

Građevina : FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE

Mjesto : Zagreb

Adresa : Trg Marka Marulića 19



Dio projekta : GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

T.D. : 21060

Z.O.P. : FKIT-PO-01

Investitor : FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb, OIB: 23141220773

Naručilac : INTERKONZALTING d.o.o., Ulica grada Vukovara 43/C, 10000 Zagreb, OIB: 89968033067

RN : N21125

Projektant : Mladen Dugić, dipl.ing.građ. G2295

Suradnici : Franjo Vidmar, ing.građ.

Direktor:

Mladen Dugić, dipl.ing.građ.

SADRŽAJ

STR.

Registracija djelatnosti tvrtke	5
1. UVOD	9
2. GEOMEHANIČKI IZVJEŠTAJ	9
2.1 GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA	9
2.2 KARAKTERISTIKE LOKACIJE	9
2.2.1 GEOTEHNIČKI UVJETI LOKACIJE	9
2.2.1.1 LITOLOŠKE I MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE	9
2.2.2 SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE	10
2.3 TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI	10
2.3.1 PRIMJENJIVOST I ISKORISTIVOST IN SITU POKUSA	11
2.3.2 SONDAŽNO BUŠENJE	11
2.4 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA	12
2.5 SASTAV I SVOJSTVA TLA	12
2.6 PODZEMNA VODA	13
3. GEOSTATIČKI PRORAČUNI	14
3.1 PODACI O GRAĐEVINI	14
3.2 OPISI PRORAČUNA	18
3.2.1 GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI	18
3.2.1.1 NOSIVOST	18
3.2.1.2 KLIZANJE	18
3.2.1.3 PROVJERA EKSCENTRICITETA	19
3.2.1.4 PARCIJALNI FAKTORI ZA DJELOVANJE, KARAKTERISTIKE TLA I OTPORNOSTI PREMA EC7	19
3.2.1.5 GLOBALNI FAKTOR SIGURNOSTI	19
3.2.1.6 PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA	19
3.2.2 GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI - SLIJEGANJE TLA	19
3.2.2.1 MODUL REAKCIJE TLA k_s	20
3.2.2.2 PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA	21
3.3 PRORAČUNSKI MODEL I REZULTATI PRORAČUNA	21
3.3.1 ULAZNI PODACI	21
3.3.1.1 MODEL TLA	21
3.3.2 REZULTATI PRORAČUNA	22
3.3.2.1 GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI	22
3.3.2.2 GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI	24
3.4 KOMENTAR REZULTATA GEOSTATIČKIH PRORAČUNA	25
4. ZAKLJUČAK	26
5. POPIS PRILOGA	27



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080042740

OIB:

98409309871

EUID:

HRSR.080042740

TVRTKA:

1 PRIZMA d.o.o. za inženjering

1 PRIZMA d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

1 Zagreb (Grad Zagreb)
Bernarda Vukasa 22

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:

9 dugic@prizma.hr

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- | | | |
|---|-------|--|
| 1 | 45.12 | - Pokusno bušenje, sondiranje terena za gradnju |
| 1 | 74.30 | - Tehničko ispitivanje i analiza |
| 1 | * | - građenje, projektiranje i nadzor |
| 1 | * | - instalacijski i završni radovi u građevinarstvu |
| 1 | * | - izrada nacрта strojeva i industrijskih postrojenja |
| 1 | * | - inženjering, projektni menadžment i tehničke djelatnosti |
| 1 | * | - izvođenje investicijskih radova u inozemstvu |
| 1 | * | - zastupanje stranih tvrtki |
| 8 | * | - usluge iznajmljivanja vozila (rent-a-car) |
| 8 | * | - prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu |
| 8 | * | - prijevoz putnika u međunarodnom cestovnom prometu |
| 8 | * | - prijevoz tereta u unutarnjem cestovnom prometu |
| 8 | * | - prijevoz tereta u međunarodnom cestovnom prometu |
| 8 | * | - prijevoz osoba i tereta za vlastite potrebe |
| 8 | * | - agencijska djelatnost u cestovnom prijevozu |
| 8 | * | - premještanje vozila |
| 8 | * | - održavanje i popravak motornih vozila |

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

2 Mladen Dugić, OIB: 06385658692
Zagreb, Rim 4

D004, 2021-09-09 13:24:39

Stranica: 1 od 3





REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 2 - član društva
- 2 Simo Svirčev, OIB: 98868338054
Zagreb, Bernarda Vukasa 22
- 2 - član društva
- 2 MILAN KANIŠKI, OIB: 53671537083
Rakitje, Klanjec 15B
- 2 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 4 Simo Svirčev, OIB: 98868338054
Zagreb, Bernarda Vukasa 22
- 4 - prokurist
- 7 Mladen Dugić, OIB: 06385658692
Zagreb, Rim 4
- 7 - direktor
- 7 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno od 24.01.2018. godine
- 7 MILAN KANIŠKI, OIB: 53671537083
Rakitje, Klanjec 15B
- 7 - prokurist

TEMELJNI KAPITAL:

- 3 126.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Ugovor o osnivanju iz godine 1991. usklađen sa ZTD-om i sastavljen u obliku Društvenog ugovora o usklađenju od 01.12.1995. godine.
- 3 Odlukom osnivača od 26.03.2012. godine izmijenjen je Društveni ugovor o usklađenju od 01.12.1995. godine i to odredbe koje se odnose na temeljni kapital i članove društva.
- 8 Odlukom članova društva od 30.10.2019. godine u cijelosti se zamjenjuje Društveni ugovor od 26.03.2012. godine novim tekstom Društvenog ugovora koji se dostavlja sudu u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 3 Odlukom osnivača od 26.03.2012. godine povećava se temeljni kapital sa iznosa od 123.236,67 kn za iznos od 2.357,20 kn na iznos od 126.000,00 kn.

OSTALI PODACI:

D004, 2021-09-09 13:24:39

Stranica: 2 od 3





REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt upisan na Trgovačkom sudu u Zagrebu pod registarskim brojem 1-2940

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu 21.05.21	2020	01.01.20 - 31.12.20	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/10931-2	09.02.1996	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-10/17454-2	22.12.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-12/5356-2	04.04.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-14/17150-3	22.07.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-14/28210-2	17.12.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-16/41434-3	02.12.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-18/3672-2	05.02.2018	Trgovački sud u Zagrebu
0008 Tt-19/36563-4	18.11.2019	Trgovački sud u Zagrebu
0009 Tt-20/34718-2	25.09.2020	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	30.06.2010	elektronički upis
eu /	09.06.2011	elektronički upis
eu /	29.06.2012	elektronički upis
eu /	24.05.2013	elektronički upis
eu /	04.06.2014	elektronički upis
eu /	08.06.2015	elektronički upis
eu /	07.06.2016	elektronički upis
eu /	26.04.2017	elektronički upis
eu /	13.04.2018	elektronički upis
eu /	26.04.2019	elektronički upis
eu /	24.04.2020	elektronički upis
eu /	21.05.2021	elektronički upis

U Zagrebu, 09. rujna 2021.



1. UVOD

U **ZAGREBU**, na Trgu Marka Marulića 19 je predviđena cjelovita obnova zgrade **FAKULTETA KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE** (u daljnjem tekstu **FKIT**).

Za potrebe temeljenja spomenute građevine su izvedeni geotehnički istražni radovi kroz terenske radove i laboratorijska ispitivanja.

Svrha istražnih radova je prikupljanje podataka o karakteristikama lokacije i podataka o općim i mehaničkim svojstvima tla potrebnim za provjeru stabilnosti, čvrstoće i deformabilnosti tla za vrijeme izgradnje i korištenja navedene građevine.

U točki 2. je dat opis provedenih radova te sastav i karakteristike tla s interpretacijom rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja, a u točki 3. je, na osnovi provedenih geostatičkih proračuna, ocjenjena podobnost postojećeg temeljenja.

2. GEOMEHANIČKI IZVJEŠTAJ

2.1 GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA¹

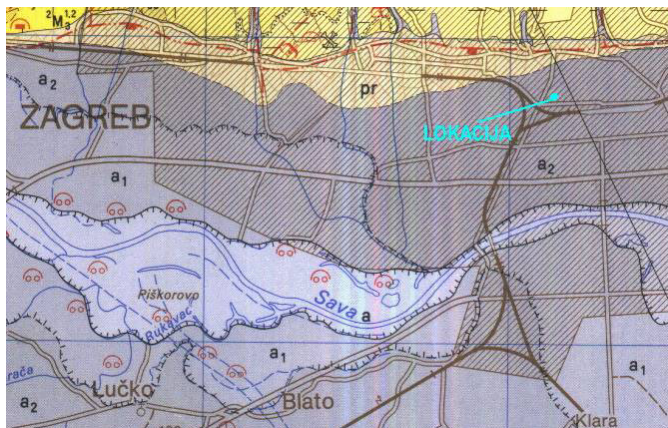
Prema potrebnom opsegu istražnih radova, složenosti postupaka dokazivanja stabilnosti i uporabivosti građevine kao i stupnju izloženosti visokom riziku, za **FKIT** je određena **geotehnička kategorija 2** - rutinski građevinski zahvati. Uobičajeni tipovi konstrukcija i temelja bez posebnih zahtjeva u odnosu na tlo i/ili konstrukciju i s uobičajenim opterećenjima. Nužni brojčani geotehnički parametri. Bitni zahtjevi za konstrukciju se dokazuju proračunima. Rizici uobičajeni. Primjenjuju se rutinske metode terenskih i laboratorijskih istražnih radova, geotehničkog projektiranja te gradnje.

2.2 KARAKTERISTIKE LOKACIJE

Na lokaciji objekta **FKIT** teren je ravan i horizontalan.

2.2.1 GEOTEHNIČKI UVJETI LOKACIJE

2.2.1.1 LITOLOŠKE I MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE



Slika²

Prema starost lokacija spada u Kvartar-Holocen, grafičkog prikaza i opisa **a₂** - Srednja terasa: šljunci, pijesci, debljine 40-45 m.

Opis tla

¹ Prema **HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila - Nacionalni dodatak i HRN EN 1997-1:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio**

2.2.2 SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE

Za projektne seizmičke parametre definirane su vrijednosti maksimalne horizontalne akceleracije a_{\max} izražene u jedinici **g**. Na osnovi uvida u *Karte potresnih područja Republike Hrvatske*. (Geofizički odsjek PMFa u Zagrebu, 2011.), utvrđeno je da područje izgradnje buduće građevine spada u slijedeće *zone poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A* prema povratnim periodima pojave:

POVRATNI PERIOD (godina)	95	475
VJEROJATNOST PREMAŠAJA	10% u 10 godina	10% u 50 godina
VRŠNO UBRZANJE a_{gR} (g)	0.135	0.26

Karte s tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi *HRN EN 1998-5:2011*³.

Za potrebe definiranja elastičnih i projektnih spektara pri proračunu konstrukcije na potres, koristi se vrijednost a_g projektnog ubrzanja u tlu razreda A. Ta vrijednost je dana izrazom:

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

gdje je: a_{gR} - poredbeno maksimalno ubrzanje u tlu razreda A

γ_I - faktor važnosti građevine čije su vrijednosti dane u *HRN 1998 – 1:2011/Isp.1:2014* i kreću se od 1,40 za građevine čije bi funkcioniranje neposredno nakon potresa bilo od vitalne važnosti (bolnice, vatrogasne postaje, energetska postrojenja itd.) do vrijednosti 0,80 za građevine malog utjecaja na javnu sigurnost

Prema *HRN EN 1998-2:2011/NA:2011/Isp.1:2014* za uobičajene zgrade odabran je parametar $\gamma_I = 1,00$.

Utjecaj vrste temeljnog tla na vrijednosti seizmičkog opterećenja u *HRN EN 1998-2:2011/NA:2011/Isp.1:2014* se uzima obzir preko razreda tla – prikazano u slijedećoj tablici:

Tip temeljnog tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (udara/ 30 cm)	c_u (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	> 800	–	–
B	Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	360-800	> 50	> 250
C	Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetaka metara do više stotina metara	180-360	15-50	70-250
D	Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	< 180	< 15	< 70
E	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijuskog sloja s vrijednostima v_s za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je kruti materijal s $v_s > 800$ m/s			
S ₁	Nanosi koji se sastoje od, ili sadrže, sloj debljine najmanje 10 m mekih glina/praha s velikim indeksom plastičnosti ($PI > 40$) i velikim sadržajem vode	< 100 (približno)	–	10-20
S ₂	Nanosi tla podložnih likvefakciji, osjetljivih glina ili svaki drugi profil tla koji nije obuhvaćen tipovima A do E ili S ₁			

Prema rezultatima provedenih istraživanja za tip tla podloge odabran je granični između C i D.

2.3 TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Terenski istražni radovi su provedeni u listopadu 2021. god. prema programu usklađenom između Naručioa i PRIZMAe, pri čemu se vodilo računa o zadovoljavanju svih aktivnih propisa glede programiranja i izvedbe geotehničkih istraživanja što se prvenstveno odnosi na EURO norme, tj. u skladu su sa euronormama za geotehniku *HRN EN 1997-1:2012/NA:2012*, *HRN EN 1997-1:2012 te HRN EN 1997-2:2012*.

² OSNOVNA GEOLOŠKA KARTA SFRJ - ZAGREB L38-80

³ Eurokod 8: Projektiranje potresno otpornih konstrukcija 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja

U okviru terenskih istražnih radova su obavljani slijedeći **in situ** radovi:

- Sondažno bušenje;
- Klasifikacijski pokusi q_{PP}^4 ;
- Pokusi **SPP** za ocjenu mehaničkih svojstva tla (N_{60}^5);
- Opažanje **PPV**⁶ i mjerenje **NPV**⁷ na kraju sondiranja.

Situacijski položaj sonde je prikazan na prilogu br. 1/21060.

2.3.1 PRIMJENJIVOST I ISKORISTIVOST *IN SITU* POKUSA

TABLICA PRIMJENJIVOSTI I ISKORISTIVOSTI *IN SITU* POKUSA
(LUNNE, ROBERTSON & B POWELL 1997.g. AŽURIRANA OD ROBERTSONA 2012.g.)

GRUPA	IN SITU POKUS	GEOTEHNIČKI PARAMETRI												VRSTA TLA					
		VRSTA TLA	PROFIL	u _o	OCR	D _r - ψ	φ'	s _u	G ₀ - E	σ-ε	M - C _c	k	c _v	TVRDA STIJENA	MEKA STIJENA	ŠLJUNAK	PIJESAK	MULJ / GLINA	TRESET - ORGANSKO
Penetrometar / Direktno utiskivanje	Dinamičko ispitivanje (DPH)	C	B	-	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	C	B	A	B	B
	SPT	B	B	-	C	B	C	C	C	-	-	-	-	-	C	B	A	B	B
	CPT	B	A	-	B	B	B	B	C	C	C	-	-	B	B	A	A	A	
	CPTu	A	A	A	B	A	B	A	B	C	B	A	A	-	B	B	A	A	A
	SCPTu	A	A	A	A	A	B	A	A	B	B	A	A	-	B	B	A	A	A
	DMT	B	B	B	B	C	B	B	B	C	B	C	B	-	C	C	A	A	A
	SDMT	B	B	B	A	B	B	B	A	B	B	C	B	-	C	C	A	A	A
	Krilna sonda (FVT)	B	C	-	B	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	B
Presiometar	Predbušen	B	B	-	C	C	C	B	B	C	C	-	C	A	A	B	B	B	B
	Samobušen	B	B	A ¹	B	B	B	B	A	A	B	B	A ¹	-	C	-	B	A	B
	Utisnut	B	B	B	C	C	C	B	A	A	B	B	A	-	C	-	B	A	A
Ostalo	Probna ploča	C	-	-	B	C	C	B	B	B	B	C	C	C	A	B	B	B	B
	Poprečni seizmički valovi	C	-	-	-	-	B	C	-	-	-	-	-	C	B	C	C	C	-
	Vodopropusnost	C	-	A	-	-	-	-	-	-	-	A	B	A	A	A	A	A	B
	Seizmika bušotinska	C	C	-	B	C	-	-	A	C	-	-	-	A	A	A	A	A	B
	Seizmika površinska	-	C	-	B	C	-	-	A	C	-	-	-	A	A	A	A	A	A

Primjenjivost: **A** = visoka, **B** = umjerena, **C** = niska, - = neprimjenjivo

Geotehnički parametri:	u = in situ porni tlak	$G_0 - E$ = posmična krutost pri malim deformacijama i/ili Youngov modul
	OCR = koeficijent prekonsolidacije	$\sigma - \epsilon$ = veza naprezanje – deformacija
	ϕ' = efektivni vršni kut trenja ovisi o vrsti tla, ¹ samo uz mjerenje pornog tlaka	M - C_c = modul krutosti pri sprječanim bočnim deformacijama i/ili indeks stižljivosti
	$D_r - \psi$ = relativna zbijenost	k = koeficijent propusnosti
	s_u = nedrenirana posmična čvrstoća	c_v = koeficijent konsolidacije

2.3.2 SONDAŽNO BUŠENJE

Bušenje je izvedeno motornom rotacijskom bušilicom **GEOTECH 604D** s krunom uz kontinuirano jezgriranje.

Tokom bušenja su uzimani u koherentnim materijalima reprezentativni **NU**⁸ i **PU**⁹ za potrebe laboratorijskih ispitivanja općih i mehaničkih svojstava tla. Iz nekoherentnih materijala su uzimani reprezentativni **PU** za laboratorijske klasifikacijske pokuse.

⁴ Približna jednoosna čvrstoća sa slobodnim bočnim širenjem (džepni penetrometar - Pocket Penetrometer) koristi se samo za klasifikaciju

⁵ Rezultat Standardnog Penetracijskog Pokusa [broj udaraca/stopa] za **ER**, 60% (Rod Energy Ratio-koeficijent iskorištenja energije)

⁶ Pojava Podzemne Vode

⁷ Nivo Podzemne Vode

⁸ Neporemećeni Uzorak

⁹ Poremećeni Uzorak

Sva izbušena jezgra je klasificirana prema **USCS**¹⁰ klasifikaciji, pri čemu su *in situ* izmjereni **S_{pp}** i **q_{pp}**.

