tabeli br. 7:

Tabela br.7.

GRANULOMERTIJSKI SASTAV (%)				PRIRODNA VLAŽNOST W (%)	PARAMETRI KONSISTENCIJE				GRUPNI SIMBOL (USCS)
<0.002	0.002–0.06	0.06–2.0	2.0–60.0		WL (%)	Wp (%)	Ip	Ic	
14–17	68–72	11–18	–	23,89	45,58	22,24	22,59	0,520	CI
					46,81	22,93	23,54	0,625	

ZAPREMINSKA TEŽINA		SMIČUĆA ČVRSTOĆA		EDOMETARSKA STIŠLJIVOST		
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=50–100)	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=100–200)	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=200–400)
19,34	15,83	21,27	22,63	3670	6574	13895

Po kategorizaciji GN-200 materijal pripada II kategoriji iskopa.

Na osnovu klasifikacionih pokazatelja (USCS) tlo pripada anorganskim lesoidnim glinama srednje plastičnosti, iznad "A" linije.

U stanju prirodne vlage tlo je tvrde konsistencije. Prema rezultatima Edometarskog opita, određeno je vanredno stišljivo do manje stišljivo tlo, normalno konsolidovano tlo. Nije se javilo bubrenje probnih tela u dodiru sa vodom.

### Pesak zaglinjen (Pz):

Pesak prašinst zaglinjen (Pz), prašinsto-peskovito-glinovitog sastava, sa sadržajem liskuna kvarca, braon boje. Javljaju se neposredno ispod sloja lesoidne gline, nataložene kao deo kvartarnog kompleksa. Izdvajaju se u okviru holocena kao sedimenti rečnih terasa, debljine 3,00-3,70m.

Analizom granulometrijskog sastava utvrđeno je da u njihov sastav ulaze prašinate frakcije u iznosu od 22% , gline od 5-6% i peskovite frakcije u iznosu od 72-73%.

Stepem neravnomernosti ovog tla iznosi 19,06-24,62 pa se može reći da je tlo neravnomernog sastava.



Pesak zaglinjen je meke do polu tvrde konsistencije i u trenutku bušenja dobro ovodnjene, odgovaraju tlu male plastičnosti (CL).

Analizom svih raspoloživih podataka o ovoj sredini fizičko-mehanički parametri su prikazani u tabeli br. 8:

Tabela br.8.

GRANULOMERTIJSKI SASTAV (%)				PRIRODNA VLAŽNOST W (%)	PARAMETRI KONSISTENCIJE				GRUPNI SIMBOL (USCS)
<0.002	0.002–0.06	0.06–2.0	2.0–60.0		WL (%)	Wp (%)	Ip	Ic	
5–6	22	72–73	–	19,30	33,86 35,58	17,28 17,69	17,84 18,41	0,138 0,294	CL

ZAPREMINSKA TEŽINA		SMIČUĆA ČVRSTOĆA		EDOMETARSKA STIŠLJIVOST		
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=50–100)	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=100–200)	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) (σ=200–400)
19,93	16,75	25,38	10,52	4568	8842	15694

Po kategorizaciji GN-200 materijal pripada II kategoriji iskopu.

Na osnovu klasifikacionih pokazatelja (USCS) tlo pripada peskovitim ilovačama male plastičnosti, iznad "A" linije.

### Šljunak (Š):

Ispod sloja Peska zaglinjenog, celom dužinom leži sloj Šljunka peskovit, krupnozrn. U gornjoj zoni neposredno ispod peska je sa većim procentom peska koji sa dubinom opada. Najvećim delom šljunak je peskovit sa malim procentom prašine.

Analizom granulometrijskog sastava utvrđeno je da u njegov sastav ulaze prašinate frakcije u iznosu od 3-5% , gline od 0% , peskovite frakcije u iznosu od 25-29% i šljunkovite frakcije 68-70% .

Stepem neravnomernosti ovog tla iznosi 13,46-13,90 pa se može reći da je tlo umereno neravnomernog sastava.

U odnosu na terensku deskripciju svrstan je u grupu prašinastih šljunkova, šljunak i pesak sa malo sitnih frakcija - GM

U tabeli br.9. dati su rezultati laboratorijskih ispitivanja:

Tabela br.9.

GRANULOMERTIJSKI SASTAV (%)				PRIRODNA VLAŽNOST W (%)	PARAMETRI KONSISTENCIJE				GRUPNI SIMBOL (USCS)
<0.002	0.002–0.06	0.06–2.0	2.0–60.0		WL (%)	Wp (%)	Ip	Ic	
–	3–5	25–29	68–70	7,50	–	–	–	–	GM

ZAPREMINSKA TEŽINA		SMIČUĆA ČVRSTOĆA		EDOMETARSKA STIŠLJIVOST		
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) ( $\sigma=50-100$ )	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) ( $\sigma=100-200$ )	Mv (kN/m <sup>2</sup> ) ( $\sigma=200-400$ )
20,25	18,29	27,53	2,46	5250	9175	16358

### 5.1. Geotehničke karakteristike lokacije:

Prilikom kartiranja bušotina RO-1 i RO-2 i laboratorijskih ispitivanja, možemo izdvojiti sledeće litološke članove koji izgrađuju teren na katastarskim parcelama 1514/1, 1515, KO Požarevac u Požarevcu:

- Prašinasta glina, tvrda kompaktna, mrke do braon boje, debljine 1,0-1,60m;
- Lesoidna glina, kompaktna, tvrda, sa kongregacijama CaCO<sub>3</sub>, sivo braon boje, debljine 1,40-2,00m;
- Pesak prašinst do srednjezrn, zaglinjen, sivo braon boje, debljine 3,0-3,70m ;
- Šljunak prašinsto peskovit, krupnozrn, sive boje

Ispitivano tlo spadaju u II kategoriju terena prema klasifikaciji i identifikaciji tla.

Teren na kome će se graditi objekat ne spada u dinamički nestabilne terena, a u blizini ove lokacije nema nikakvih savremenih geodinamičkih procesa koji bi mogli da utiču na stabilnost objekta.

Na području planiranog objekta, inženjerska svojstva terena su takva, da je teren i u prirodnim uslovima stabilan, kao i u uslovima izmenjenog naponskog stanja u terenu.

Prilikom iskopa voditi računa o bezbednosti ljudi i objekata, pa je potrebno uraditi osiguranje temeljnog iskopa.

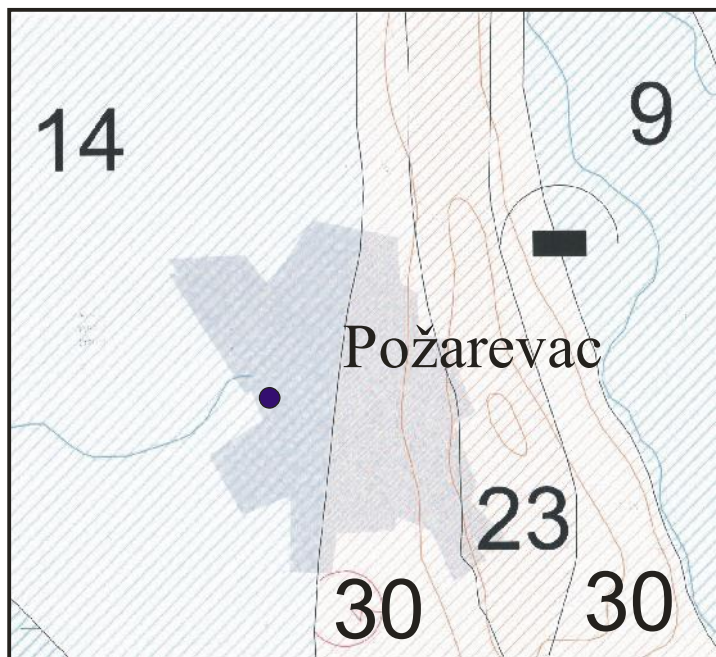
Pošto će se fundiranje izvesti u sloju Peskovite gline koja ima ograničenu strukturnu čvrstoću, pro izradi temelja uraditi sanaciju temeljnog podtla tamponom debljine 10-15cm šljunčanog materijaka i dobro ga sabiti do postizanja modul stišljivosti od minimum 25 MPa.

U toku bušenja na dubini od 6,30-6,90m naišlo se na podzemnu vodu tako da se radovi što se tiče podzemne vode na iskopu mogu odvijati nesmetano.

U cilju očuvanja bezbednosti ljudi i objekata, Projektant i Izvodjač radova su dužni da se pridržavaju odredbi Pravilnika o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata ( Službeni list 15/1990. ) koje se odnose na obezbeđenje susednih objekata i rad u otvorenoj temeljnoj jami ( Sl. 134 - 141 ).

U inženjerskogeološkom pogledu širu lokaciju grada Požarevca predstavljaju kompleksi rastresitih i mekih kvartarnih naslaga ( oznake 9, 14, 23 ) i heterogeni kompleks jezerskih naslaga srednje do velike deformabilnosti ( oznaka 30 ).

Na slici br.3. prikazan je Inženjerskogeološke karte šireg ispitivanog terena ,



Slika 3: Inženjerskogeološka karta 1: 300 000

- Položaj lokacije ispitivanja

#### Legenda:

- 9 – aluvijalni sedimenti-facija korita,
- 14 – rečno-terasni sedimenti,
- 23 – les
- 30 – jezerski sedimenti

#### 9. Aluvijalni sedimenti-facija korita:

Predstavljani su peskovima i šljunkovima, i obuhvataju aluvijum reke Mlave. Ovo je sredina velike facijalne raznovrsnosti, heterogena u pogledu sastava i neujednačenih inženjerskogeoloških svojstava.

#### 14. Rečno-terasni sedimenti:

Ova sredina predstavljena je šljunkovima, peskovito-prašinstim glinama i lesoidnim glinama. Sredina je pretežno dobro složena, dobro konsolidovana, dobro odvodnjena, dobro ocediva i stabilna sredina za izgradnju. Drugim rečima predstavlja sredinu povoljnu za izgradnju svih vrsta objekata.

#### 23. Les:

Predstavljani su lesoidnim glinovito peskovitim prašinama. Ovo je sredina granulometrijski dosta homogena, podložna promenama i deformacijama pod uticajem vode i preopterećenja. Lesne zaravni su uglavnom stabilne, dok su delovi terena sa lesnim odsecima uglavnom nestabilni i nepogodni za izgradnju.

### 30. Jezerski sedimenti :

Predstavljeni su peskovitim glinama, lesom, peskovima, šljunkovima, pešćarima, konglomeratima, krečnjacima i ugljevima.. Ovo je sredina izrazito heterogena u pogledu sastava i inženjerskogeoloških svojstava, sa veoma neujednačenim kvantitativnim i kvalitativnim učešćem i odnosima pojedinih članova kompleksa.

Neujednačeni sastav i povremena ovodnjenost u gornjoj zoni osnovni su uzrok nastanka i razvoja klizišta većih razmera kao i sporadičnog razvoja erozije.

**Lokacija ispitivanja na k.p. 1514/1, 1515, nalazi se na području Rečno-terasnih sedimenata (oznaka 14). Ova lokacija predstavlja sredinu povoljnu za izgradnju svih vrsta objekata.**

## 5.2. Seizmička rejonizacija terena:

Neposredna zemljotresna preventiva sprovodi se postupkom određivanja seizmičkih sila kojim treba dimenzionisati seizmootpornost objekata visokogradnje. Ovaj postupak u Nacionalnoj regulativi definisan je "Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima" (sl.list SFRJ 31/81), kao i njegovim kasnijim izmenama i dopunama navedenim u službenim listovima SFRJ broj 49/82, 29/83, 21/88 i 52/90. Pored toga, u inženjerskoj praksi koristi se i procedura definisana Evrokodom EC8.

Posmatrajući seizmološke karte iz Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima istražni prostor grada Požarevca predstavljen je sedmim stepenom po MCS skali intenziteta zemljotresa za povratni period od 50 i 100 godina, dok se stepen podiže za jedan i iznosi osam stepeni za povratne periode od 200 i 500 godina.

Devetim stepenom po MCS skali predmetni teren je definisan samo za povratni period od 1000 godina.

Pored karata iz Pravilnika o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima, Republički seizmološki zavod izradio je kartu koja se bazira na maksimalnom horizontalnom ubrzanju na tlu tipa A( $V_{s30}=800$  m/s) sa verovatnoćom prevazilaženja 5% u 50 godina za povratni period od 975 godina i 10% u 50 godina za povratne periode od 95 i 475 godina izraženo u jedinicama gravitacionog ubrzanja. Na pomenutim kartama predmetna lokacija predstavljena je niskim vrednostima maksimalnog horizontalnog ubzanja PGA do 0,04g, dok su ove vrednosti znatno uvećane za povratne periode i iznose 0,06 do 0,08 za povratni period od 475 godina i 0,08 do 0,1 za povratni period od 975 godina.

Pravilnik, ali i Evrokod EC8 ima dve celine pri čemu građevinski deo sadrži neposrednu proceduru proračuna i drugu celinu čini Seizmološka karta kojom se definiše *zemljotresni hazard*. Oba pravilnika se odnosi na objekte visokogradnje.

### Zemljotresna regulativa:

Nacionalni Pravilnik, kao i Evrokod EC8, kao polazni osnov traže definisanje kategorije objekta za koji se sprovodi zemljotresni proračun. U kategoriju 2, Pravilnik svrstava: stambene zgrade, hotele, restorane, javne zgrade koje nisu svrstane u prvu kategoriju, industrijske zgrade koje nisu svrstane u prvu kategoriju. Prema Nacionalnom pravilniku, merodavna polazna seizmičnost definisana je oleatom oficijalne seizmološke karte sa povratnim periodom zemljotresa od 500 godina.

### Projektni parametri

Seizmička mikroneonizacija izvršena je na osnovu prethodnih istraživanja i ispitivanja, a prikazana je po izdvojenom inženjerskogeološkom kompleksu u kome će se graditi objekat.

Grad Požarevac i okolina se prema seizmološko-geološkim karakteristikama nalazi u zoni srednje seizmičke ugroženosti, sa potresima maksimalnog intenziteta 7 stepena MCS skale, pa se može očekivati jak zemljotres, koji može prouzrokovati oštećenja do 2. stepena na građevinskim objektima.

Prilikom proračuna treba usvojiti koeficijent seizmičnosti od  $K_s=0,025$  (za povratni period od 50-100 godina) ili koeficijent seizmičnosti od  $K_s=0,05$  (za povratni period od 200-500 godina) kako je u tabeli br. 10 prikazano.

Tabela br. 10.

Inženjerskogeološki kompleks	Svojstvo tla	Povratni Period u godinama)	Parametri seizmičnosti		
			a (cm/s <sup>2</sup> )	Ko	Ks
Pesak prašinst zaglinjen	Srednje tlo	50–100	240	1,50	0,025
Pesak prašinst zaglinjen	Srednje tlo	200–500	240	1,50	0,05

Po Evrokodu **EC8**, za zahtev „da se objekat ne sruši“, merodavna polazna seizmičnost definisana je oleatom Seizmološke karte sa povratnim periodom zemljotresa od 475 godina, a za zahtev „ograničenih oštećenja“ merodavna je oleata karte sa povratnim periodom zemljotresa od 95 godina.

Prema klasifikaciji **Evrokoda EC 8** istraživani teren pripada kategoriji tipa **B**.

Prema karti seizmičkog hazarda za očekivano maksimalno horizontalno ubrzanje na osnovnoj steni –  $Acc(g)$  i očekivani maksimalni intenzitet zemljotresa -  $I_{max}$  u jedinicama Evropske makroseizmičke skale (EMS-98) u okviru povratnog perioda od 95, 475 i 975 godina mogu se očekivati zemljotresi maksimalnog intenziteta i ubrzanja prikazani u sledećoj tabeli.

U tabeli br.11. dati su parametri seizmičnosti za inženjerskogeološki kompleks u kome će se graditi objekat:

Tabela br.11.

Seizmički parametri	Povratni period (godine)		
	95	475	975
Acc(g) max.	0,00-0,04	0,04-0,06	0,06-0,08
$I_{max}$ (EMS-98)	VII	VII-VIII	VIII

## 6. DOZVOLJENO NAPREZANJA I SLEGANJE TEMELJNOG TLA

Geostatička analiza dozvoljene nosivosti tla izvedena je za fundiranje Stambeno poslovnog objekta višeporodičnog stanovanja, lociranog na katastarskim parcelama broj 1514/1, 1515 KO Požarevac u Požarevcu, na temeljnoj ploči lamele 1 i lamele 2. Debljina temeljne ploče je 0,50m.

Nosivost je određena prema domaćem **Pravilniku** i pravilniku **Evrokod 7**.

Kao merodavni fizičkomehanički parametri radne sredine korišćeni su rezultati dobijeni laboratorijskim geomehaničkim ispitivanjima uzoraka tla koji izgrađuju teren.

U sledećoj tabeli broj 12. prikazani su fizičko-mehanički parametri po slojevima.

Tabela br.12.

Fizičko-mehanički parametri	Sloj			
	Pg	Lg	Pz	Š
C	19,74	22,63	10,52	2,46
$\phi$	19,30	21,27	25,38	27,53
$\gamma$	18,82	19,34	19,93	20,25
$Mv_{100-200}$	5769	6574	8842	9175

**Proračun je rađen za sledeću vrstu temelja:**

- T-1** Temeljna ploča dimenzija 34.80 x 23,80m fundirani na dubini od 3,80m  
**T-2** Temeljna ploča dimenzija 31.80 x 24,90m fundirani na dubini od 3,80m

**Komentar dobijenih rezultata:**

Dobijeno dozvoljeno opterećenje tla za objekat po našem Pravilniku je:

	Duzina(m)	Sirina(m)	Debljina(m)	Qf(kN/m <sup>2</sup> )	S(cm)
T-1	34.80	23.80	3.80	519.35	3.34
T-2	31.80	24.90	3.80	516.81	3.34

Granično opterećenje plitkih temelja, kao i vrednost konsolidacionog sleganja po **Evrokodu 7** određeno je u skladu sa EN 1992-1-1 (EC2), proračunski pristup 3, u programskom paketu GEO 5.

U tabeli 13. prikazani su rezultati proračuna dozvoljene nosivosti i sleganja temeljnog podtla za fundiranja objekta po **Evrokodu 7**.

Tabela br.13.

Varijanta	Vrsta temelja	Dimenzije temelja (m)	Dubina fundiranja (m)	Projektovano kontakno naprezanje (kPa)	Granično optrećenje prema EN 1992-1-1 (kPa)	Sleganje prema EN1992-1-1 (mm)
T-1	ploča	34.80 x 23,80	3,80	120,00	1473,46	67,6
T-2	ploča	31.80 x 24,90	3,80	120,00	1500,55	67,4

Rezultati proračuna prikazani su u okviru numeričkog priloga br. 12.1.-12.2.

Na osnovu sprovedenih proračuna dozvoljenje nosivosti temeljnog tla nema opasnosti od pojave preloma ni po domaćem **Pravilniku**, ni po pravilniku **Evrokod 7**, jer je projektovano naprezanje manje od dozvoljene nosivosti.

Dobijeno konsolidaciono sleganje je po **našem Pravilniku** ( $S=3,34\text{cm}$ ) kao i po pravilniku **Evrokod 7** ( $S=67,4\text{mm}$ ) u dozvoljenih granica.

## 7. ZAKLJUČAK

Na osnovu terenskih istražnih radova, laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja i izvedenih proračuna nosivosti i sleganja tla usled opterećenja objekta, o terenu na kome se planira izgradnja stambeno poslobnog objekta na uglu ulica Šumadijske, Dalmatinske I Beogradske u Požarevcu na k.p. br. 1514/1, 15115, KO Požarevac, može se zaključiti sledeće:

1. Na terenu na kome će se vršiti izgradnja objekta izvedene su dve istražne bušotine kojima je konstatovano da teren čini tlo sledećeg sastava:
  - Prašinasta glina, tvrda kompaktna, mrke do braon boje, debljine 1,0-1,60m;
  - Lesoidna glina, kompaktna, tvrda, sa konkcijama  $\text{CaCO}_3$ , sivo braon boje, debljine 1,40-2,00m;
  - Pesak prašinast do srednjezrn, zaglinjen, sivo braon boje, debljine 3,0-3,70m ;
  - Šljunak prašinasto peskovit, krupnozrn, sive boje
2. U toku bušenja na dubini od 6,30-9,90m od postojeće površine terena pojavila se podzemna voda.
3. Ispitivano tlo u kome će se fundirati objekat spada u II kategoriju terena prema kategorizaciji GN-200 .
4. Teren na kome će se nalaziti objekat ne spada u dinamički nestabilne terena, a u blizini ove lokacije nema nikakvih savremenih geodinamičkih procesa koji bi mogli da utiču na stabilnost objekta. Na području planiranog objekta, inženjerska svojstva terena su takva, da je teren i u prirodnim uslovima stabilan, kao i u uslovima izmenjenog naponskog stanja u terenu.  
Pošto će se fundiranje izvesti u sloju Peska zaglinjenog koji ima ograničenu strukturnu čvrstoću, po iskopu temelja uraditi sanaciju temeljnog podtla tamponom debljine 10-15cm šljunčanog materijaka i dobro ga sabiti do postizanja modul stišljivosti od minimum 25 MPa.

5. Laboratorijska geomehanička ispitivanja tla rađena su na 4 neporemećena uzorka tla i 4 poremećene uzorka tla.

Dobijeni su sledeći rezultati za dubinu fundiranja objekta u sloju peska zaglinjenog:

- a) Zapreminska težina i vlažnost tla:

zapreminska težina tla u prirodnom stanju vlažnosti:	$\gamma = 19,93 \text{ kN/m}^3$ .
zapreminska težina tla u suvom stanju iznosi:	$\gamma_d = 16,75 \text{ kN/m}^3$ .
vlažnost tla (sadržina vode) iznosi:	$W = 19,30 \%$ ,

- b) Atterbergove granice konsistencije

– granica tečenja .....	$W_L = 33,86\text{-}35,28 \%$ ;
– granica plastičnosti.....	$W_P = 17,28\text{-}17,69 \%$ ;
– indeks plastičnosti.....	$I_p = 17,84\text{-}18,41 \%$ ;
– indeks konsistencije .....	$I_C = 0,138\text{-}0,294$



c) Direktno smicanje:

- kohezija .....  $C = 10,52 \text{ kN/m}^2$ ;
- ugao unutrašnjeg trenja .....  $\varphi = 25,38$  ;

d) Stišljivost tla:

$$M_v = 8842 \text{ kN/m}^2, \text{ pa se ispitivano tlo može okarakterisati kao}$$

**srednje stišljivo tlo.**

6. Koeficijent seizmičnosti:

Grad Požarevac i okolina se prema seizmološko-geološkim karakteristikama nalazi u zoni srednje seizmičke ugroženosti, sa potresima maksimalnog intenziteta 7 stepena MCS skale, pa se može očekivati jak zemljotres, koji može prouzrokovati oštećenja do 2. stepena na građevinskim objektima. Prilikom proračuna treba usvojiti koeficijent seizmičnosti od  $K_s=0,025$  (za povratni period od 50-100 godina) ili koeficijent seizmičnosti od  $K_s=0,05$  (za povratni period od 200-500 godina).

Prema klasifikaciji **Evrokoda EC 8** istraživani teren pripada kategoriji tipa **B**

**7. Proračun nosivosti tla:**

Geostatička analiza dozvoljene nosivosti tla izvedena je za fundiranje objekta na temeljnoj ploči, sa stabilizacijom temeljnog podtla tampon slojem od šljunka debljine 0,10-0,15m i zahtevane zbijenosti od  $M_s=25,0 \text{ MPa}$ .

Proračun je rađen za fundiranje objekta na dubini od  $D_f=3.8\text{m}$ , uz stabilizaciju direktno angažovanog temeljnog tla na temeljnoj spojnici.

Kao merodavni fizičko mehanički parametri radne sredine korišćeni su rezultati dobijeni laboratorijskim geomehaničkim ispitivanjima uzoraka tla u kome će se fundirati objekat.

**Dobijeni rezultati:**

Nosivost je određena prema domaćem Pravilniku i pravilniku Evrokoda 7.

Dobijeno dozvoljeno naprezanje tla za tipove temelja T-1, T-2, prema domaćem **Pravilniku**, iznosi:

$$Q_f = 516,81 - 519,35 \text{ kN/m}^2$$

Dobijeno granično opterećenje tla tipove temelja T-1, T-2, prema **Evrokodu 7**, iznosi:

$$Q_f = 1473,46 - 1500,55 \text{ kPa}$$

**Na osnovu sprovedenih proračuna dozvoljenje nosivosti temeljnog tla nema opasnosti od pojave loma tla, jer je projektovano naprezanje manje od dozvoljene nosivosti.**

## 8. Sleganje objekta:

Proračun konsolidacionog sleganja tla usled opterećenja objekta urađen je za specifično opterećenje  $\sigma_{spec}=120,00 \text{ kN/m}^2$  za temeljnu ploču .

Dobijena vrednost konsolidacionog sleganja objekta prema domaćem **Pravilniku** za temeljnu ploču iznosi :

$$p_c=3,34 \text{ cm}$$

Dobijena vrednost konsolidacionog sleganja objekta prema **Evrokodu 7** za temeljnu ploču iznosi :

$$p_c=67,4 \text{ mm}$$

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su dobije vrednosti sleganja u dozvoljenim granicama i nema opasnosti od neravnomernog sleganja objekta, i sleganje će se obaviti u toku izgradnje objekta.

**Opšti zaključak o lokaciji na kojoj će se vršiti izgradnja Stambeno poslovnog objekta u Požarevcu na k.p. 1514/1, 15115 KO Požarevac, je da teren predstavlja sredinu povoljnu za izgradnju svih vrsta objekata.**

**Projektant treba da vodi računa da konstruktivnim merama na projektovanju temelja i konstrukcije u celini obezbedi potrebnu stabilnost objekta.**

Decembar 2024. god.  
P o ž a r e v a c



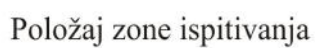
Odgovorni projektant:  
Nenad Simić, dipl. ing. geologije

## **1.6. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA**

### **SPISAK PRILOGA:**

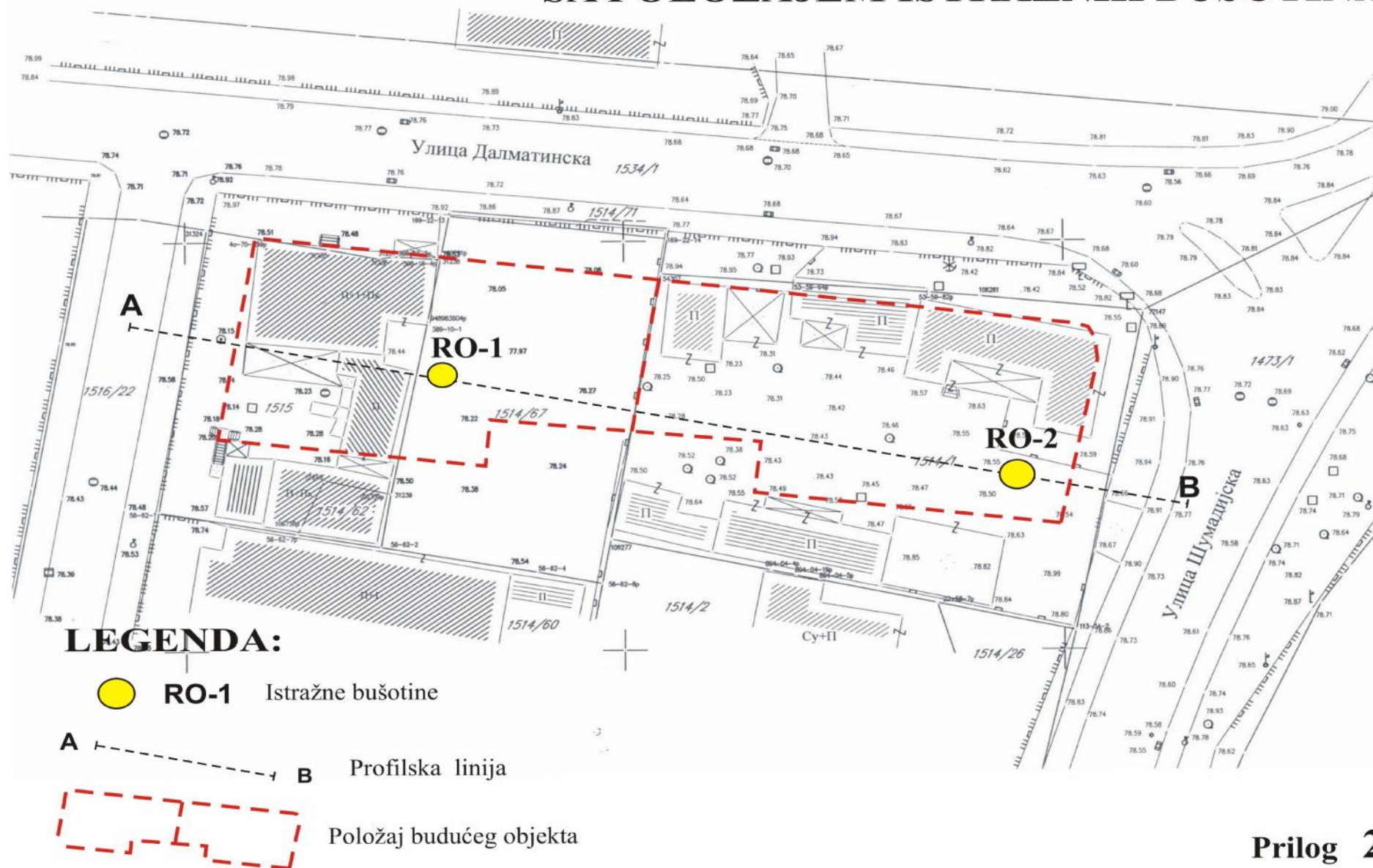
1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ ŠIREG PODRUČJA ISTRAŽIVANJA
2. SITUACIJA SA POLOŽAJEM IZVEDENIH ISTRAŽNIH BUŠOTINA
- 3.-4. GEOLOŠKI PROFILI ISTRAŽNIH BUŠOTINA
- 5 GEOTEHNIČKI PRESEK TERENA
- 6.1-6.4. DIJAGRAMI GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA TLA;
7. SADRŽINA VODE I ZAPREMINSKA TEŽINA;
8. PLASTIČNOST TLA
- 9.1.-9.4. DIJAGRAMI DIREKTOG SMICANJA TLA;
- 10.1-10.4 DIJAGRAMI STIŠLJIVOSTI TLA;
11. TABELARNI PREGLED REZULTATA LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA







# SITUACIJA SA POLOŽAJEM ISTRAŽNIH BUŠOTINA



Investitor: KOMPANIJA EVROTRGOVINA D.O.O. ŠAPINE	Objekat: <b>STAMBENO-POSLOVNI OBJEKAT</b> na k.p. 1514/1, 1515 KO Požarevac	Prilog: <b>3.</b>
---	---	----------------------

**BUŠOTINA RO-1**

MESTO : Požarevac  
LOKACIJA: k.p. 1514/1,1515  
POLOŽAJ BUŠOTINA:  
X = 7 514 519,94  
Y = 4 941 392,22  
Z = 78.20

BUŠENJE POČETO: 6.12.2024 god.  
BUŠENJE ZAVTŠENO: 6.12.2024 god.  
TIP GARNITURE: Ručna  
ODGOVORNI IZVOĐAČ: Geotehnika radovi Požarevac  
BUŠOTINU KARTIRAO: N.Simić,dipl.ing geologije  
DUBINA BUŠOTINE: 8,0 m.