Slike jezgre i opisi sondažnih bušotina s pripadnim *in situ* ispitivanjima dati su na prilogima br. **2/21060** do **13/21060**.

2.4 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijskim ispitivanjima su obuhvaćeni pokusi za određivanje općih i mehaničkih karakteristika reprezentativnih **NU** i **PU** i to:

- granulometrijski sastav, [HRN U.B1.018-1980](#);
- prirodni sadržaj vlage i indeks konzistencije (**w₀**, **I_c**), [HRN U.B1.012-1979](#);
- *Atterbergove* granice plastičnosti (**w_L**, **w_P**), [HRN U.B1.020-1980](#);
- prirodna vlažna i suha zapreminska težina (**γ**, **γ_d**), [HRN U.B1.016-1968](#);
- specifična težina (**γ_s**), [HRN U.B1.014-1968](#);
- ednoosna čvrstoća sa slobodnim bočnim širenjem (**q_{uL}**), [HRN U.B1.030-1968](#);
- posmična čvrstoća izravnim smicanjem (**Φ**, **c**), [HRN U.B1.028-1969](#);
- edometarski modul stižljivosti (**M_{oe}**), [HRN U.B1.032-1969](#);

Rezultati laboratorijskih ispitivanja su prikazana na prilogima **14/21060** do **30/21060**.

2.5 SASTAV I SVOJSTVA TLA

Detaljan opis sastava i karakteristika temeljnog tla je prikazan na prilogima **2/21060** do **13/21060**, a ovdje je samo sažetak s osvrtom na geomehaničke karakteristike značajne za temeljenje.

Temeljno tlo sastoji se od:

Nasip U svim sondama, negdje ispod površinskog humusa, nasip od mješavine gline, drobljenog kamena, nešto cigle i betona, srednje do krute konzistencije, smeđe boje, u sondi **B01** od 2.5 m dubine nasip šljunka, dobro građuran, obli do poluzaobljen, maksimalno zрно D_{max} ≤ 60 mm, pjeskovit (10%), svijetlo sive boje.

Terenskim klasifikacijskim pokusima tla, dobivene su vrijednosti prikazane u desnoj tablici.

	q_{pp}
	[kPa]
MIN	130
PROSJEK	243
MAX	430

1.0-2.9

CL,CH

Glina, anorganska, niskoplastična do visokoplastična, uglavnom srednje do krute konzistencije, u pojedinim zonama polučvrste do čvrste konzistencije na vrhu, u **B01** s nešto primjesa šljunka do 3.2 m dubine, u **B04** do 6.0 m dubine nešto primjesa pijeska, u **B05** i **B06** do dubine između 3.3 i 4.1 m nešto primjesa kongrecija, D_{max}=1 mm, svijetlo smeđe do smeđe boje, dublje prošarano svijetlo sivom ili sive boje.

Terenskim klasifikacijskim pokusima i pokusima mehaničkih svojstava te laboratorijskim ispitivanjima općih i mehaničkih svojstava tla, dobivene su vrijednosti prikazane u desnoj tablici.

	N₆₀	q_{pp}	I_c	q_{uL}	Φ	c	M¹¹_{oe}
	[ud/st]	[kPa]	[1]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
MIN	7	50	0.56	72	17	25	6.3
PROSJEK	10	179	0.81	72	20	32	7.65
MAX	14	530	0.90	72	26	47	9.8

6.2-7.2

¹⁰ Unified Soil Classification System

SM

Pijesak, prahovit, srednje zbijen, s cca 10-20% primjesa koherentnog veziva, sive boje. Regostriran u sondama **B03** do **B06**.

In situ provedenim pokusima su dobivene karakteristike prikazane u desnoj tablici.

	N₆₀	q_{PP}
	[ud/st]	[kPa]
MIN	14	50
PROSJEK	14	65
MAX	14	70

6.5-7.5

GP/GM,GP

Šljunak, loše građuiran do prahovit s prekomjerno koherentnih čestica, srednje zbijen, zrna obla do poluzaobljena $D_{max} \leq 30-80$ [mm], s primjesama cca 5-10% koherentnih čestica, pjeskovit (od 17 do cca 30%), svijetlo smeđe do svijetlo sive boje, u **B01** od 8.5 m dubine svijetlo smeđe boje.

In situ provedenim pokusima su dobivene karakteristike prikazane u desnoj tablici.

	N₆₀
	[ud/st]
MIN	13
PROSJEK	23
MAX	29

8.0 do >10

Parametri mehaničkih svojstava tla za provođenje geostatičkih proračuna su vidljivi u desnoj tabeli te u proračunskom modelu tla i pripadnim tabelama rezultata u točki 3.3.

MATERIJAL	Kut unutrašnjeg trenja Φ [°]	Kohezija c [kPa]	Zapreminska težina γ [kN/m³]	Modul stižljivosti M_v [MPa]
N	25	0-5	19-20	5-15
CL,CH	18-22	15-25	19-20	5-10
SM	28-30	0-3	19-20	10-15
GP/GM, GP	34-36	0	20-21	20-40

2.6 PODZEMNA VODA

Za trajanja terenskih istražnih radova registrirana je **PPV** i **NPV** na dubini između 8.3 i 8.6 m od površine terena. Obzirom da su radovi izvedeni u sušnom periodu, mogući su i viši nivoi, ali ne bitno viši. Preciznije podatke o fluktuaciji **NPV**-e je moguće dati tek na osnovi dugotrajnog piezometarskog praćenja (minimum jedan hidrološki ciklus) ili na osnovi podataka o praćenju **NPV** koje provodi *Državni hidrometeorološki zavod*.

¹¹ kod vertikalnog naprezanja između 50 i 200 kPa

3. GEOSTATIČKI PRORAČUNI

3.1 PODACI O GRAĐEVINI

Prema raspoloživim podacima dobivenim od projektanta **FKIT** je etažna građevina $P_0+P+2+P_{otkrovlje}$ tlocrtnih dimenzija cca 35×61.4 m s ovalnim aneksom prema sjeveru. Nosiva konstrukcija je monolitna, a sačinjavaju je zidovi od opeke. Temeljenje građevine je plitko na temeljnim trakama na dubini 0,8 do 1,33 m od kote poda poruma.

Podaci o geometriji temeljenja te opterećenjima su prikazani u skici proračunskog modela tla i tabelama pripadnih proračuna.

Prema [HRN EN 1997-1:2012/A1:2014](#), [HRN EN 1997-1:2012/NA:2012](#) i [HRN EN 1997-1:2012¹²](#) građevina spada u geotehničku kategoriju 2.

PODACI O TEMELJIMA

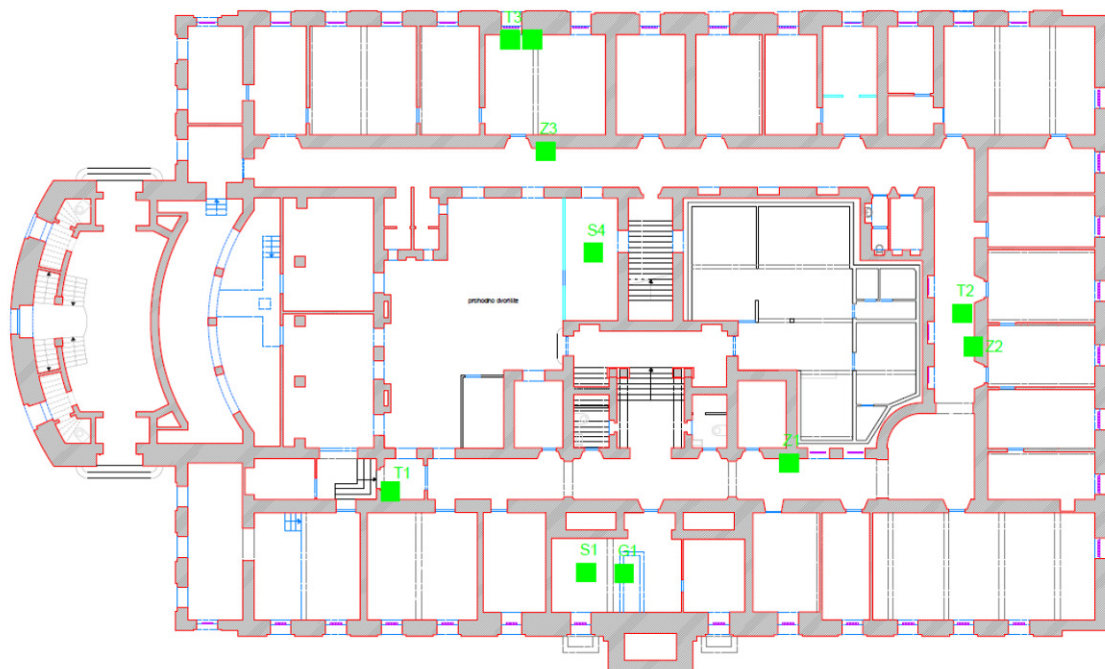
Podaci o temeljenju su uzeti iz:

IZVJEŠTAJ

O ISTRAŽNIM RADOVIMA PROVEDENIM NA FAKULTETU KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE U ZAGREBU

Građevina:	FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE Trg Marka Marulića 19, Zagreb
Izvršitelj:	GEOEXPERT-I.G.M. d.o.o. Horvaćanska 77, 10000 Zagreb
Broj izvještaja:	IR-03.09.21-03-01

SITUACIJA S POLOŽAJEM TOČAKA ISPITIVANJA TEMELJA



¹² Eurokod 7: Geotehničko projektiranje 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004+AC:2009)

4 REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA REZULTATA

4.1 Sondažno bušenje temelja te utvrđivanje dubine i dimenzija temeljne stope

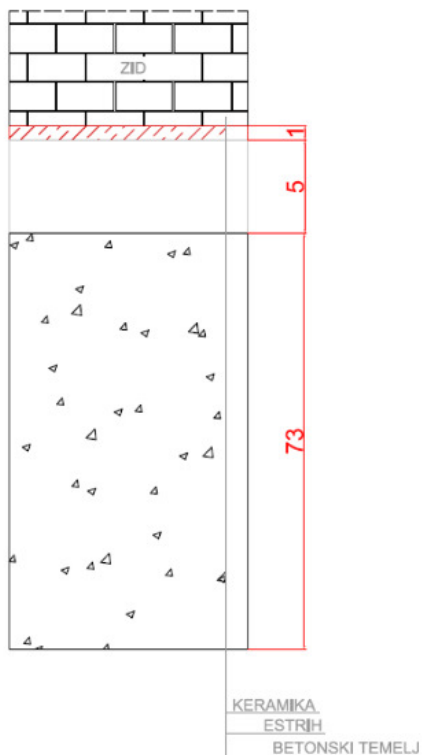
Utvrđivanje dubine i dimenzija temeljne stope je izvedeno na 3 ispitne pozicije u podrumu zgrade. Radi utvrđivanja dubine temelja bušeni su uzorci promjera Ø100 i Ø50, bušilicom s dijamantnom krunom proizvođača GÖLZ, kroz sve slojeve sve do ulaska u meki zemljani materijal.

4.1.1 Pozicija temelja T1

Pozicija se nalazi na sjevero-istočnom dijelu zgrade, u hodniku. Bušen je valjak promjera Ø50 radi utvrđivanja dubine i sastava temelja. Širina temelja je 45 cm, a visina temelja 73 cm. Vizualnim pregledom utvrđeno je da je temeljna traka izvedena od betona s prirodnim šljunkom maksimalnog zrna 32 mm. U uzorku betona utvrđene su šupljine (segregacija). Prilikom uzorkovanja došlo je do loma i raspadanja valjka što upućuje na slabe mehaničke karakteristike betona.



Slika 2 Uzorak iz temelja na poziciji 1



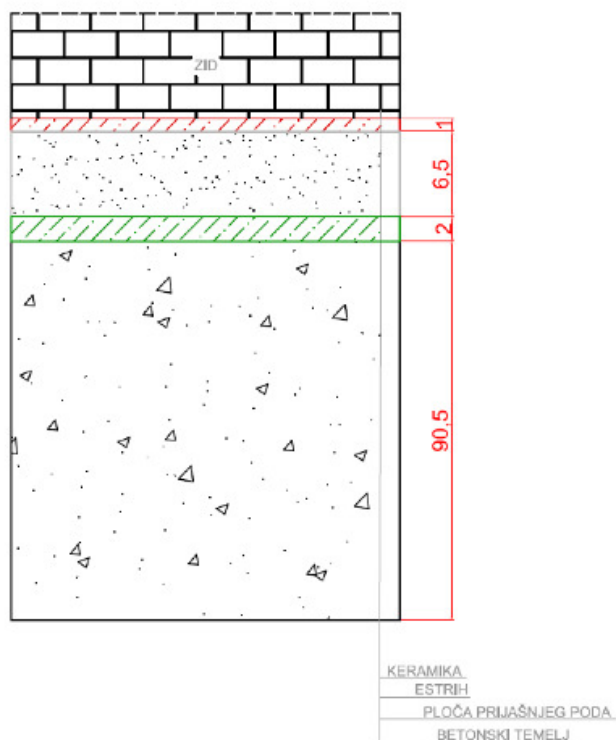
Slika 4 Skica temelja na poziciji 1 s naznačenim slojevima

4.1.2 Pozicija temelja T2

Pozicija se nalazi na južnom dijelu zgrade, u hodniku. Bušen je valjak promjera $\varnothing 100$ radi utvrđivanja dubine i sastava temelja. Širina temeljne trake je 96 cm, a visina 91 cm. Vizualnim pregledom utvrđeno je da je temeljna traka izvedena od betona s prirodnim šljunkom maksimalnog zrna 32 mm. U uzorku betona utvrđene su veći broj manjih šupljina $\varnothing 5$ mm.



Slika 5 Uzorak iz temelja na poziciji 2



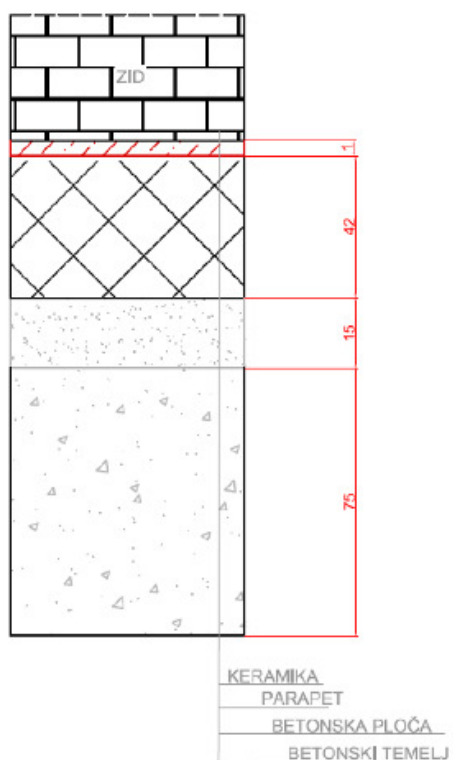
Slika 6 Skica temelja na poziciji 2 s naznačenim slojevima

4.1.3 Pozicija temelja T3

Pozicija se nalazi na sjevero-zapadnom dijelu zgrade, u kabinetu na dijelu vanjskog zida. Bušen je valjak promjera Ø100 radi utvrđivanja dubine i sastava temelja. Širina temelja je jednaka širini zida, 79 cm. Dubina temelja je 80 cm. Vizualnim pregledom utvrđeno je da je temeljna traka izvedena od betona s prirodnim šljunkom maksimalnog zrna 32 mm. U uzorku betona utvrđene su veći broj manjih šupljina Ø 3 mm.



Slika 8 Izbušeni uzorak temelja



Slika 9 Skica temelja na poziciji 3 s naznačenim slojevima

3.2 OPISI PRORAČUNA

U skladu s [HRN EN 1997-1:2012](#) proračun svake konstrukcije čine provjere dosezanja graničnih stanja i to *graničnih stanja nosivosti* i *graničnih stanja uporabivosti*.

3.2.1 GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Granično stanje nosivosti tla (u [HRN EN 1997-1:2012](#) označena s **GEO**) čini slom ili velika deformacija tla pri čemu čvrstoća tla ili stijene značajno pridonosi otpornosti.

Osnovni princip provjere graničnih stanja je zadovoljenje nejednakosti:

$E_d \leq R_d$	E_d predstavlja <i>projektno djelovanje</i> u razmatranom presjeku tla
	R_d predstavlja <i>projektnu otpornost</i> na djelovanja u razmatranom presjeku tla

Vrijednosti E_d i R_d su dobivene *faktoriranjem*¹³ *karakterističnih vrijednosti*¹⁴ *osnovnih varijabli*¹⁵.

Kod plitkih temelja, nužno je provjeriti *nosivost* (otpor tla djelovanju vertikalne sile) i *klizanje* (otpor tla djelovanju horizontalne sile).

3.2.1.1 NOSIVOST

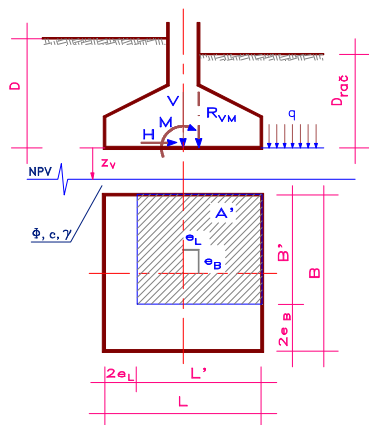
Prilikom zadovoljenja nejednakosti iz prethodne točke, kod provjere nosivosti, u fokusu razmatranja je kontaktno naprezanje umjesto vertikalne sile jer vrijednosti kontaktnih naprezanja u razmatranju nosivosti inženjerima slikovitije dočarava fizikalne odnose nego vertikalna sila. Suština zadovoljenja nejednakosti time nije narušena.