**TERENSKA IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA TLA**

	DUBINA (m)	DEBLJINA (m)	N.P.V.	LITOLOŠKI OPIS	LITOLOŠKI PROFIL	UZO.		SDANDAR. DINAMIČ. PENETRA. ( N )	JEZGROVANJE
						POREM.	NEPOR.		
								5 10 15 20 25 30	
1	1,60	1,60		Prašinasta glina, tvrda, kompaktna mrke boje,	~ ~ ~ ~ ~				
2				Lesoidna glina, prašinasto peskovita, kompaktna, tvrda sa sitnim konkcijama CaCO3 sivo braon boje,	~ ~ ~ ~ ~				
3	3,00	1,40			~ ~ ~ ~ ~				
4				Pesak prašinst do srednjezm. zaglinjen, braon boje	~ ~ ~ ~ ~				
5					~ ~ ~ ~ ~				
6	6,00	3,00	6,30		~ ~ ~ ~ ~				
7				Šljunak prašinasto peskovit, krupnozm, sive boje,	~ ~ ~ ~ ~			11 15 17	
8	8,00	2,00			~ ~ ~ ~ ~				100 %

**FOTO DOKUMENTACIJA**



**UZORCI**

- 1. 1.00–1.40m
- 2. 2.20–2.40m
- 3. 3.10–3.50m
- 4. 6.50–6.70m

**SPT**

1.	6.50–6.95m	15	10	10	10
	Broj udaraca N	—	11	15	17

**NPV**

U toku bušenja podzemna voda pojavila se na dubini od 6.30m



Investitor: KOMPANIJA EVROTRGOVINA D.O.O. ŠAPINE	Objekat: <b>STAMBENO-POSLOVNI OBJEKAT</b> na k.p. 1514/1, 1515 KO Požarevac	Prilog: <b>4.</b>
---	---	----------------------

**BUŠOTINA RO-2**

MESTO : Požarevac	BUŠENJE POČETO: 6.12.2024 god.
LOKACIJA: k.p. 1514/1,1515	BUŠENJE ZAVTŠENO: 6.12.2024 god.
POLOŽAJ BUŠOTINA:	TIP GARNITURE: Ručna
X = 7 514 567,15	ODGOVORNI IZVOĐAČ: Geotehnika radovi Požarevac
Y = 4 941 385,10	BUŠOTINU KARTIRAO: N.Simić,dipl.ing geologije
Z = 78.56	DUBINA BUŠOTINE: 8,0 m.

**TERENSKA IDENTIFIKACIJA I KLASIFIKACIJA TLA**

	DUBINA (m)	DEBLJINA (m)	N.P.V.	LITOLOŠKI OPIS	LITOLOŠKI PROFIL	UZO.		SDANDAR. DINAMIČ. PENETRA. ( N )	JEZGROVANJE
						POREM.	NEPOR.		
								5 10 15 20 25 30	
1	1,00	1,00		Prašinasta glina, tvrda, kompaktna, mrke do braon boje,					
2				Lesoidna glina, prašinasto peskovita, kompaktna, tvrda sa sitnim kongrecijama CaCO3 sivo braon boje,					
3	3,00	2,00							
4				Pesak prašinast do srednjezn, zaglinjen, sivo braon boje					
5									
6									
7	6,70	3,70	6,90	Šljunak prašinasto peskovit, krupnozrn, sive boje,					
8	8,00	1,30							100 %

**FOTO DOKUMENTACIJA**



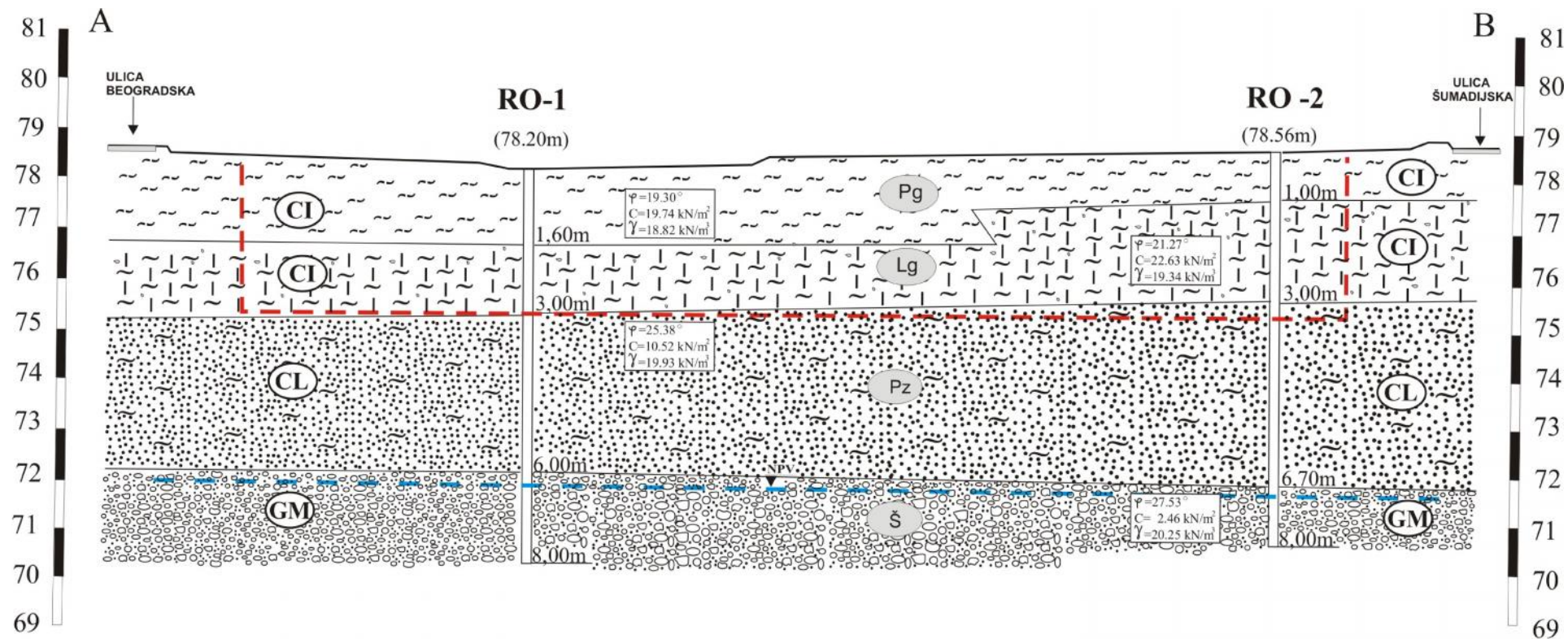
**UZORCI**

- 1. 1.00–1.20m
- 2. 2.00–2.40m
- 3. 4.30–4.50m
- 4. 7.20–7.60m

**SPT**

**NPV**

U toku bušenja podzemna voda pojavila se na dubini od 6.90m



## LEGENDA

Pg		Prašnasta glina, tvrda, kompaktna mrke boje,
Lg	CI	Lesoidna glina, kompaktna, tvrda sa sitnim konkcijama CaCO <sub>3</sub> sivo braon boje,
Pz	CL	Pesak prašinast do srednjem, zaglinjen, braon boje
Š	GM	Šljunak, prašinasto peskovit, krupnozrn, sive boje

RO-1



Istražne bušotine

3,30m (75.40)

Dubina i kota fundiranja

$\varphi = 19.30^\circ$   
 $C = 19.74 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma = 18.82 \text{ kN/m}^3$

Fizičko-mehanički parametri slojeva



Granice slojeva

Nivo podzemne vode

## GEOTEHNIČKI PRESEK TERENA A-B

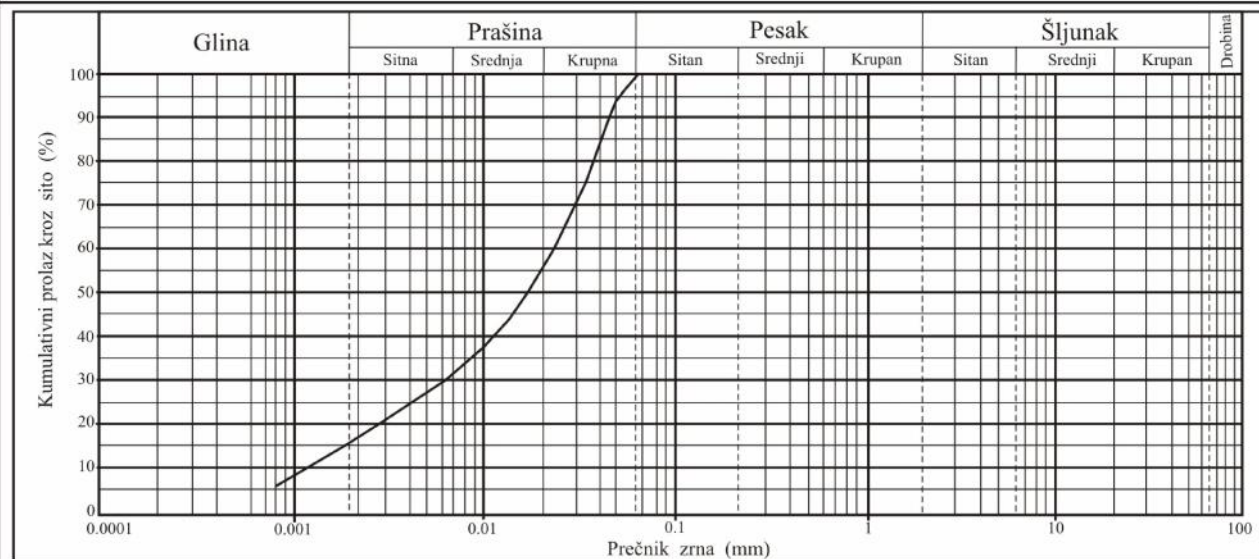
Prilog br. 5.



SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKAT: **Stambeno poslovni u Požarevcu**  
 UZORAK: **RO-1 (1.00-1.40 m)**



$D_{60}=0.02257$   $D_{20}=0.00284$   
 $D_{30}=0.00638$   $D_{10}=0.00132$

 $k_{rusbr} = 4.839E-09$  m/sec

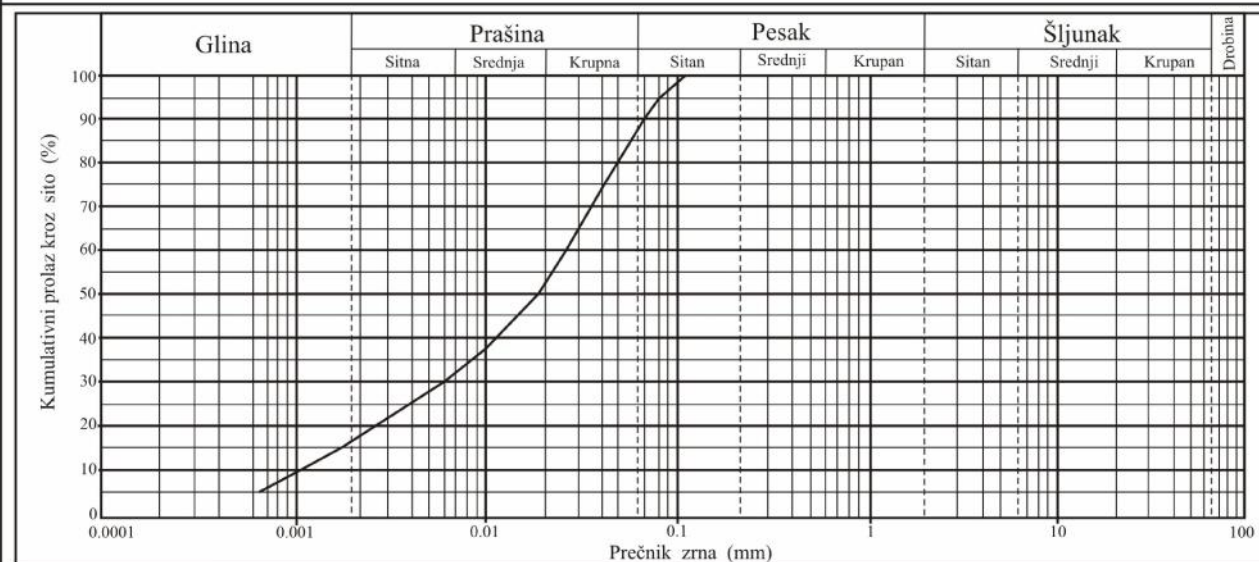
 $C_u = 17.10$ 
 $C_z = 1.18$ 

Tlo je neravnomernog sastava

SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKAT: **na k.p. 1514/67, 1514/1 u Požarevcu**  
 UZORAK: **RO-1 (2.20-2.40 m)**



$D_{60}=0.02538$   $D_{20}=0.00256$   
 $D_{30}=0.00617$   $D_{10}=0.00126$

 $k_{rusbr} = 4.026E-09$  m/sec

 $C_u = 19.98$ 
 $C_z = 1.17$ 

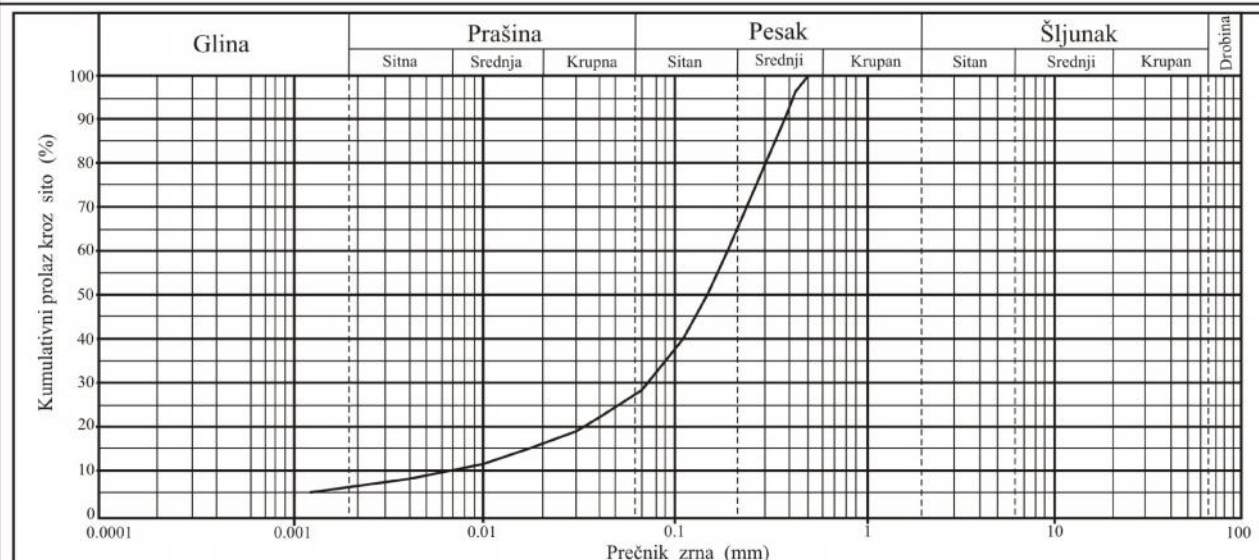
Tlo je neravnomernog sastava



SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKT: Stambeno poslovni u Požarevcu  
 UZORAK: RO-1 (3.10-3.50 m)