Proračun po kriteriju sloma tla ispod plitko temeljenog krutog pravokutnog temelja je proveden za drenirane uvjete u tlu prema cjelovitom izrazu *Brinch-Hansena* (1961.).

$$p_{Ed} \leq p_{Rd} ; \quad p_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A'} ; \quad p_{Rd} = \frac{1}{2} B' \gamma' N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} + (c' + q \times \tan \Phi') N_c s_c d_c i_c + q$$

gdje su :

$$L' \geq B'$$



- p_{Ed} - projektno kontaktno naprezanje od djelovanja
- p_{Rd} - projektno kontaktno naprezanje od otpornosti tla
- V_{Ed} - vertikalna komponenta trajnog V_T i promjenjivog V_P opterećenja na koti temeljenja
- B', L' - stranice centrički opterećenog dijela temelja
- A' - površina centrički opterećenog dijela temelja
- D_r - računaska dubina temeljenja
- z_v - dubina podzemne vode od kote temeljenja
- Φ' - faktorirani kut unutrašnjeg trenja (u projektnom pristupu ED2, faktor karakteristika materijala $M1=1.00$)
- c' - faktorirana kohezija (u projektnom pristupu ED2, faktor karakteristika materijala $M1=1.00$)
- q - najmanje efektivno opterećenje u nivou temeljnog dna pokraj temelja
- N_q, N_c, N_{γ} - faktori nosivosti
- s_q, s_c, s_{γ} - faktori oblika
- d_q, d_c, d_{γ} - faktori dubine
- i_q, i_c, i_{γ} - faktori nagiba rezultante.

3.2.1.2 KLIZANJE

Provjera protiv klizanja se računa prema izrazima:

¹³ množenjem/dijeljenjem s parcijalnim faktorima vezanim uz osnovne varijable i kombinacijskim faktorima vezanim uz kombinacije djelovanja

¹⁴ F_k , X_k i a_k određuju se, gdje je to moguće, iz statističkih podataka ili kao donje, srednje ili gornje vrijednosti povezane sa zadanom vjerojatnosti da neće biti premašene

¹⁵ osnovne varijable u analizi konstrukcija su grupirane u djelovanja (F), svojstva materijala (X) i geometrijske podatke (a)

$$H_{Ed} \leq H_{Rd}$$

$$H_{Ed} = H_T + H_P$$

$$H_{Rd} = V_{Ed} \times \tan \delta$$

gdje su :

H_{Ed} - projektna horizontalna sila na koti temeljenja
 H_{Rd} - projektni horizontalni otpor tla
 H_T - projektna horizontalna sila od trajnog opterećenja
 H_P - projektna horizontalna sila od promjenjivog opterećenja
 V_{Ed} - projektna vertikalna sila
 δ^{16} - projektni kut trenja između temelja i tla

SVE SILE DJELUJU
NA OSNOVICI TEMELJA

3.2.1.3 PROVJERA EKSCENTRICITETA

Nužno je poduzeti mjere opreza ako ekscentricitet premaši 1/3 duljine temelja u ravlini u kojoj djeluje moment za pravokutne temelje odnosno 0.6 polumjera kružnog temelja samca.

$$e_L = \frac{M_L}{V} \leq \frac{1}{6} \times L$$

$$e_B = \frac{M_B}{V} \leq \frac{1}{6} \times B$$

Oznake su u skladu sa skicom uz račun nosivosti.

3.2.1.4 PARCIJALNI FAKTORI ZA DJELOVANJA, KARAKTERISTIKE TLA I OTPORNOSTI PREMA EC7

PROJEKTI PRISTUP	DJELOVANJA				KARAKTERISTIKE MATERIJALA				OTPORNOST	
	A1		A2		M2				R3	
	TRAJNO	PROMJENJIVO	TRAJNO	PROMJENJIVO	tg Φ	c	c _u	γ	NOSIVOST	KLIZANJE
PP3	1.35	1.5	1.0	1.3	1.25	1.25	1.4	1.00	1.0	1.1

U PP3 primjenjuje se sljedeća proračunska kombinacija faktora: (A1^d ili A2^e) + M2 + R3

3.2.1.5 GLOBALNI FAKTOR SIGURNOSTI

Radi lakše orijentacije, u tabeli s provjerama graničnih stanja prema [HRN EN 1997-1:2012](#) su prikazani i globalni faktori sigurnosti¹⁷

$$GFS = \frac{R_k}{E_k}$$

3.2.1.6 PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA

- Proračuni nosivosti su provedeni na računskom modelu tla prikazanom u točki 3.3. i to za tri temeljne trake s istražnim radovima utvrđenom geometrijom temeljenja (širina i dubina).
- Kod proračuna nosivosti je kao mjerodavan uzet najviši očekivani NPV ispod zone bitnijeg utjecaja na temeljenje.
- Opterećenje na dnu temelja je uzeto za temelje utvrđene geometrije za nekoliko stupnjeva opterećenosti na kontakt temelj-tlo za GSN (faktorirano, mjerodavno za nosivost).

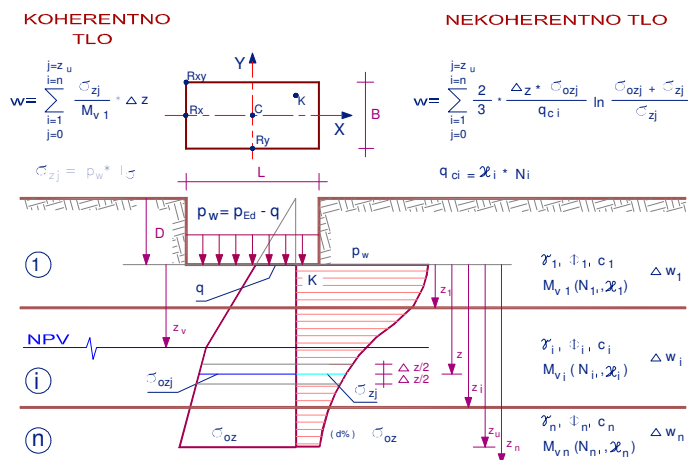
3.2.2 GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI - SLIJEGANJE TLA

Proračun slijeganja¹⁸ se zasniva na idealiziranom modelu tla kao elastičnom, homogenom i izotropnom poluprostoru. Račun slijeganja za koherentno tlo se provodi za linearno deformabilan medij u skladu s Hookeovim zakonom, a za nekoherentno tlo na osnovi otpora prodiranju šiljka pri izvođenju statičkog ili dinamičkog penetracijskog pokusa.

¹⁶ Za projektni se kut trenja δ_i može pretpostaviti da je jednak projektnom kutu unutarnjeg trenja ϕ'_a za betonske temelje izvedene na licu mjesta, odnosno da je jednak $2/3 \phi'_a$ za glatke predgotovljene betonske temelje. Treba zanemariti efektivnu koheziju c.

¹⁷ odgovaraju dosadašnjoj praksi gdje su i djelovanja i otpornosti na ta djelovanja računati s karakterističnim vrijednostima-nefaktoriranim osnovnim varijablama. Uloga im je pomoć inženjerima za usporedbu s dodadašnjom praksom i nisu mjerodavni i prema [HRN EN 1997-1:2012](#)

¹⁸ Kompjutorski program **TEMELJ** - razvijen i verificiran u **PRIZMI** prema opisu iz gornje točke.



gdje su :

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

Raspodjela naprezanja u dubini opisanog poluprostora opterećenog na površini koncentriranom silom je određena Boussinesqovim izrazom (1885.g.). Integracijom navedenog izraza po pravokutnoj opterećenoj površini (Steinbrener) je dobiven izraz za distribuciju naprezanja ($\sigma_{zi} = p_w \times I_\sigma$) po vertikali u bilo kojoj točki ispod ili pokraj apsolutno savitljivog pravokutnog temelja opterećenog jednoliko raspodijeljenim opterećenjem. Aproksimacijom površina proizvoljnih oblika i opterećenja, nizom pravokutnih ploha s pripadnim jednolikim opterećenjima, moguće je primjenom navedenog izraza i superpozicije uticaja svih opterećenih pravokutnih ploha izračunati slijeganje bilo koje točke ispod ili pokraj opterećenih ploha (temelja).

Ukoliko kontaktno naprezanje p_{Ed} djeluje u nekoj dubini D tada se dodatno kontaktno naprezanje p_w (uslijed kojeg nastaje slijeganje w) izračunava prema izrazu : $p_w = p_{Ed} - q$; ($q = \gamma \times D$)

Slijeganje krutog temelja identično je slijeganju **karakteristične točke "K"**¹⁹ apsolutno savitljivog temelja (Grasshof, 1951.), što omogućava primjenu naprijed navedenih izraza za sve temelje koji se mogu smatrati krutim.

3.2.2.1 MODUL REAKCIJE TLA k_s

Za eventualnu potrebu preciznijeg proračuna temeljne konstrukcije može se kao referentan pokazatelj deformacijskog ponašanja tla smatrati modul reakcije tla k_s . Kod proračunskog modela u kojem je tlo zamijenjeno sistemom opruga (Winklerov prostor), k_s je koeficijent proporcionalnosti između opterećenja p_w (koje uzrokuje pomak) i pomaka w točke na površini Winklerovog prostora.

$$k_s = \frac{p_w}{w} \quad [MN / m^3]$$

Vrijednosti p_w i w su uzete iz proračuna slijeganja **karakteristične točke "K"** što u skladu s navodima iz opisa slijeganja znači da je modul reakcije tla k_s funkcija oblika i veličine kontaktne plohe, rasporeda i intenziteta opterećenja te sastava i svojstava tla.

Za simulaciju slijeganja od novog opterećenja tla (objekt), primjenjuje se rasterećenje površine Winklerovog prostora iskopom za novi temelj pa je naprezanje koje uzrokuje slijeganje $p_w = p_{Ed} - q$. Kod proračuna temeljne konstrukcije kao nosača na elastičnoj podlozi također se primjenjuje koeficijent proporcionalnosti k_{sk} koji izražava odnos između jediničnog opterećenja konstrukcije p_{Ed} (bez rasterećenja q) i njenog pomaka y .

Da bi se dobili jednaki pomaci tla i konstrukcije ($w=y$), odnos između k_s i k_{sk} (u općem slučaju - kad se primjenjuje rasterećenje, tj. $p_{Ed} \neq p_w$) je dat izrazom:

$$k_{sk} = k_s \times \frac{p_{Ed}}{p_w} \quad [MN/m^3]$$

¹⁹ "K"(x=0,37*L ; y=0,37*B)

3.2.2.2 PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA

- Proračuni slijeganja su provedeni na računskom modelu tla prikazanom u točki 3.3. i to za tri temeljne trake s istražnim radovima utvrđenom geometrijom temeljenja (širina i dubina).
- Kod proračuna slijeganja je kao mjerodavan uzet najviši očekivani **NPV** na dubini ispod zone utjecaja na temeljenje, tj. ispod utjecajne dubine slijeganja.
- Opterećenje na dnu temelja je uzeto za temelje utvrđene geometrije za nekoliko razina stupnja opterećenosti na kontakt temelj-tlo za **GSU** (nefaktorirano, slijeganja, uzeto kao 74% od **GSN** opterećenja).
- Za dodatno opterećenja od obnove za pojedine temelje dodano je 10% u odnosu na primarno (**GSU=0.74*GSN**) zbog analize slijeganja od dodatnog opterećenja.
- Parametri stišljivosti tla su, zbog konsolidiranosti i povišenih parametara čvrstoće i stišljivosti, uzeti na gornjoj granici datih raspona.
- Proračuni slijeganja su provedeni za točku "K" potpuno savitljivog temelja.
- Obzirom na završenu konsolidaciju tla ispod temelja za slijeganje je mjerodavno dodatno opterećenje. Ipak je osig prednje, provedena i analiza slijeganja koje se dogodilo nakon građenja objekta.
- Geostatičkim proračunima nije obuhvaćena interakcija građevina-tlo, pa rezultat predstavlja tek inicijalne vrijednosti računskih slijeganja. Isto vrijedi i za modul reakcije tla **k_s**.

3.3 PRORAČUNSKI MODEL I REZULTATI PRORAČUNA

Proračunski modeli su kreirani na osnovi točaka 2. i 3.1. i prikazani u nastavku.

Oznake temelja u proračunskim tabelama su:

T1, T2, T3 - oznake temeljnih traka

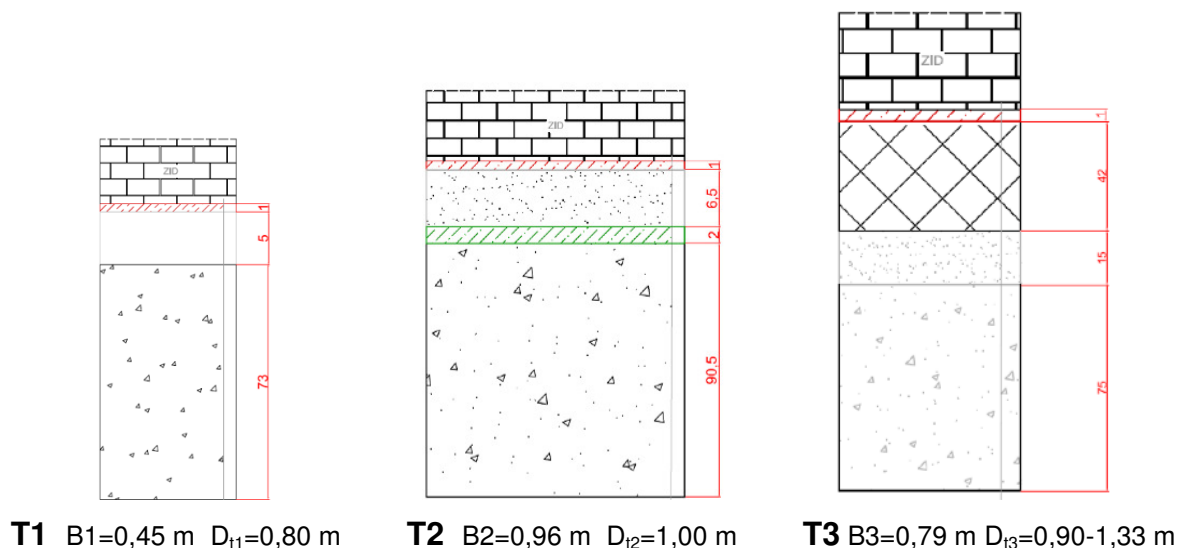
50 do 250 - temeljna traka opterećena s 50...250 kN/m'

Vlastita težina temelja uključena. Vrijedi za mjerodavno opterećenje za **GSN**, a za **GSU** su uzete cca 30% manje vrijednosti (**GSU=0,74*GSN**) i na bazi toga izračunato i uzeto u obzir za slijeganje dodatno opterećenje od 10% (**0,1*0,74*GSN**).

3.3.1 ULAZNI PODACI

3.3.1.1 MODEL TLA

Geometrija temeljnih traka prna rezultatima provedenih prijašnjih istraživanja:



Gradjevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**
TD21060

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**
Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

MODEL B01-B02-B03



MODEL B04-B05-B06



3.3.2 REZULTATI PRORAČUNA

3.3.2.1 GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

GSN

NOSIVOST TLA ISPOD PLITKIH TEMELJA PREMA EC7 (BRINCH-HANSEN)																										
T E M E L J	M O D E L	UC	ULAZNI PODACI																			REZULTATI				
			PODACI O TLU					OPTEREĆENJA										GEOMETRIJA TEMELJENJA					NOSIVOST			
								TRAJNA+PROMJENJIVA															DRENIRANA			
			PP3 M2					PP3 A2 TN 1.0					PP3 A2 PN 1.0					KONTAKTNO								
			1.25 1.0					PP3 A2 TP 1.0					PP3 A2 PP 0					NAPREZANJE								
																		PP3 R3N 1.0								
			Φ _k	c _k	δ _k	γ _k	q	z _v	V _T	H _{TL}	H _{TB}	M _{TL}	M _{TB}	V _P	H _{PL}	H _{PB}	M _{PL}	M _{PB}	D _r	L	B	P _{Ed}	P _{Rd}	P _{Rk} /P _{Ek}		
[°]	[kPa]	[°]	[kN/m³]	[kPa]	[m]															[kPa]		[1]				
T1 50 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	500									0.8	10.00	0.45	111	369	4.07			
T1 75 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	750									0.8	10.00	0.45	167	369	2.72			
T1 100 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	1,000									0.8	10.00	0.45	222	369	2.04			
T1 175 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	1,250									0.8	10.00	0.45	278	369	1.63			
T2 100 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	1,000									1.0	10.00	0.96	104	418	4.88			
T2 150 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	1,500									1.0	10.00	0.96	156	418	3.25			
T2 200 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	2,000									1.0	10.00	0.96	208	418	2.44			
T2 250 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	2,500									1.0	10.00	0.96	260	418	1.95			
T2 300 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	3,000									1.0	10.00	0.96	313	418	1.63			
T3 100 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	1,000									0.9	10.00	0.79	127	397	3.83			
T3 150 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	1,500									0.9	10.00	0.79	190	397	2.55			
T3 200 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	2,000									0.9	10.00	0.79	253	397	1.91			
T3 250 GSN	B01.2,3 B04.5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	2,500									0.9	10.00	0.79	316	397	1.53			