$D_{60}=0.18562$   $D_{20}=0.02851$   
 $D_{30}=0.06049$   $D_{10}=0.00754$

 $k_{usbr} = 9.845E-07$  m/sec

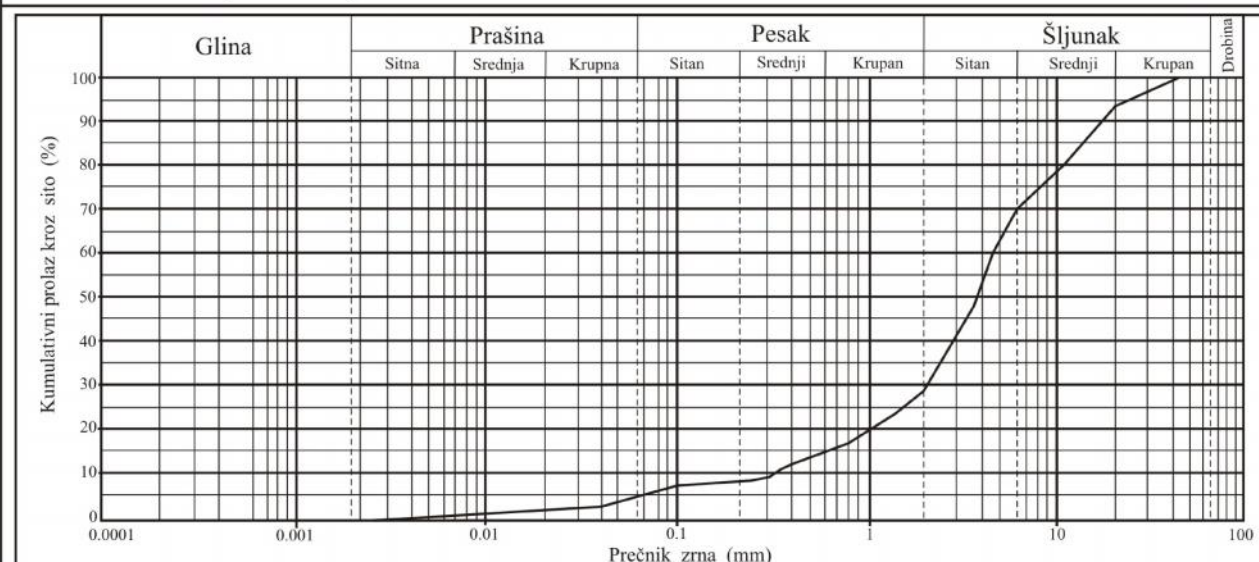
 $C_u = 24.62$ 
 $C_z = 1.86$ 

Tlo je neravnomernog sastava

SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKT: na k.p. 1514/67, 1514/1 u Požarevcu  
 UZORAK: RO-1 (6.50-6.70 m)



$D_{60}=4.52194$   $D_{20}=1.08529$   
 $D_{30}=2.18627$   $D_{10}=0.32526$

 $k_{usbr} = 3.612E-03$  m/sec

 $C_u = 13.90$ 
 $C_z = 0.96$ 

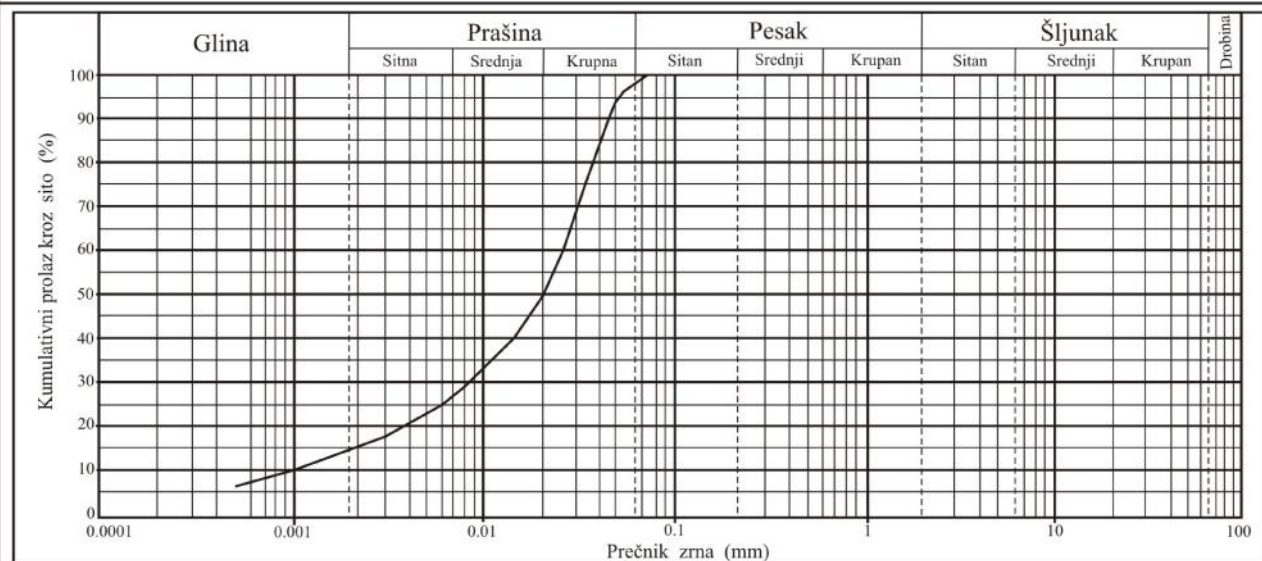
Tlo je umereno neravnomernog sastava



SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu  
 UZORAK: RO-2 (1.00-1.20 m)



$D_{60}=0.02628$   $D_{20}=0.00397$   
 $D_{30}=0.00853$   $D_{10}=0.00105$

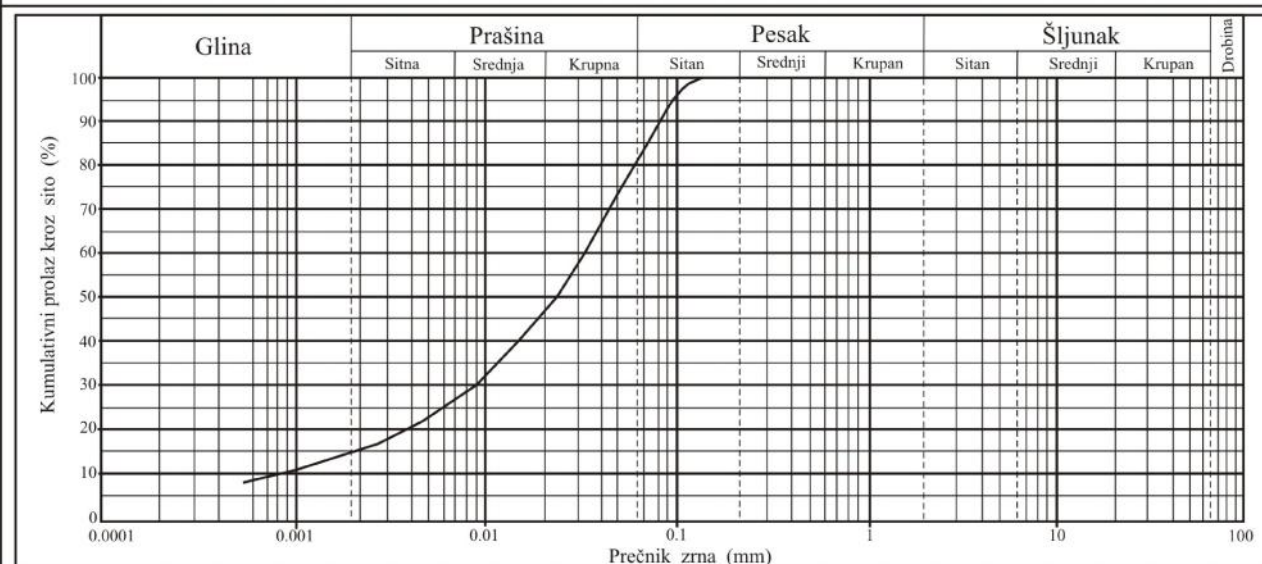
 $k_{rusbr} = 9.852E-09$  m/sec $C_u=25.52$  $C_z=1.34$ 

Tlo je neravnomernog sastava

SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKAT: na k.p. 1514/67, 1514/1 u Požarevcu  
 UZORAK: RO-2 (2.00-2.40 m)



$D_{60}=0.03281$   $D_{20}=0.00384$   
 $D_{30}=0.00827$   $D_{10}=0.00087$

 $k_{rusbr} = 9.766E-09$  m/sec $C_u=37.70$  $C_z=1.28$ 

Tlo je neravnomernog sastava

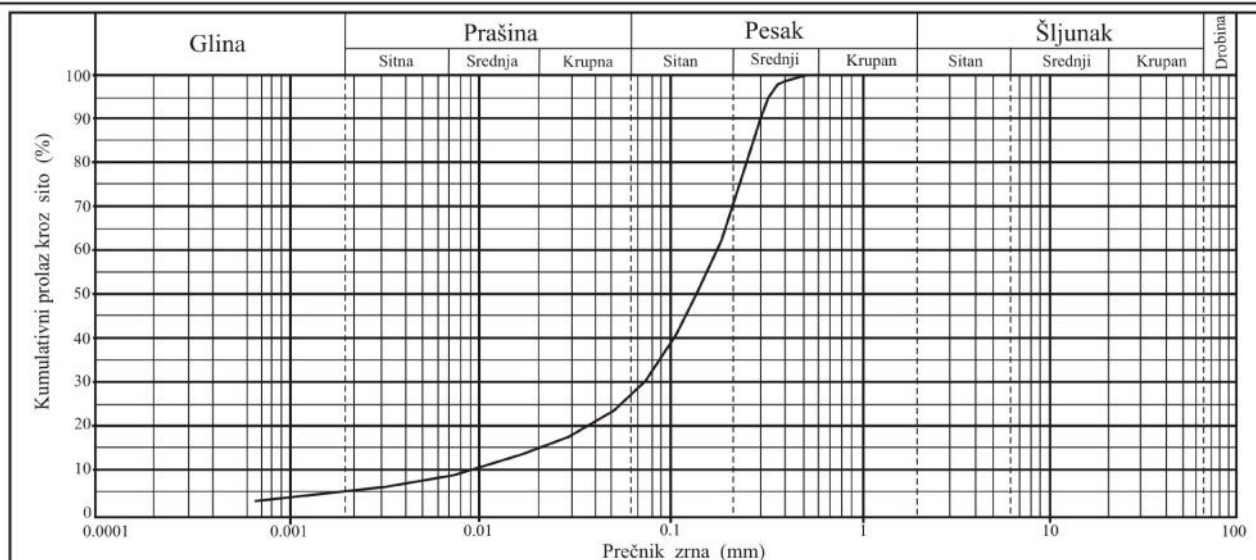




SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKT: Stambeno poslovni u Požarevcu  
 UZORAK: RO-2 (4.30-4.50 m)



$D_{60}=0.17692$   $D_{20}=0.03584$   
 $D_{30}=0.07469$   $D_{10}=0.00928$

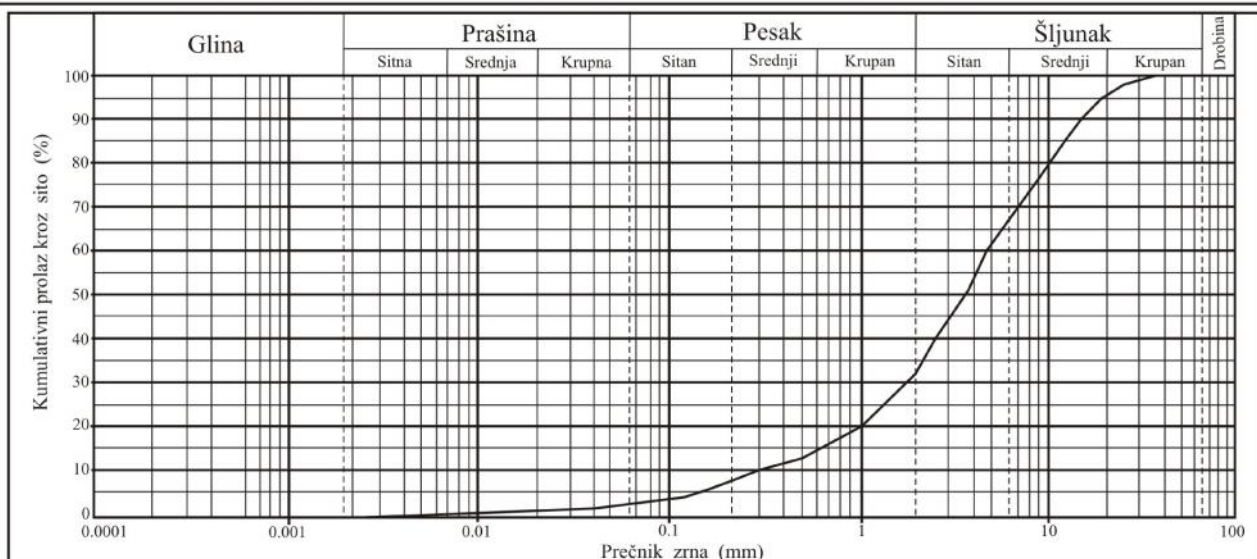
 $k_{f usbr} = 1.627E-06$  m/sec $C_u=19.06$  $C_z=1.69$ 

Tlo je neravnomernog sastava

SRPS U.B1.018

**DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA**

OBJEKT: na k.p. 1514/67, 1514/1 u Požarevcu  
 UZORAK: RO-2 (7.20-7.60 m)



$D_{60}=4.28693$   $D_{20}=0.98264$   
 $D_{30}=2.17536$   $D_{10}=0.31855$

 $k_{f usbr} = 3.421E-03$  cm/sec $C_u=13.46$  $C_z=1.21$ 

Tlo je umereno neravnomernog sastava



SRPS U .B1.012

**SADRŽINA VODE****OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu**

Oznaka uzorka	Bruto težina vlažnog uzorka g	Bruto težina suvog uzorka g	Težina tare g	Težina vode g	Težina suvog uzorka g	Sadržina vode %	Srednja vrednost %
RO-1(1.00-1.40)	46,11	34,16	1,21	9,95	31,95	20,26	21.42
	48,53	36,96	1,34	10,57	33,62	20,58	
RO-1(2.20-2.40)	29,65	22,94	1,19	5,71	21,75	26,22	26.29
	28,18	22,56	1,20	5,62	21,36	26,36	
RO-1(3.10-3.50)	28,65	24,19	1,20	4,46	22,90	19,40	19,30
	30,84	26,07	1,22	4,77	24,85	19,20	
RO-1(6.50-6.70)	232,22	225,14	164,96	7,12	60,18	11,82	11.72
	226,62	219,58	159,50	6,99	60,08	11,62	
RO-2(1.00-1.20)	43,12	36,54	9,63	6,58	26,91	32,38	32.42
	66,77	53,87	1,21	12,90	52,66	32,46	
RO-2(2.00-2.40)	38,08	31,44	1,16	6,64	30,28	23,93	23,89
	51,11	42,16	1,19	8,95	40,97	23,85	
RO-2(4.30-4.50)	41,24	34,13	1,31	7,11	32,82	21,66	21,49
	30,72	25,54	1,23	5,18	24,31	21,31	
RO-2(7.20-7.60)	191,34	178,12	3,35	13,20	174,77	7,58	7.50
	88,81	82,84	2,40	5,95	80,44	7,42	