GSU

NOSIVOST TLA ISPOD PLITKIH TEMELJA PREMA EC7 (BRINCH-HANSEN)																										
ULAZNI PODACI																								REZULTATI		
T E M E L J	M O D E L	UC	PODACI O TLU							OPTEREĆENJA										GEOMETRIJA TEMELJENJA			NOSIVOST			
										TRAJNA+PROMJENJIVA													DRENIRANA			
			PP3 M2							PP3 A2 TN					1.0		KONTAKTNO NAPREZANJE									
			1.25							PP3 A2 TP					1.0		PP3 R3N						1.0			
			1.0							PP3 A2 PP					0											
			Φ _k	c _k	δ _k	γ _k	q	z _v	V _T	H _{TL}	H _{TB}	M _{TL}	M _{TB}	V _P	H _{PL}	H _{PB}	M _{PL}	M _{PB}	D _r	L	B	p _{Ed}	p _{Rd}	p _{Rk} /p _{Ek}		
[°]	[kPa]	[°]	[kN/m²]	[kPa]	[m]		[kN]			[kNm]		[kN]		[kNm]			[m]			[kPa]		[1]				
T1 50 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	370								0.8	10.00	0.45	82	369	5.51				
T1 75 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	555								0.8	10.00	0.45	123	369	3.67				
T1 100 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	740								0.8	10.00	0.45	164	369	2.75				
T1 175 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	925								0.8	10.00	0.45	206	369	2.20				
T2 100 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	740								1.0	10.00	0.96	77	418	6.60				
T2 150 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	1,110								1.0	10.00	0.96	116	418	4.40				
T2 200 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	1,480								1.0	10.00	0.96	154	418	3.30				
T2 250 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	1,850								1.0	10.00	0.96	193	418	2.64				
T2 300 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	2,220								1.0	10.00	0.96	231	418	2.20				
T3 100 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	740								0.9	10.00	0.79	94	397	5.17				
T3 150 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	1,110								0.9	10.00	0.79	141	397	3.45				
T3 200 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	1,480								0.9	10.00	0.79	187	397	2.58				
T3 250 GSU	B01,2,3 i B04,5,6	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	1,850								0.9	10.00	0.79	234	397	2.07				

0,1*GSU

NOSIVOST TLA ISPOD PLITKIH TEMELJA PREMA EC7 (BRINCH-HANSEN)																								
ULAZNI PODACI																				REZULTATI				
T E M E L J	M O D E L	UC	PODACI O TLU						OPTEREĆENJA										GEOMETRIJA TEMELJENJA	NOSIVOST				
									TRAJNA+PROMJENJIVA											DRENIRANA				
			PP3 M2						PP3 A2 TN 1.0					PP3 A2 PN 1.0						KONTAKTNO NAPREZANJE				
			1.25						PP3 A2 TP 1.0					PP3 A2 PP 0						PP3 R3N 1.0				
			Φ'k	c'k	δk	γk	q	Zv	VT	HTL	HTB	MTL	MTB	VP	HPL	HPB	MPL	MPB		Dr	L	B	PEd	PRd
			[°]	[kPa]	[°]	[kN/m²]	[kPa]	[m]	[kN]			[kNm]		[kN]			[kNm]			[m]		[kPa]		[1]
T1 50 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	37								0.8	10.00	0.45	8	369	55.05		
T1 75 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	56								0.8	10.00	0.45	12	369	36.70		
T1 100 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	74								0.8	10.00	0.45	16	369	27.53		
T1 175 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	16	5.0	93								0.8	10.00	0.45	21	369	22.02		
T2 100 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	74								1.0	10.00	0.96	8	418	65.97		
T2 150 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	111								1.0	10.00	0.96	12	418	43.98		
T2 200 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	148								1.0	10.00	0.96	15	418	32.98		
T2 250 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	185								1.0	10.00	0.96	19	418	26.39		
T2 300 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	20	5.0	222								1.0	10.00	0.96	23	418	21.99		
T3 100 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	74								0.9	10.00	0.79	9	397	51.69		
T3 150 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	111								0.9	10.00	0.79	14	397	34.46		
T3 200 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	148								0.9	10.00	0.79	19	397	25.85		
T3 250 GSU 10%	B01-B02-B03	CL,CH	20	15	13	20.0	18	5.0	185								0.9	10.00	0.79	23	397	20.68		

Gradevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**
TD21060

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

3.3.2.2 GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

SLIJEKANJA KOJA SU SE DOGODILA NAKON GRADNJE OBJEKTA

PRORAČUN SLIJEKANJA																								
ULAZNI PODACI																	REZULTATI							
T E M E L J	M O D E L	KOORD. TOČKE		KONTAKTNO NAPREZANJE	VISINA LAMELE	DUBINA UTJECAJA	SLOJ 1			SLOJ 2			SLOJ 3			SLOJ			Σ	DUB. UTJ.	MODUL REAKC. TLA			
		X	Y				p _w	Δz	d	M _{v1}	γ ₁	z ₁	M _{v2}	γ ₂	z ₂	M _{v3}	γ ₃	z ₃				1	2	3
																						w ₁	w ₂	w ₃
		[m]		[kPa]	[m]	[%]	[MPa]	[kN/m ²]	[m]	[MPa]	[kN/m ²]	[m]	[MPa]	[kN/m ²]	[m]		[cm]		[cm]	[m]	[MN/m ²]			
T1 50 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.17	82	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					0.73	0.00	0.00	0.7	2.0	11.2		
T1 75 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.17	123	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					1.17	0.00	0.00	1.2	2.3	10.5		
T1 100 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.17	164	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					1.64	0.00	0.00	1.6	2.8	10.0		
T1 175 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.17	206	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					2.11	0.00	0.00	2.1	3.0	9.8		
T2 100 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.36	77	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					1.16	0.00	0.00	1.2	2.7	6.7		
T2 150 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.36	116	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					1.88	0.00	0.00	1.9	3.3	6.2		
T2 200 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.36	154	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					2.56	0.02	0.00	2.6	3.8	6.0		
T2 250 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.36	193	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					3.20	0.05	0.00	3.2	4.2	5.9		
T2 300 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.36	231	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					3.84	0.09	0.00	3.9	4.6	5.9		
T3 100 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.29	94	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					1.29	0.00	0.00	1.3	2.8	7.3		
T3 150 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.29	141	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					2.08	0.00	0.00	2.1	3.3	6.8		
T3 200 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.29	187	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					2.79	0.02	0.00	2.8	3.8	6.7		
T3 250 GSU	B01-B02-B03	3.70	0.29	234	0.10	20	7.5	19.5	3.5	30.0	20.5	5.0					3.49	0.06	0.00	3.5	4.3	6.6		
T1 50 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.17	82	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		0.78	0.00	0.00	0.8	2.0	10.5		
T1 75 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.17	123	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		1.27	0.00	0.00	1.3	2.5	9.7		
T1 100 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.17	164	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		1.75	0.00	0.00	1.8	2.8	9.4		
T1 175 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.17	206	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		2.24	0.02	0.00	2.3	3.2	9.1		
T2 100 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.36	77	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		1.24	0.00	0.00	1.2	2.7	6.2		
T2 150 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.36	116	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		1.94	0.04	0.00	2.0	3.3	5.8		
T2 200 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.36	154	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		2.59	0.13	0.00	2.7	3.8	5.7		
T2 250 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.36	193	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		3.24	0.20	0.01	3.4	4.2	5.6		
T2 300 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.36	231	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		3.88	0.24	0.05	4.2	4.6	5.6		
T3 100 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.29	94	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		1.38	0.00	0.00	1.4	2.8	6.8		
T3 150 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.29	141	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		2.13	0.05	0.00	2.2	3.3	6.4		
T3 200 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.29	187	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		2.84	0.15	0.00	3.0	3.8	6.3		
T3 250 GSU	B04-B05-B06	3.70	0.29	234	0.10	20	7.0	19.0	3.0	12.5	19.5	4.0	30.0	20.5	5.0		3.55	0.20	0.02	3.8	4.3	6.2		

SLIJEKANJA OD DODATNOG OPTEREĆENJA 10%

PRORAČUN SLIJEKANJA																					
ULAZNI PODACI																REZULTATI					
T E M E L J	M O D E L	KOORD. TOČKE		KONTAKTNO NAPREZANJE	VISINA LAMELE	DUBINA UTJECAJA	SLOJ 1			SLOJ 2			SLOJ 3			SLOJ			Σ	DUB. UTJ.	MODUL REAKC. TLA
		X	Y				p _w	Δz	d	M _{v1}	γ ₁	z ₁	M _{v2}	γ ₂	z ₂	M _{v3}	γ ₃	z ₃			
		[m]	[m]	[kPa]	[m]	[%]	[MPa]	[kN/m ³]	[m]	[MPa]	[kN/m ³]	[m]	[MPa]	[kN/m ³]	[m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[MN/m ³]
T1 50 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.17	8	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.04	0.00	0.00	0.04	1.1	18.6
T1 75 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.17	12	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.07	0.00	0.00	0.07	1.5	16.8
T1 100 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.17	16	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.11	0.00	0.00	0.11	1.8	15.6
T1 175 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.17	21	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.14	0.00	0.00	0.14	2.0	15.0
T2 100 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.36	8	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.07	0.00	0.00	0.07	1.5	11.4
T2 150 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.36	12	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.11	0.00	0.00	0.11	2.0	10.1
T2 200 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.36	15	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.17	0.00	0.00	0.17	2.3	9.3
T2 250 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.36	19	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.21	0.00	0.00	0.21	2.5	9.0
T2 300 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.36	23	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.27	0.00	0.00	0.27	2.8	8.6
T3 100 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.29	9	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.08	0.00	0.00	0.08	1.6	12.0
T3 150 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.29	14	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.13	0.00	0.00	0.13	2.0	10.9
T3 200 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.29	19	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.19	0.00	0.00	0.18	2.5	10.3
T3 250 GSU 10%	B01,2,3 i B04,5,6	3.70	0.29	23	0.10	5	10.0	20.0	3.0							0.24	0.00	0.00	0.24	2.7	9.8

3.4 KOMENTAR REZULTATA GEOSTATIČKIH PRORAČUNA

Provedeni geostatički proračuni dali su slijedeće nosivosti za postojeće plitko temeljenje na trakama i dreniranu nosivost, te za procijenjeno opterećenje raznih intenziteta:

$$p_{Ed} = 104 \text{ do } 316 \text{ kPa} < p_{Rd} = 369 \text{ do } 418 \text{ [kPa]} \quad ; \quad p_{Rk} / p_{Ek} = 1,63 \text{ do } 4,88$$

Računska slijeganja iznose:

- SLIJEKANJA KOJA SU SE DOGODILA NAKON GRADNJE OBJEKTA – raspon za opterećenja od 0,74*(50 do 250) kN/m

$$w_r = 0,7 \text{ do } 4,2 \text{ cm}$$

- SLIJEKANJA OD DODATNOG OPTEREĆENJA

$$w_r = 0,1 \text{ do } 0,3 \text{ cm}$$

Za proračun temeljne konstrukcije se može primjeniti modul reakcije tla:

- ZA SLIJEKANJA KOJA SU SE DOGODILA NAKON GRADNJE OBJEKTA – raspon za opterećenja od 0,74*(50 do 250) kN/m

$$k_s = 5,6 \text{ do } 11,2 \text{ [MN/m}^3\text{]}$$

- ZA SLIJEKANJA OD DODATNOG OPTEREĆENJA 10%

U odnosu dodatnog slijeganja i dodatnog opterećenja: $k_s = 8,6 \text{ do } 18,6 \text{ [MN/m}^3\text{]}$.

U odnosu slijeganja od pretpostavljenog dodatnog opterećenja i sveukupnog **GSU** opterećenja, koje je 10 puta veće od dodatnog, proizlazi da je red veličine uporabljivog modula reakcije tla 10 puta veći u odnosu na gornji, tj. može se zaključiti da je modul u rasponu cca $k_s = 86 \text{ do } 186 \text{ [MN/m}^3\text{]}$. Ovakav raspon je posljedica velikog raspona intenziteta opterećenja za koje su analize slijeganja provedene. Ovisno o stvarnoj geometriji i stvarnom opterećenju pojedinog temelja može se iz proračunskih tabela uzeti adekvatna veličina uporabljivog modula.

Posebno se napominje da provedeni proračuni vrijede samo za navedene parametre, pa je u slučaju promjene bilo kojeg parametra (geometrije temeljenja ili karakter, odnosno intenzitet opterećenja), potrebno provesti nove proračune.

4. ZAKLJUČAK

Na lokaciji **FKIT** teren je ravan i horizontalan.

Tlo čini površinski humus ili kolničke monstrukcije uređenih pješačko-prometnih površina, uglavnom asfaltiranih. Prvi pripovršinski sloj je nasipa od mješavine gline, drobljenog kamena, nešto cigle i betona, srednje do krute konzistencije, u sondi B01 od 2.5 m dubine nasip dobro građiranog šljunka (kao nekakva drenaža). Osnovni sloje u kojem je objekt temeljen je sloj anorganske niskoplastične i visokoplastične gline **CL,CH**, uglavnom srednje do krute konzistencije, u pojedinoj sondi polučvrste do čvrste konzistencije na vrhu. Prijelazni proslojak između površinskih koherentnih i nekoherentne podloge od šljunka pretežito čini prahoviti pijesak **SM**, srednje zbijen. Podloga je od loše građiranog do prahovitog šljunka **GP/GM**, srednje zbijen do zbijen.

Za trajanja terenskih istražnih radova registrirana je **PPV** i **NPV** na dubini između 8.3 i 8.6 m od površine terena.

Prema predefiniranim dubinama temeljenja, temeljni medij je sloj gline registriran **CL,CH**.

Analiza graničnog stanja nosivosti je dalo dopuštena opterećenja postojećih temeljnih traka.

Računska slijeganja su provedena na ona koja su se dogodila pri gradnji, te eventualna dodatna za pretpostavljena dodatna opterećenje od cjelovite obnove.

Na osnovi rezultata geotehničkih istražnih radova i geostatičkih proračuna provedenih za potrebe cjelovite obnove objekta FAKULTETA KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE u Zagrebu, Trg Marka Marulića 19 proračunata su dopuštene nosivosti i rađene analize slijeganja postojećih temelja, te se može utvrditi da je temeljno tlo geotehnički podobno, uz uvažavanje navoda iz ovog elaborata.

U skladu s **HRN EN 1997** projekt istraživanja terena te sinteza i interpolacija rezultata istraživanja ne mogu se mehanički koristiti kao podloga za drugi objekt na istoj lokaciji niti za istovjetni objekt na drugoj lokaciji.

Projektant: 

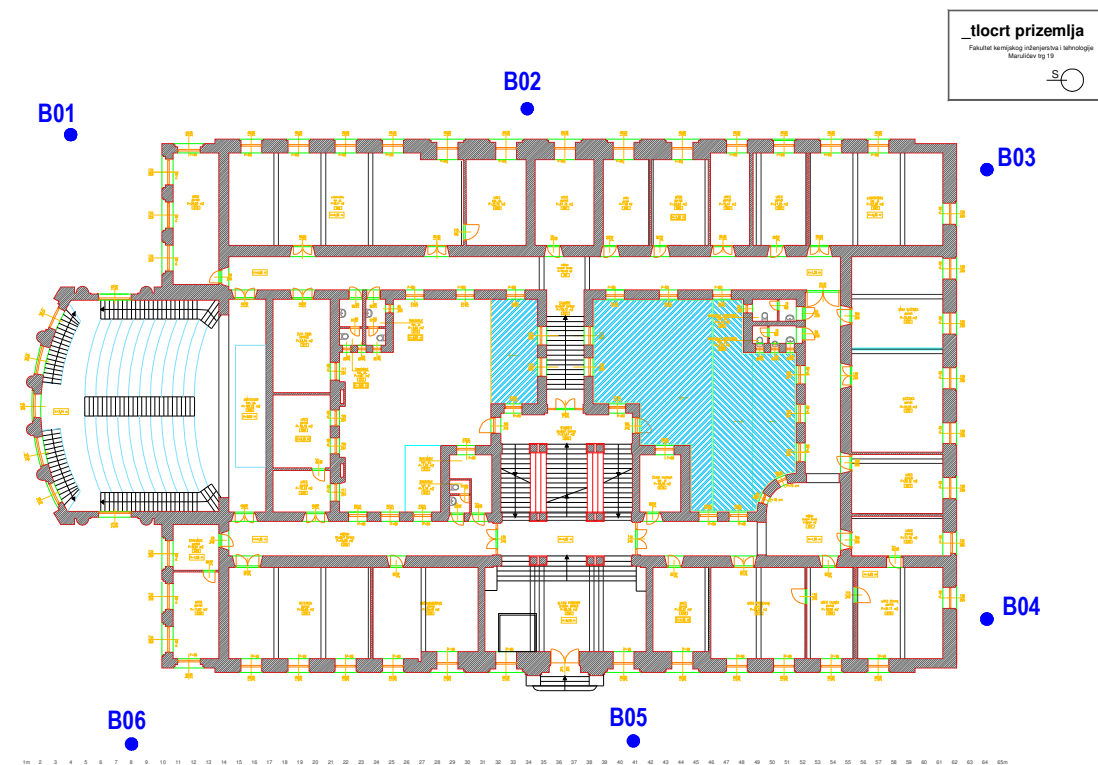
Mladen Dugić, dipl.ing.građ.

5. POPIS PRILOGA

Naziv priloga

Oznaka

Situacijski položaj sonde	1/21060
Fotografije jezgre i geomehanički profili bušotina	2/21060 do 13/21060
Granulometrijski dijagrami	14/21060
Dijagrami plastičnosti	15/21060 i 16/21060
Dijagrami jednoosne čvrstoće	17/21060
Dijagrami izravnog posmika	18/21060 do 20/21060
Dijagrami kompresije	21/21060 do 24/21060
Tabela rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja	25/21060 do 30/21060



LEGENDA: ● Sondažna bušotina

12.11.2021.

Projektant: M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.