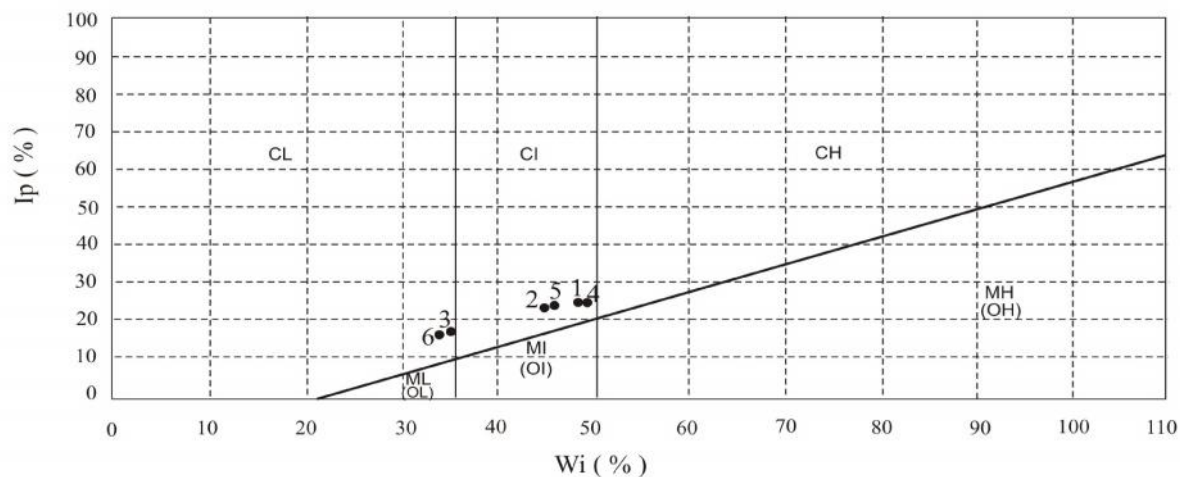
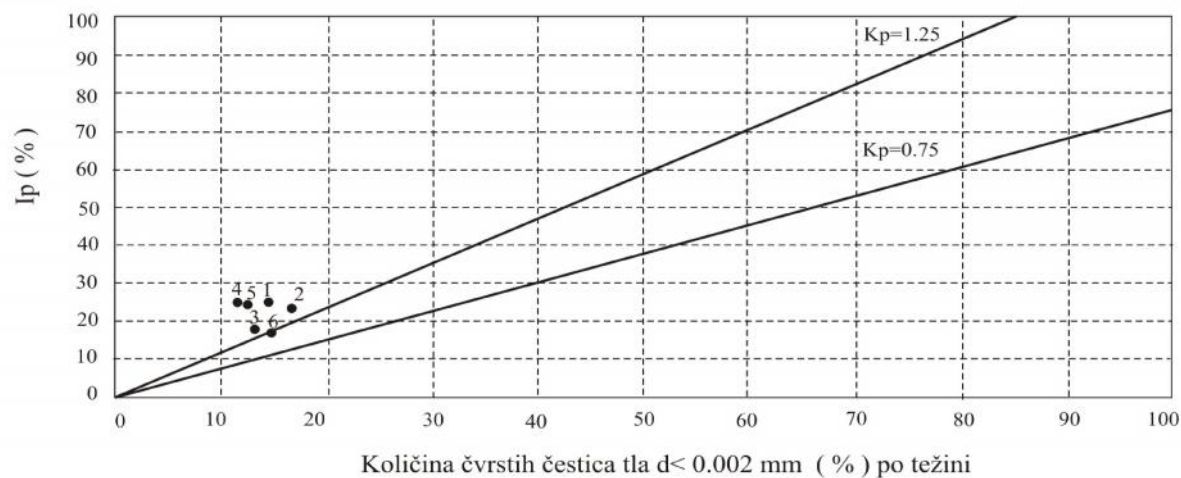
SRPS U .B1.013

**ZAPREMINSKA MASA****OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu**

Oznaka uzorka	Bruto težina vlažnog uzorka g	Bruto težina suvog uzorka g	Težina tare g	Zapremina cilindra cm <sup>3</sup>	Zapreminska masa vlažnog uzorka g/cm <sup>3</sup>	Zapreminska masa suvog uzorka g/cm <sup>3</sup>	Sadržina vodet %
RO-1(1.00-1.40)	239,42	200,91	45,99	100	18,82	1,449	21,15
RO-1(3.10-3.50)	234,10	202,30	34,82	100	1,993	1,675	19,08
RO-2(2.00-2.40)	245,78	209,42	43,72	100	19,34	1,583	23,36
RO-2(7.20-7.60)	322,56	304,22	121,37	100	2,025	1,829	7,13



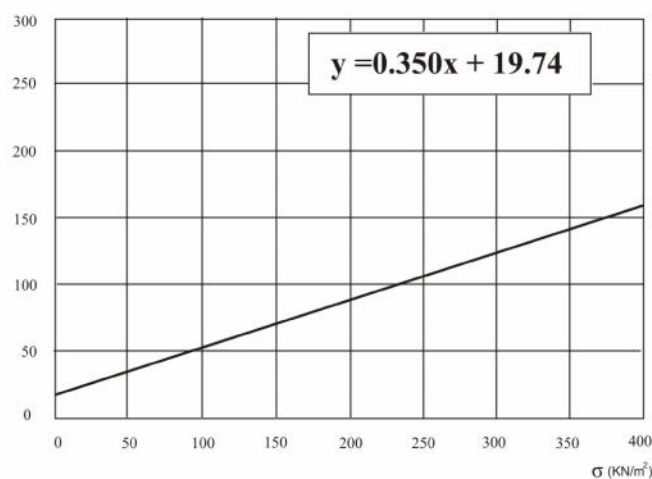
SRPS U.B1.020

**ATERBERGOVE GRANICE PLASTICNOSTI**OBJEKAT: **Stambeno poslovnici u Požarevcu****CASAGRANDEOV DIJAGRAM PLASTIČNOSTI****KOLOIDNA AKTIVNOST TLA****LEGENDA:**

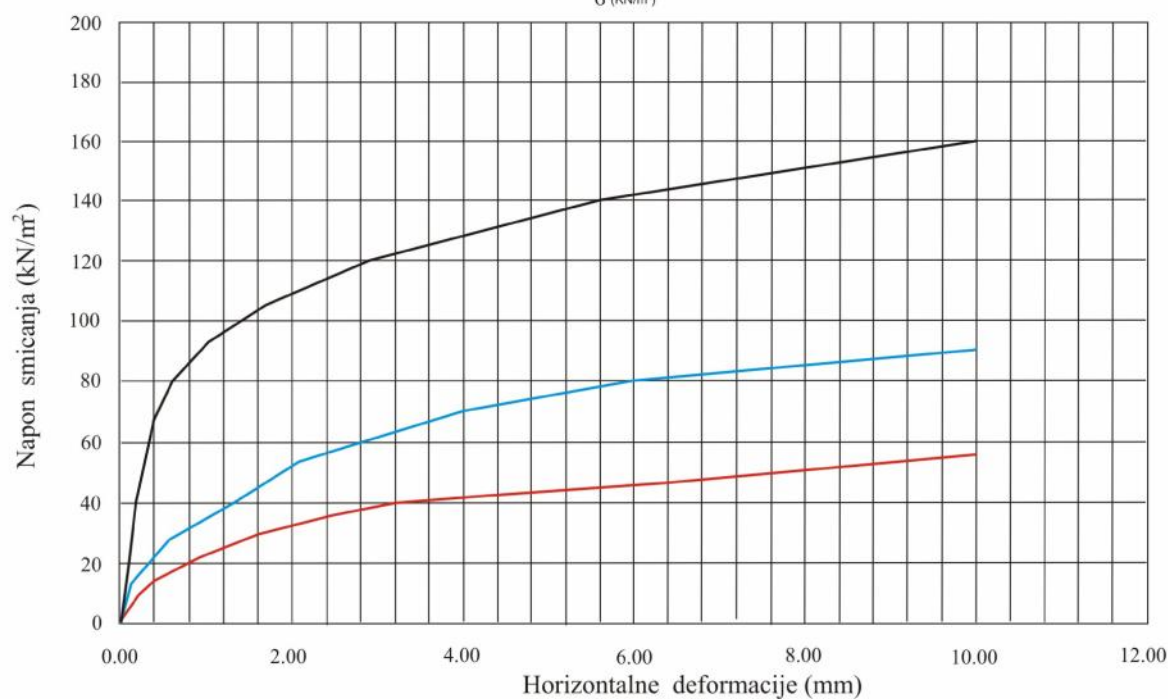
- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. RO-1 (1.00-1.40) | 4. RO-2 (1.00-1.20) |
| 2. RO-1 (2.20-2.40) | 5. RO-2 (2.00-2.40) |
| 3. RO-1 (3.10-3.50) | 6. RO-2 (4.30-4.50) |



SRPS U B1.028

**DIREKTNO SMICANJE**OBJEKAT: **Stambeno poslovni u Požarevcu**UZORAK: **RO-1 (1.00-1.40m)** $\tau$  (kN/m<sup>2</sup>) $\varphi = 19.30^\circ$  $c = 19.74 \text{ kN/m}^2$  $\gamma$  pre opita = **18.82 kN/m<sup>3</sup>** $\gamma$  posle opita = **18.46 kN/m<sup>3</sup>** $w$  pre opita = **21.42 %** $w$  posle opita = **21.18 %**Konsolidacija **24 h**U prisustvu vode **da**

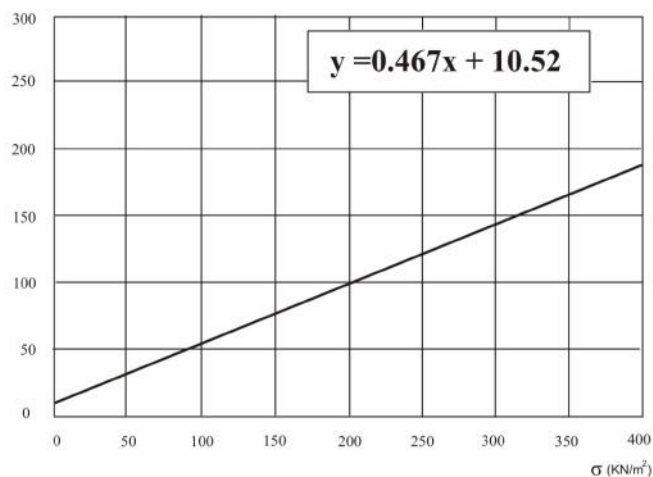
Bez vode



— 100 kN/m<sup>2</sup> — 200 kN/m<sup>2</sup> — 400 kN/m<sup>2</sup>



SRPS U B1.028

**DIREKTNO SMICANJE**OBJEKAT: **Stambeno poslovni u Požarevcu**UZORAK: **RO-1 (3.10-3.50m)** $\tau$  (kN/m<sup>2</sup>)

$$\varphi = 25.38^\circ$$

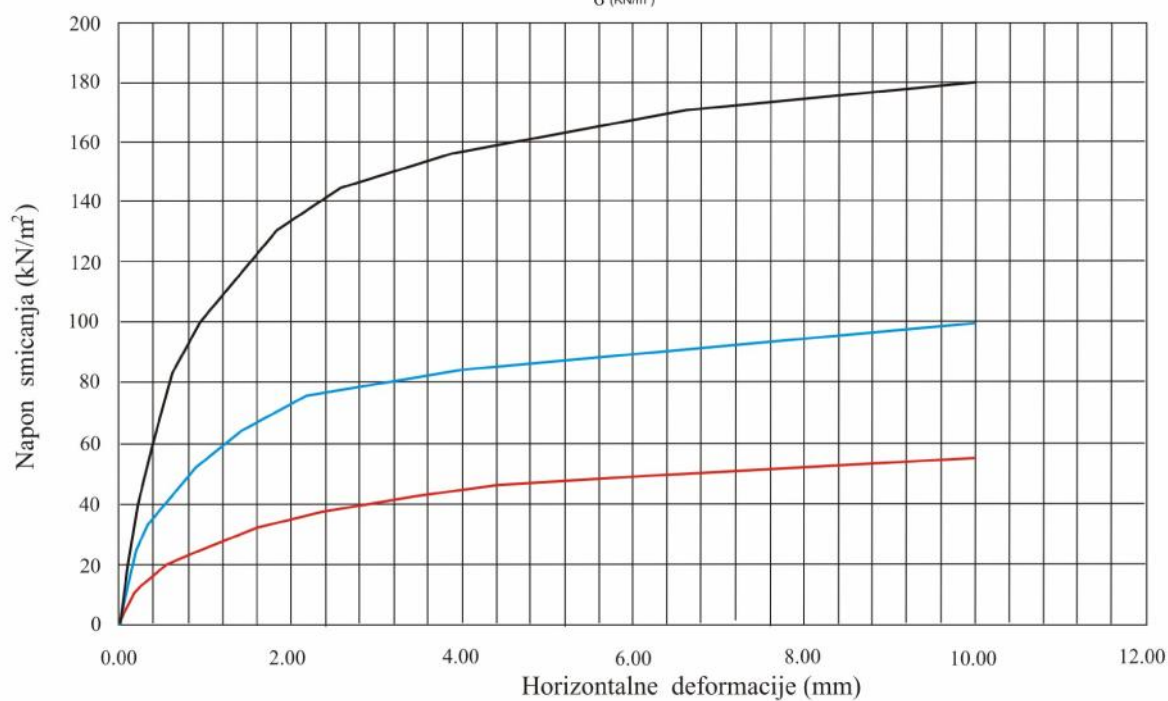
$$c = 10.52 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma \text{ pre opita} = 19.93 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma \text{ posle opita} = 19.51 \text{ kN/m}^3$$

$$w \text{ pre opita} = 19.30 \%$$

$$w \text{ posle opita} = 19.04 \%$$

Konsolidacija **24 h**U prisustvu vode **da**  
Bez vode

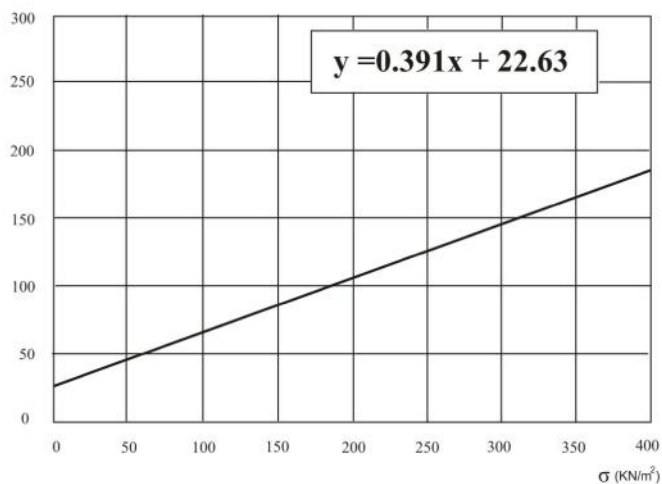
— 100 kN/m<sup>2</sup> — 200 kN/m<sup>2</sup> — 400 kN/m<sup>2</sup>