CPTU Sonda



DCPT Sonda



DMT Sonda



HÄFELI Sonda



Sondažna Jama

SITUACIJSKI POLOŽAJ SONDI

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

MJERILO 1:500

PRILOG **1**/21060







Gradevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

TD21060

DUBINA [m]	OPIS TLA SONDE B01 cca -0.65 m	SIMBOL	UZORCI	SPP [ud/st]	q _u [kPa]	q _u lab. [kPa]	I _c [1]	γ [kN/m] ³	Φ [°]	c [kPa]	M _v [MPa]
1. . . .	Humusa i nasip mješavine gline, sitnog pijeska, nešto cigle i građevinskog otpada, smeđe boje - do cca 1,4 m dubine, a dublje šljunak čišći GW s nešto konkrecija opeke - vjerovatno nekakva drenaža.	N			320 350 330						
2. . . .											
2.5											
3. . . .	Nasip šljunka, dobro gradiuran, obli do poluzaobljen, maksimalno zrno D _{max} ≤ 60 mm, pjeskovit (10%), svijetlo sive boje.	N			180 200 170						
4. . . .					120 120 160 170		0.80	18.8	17	25	
5. . . .	Glina, anorganska, niskoplastična do viskoplastična, srednje do pretežito krute konzistencije, s nešto primjesa šljunka do 3.2 m dubine, do 6.7 m dubine svijetlo smeđe do smeđe boje, dublje sive boje.	CL,CH			180 180 200 160 140 140						
6. . . .					130						
7. . . .					140 120 130	72	0.71	19.3			
7.2											
8. . . .	Šljunak, loše gradiuran do prahovit, srednje zbijen, zrna obla do poluzaobljena D _{max} ≤ 80 mm, s 5% primjesa koherentnih čestica, pjeskovit (17%), do 8.5 m dubine sivo-smeđe boje, dublje svijetlo smeđe boje.	GP/GM		26							
9.0											



Građevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

TD21060

DUBINA [m]	OPIS TLA SONDE	B02	SIMBOL	UZORCI	SPP [ud/st]	q _u [kPa]	τ _f [kPa]	I _c [1]	γ [kNm] ³	Φ [°]	c [kPa]	M _v [MPa]
1, ... 2, ... 2.5	Nasip mješavine gline, sitnog pijeska, drobljenog kamena, nešto cigle i građevinskog otpada, glina s manje primjese šute i građ. otpada s dubinom srednje do krute konzistencije, smeđe boje.	N				200 180 170 210 220 130						
3, ... 4, ... 5, ... 6, ... 6.3	Glina, anorganska, niskoplastična do viskoplastična, srednje do krute konzistencije, svijetlo smeđe do smeđe boje.	CL,CH				150 130 180 170 170 160 170 120 14		0.90	18.6			6.3
7, ... 8, ... 9, ... 10.0	Šljunak, loše gradiiran, srednje zbijen do zbijen, obli do poluzaobljen, maksimalno zrno Dmax ≤ 80 mm, s cca 5% primjese koherentnih čestica, pjeskovit (cca 17%), svijetlo smeđe do svijetlo sive boje.	GP				35 20						
						23						

LEGENDA:

LEGENDA: I_c - Indeks konzistencije γ - Vlažna zapreminska težina Φ - Kut unutrašnjeg trenja c - Kohezija M_v - Modul stišljivosti

 Pojava Podzemne Vode  Neporemećeni Uzorak  q_u - Jednoosna čvrstoća  τ_i - Posmična čvrstoća (džepni penetrometar)

 Nivo Podzemne Vode  Poremećeni Uzorak  Standardni Penetracijski Pokus

12.11.2021.

Projektant: M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.

GEOMEHANIČKI PROFIL BUŠOTINE

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

MJEILO 1:100

PRILOG **5**/21060



Gradjevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

TD21060

DUBINA [m]	OPIS TLA SONDE B03 cca -0.10 m	SIMBOL	UZORCI	SPP [uclst]	q_u [kPa]	τ_f [kPa]	I_c [1]	γ [kNm] ³	Φ [°]	c [kPa]	M_v [MPa]
1. . . .	Humusa i nasip od mješavine gline, drobljenog kamena, nešto cigle i betona, smeđe boje.	N									
2. . . .											
2.6											
3. . . .	Glina, anorganska, niskoplastična do viskoplastična, uglavnom srednje do krute konzistencije, na vrhu do 3.3 m dubine čvrste, a pri dnu srednje do meke konzistencije, svijetlo smeđe do smeđe boje.	CL,CH			500 530 80 80 110 160		1.09	20.4	26	25	
4. . . .					240						
5. . . .					260 220		0.86	20.1			9.8
6. . . .					200 170 130 100 70 50 50						
6.5											
6.8											
7. . . .	Pijesak, prahovit, s 15% primjese koherentnog veziva, sive boje.	SM									
7. . . .	Šljunak, loše graduiran, srednje zbijen, obli do poluzaobljen, maksimalno zрно Dmax <= 30 mm, s cca 5% primjese koherentnih čestica, pjeskovit (cca 30%), svijetlo smeđe do svijetlo sive boje.	GP		29							
8.0											

LEGENDA:

I_c - Indeks konzistencije
 γ - Vlažna zapreminska težina
 Φ - Kut unutrašnjeg trenja
 c - Kohezija
 M_v - Modul stišljivosti
 Pojava Podzemne Vode
 Neporemećeni Uzorak
 q_u - Jednoosna čvrstoća
 τ_f - Posmična čvrstoća (džepni penetrometar)
 Nivo Podzemne Vode
 Poremećeni Uzorak
 Standardni Penetracijski Pokus

12.11.2021.

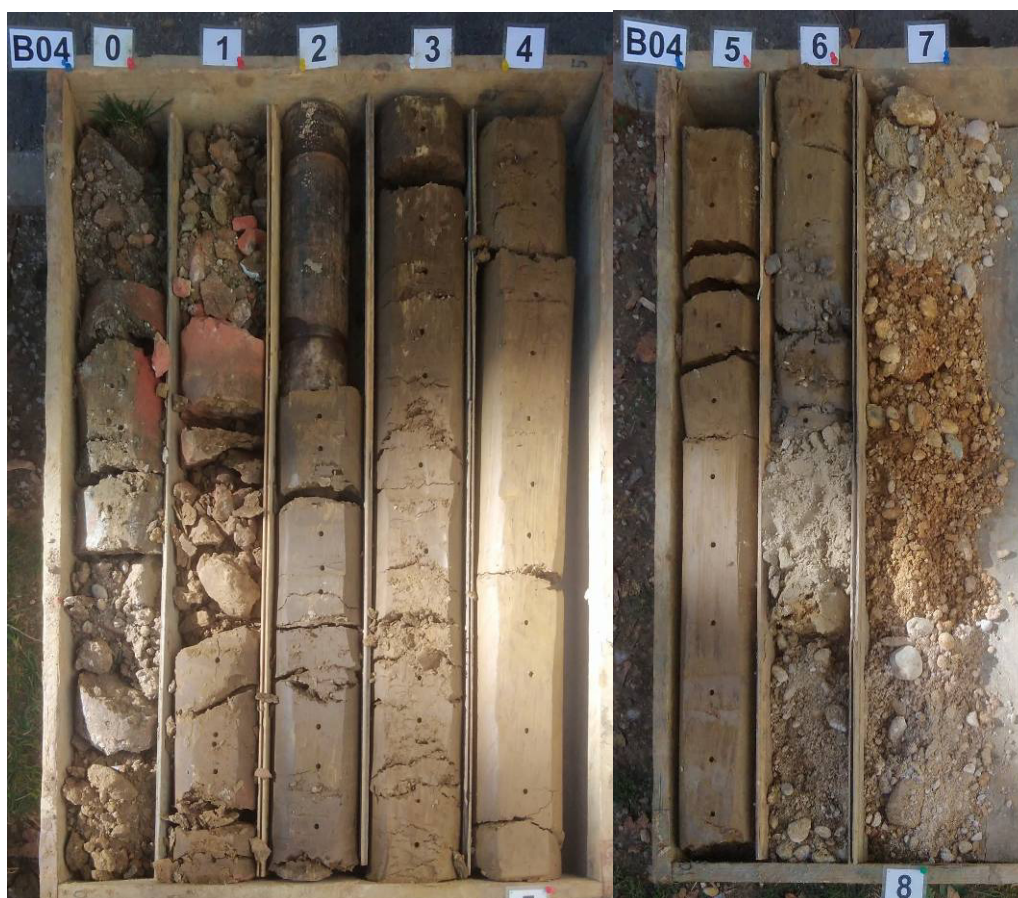
Projektant: **M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.**

GEOMEHANIČKI PROFIL BUŠOTINE

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

MJERILO 1:100

PRILOG **7**/21060



Gradjevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

TD21060

DUBINA [m]	OPIS TLA SONDE B04 cca -0.10 m	SIMBOL	UZORCI	SPP [ud/st]	q_u [kPa]	τ_f [kPa]	I_c [1]	γ [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	M_v [MPa]
1. . . . 1.5	Humusa i nasip mješavine gline, drobljenog kamena, nešto cigle i betona, smeđe boje.	N			400 430						
2. . . . 3. . . . 4. . . . 5. . . . 6. . . . 6.4 6.7	Glina, anorganska, niskoplastična do visokoplastična, srednje do krute konzistencije, od 6.0 m dubine nešto primjesa pijeska, svijetlo smeđe do smeđe boje.	CL,CH		7 8	200 220 220 250 270 300 280 250 230 180 130 100 70 70 170 200 200 170 150 160 120 140 130		0.76	19.7	17	47	
7. . . . 8.0	Pijesak, prahovit, s cca 5% primjesa koherentnog veziva, sive boje.	SM									
	Šljunak, loše graduliran, obli do poluzaobljen, maksimalno zrno $D_{max} \leq 70$ mm, s nešto primjesa koherentnih čestica, pjeskovit (cca 25%), svijetlo smeđe do svijetlo sive boje.	GP									

LEGENDA:

I_c - Indeks konzistencije
 γ - Vlažna zapreminska težina
 Φ - Kut unutrašnjeg trenja
 c - Kohezija
 M_v - Modul stižljivosti
 Pojava Podzemne Vode
 Neporemećeni Uzorak
 q_u - Jednoosna čvrstoća
 τ_f - Posmična čvrstoća (džepni penetrometar)
 Nivo Podzemne Vode
 Poremećeni Uzorak
 Standardni Penetracijski Pokus

12.11.2021.

Projektant: **M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.**

GEOMEHANIČKI PROFIL BUŠOTINE

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

MJERILO 1:100

PRIOLOG **9**/21060



Gradjevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

TD21060

DUBINA [m]	OPIS TLA SONDE B05 cca -0.55 m	SIMBOL	UZORCI	SPP [ud/st]	q_u [kPa]	τ_f [kPa]	I_c [1]	γ [kNm] ³	Φ [°]	c [kPa]	M_v [MPa]
1. 1.6	Humus korijenjem i nasip od mješavine gline, drobljenog kamena, nešto cigle i betona, smeđe boje.	N									
2. 3. 4. 5. 6. 6.7	Glina, anorganska, niskoplastična do viskoplastična, uglavnom srednje do krute konzistencije, do 3.3 m dubine polučvrste konzistencije, s dubinom nešto primjesa konkrecija, maksimalno zrna $D_{max} \leq 1$ mm, svijetlo smeđe do smeđe boje, pri dnu svijetlo sive boje.	CL,CH		9	380 390 400 150 140 130 190 200 210 200 190 140 130 130		0.56	19.0			6.5
7. 7.5	Pijesak, prahovit, s cca 10% primjesa koherentnog veziva, sive boje.	SM			110 100 100 70 60 70 50						
8. 9. 10.0	Šljunak, loše građuran do prahovit, srednje zbijen, zrna obla do poluzaobljena $D_{max} \leq 70$ mm, sa cca 10% primjesa koherentnih čestica, pjeskovit (17%), svijetlo smeđe boje.	GP/GM		29							
				19							



Gradjevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**

TD21060

DUBINA [m]	OPIS TLA SONDE B06 cca -0.60 m	SIMBOL	UZORCI	SPP [ud/st]	q_u [kPa]	τ_f [kPa]	I_c [1]	γ [kNm ³]	Φ [°]	c [kPa]	M_v [MPa]
1. 1.0	Humus s korijenjem i nasip od mješavine gline, s nešto građevinskog otpada (cigle i drobljenog kamena), smeđe boje.	N									
2. . . .											
3. . . .											
4. . . .	Glina, anorganska, niskoplastična do visokoplastična, uglavnom srednje do krute konzistencije, do 2.7 m dubine polučvrste do čvrste konzistencije, od 3.5 m do 4.1 m dubine nešto primjesa konkrecija, maksimalno zrna $D_{max} \leq 1$ mm, svijetlo smeđe do smeđe boje, pri dnu prošarano sivom.	CL,CH		12	400 380 410 180 200 180 160 160 150 140 140 150 160 170 150 160 180 130 100						
5. . . .							0.94	19.1			8.0
6. 6.2											
6.5	Pijesak, prahovit, srednje zbijen, s cca 20% primjesa koherentnog veziva, sive boje.	SM		14	70 70						
7. . . .											
8. . . .	Šljunak, loše građuiran do prahovit, srednje zbijen, zrna obla do poluzaobljena $D_{max} \leq 50$ mm, sa 6% primjesa koherentnih čestica, pjeskovit (20%), sive-smeđe boje.	GP/GM									
9.0											
				13							

LEGENDA:

I_c - Indeks konzistencije	γ - Vlačna zapreminska težina	Φ - Kut unutrašnjeg trenja	c - Kohezija	M_v - Modul stižljivosti
Pojava Podzemne Vode	Neporemećeni Uzorak	q_u - Jednoosna čvrstoća	τ_f - Posmična čvrstoća (džepni penetrometar)	
Nivo Podzemne Vode	Poremećeni Uzorak	Standardni Penetracijski Pokus		

12.11.2021.

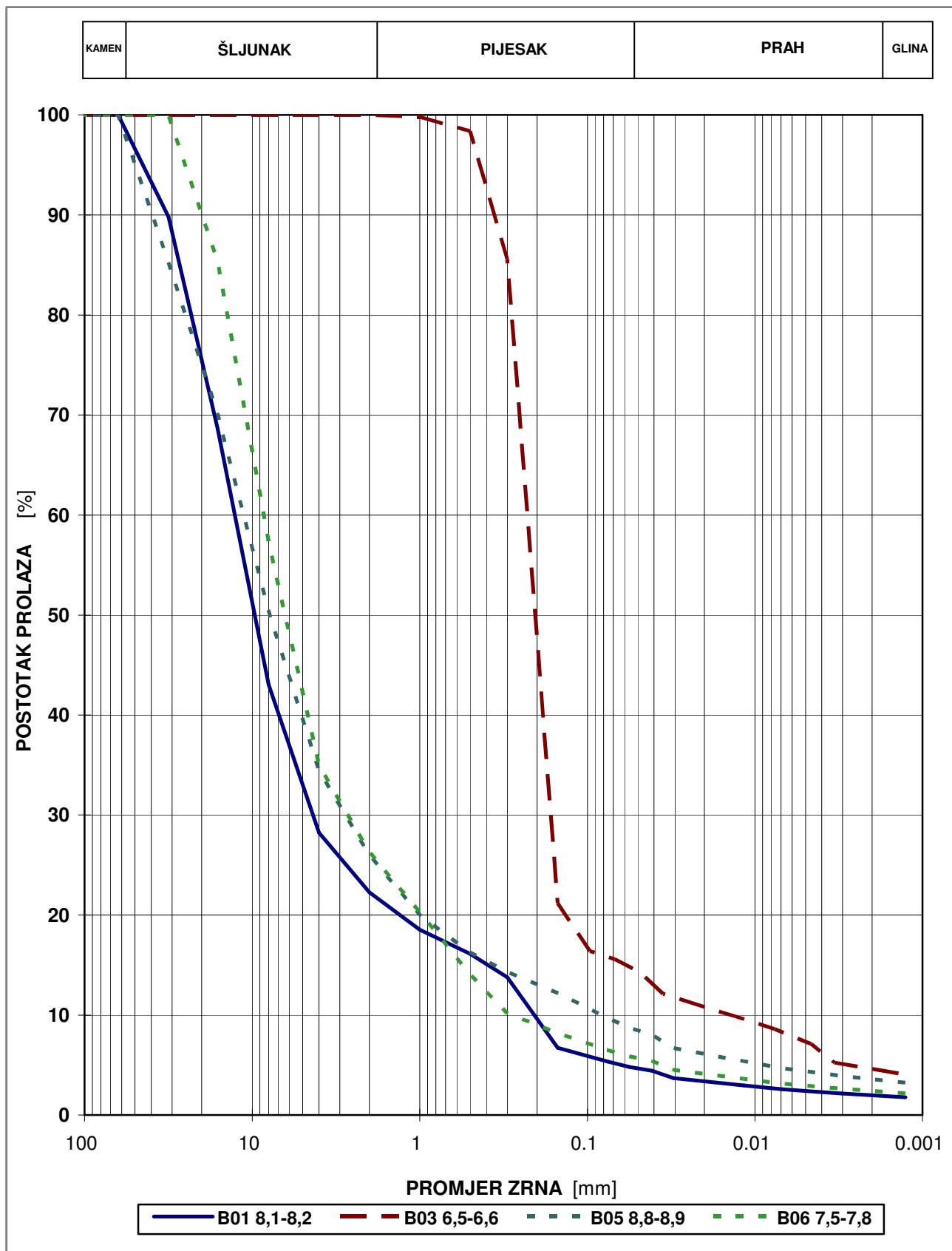
Projektant: M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.