*P. K.*



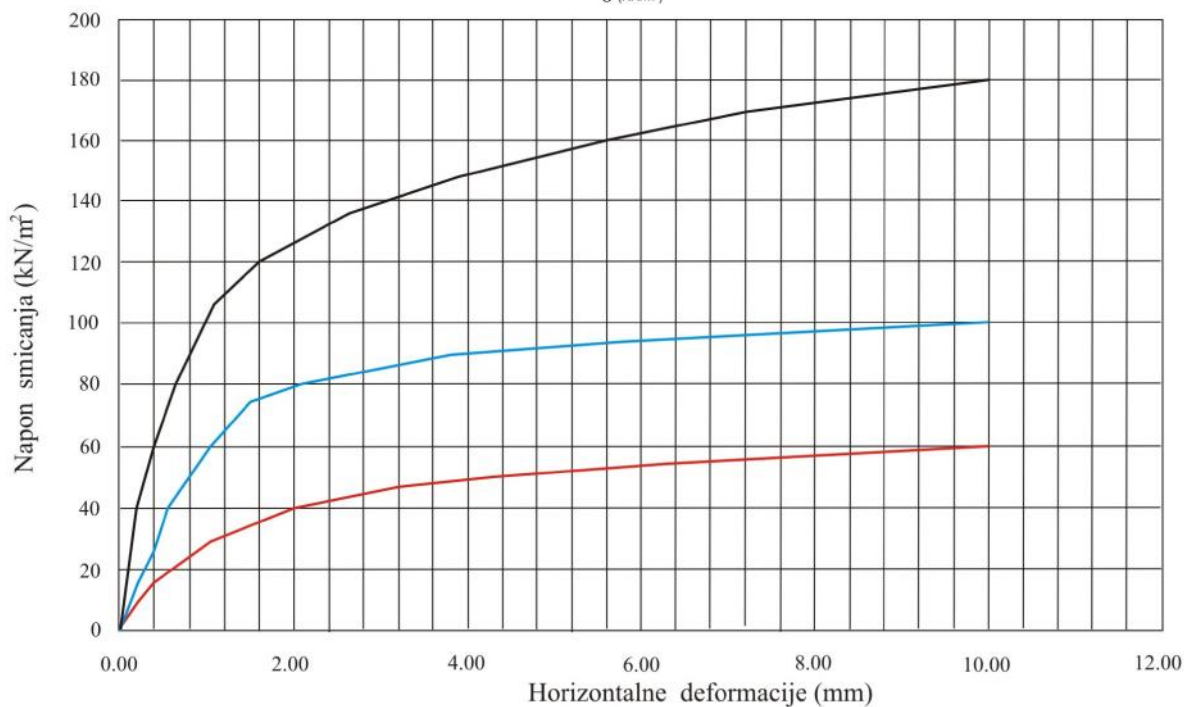
SRPS U B1.028

**DIREKTNO SMICANJE**OBJEKAT: **Stambeno poslovni u Požarevcu**UZORAK: **RO-2 (2.00-2.40m)** $\tau$  (kN/m<sup>2</sup>)

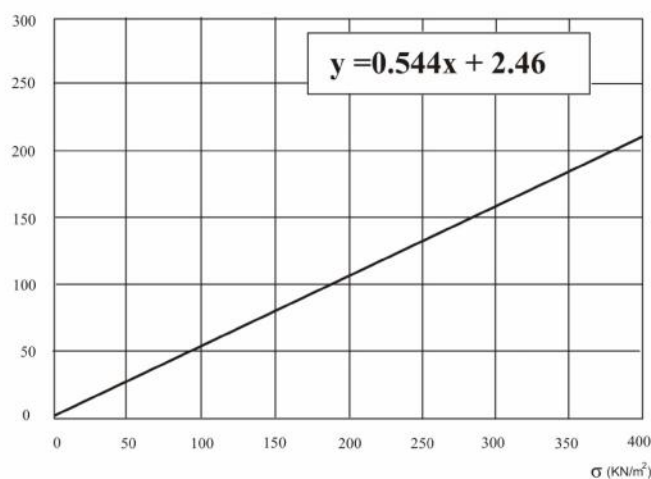
$$\varphi = 21.27^\circ$$
$$c = 22.63 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma \text{ pre opita} = 19.34 \text{ kN/m}^3$$
$$\gamma \text{ posle opita} = 19.11 \text{ kN/m}^3$$

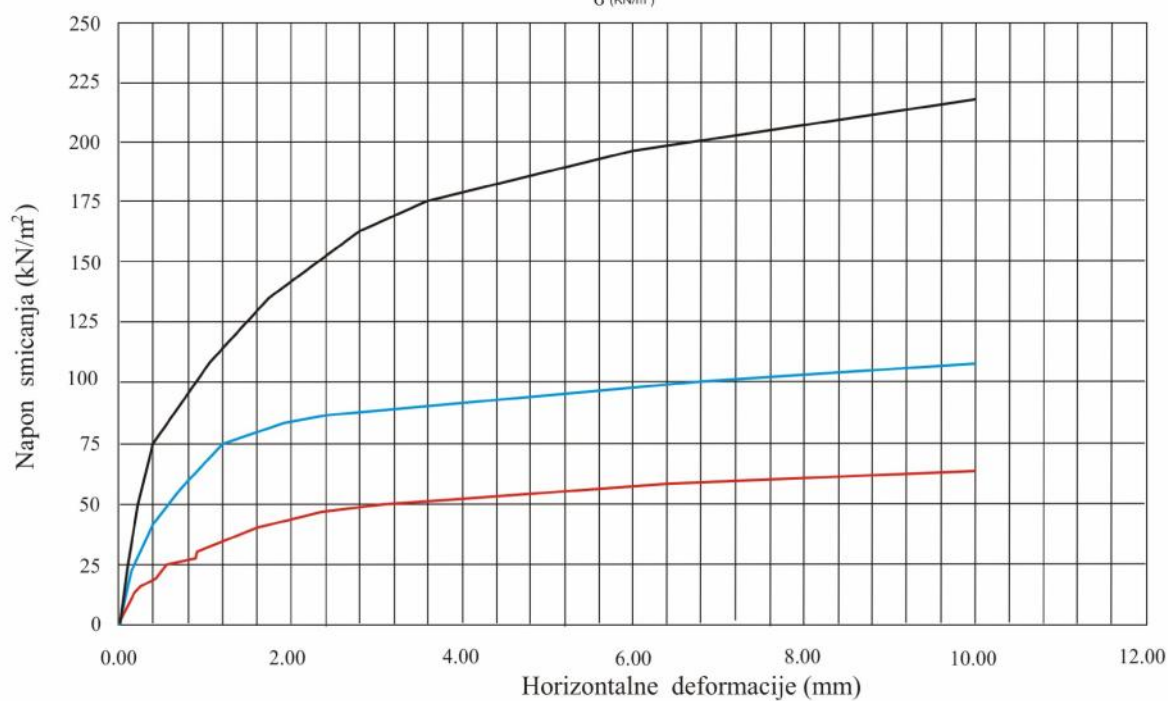
$$w \text{ pre opita} = 23.89 \%$$
$$w \text{ posle opita} = 23.35 \%$$

Konsolidacija **24 h**U prisustvu vode **da**  
Bez vode100 kN/m<sup>2</sup> 200 kN/m<sup>2</sup> 400 kN/m<sup>2</sup>

SRPS U B1.028

**DIREKTNO SMICANJE**OBJEKAT: **Stambeno poslovni u Požarevcu**UZORAK: **RO-2 (7.20-7.60m)** $\tau$  (kN/m<sup>2</sup>) $\varphi = 27.53^\circ$  $c = 2.46 \text{ kN/m}^2$  $\gamma$  pre opita = **20.25 kN/m<sup>3</sup>** $\gamma$  posle opita = **19.74 kN/m<sup>3</sup>** $w$  pre opita = **7.50 %** $w$  posle opita = **7.28 %**Konsolidacija **24 h**U prisustvu vode **da**

Bez vode



— 100 kN/m<sup>2</sup> — 200 kN/m<sup>2</sup> — 400 kN/m<sup>2</sup>



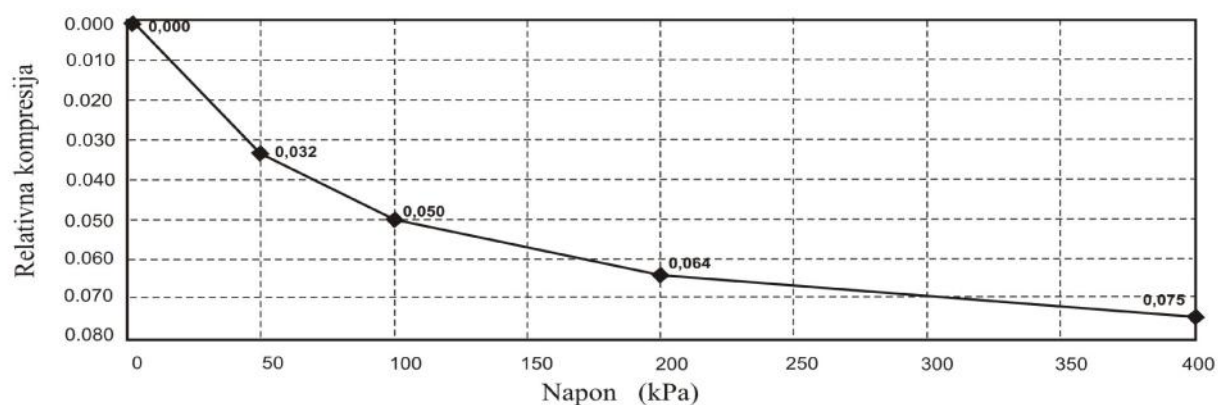
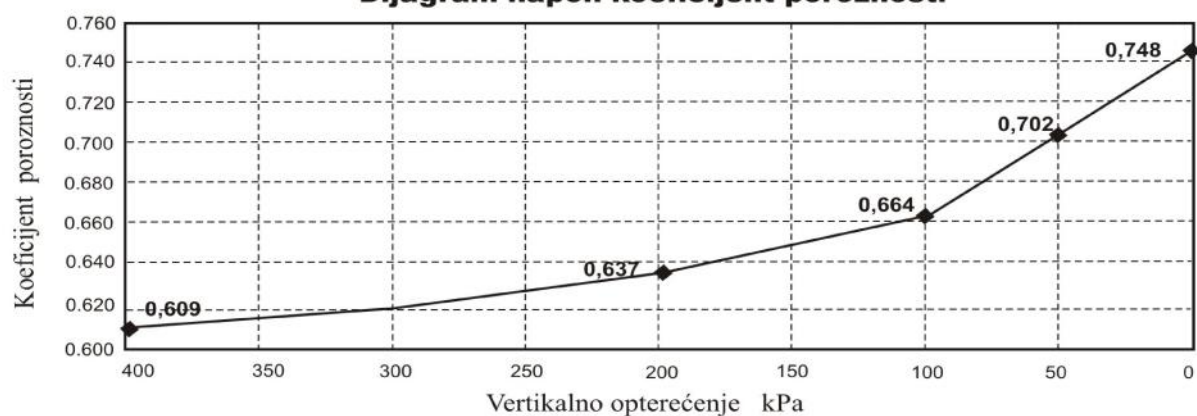
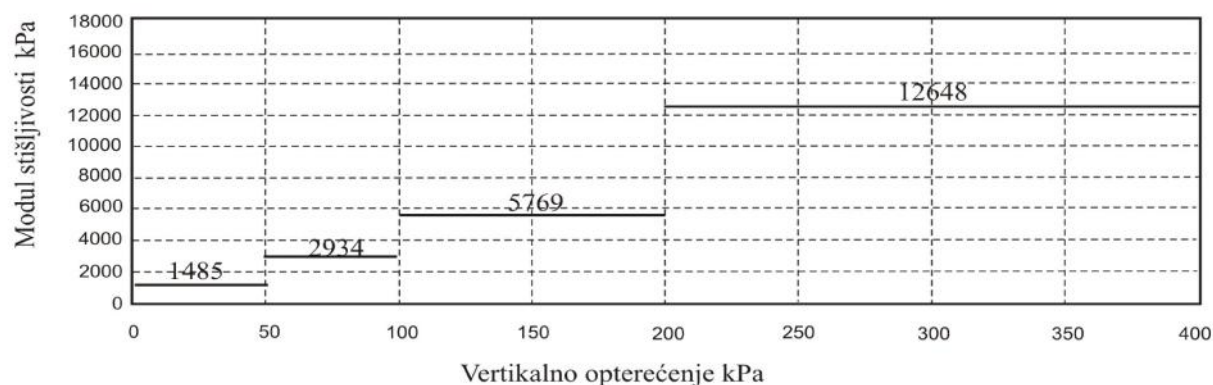
*P. K.*

SRPS.UB1.032

**DIJAGRAM STIŠLJIVOSTI**

OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu

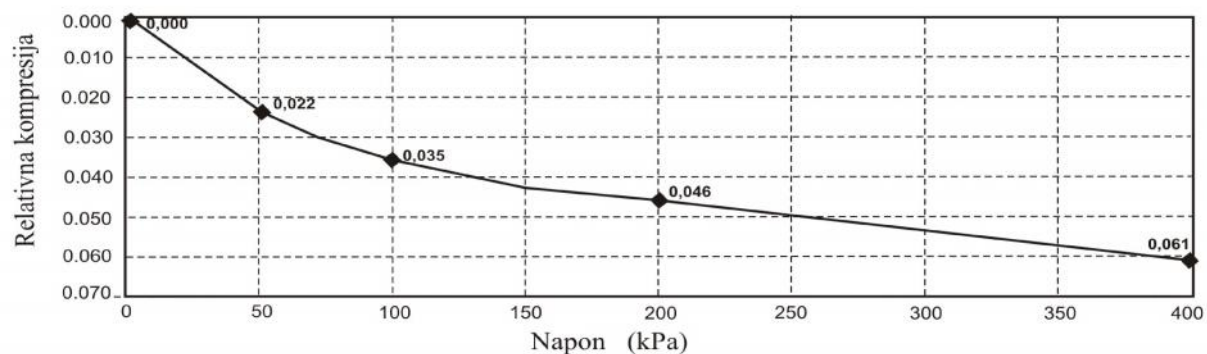
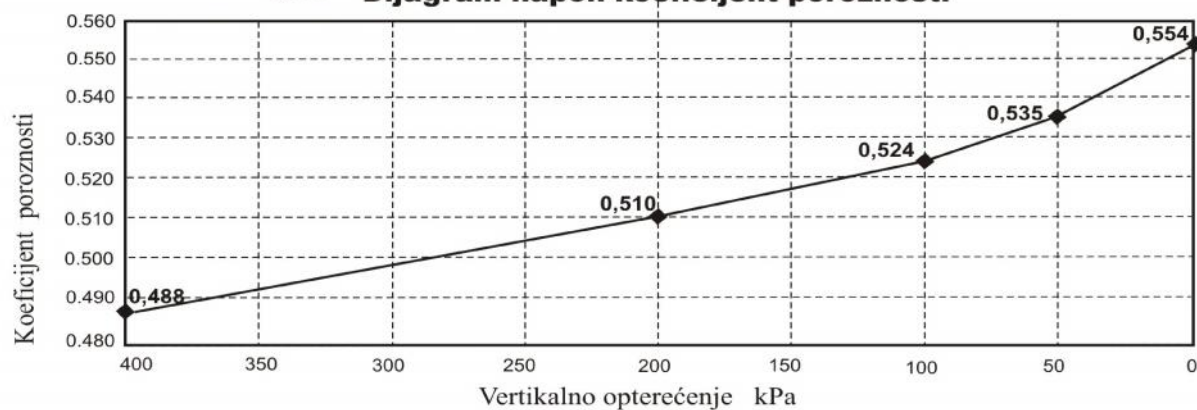
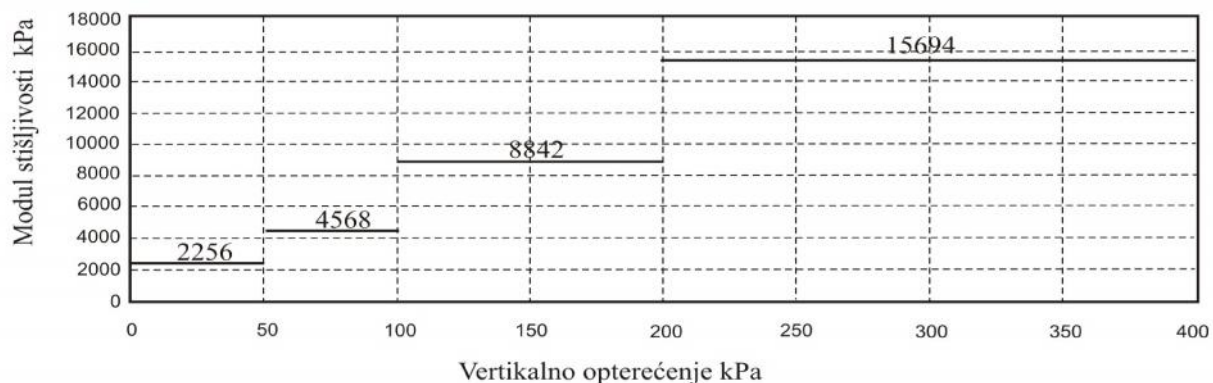
UZORAK: RO-1 (1.00-1.40m)

**Dijagram vertikalni napon-deformacija****Dijagram napon-koeficijent poroznosti****Dijagram napon-modul stiškivosti**

SRPS.UB1.032

**DIJAGRAM STIŠLJIVOSTI**

OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu  
 UZORAK: RO-1 (3.10-3.50m)