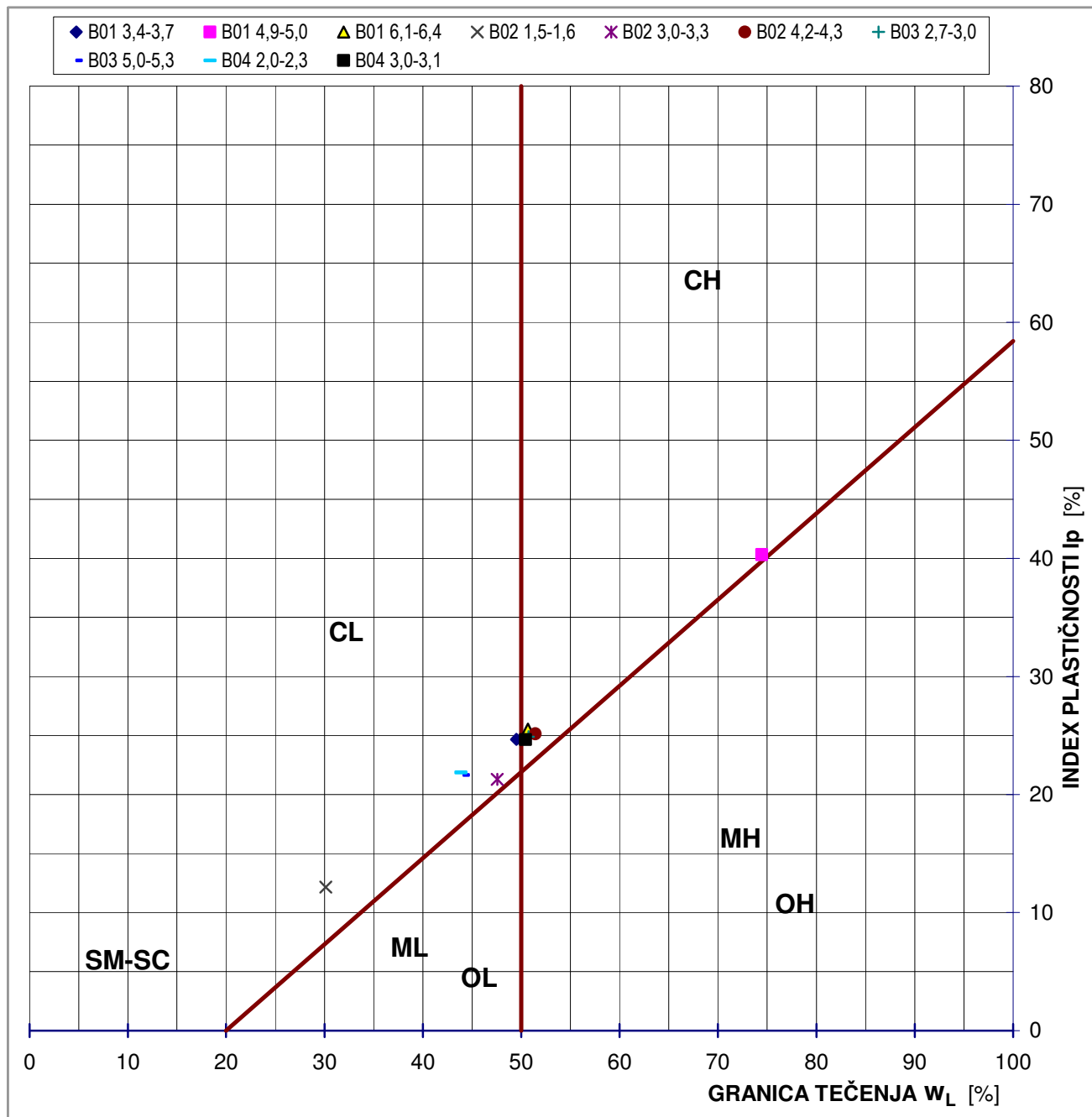
GEOMEHANIČKI PROFIL BUŠOTINE

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

MJERILO 1:100

PRILOG **13**/21060





TOČKA	BUŠOTINA	DUBINA	w_L	I_p
1	B01	3,4-3,7	49.51	24.67
2	B01	4,9-5,0	74.44	40.32
3	B01	6,1-6,4	50.66	25.55
4	B02	1,5-1,6	30.11	12.16
5	B02	3,0-3,3	47.56	21.28

TOČKA	BUŠOTINA	DUBINA	w_L	I_p
6	B02	4,2-4,3	51.42	25.13
7	B03	2,7-3,0	50.72	24.89
8	B03	5,0-5,3	44.13	21.64
9	B04	2,0-2,3	43.88	21.86
10	B04	3,0-3,1	50.42	24.64

LEGENDA:

CH - Glina anorganska visoke plastičnosti

MH - Tinjčasta i dijatomejska tla

OH - Glina organska visoke plastičnosti

CL - Glina anorganska niske do srednje plastičnosti

ML - Prah organski niske do srednje plastičnosti

OL - Glina organska niske do srednje plastičnosti

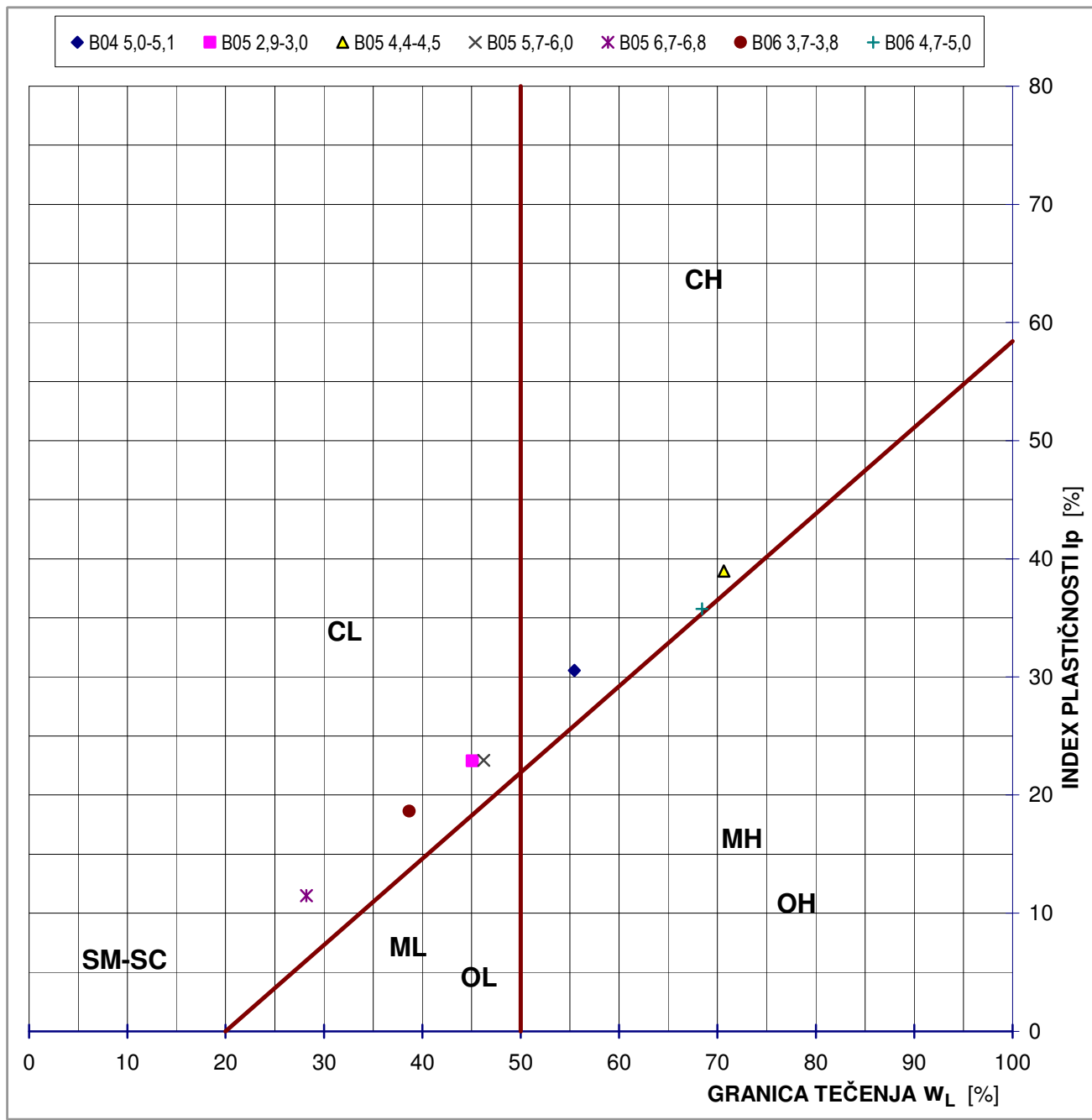
12.11.2021.

DIJAGRAM PLASTIČNOSTI

Projektant: M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

PRILOG **15**/21060



TOČKA	BUŠOTINA	DUBINA	w_L	I_p
1	B04	5,0-5,1	55.46	30.54
2	B05	2,9-3,0	45.08	22.89
3	B05	4,4-4,5	70.67	38.97
4	B05	5,7-6,0	46.24	22.94
5	B05	6,7-6,8	28.20	11.48

TOČKA	BUŠOTINA	DUBINA	w_L	I_p
6	B06	3,7-3,8	38.66	18.63
7	B06	4,7-5,0	68.42	35.75
8				
9				
10				

LEGENDA:

CH - Glina anorganska visoke plastičnosti

CL - Glina anorganska niske do srednje plastičnosti

MH - Tinčasta i dijatomejska tla

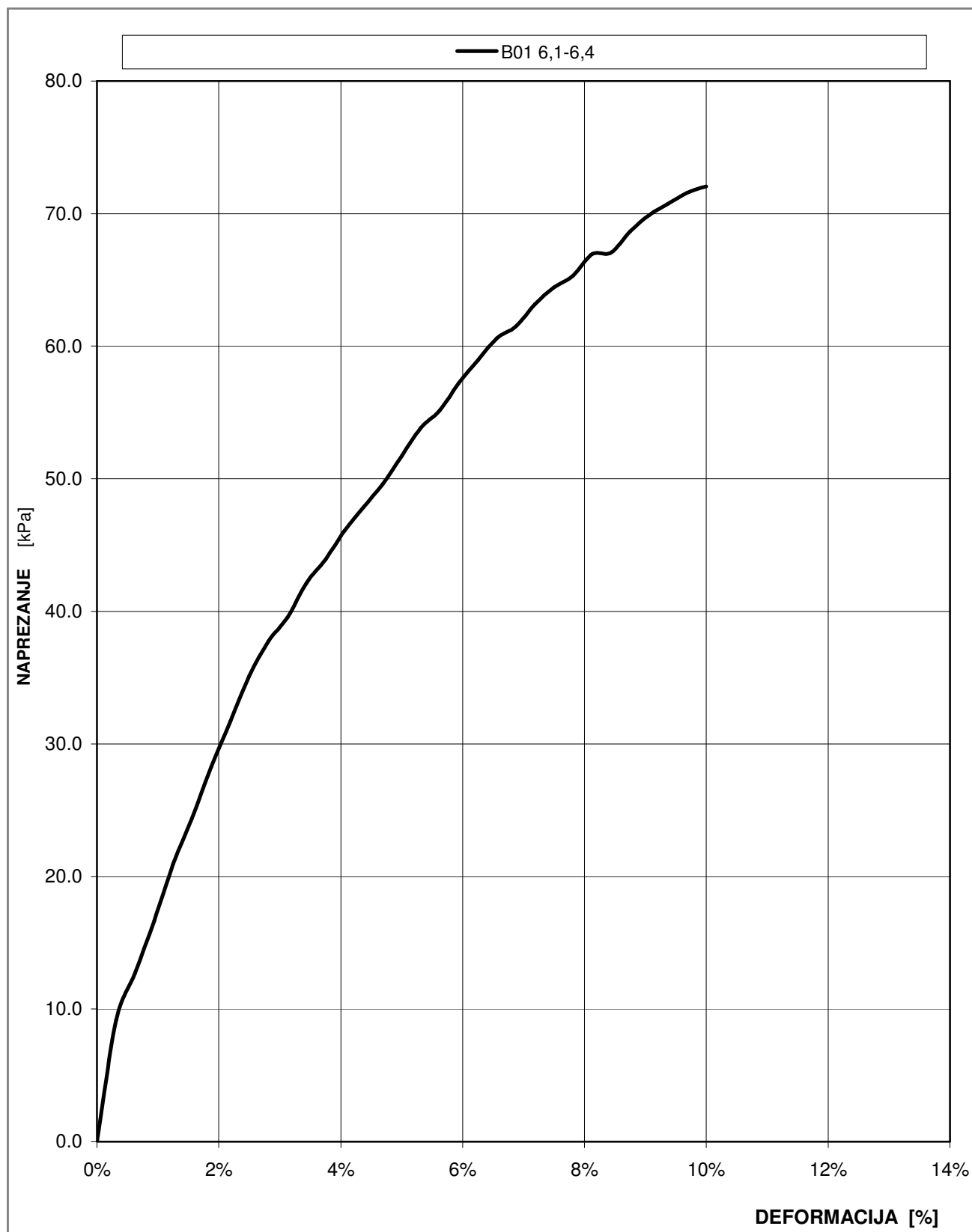
ML - Prah organski niske do srednje plastičnosti

OH - Glina organska visoke plastičnosti

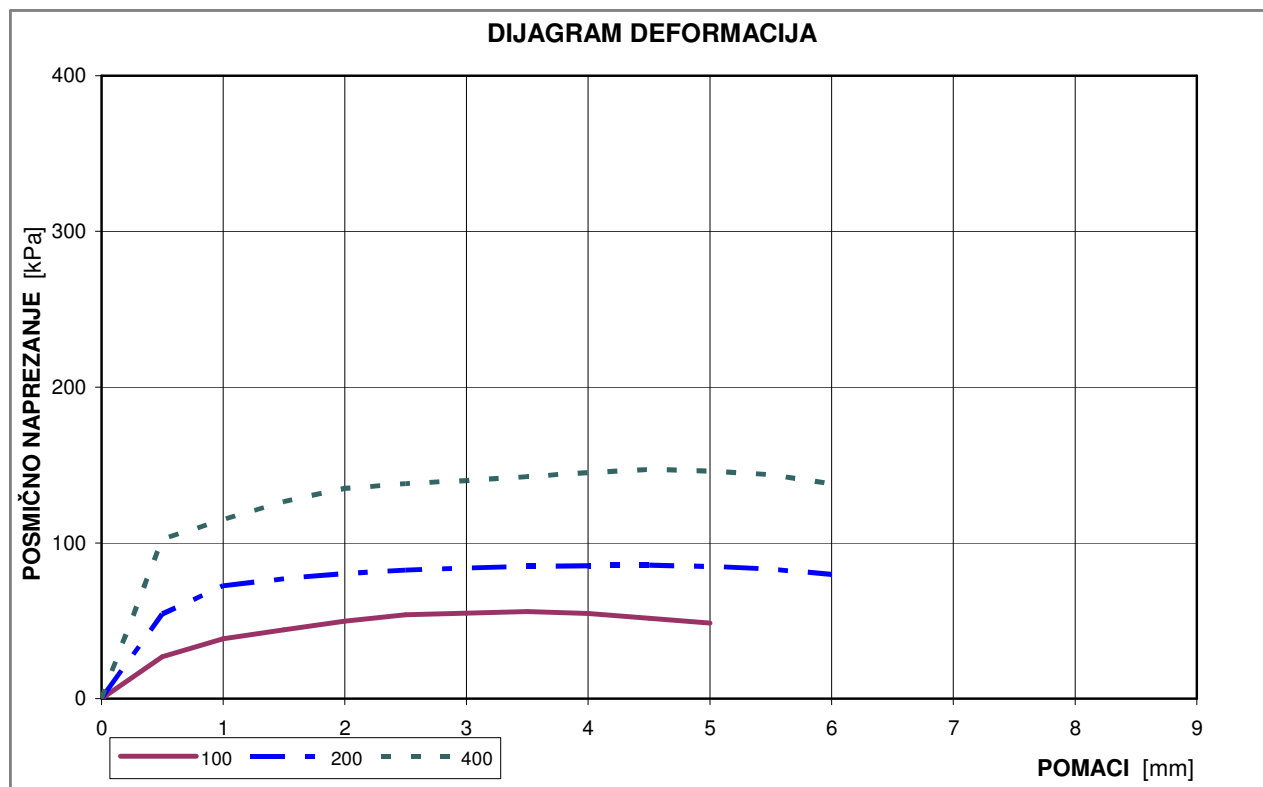
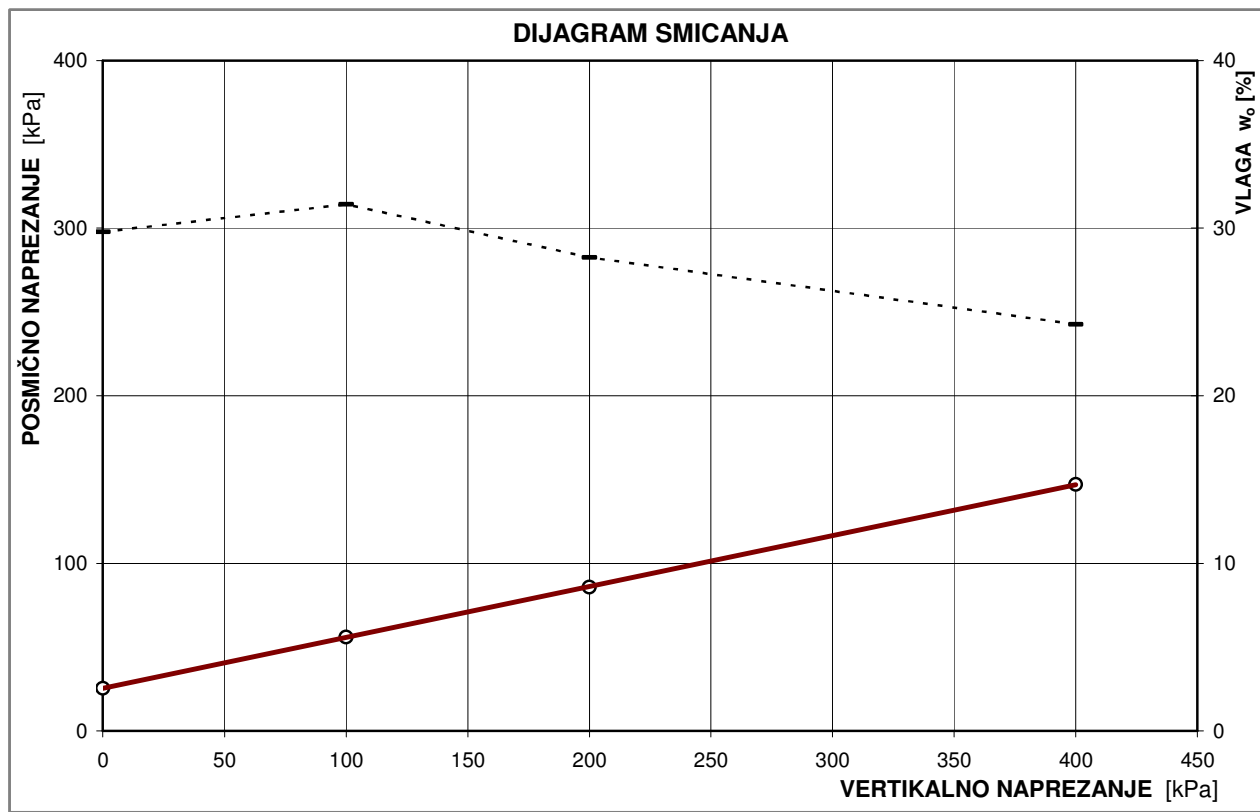
OL - Glina organska niske do srednje plastičnosti

12.11.2021.

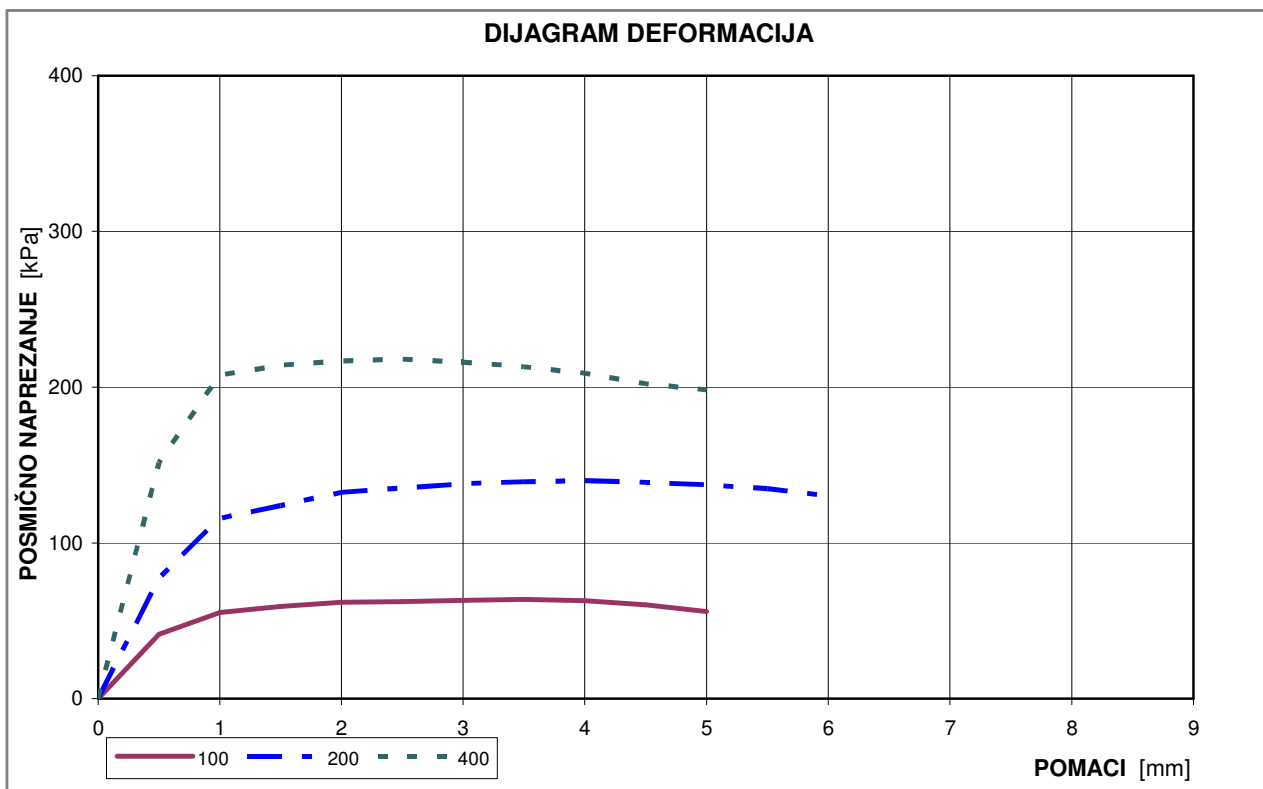
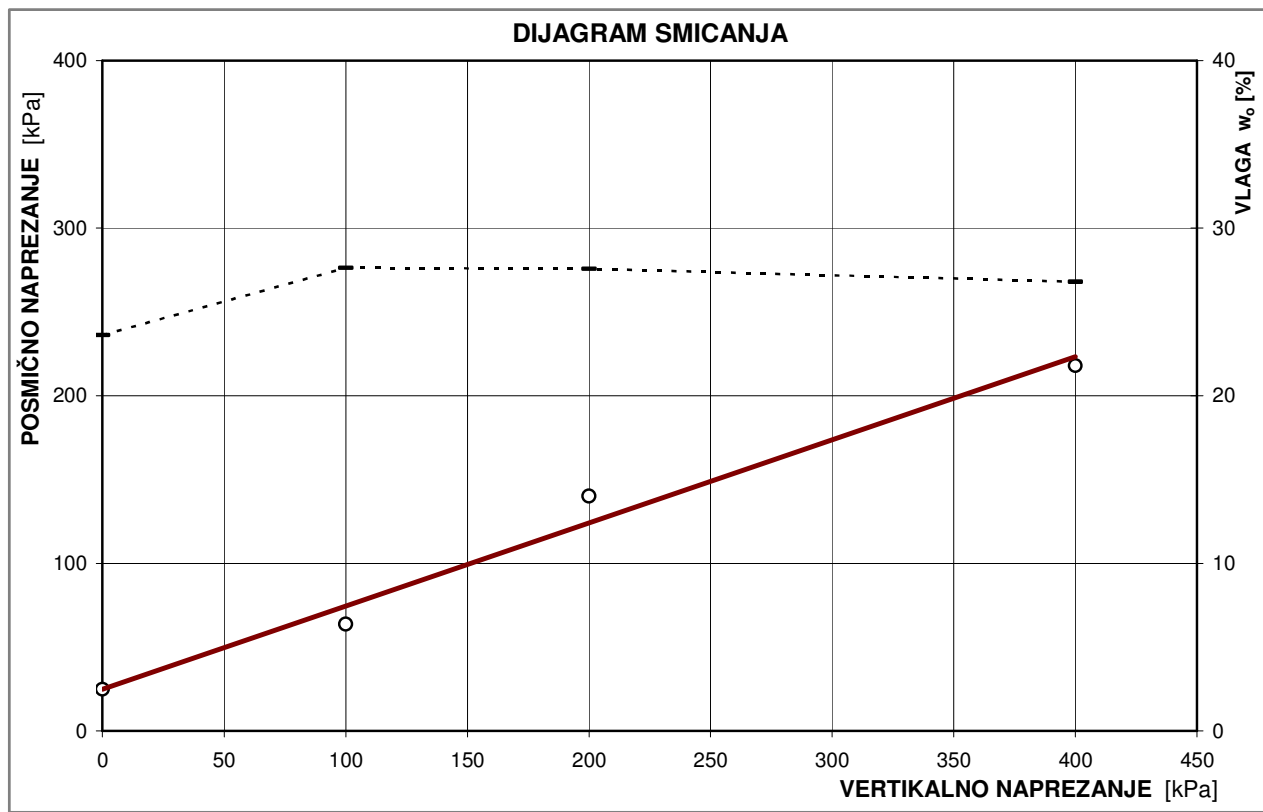
DIJAGRAM PLASTIČNOSTI



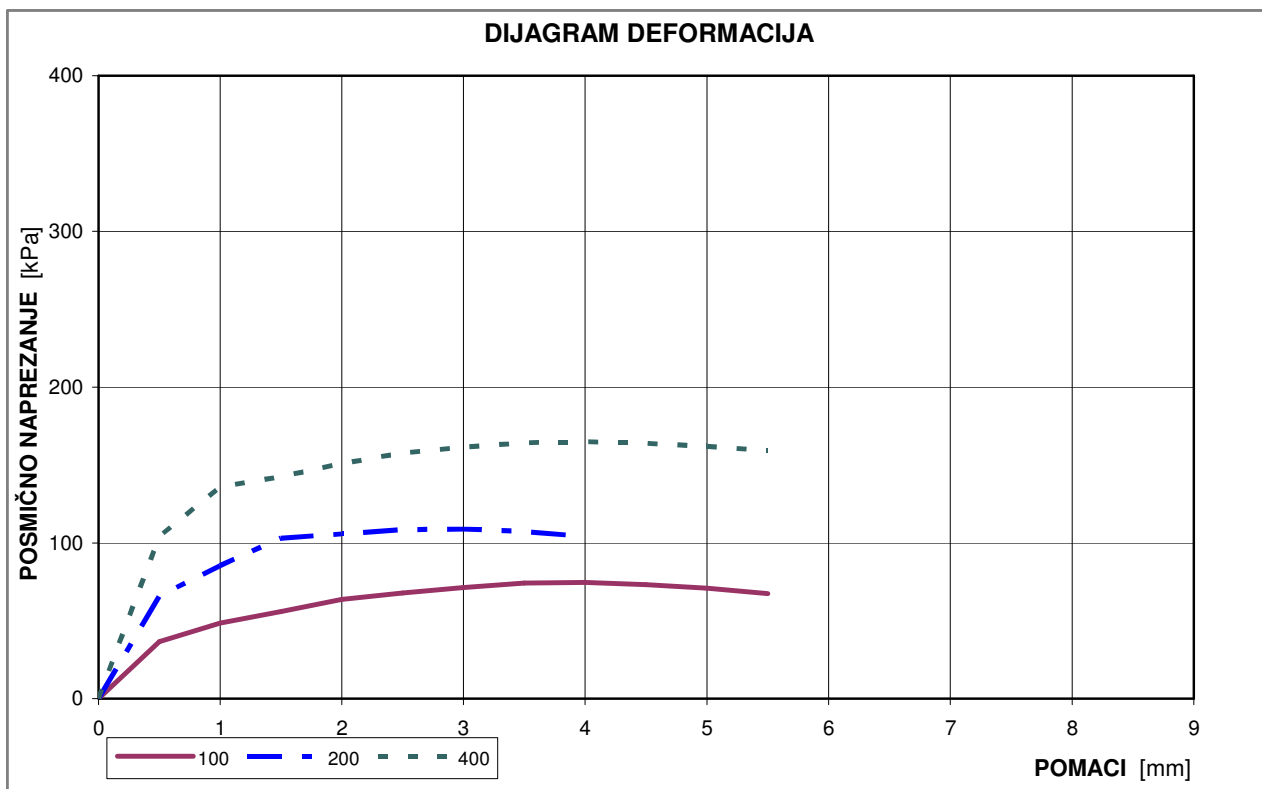
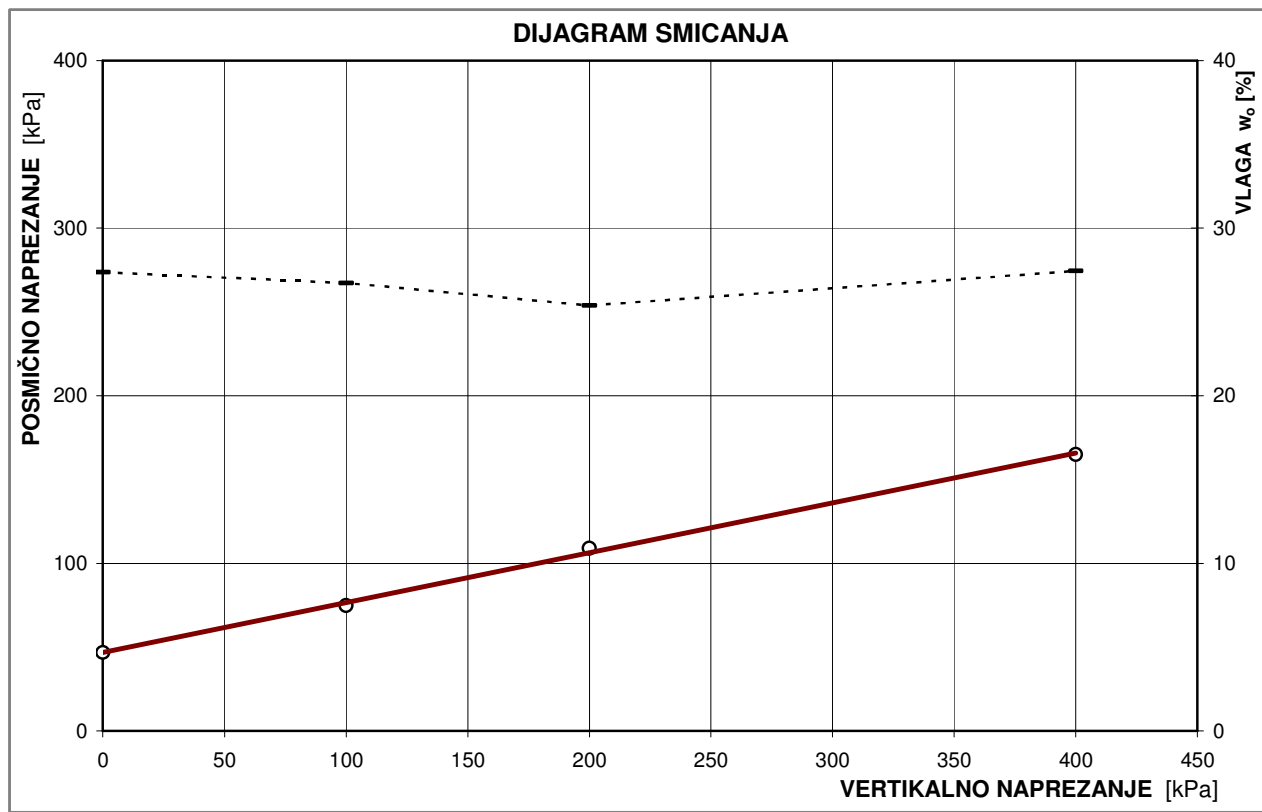
DIJAGRAM JEDNOOSNE ČVRSTOĆE



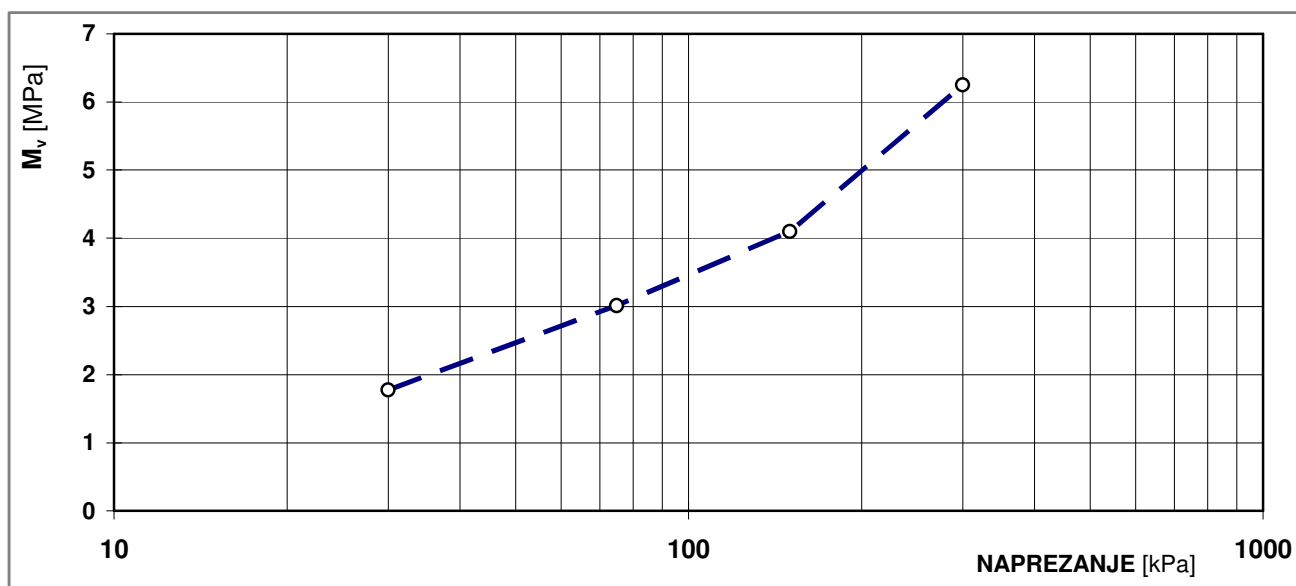
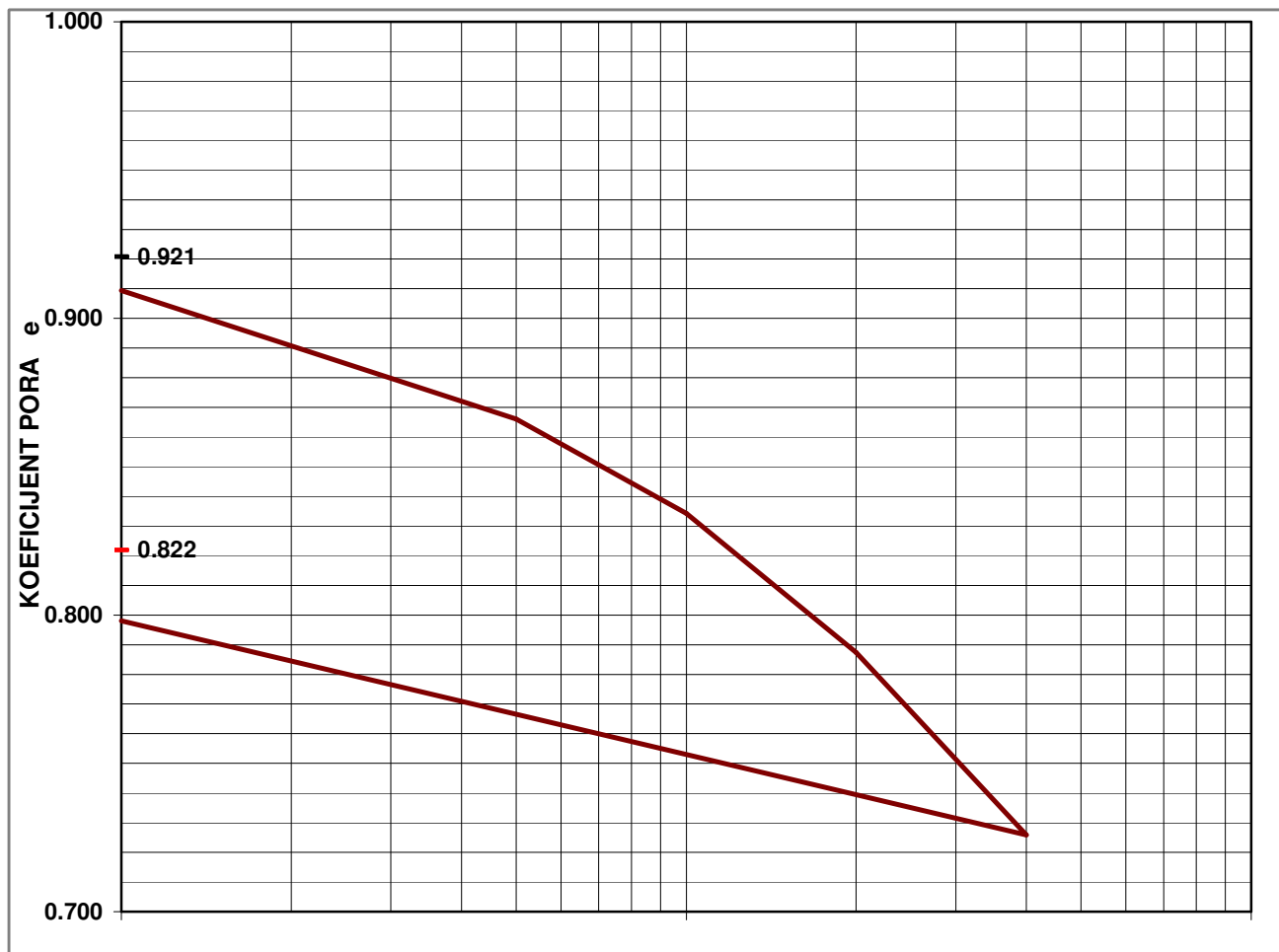
SONDA	DUBINA	SIMBOL	Φ [°]	c [kPa]
B01	3,4-3,7	CL	17	25