**Dijagram vertikalni napon-deformacija****Dijagram napon-koeficijent poroznosti****Dijagram napon-modul stiškivosti**

*P. K.*

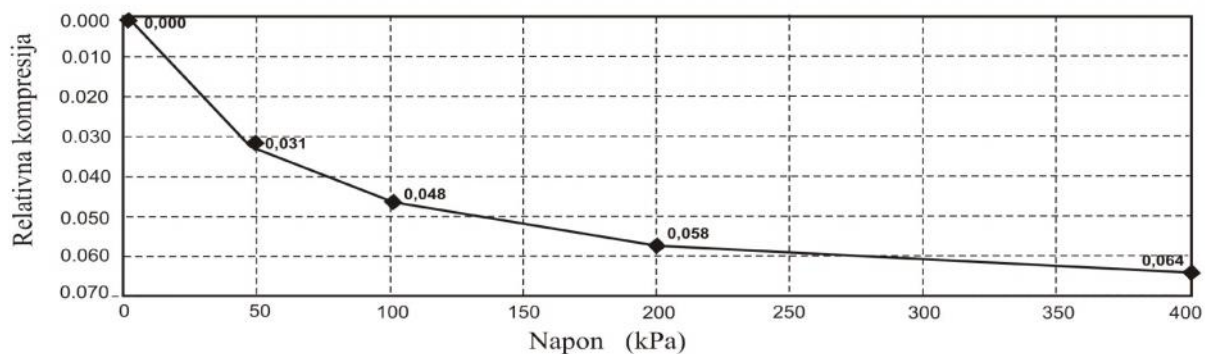
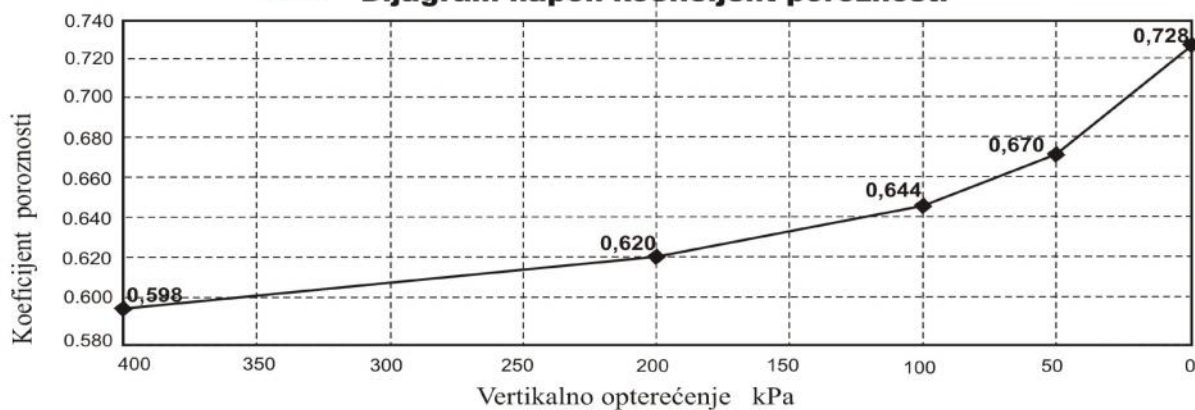
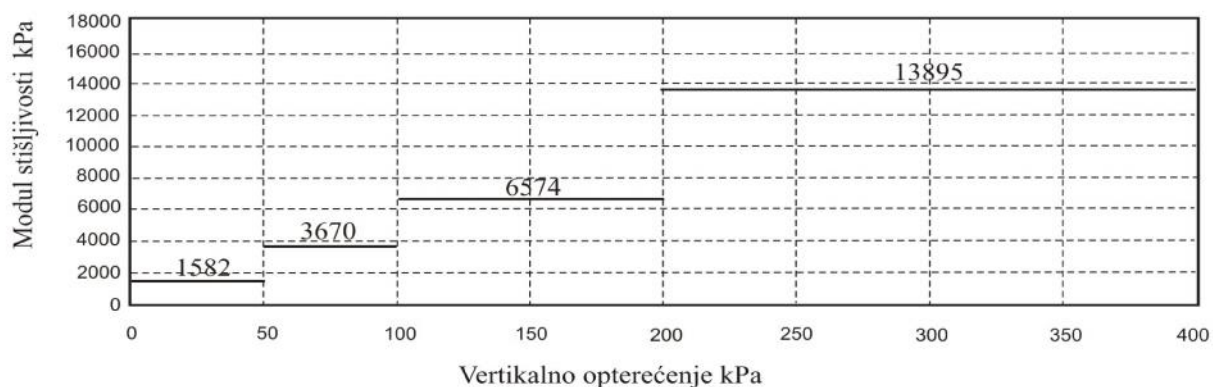


SRPS.UB1.032

**DIJAGRAM STIŠLJIVOSTI**

OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu

UZORAK: RO-2 (2.00-2.40m)

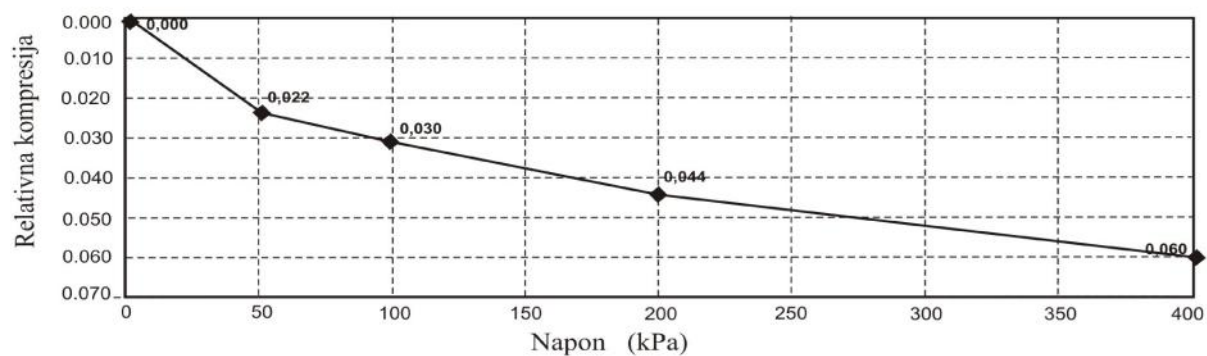
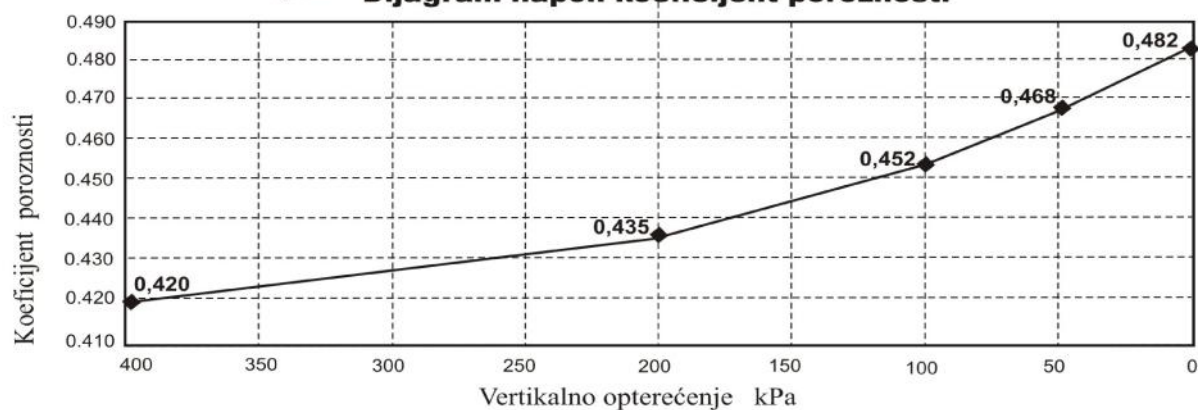
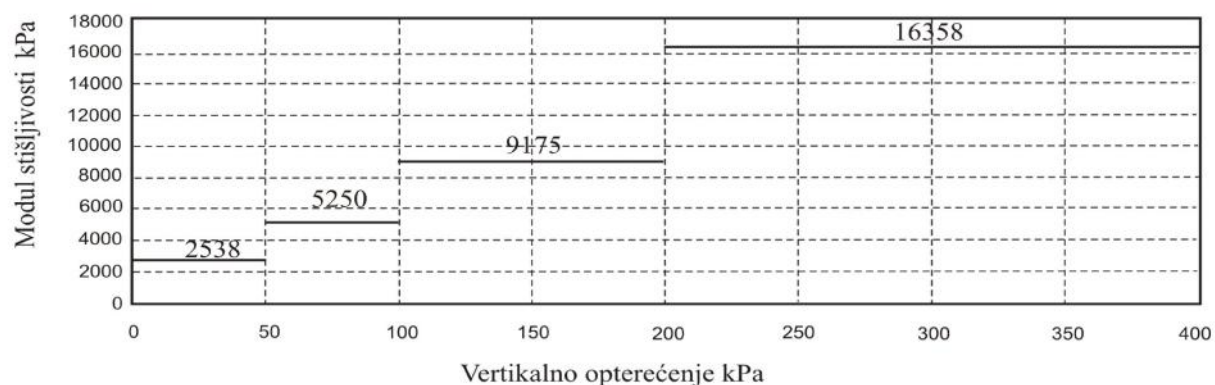
**Dijagram vertikalni napon-deformacija****Dijagram napon-koeficijent poroznosti****Dijagram napon-modul stiškivosti**

SRPS.UB1.032

**DIJAGRAM STIŠLJIVOSTI**

OBJEKAT: Stambeno poslovni u Požarevcu

UZORAK: RO-2 (7.20-760m)

**Dijagram vertikalni napon-deformacija****0,064 Dijagram napon-koeficijent poroznosti****Dijagram napon-modul stiškivosti**

*P. K.*

**OBJEKAT: na k.p. 1514/1, 1515 - Požarevac**

**TABELARNI PREGLED**

Red. broj	UZORAKSONDA DUBINA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV										Koeficijent Filtracije
		Drobina	Šljunak	Pesak	Prašina	Glina	d <sub>60</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>10</sub>	Cu	Cz	Kf (m/s)
		%	%	%	%	%	mm	mm	mm	d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub>	d <sub>30</sub> <sup>2</sup> /d <sub>10</sub> x d <sub>60</sub>	
1.	RO-1 ( 1.00 - 1.40)				84	16	0,02257	0,00638	0,00132	17,10	1,18	4,839E-09
2.	RO-1 ( 2.20 - 2.40)			11	72	17	0,02538	0,00617	0,00126	19,89	1,17	4,026E-09
3.	RO-1 ( 3.10 - 3.50)			72	22	6	0,18562	0,06049	0,00754	24,62	1,86	9,845E-07
4.	RO-1 ( 6.50 - 6.70)		70	25	5		4,52194	2,18627	0,32526	13,90	0,96	3,612E-03
5.	RO-2 ( 1.00 - 1.20)			2	82	15	0,002628	0,00853	0,00105	25,52	1,34	9,852E-09
6.	RO-2 ( 2.00 - 2.40)			18	68	14	0,03281	0,00827	0,00087	27,70	1,28	9,766E-09
7.	RO-2 ( 4.30 - 4.50)			73	22	5	0,17692	0,07469	0,00928	19,06	1,69	1,627E-06
8.	RO-2 ( 7.20 - 7.60)		68	29	3		4,28693	2,17536	0,31855	13,46	1,21	3,421E-03

Red. broj	UZORAKSONDA DUBINA	PLASTIČNOST				Klasifikacija po Kasagrandeu	SADRŽINA VODE	ZAPREMINSKA MASA	
		GRANICA		INDEKS			W	γ	γ <sub>d</sub>
		Tečenja W <sub>L</sub> %	Valjanja W <sub>P</sub> %	Plastičnosti I <sub>p</sub> %	Konsistencije I <sub>c</sub>		%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
1.	RO-1 ( 1.00 - 1.40)	47,31	23,12	24,57	0,842	CI	21,42	1,882	1,449
2.	RO-1 ( 2.20 - 2.40)	45,58	22,24	22,59	0,520	CI	26,29		
3.	RO-1 ( 3.10 - 3.50)	35,28	17,69	18,41	0,138	CL	19,30	1,993	1,675
4.	RO-1 ( 6.50 - 6.70)	Uzorak	nije	plastičan	-	-	11,72		
5.	RO-2 ( 1.00 - 1.20)	48,57	23,46	24,81	0,894	CI	32,42		
6.	RO-2 ( 2.00 - 2.40)	46,81	22,93	23,54	0,625	CI	23,89	1,934	1,583
7.	RO-2 ( 4.30 - 4.50)	33,86	17,28	17,84	0,114	CL	21,49		
8.	RO-2 ( 7.20 - 7.60)	Uzorak	nije	plastičan	-	-	7,50	2,025	1,829

Red. broj	UZORAK SONDA DUBINA	MODUL STIŠLJIVOSTI M <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) ZA RAZLIČITE VREDNOSTI VERTIKALNOG OPTEREĆENJA σ (kN/m <sup>2</sup> )				DIREKTNO SMICANJE	
		0 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 400	φ (°)	C (kPa)
1.	RO-1 ( 1.00 - 1.40)	1485	2934	5769	12648	19,30	19,74
2.	RO-1 ( 3.10 - 3.50)	2256	4568	8842	15694	25,38	10,52
3.	RO-2 ( 2.00 - 2.40)	1582	3670	6574	13895	21,27	22,63
4.	RO-2 ( 7.20 - 7.60)	2538	5250	9175	16358	27,53	2,46

**Prilog 11.**

## **1.7 NUMERIČKA DOKUMENTACIJA**

12.1-12.2 PRIKAZ REZULTATA DOZVOLJENOG NAPREZANJA I SLEGANJA TLA



## Proračun temelja

### Ulazni podaci

Zadatak : Požarevac KP 1514/67, 1514/1

Deo : T1

Datum : 13/12/2024

### Postavke

Standard - EN 1997 - DA3

### Materijali i standardi

Betonske konstrukcije : EN 1992-1-1 (EC2)

Koeficijenti EN 1992-1-1 : standard

### Sleganje

Metoda proračuna : Proračun koristeći edometarski modul

Ograničenje uticajne zone : prema procentu Sigma, Or

Koeficijent ograničenja uticajne zone : 10.0 [%]

### Plitko fundiranje

Metoda provere : prema EN 1997

Proračun za drenirane uslove : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Proračun uzgona : Standard




Dozvoljena ekscentričnost : 0.333


Proračunski pristup : 3 - faktorisanje dejstava (GEO, STR) i redukovanje parametara tla

Parcijalni faktori za dejstva (A)					
Stalna proračunska situacija					
		Stanje STR		Stanje GEO	
		Nepovoljno	Povoljno	Nepovoljno	Povoljno
Stalna dejstva :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]	1.00 [-]	1.00 [-]

Parcijalni faktori za parametre tla (M)			
Stalna proračunska situacija			
Parcijalni faktor za ugao unutrašnjeg trenja :	$\gamma_\phi =$	1.25 [-]	
Parcijalni faktor za efektivnu koheziju :	$\gamma_c =$	1.25 [-]	
Parcijalni faktor za nedreniranu smičuću čvrstoću :	$\gamma_{cu} =$	1.40 [-]	
Parcijalni faktor sigurnosti za rezultat opita pritiskne čvrstoće :	$\gamma_v =$	1.40 [-]	

### Osnovni parametri tla

Br.	Naziv	Šrafura	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	prašinasta glina		19.30	19.74	18.82	9.00	
2	lesoidna glina		21.27	22.63	19.34	9.50	
3	pesak zaglinjen		25.38	10.52	19.52	10.00	

Br.	Naziv	Šrafura	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
4	šljunak		27.53	2.46	20.25	10.50	

Sva tla se smatraju nekoherentnim za proračun pritiska tla u mirovanju.

#### Parametri tla

##### prašinasta glina

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	18.82 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	19.30 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	19.74 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	5.77 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	19.00 kN/m <sup>3</sup>

##### lesoidna glina

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	19.34 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	21.27 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	22.63 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	6.57 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	19.50 kN/m <sup>3</sup>

##### pesak zaglinjen

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	19.52 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	25.38 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	10.52 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	8.84 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	20.00 kN/m <sup>3</sup>

##### šljunak

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	20.25 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	27.53 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	2.46 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	9.17 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	20.50 kN/m <sup>3</sup>

#### Temelj

##### Tip temelja: temeljna ploča

Dubina od površine originalnog terena	$h_z$	=	3.80 m
Dubina fundiranja	$d$	=	3.80 m
Debljina temelja	$t$	=	0.50 m
Nagib terena nakon izvođenja	$s_1$	=	0.00 °
Nagib dna temelja	$s_2$	=	0.00 °

##### Nadsloj tla

Tip: unos zapreminske težine

Zapreminska težina tla iznad temelja = 20.00 kN/m<sup>3</sup>

#### Geometrija konstrukcije

##### Tip temelja: temeljna ploča

Dužina temelja samca	$x$	=	34.80 m
Širina temelja samca	$y$	=	23.80 m

Oblik pravougaonik  
 Širina stuba u x pravcu  $c_x = 34.80 \text{ m}$   
 Širina stuba u y pravcu  $c_y = 23.80 \text{ m}$

Zapremina temelja =  $414.12 \text{ m}^3$   
 Zapremina iskopa =  $3147.31 \text{ m}^3$   
 Zapremina nasutog materijala =  $0.00 \text{ m}^3$

### Materijal konstrukcije

Zapreminska težina  $\gamma = 0.00 \text{ kN/m}^3$

Proračun betonske konstrukcije sproveden prema standardu EN 1992-1-1 (EC2).

### Beton: C 20/25

Čvrstoća na pritisak cilindra  $f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$   
 Čvrstoća na zatezanje  $f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$   
 Modul elastičnosti  $E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$



### Podužna armatura: B500B

Granica razvlačenja  $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

### Poprečna armatura: B500B

Granica razvlačenja  $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

### Geološki profil i zadata tla

Br.	Debljina sloja t [m]	Dubina z [m]	Zadato tlo	Šrafura
1	1.50	0.00 .. 1.50	prašinasta glina	
2	1.50	1.50 .. 3.00	lesoidna glina	
3	3.00	3.00 .. 6.00	pesak zaglinjen	
4	-	6.00 .. ∞	šljunak	

### Opterećenje

Br.	Opterećenje		Naziv	Tip	N [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]
	novo	izmenjeno							
1	Da		Opterećenje br. 1	Proračunsko	99389.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Da		Opterećenje br. 2	Eksplataciono	99389.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### Nivo podzemne vode

Nivo podzemne vode je na dubini od 6.30 m od površine terena.

### Globalna podešavanja

Tip proračuna : proračun za drenirane uslove

### Postavke proračunske situacije

Proračunska situacija : stalna

### Provera Br. 1

### Provera slučaja opterećenja

Naziv	Sop. tež. povoljno	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]	$\sigma$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	Iskorišćenost [%]	Zadovoljava
Opterećenje br. 1	Da	0.00	0.00	120.00	1473.46	8.14	Da
Opterećenje br. 1	Ne	0.00	0.00	120.00	1473.46	8.14	Da

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Izračunata težina temelja  $G = 0.00$  kN

Izračunata težina nasipa preko temelja  $Z = 0.00$  kN

#### Provera vertikalne nosivosti

Oblik raspodele kontaktnog napona : pravougaoni

Merodavna KO Br. 1. (Opterećenje br. 1)

Parametri klizne površi ispod temelja:

Dubina klizne površi  $z_{sp} = 34.64$  m

Dužina klizne površi  $l_{sp} = 100.49$  m

Proračunska nosivost temeljnog tla  $R_d = 1473.46$  kPa

Ekstremni kontaktni napon  $\sigma = 120.00$  kPa

#### Nosivost u vertikalnom pravcu ZADOVOLJAVA

##### Provera ekscentriciteta sile

Maksimalni ekscentricitet u pravcu dužine stope  $e_x = 0.000 < 0.333$

Maksimalni ekscentricitet u pravcu širine stope  $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. ukupni ekscentricitet  $e_t = 0.000 < 0.333$

#### Ekscentricitet sile ZADOVOLJAVA

##### Provera horizontalne nosivosti

Merodavna KO Br. 1. (Opterećenje br. 1)

Otpornost tla: u miru

Proračunata veličina otpora tla  $S_{pd} = 462.20$  kN

Horizontalna nosivost  $R_{dh} = 45153.35$  kN

Ekstremna horizontalna sila  $H = 0.00$  kN

#### Nosivost u horizontalnom pravcu ZADOVOLJAVA

#### Nosivost temelja ZADOVOLJAVA

##### Provera Br. 1

##### Sleganje i rotacija temelja - ulazni podaci

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Proračun je sproveden uzimajući u obzir koeficijent  $\kappa_1$  (uticaj dubine temelja).

Napon u temeljnoj spojnici se razmatra od kote izvedenog terena.

Izračunata težina temelja  $G = 0.00$  kN

Izračunata težina nasipa preko temelja  $Z = 0.00$  kN

Sleganje srednje tačke ivice x - 1 = 26.0 mm

Sleganje srednje tačke ivice x - 2 = 26.0 mm

Sleganje srednje tačke ivice y - 1 = 23.0 mm

Sleganje srednje tačke ivice y - 2 = 23.0 mm

Sleganje tačke u sredini temelja = 67.6 mm

Sleganje karakteristične tačke = 37.2 mm

(1-max.pritisnuta ivica; 2-min.pritisnuta ivica)

## Sleganje i rotacija temelja - rezultati

### Krutost temelja:

Izračunati ponderisani prosečni modul deformacije  $E_{\text{def}} = 6.77 \text{ MPa}$

Temelj je deformabilan u podužnom pravcu ( $k=0.01$ )

Temelj je deformabilan po širini ( $k=0.04$ )

### Provera ekscentriciteta sile

Maksimalni ekscentricitet u pravcu dužine stope  $e_x = 0.000 < 0.333$

Maksimalni ekscentricitet u pravcu širine stope  $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. ukupni ekscentricitet  $e_t = 0.000 < 0.333$

### Ekscentricitet sile ZADOVOLJAVA

### Ukupno sleganje i rotacija temelja:

Sleganje temelja = 67.6 mm

Dubina uticajne zone = 16.25 m

Rotacija u pravcu x = 0.000 (tan\*1000); ( $1.2\text{E-}17^\circ$ )

Rotacija u pravcu y = 0.000 (tan\*1000); ( $3.4\text{E-}17^\circ$ )

## Proračun temelja

### Ulazni podaci

Zadatak : Požarevac KP 1514/67, 1514/1

Deo : T2

Datum : 13/12/2024

### Postavke

Standard - EN 1997 - DA3

### Materijali i standardi

Betonske konstrukcije : EN 1992-1-1 (EC2)

Koeficijenti EN 1992-1-1 : standard

### Sleganje

Metoda proračuna : Proračun koristeći edometarski modul

Ograničenje uticajne zone : prema procentu Sigma, Or

Koeficijent ograničenja uticajne zone : 10.0 [%]

### Plitko fundiranje

Metoda provere : prema EN 1997

Proračun za drenirane uslove : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Proračun uzgona : Standard




Dozvoljena ekscentričnost : 0.333


Proračunski pristup : 3 - faktorisanje dejstava (GEO, STR) i redukovanje parametara tla

Parcijalni faktori za dejstva (A)					
Stalna proračunska situacija					
		Stanje STR		Stanje GEO	
		Nepovoljno	Povoljno	Nepovoljno	Povoljno
Stalna dejstva :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]	1.00 [-]	1.00 [-]

Parcijalni faktori za parametre tla (M)			
Stalna proračunska situacija			
Parcijalni faktor za ugao unutrašnjeg trenja :	$\gamma_\phi =$	1.25 [-]	
Parcijalni faktor za efektivnu koheziju :	$\gamma_c =$	1.25 [-]	
Parcijalni faktor za nedreniranu smičuću čvrstoću :	$\gamma_{cu} =$	1.40 [-]	
Parcijalni faktor sigurnosti za rezultat opita pritiskne čvrstoće :	$\gamma_v =$	1.40 [-]	

### Osnovni parametri tla

Br.	Naziv	Šrafura	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	prašinasta glina		19.30	19.74	18.82	9.00	
2	lesoidna glina		21.27	22.63	19.34	9.50	
3	pesak zaglinjen		25.38	10.52	19.52	10.00	

Br.	Naziv	Šrafura	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
4	šljunak		27.53	2.46	20.25	10.50	

Sva tla se smatraju nekoherentnim za proračun pritiska tla u mirovanju.

#### Parametri tla

##### prašinasta glina

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	18.82 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	19.30 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	19.74 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	5.77 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	19.00 kN/m <sup>3</sup>

##### lesoidna glina

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	19.34 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	21.27 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	22.63 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	6.57 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	19.50 kN/m <sup>3</sup>

##### pesak zaglinjen

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	19.52 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	25.38 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	10.52 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	8.84 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	20.00 kN/m <sup>3</sup>

##### šljunak

Zapreminska težina :	$\gamma$	=	20.25 kN/m <sup>3</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja :	$\varphi_{ef}$	=	27.53 °
Kohezija tla :	$c_{ef}$	=	2.46 kPa
Edometarski modul :	$E_{oed}$	=	9.17 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	$\gamma_{sat}$	=	20.50 kN/m <sup>3</sup>

#### Temelj

##### Tip temelja: temeljna ploča

Dubina od površine originalnog terena	$h_z$	=	3.80 m
Dubina fundiranja	$d$	=	3.80 m
Debljina temelja	$t$	=	0.50 m
Nagib terena nakon izvođenja	$s_1$	=	0.00 °
Nagib dna temelja	$s_2$	=	0.00 °

##### Nadsloj tla

Tip: unos zapreminske težine

Zapreminska težina tla iznad temelja = 20.00 kN/m<sup>3</sup>

#### Geometrija konstrukcije

##### Tip temelja: temeljna ploča

Dužina temelja samca	$x$	=	31.80 m
Širina temelja samca	$y$	=	24.90 m

Oblik pravougaonik

Širina stuba u x pravcu  $c_x = 31.80 \text{ m}$

Širina stuba u y pravcu  $c_y = 24.90 \text{ m}$

Zapremina temelja =  $395.91 \text{ m}^3$

Zapremina iskopa =  $3008.92 \text{ m}^3$

Zapremina nasutog materijala =  $0.00 \text{ m}^3$

### Materijal konstrukcije

Zapreminska težina  $\gamma = 0.00 \text{ kN/m}^3$

Proračun betonske konstrukcije sproveden prema standardu EN 1992-1-1 (EC2).

### Beton: C 20/25

Čvrstoća na pritisak cilindra  $f_{ck} = 20.00 \text{ MPa}$

Čvrstoća na zatezanje  $f_{ctm} = 2.20 \text{ MPa}$

Modul elastičnosti  $E_{cm} = 30000.00 \text{ MPa}$




### Podužna armatura: B500B

Granica razvlačenja  $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

### Poprečna armatura: B500B

Granica razvlačenja  $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

### Geološki profil i zadata tla

Br.	Debljina sloja t [m]	Dubina z [m]	Zadato tlo	Šrafura
1	1.50	0.00 .. 1.50	prašinasta glina	
2	1.50	1.50 .. 3.00	lesoidna glina	
3	3.00	3.00 .. 6.00	pesak zaglinjen	
4	-	6.00 .. ∞	šljunak	

### Opterećenje

Br.	Opterećenje		Naziv	Tip	N [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]
	novo	izmenjeno							
1	Da		Opterećenje br. 1	Proračunsko	95019.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Da		Opterećenje br. 2	Eksplataciono	95019.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### Nivo podzemne vode

Nivo podzemne vode je na dubini od 6.30 m od površine terena.

### Globalna podešavanja

Tip proračuna : proračun za drenirane uslove

### Postavke proračunske situacije

Proračunska situacija : stalna

### Provera Br. 1

### Provera slučaja opterećenja



Naziv	Sop. tež. povoljno	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]	$\sigma$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	Iskorišćenost [%]	Zadovoljava
Opterećenje br. 1	Da	0.00	0.00	120.00	1500.55	8.00	Da
Opterećenje br. 1	Ne	0.00	0.00	120.00	1500.55	8.00	Da

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Izračunata težina temelja  $G = 0.00$  kN

Izračunata težina nasipa preko temelja  $Z = 0.00$  kN

#### Provera vertikalne nosivosti

Oblik raspodele kontaktnog napona : pravougaoni

Merodavna KO Br. 1. (Opterećenje br. 1)

Parametri klizne površi ispod temelja:

Dubina klizne površi  $z_{sp} = 36.24$  m

Dužina klizne površi  $l_{sp} = 105.13$  m

Proračunska nosivost temeljnog tla  $R_d = 1500.55$  kPa

Ekstremni kontaktni napon  $\sigma = 120.00$  kPa

#### Nosivost u vertikalnom pravcu ZADOVOLJAVA

##### Provera ekscentriciteta sile

Maksimalni ekscentricitet u pravcu dužine stope  $e_x = 0.000 < 0.333$

Maksimalni ekscentricitet u pravcu širine stope  $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. ukupni ekscentricitet  $e_t = 0.000 < 0.333$

#### Ekscentricitet sile ZADOVOLJAVA

##### Provera horizontalne nosivosti

Merodavna KO Br. 1. (Opterećenje br. 1)

Otpornost tla: u miru

Proračunata veličina otpora tla  $S_{pd} = 483.56$  kN

Horizontalna nosivost  $R_{dh} = 43209.68$  kN

Ekstremna horizontalna sila  $H = 0.00$  kN

#### Nosivost u horizontalnom pravcu ZADOVOLJAVA

#### Nosivost temelja ZADOVOLJAVA

##### Provera Br. 1

##### Sleganje i rotacija temelja - ulazni podaci

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Proračun je sproveden uzimajući u obzir koeficijent  $\kappa_1$  (uticaj dubine temelja).

Napon u temeljnoj spojnici se razmatra od kote izvedenog terena.

Izračunata težina temelja  $G = 0.00$  kN

Izračunata težina nasipa preko temelja  $Z = 0.00$  kN

Sleganje srednje tačke ivice x - 1 = 25.7 mm

Sleganje srednje tačke ivice x - 2 = 25.7 mm

Sleganje srednje tačke ivice y - 1 = 23.2 mm

Sleganje srednje tačke ivice y - 2 = 23.2 mm

Sleganje tačke u sredini temelja = 67.4 mm

Sleganje karakteristične tačke = 36.8 mm

(1-max.pritisnuta ivica; 2-min.pritisnuta ivica)

## Sleganje i rotacija temelja - rezultati

### Krutost temelja:

Izračunati ponderisani prosečni modul deformacije  $E_{\text{def}} = 6.77 \text{ MPa}$

Temelj je deformabilan u podužnom pravcu ( $k=0.02$ )

Temelj je deformabilan po širini ( $k=0.04$ )

### Provera ekscentriciteta sile

Maksimalni ekscentricitet u pravcu dužine stope  $e_x = 0.000 < 0.333$

Maksimalni ekscentricitet u pravcu širine stope  $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. ukupni ekscentricitet  $e_t = 0.000 < 0.333$

### Ekscentricitet sile ZADOVOLJAVA

### Ukupno sleganje i rotacija temelja:

Sleganje temelja = 67.4 mm

Dubina uticajne zone = 16.16 m

Rotacija u pravcu x = 0.000 (tan\*1000); ( $6.4\text{E-}18^\circ$ )

Rotacija u pravcu y = 0.000 (tan\*1000); ( $2.5\text{E-}17^\circ$ )