SONDA	DUBINA	SIMBOL	Φ [°]	c [kPa]
B03	2,7-3,0	CH	26	25

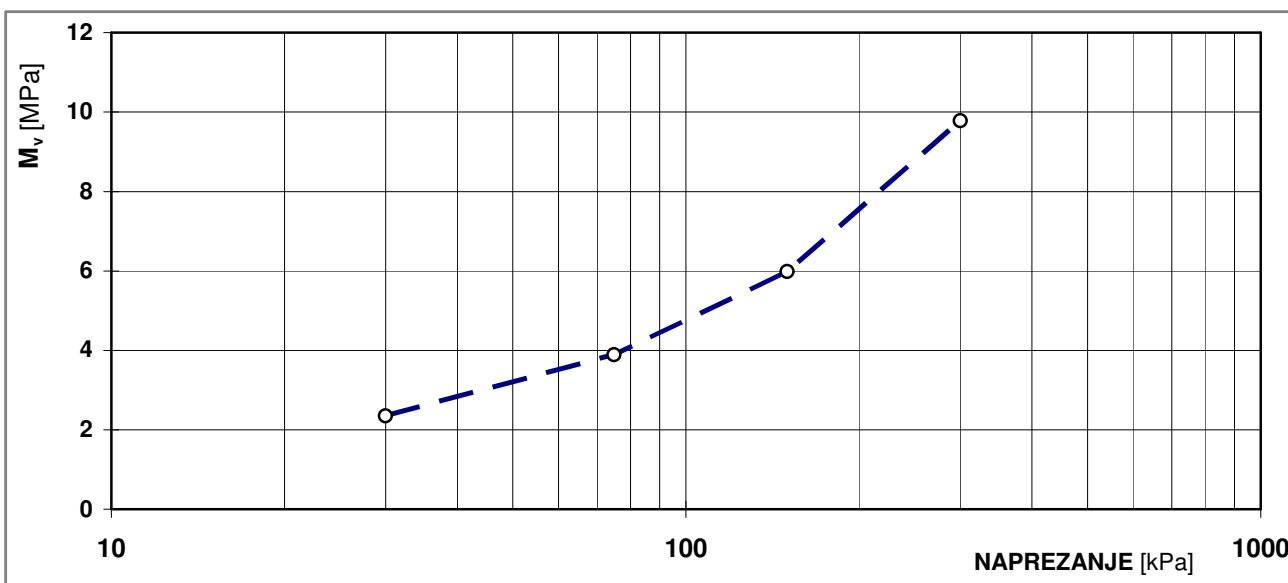
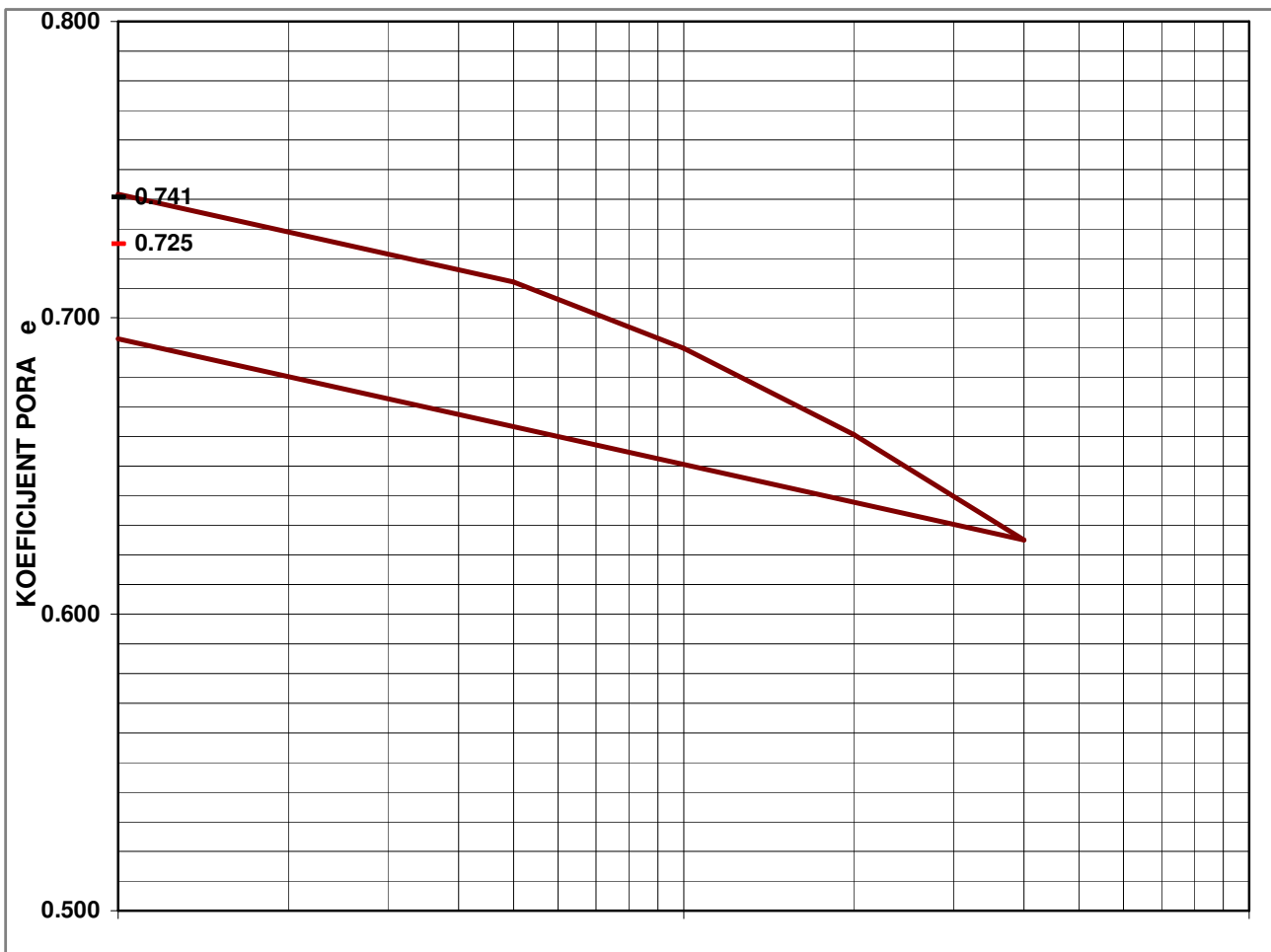


SONDA	DUBINA	SIMBOL	Φ [°]	c [kPa]
B04	2,0-2,3	CL	17	47



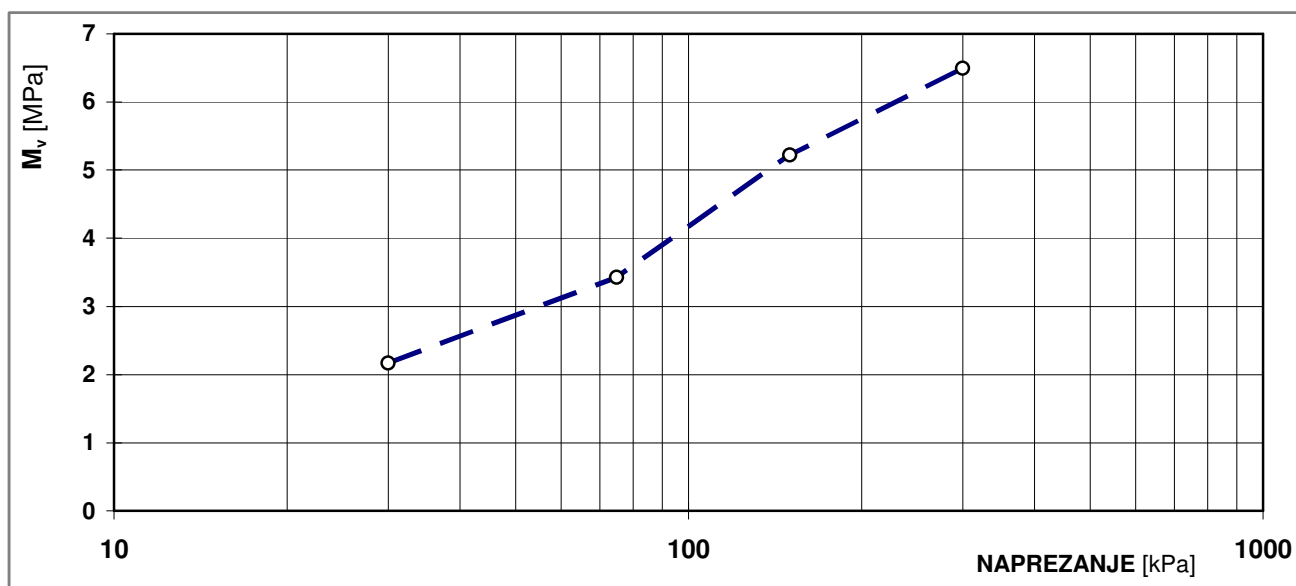
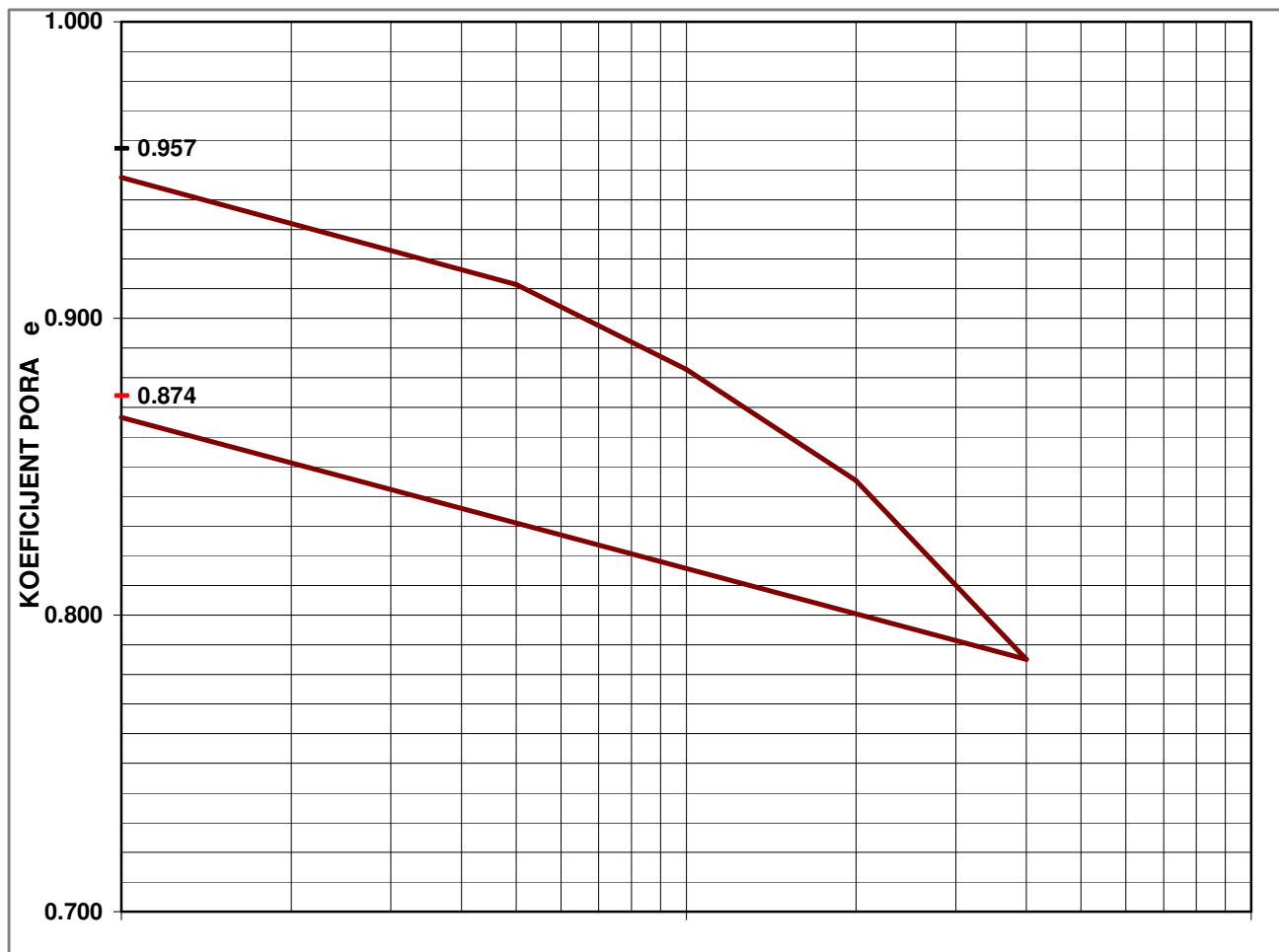
OPTEREĆENJE [kPa]	0	10	50	100	200	400	10	0
KOEFICIJENT PORA	0.921	0.909	0.866	0.834	0.787	0.726	0.798	0.822
MODUL STIŠLJIVOSTI M_v [kPa]			1.8	3.0	4.1	6.3		

SONDA	DUBINA	SIMBOL
B02	3,0-3,3	CL



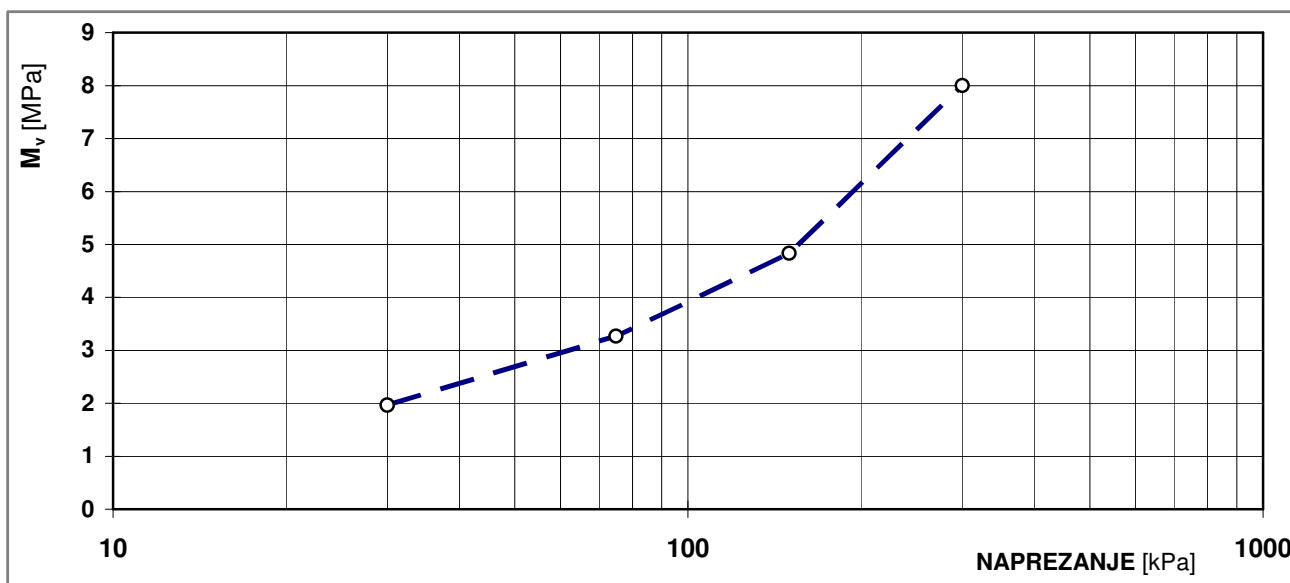
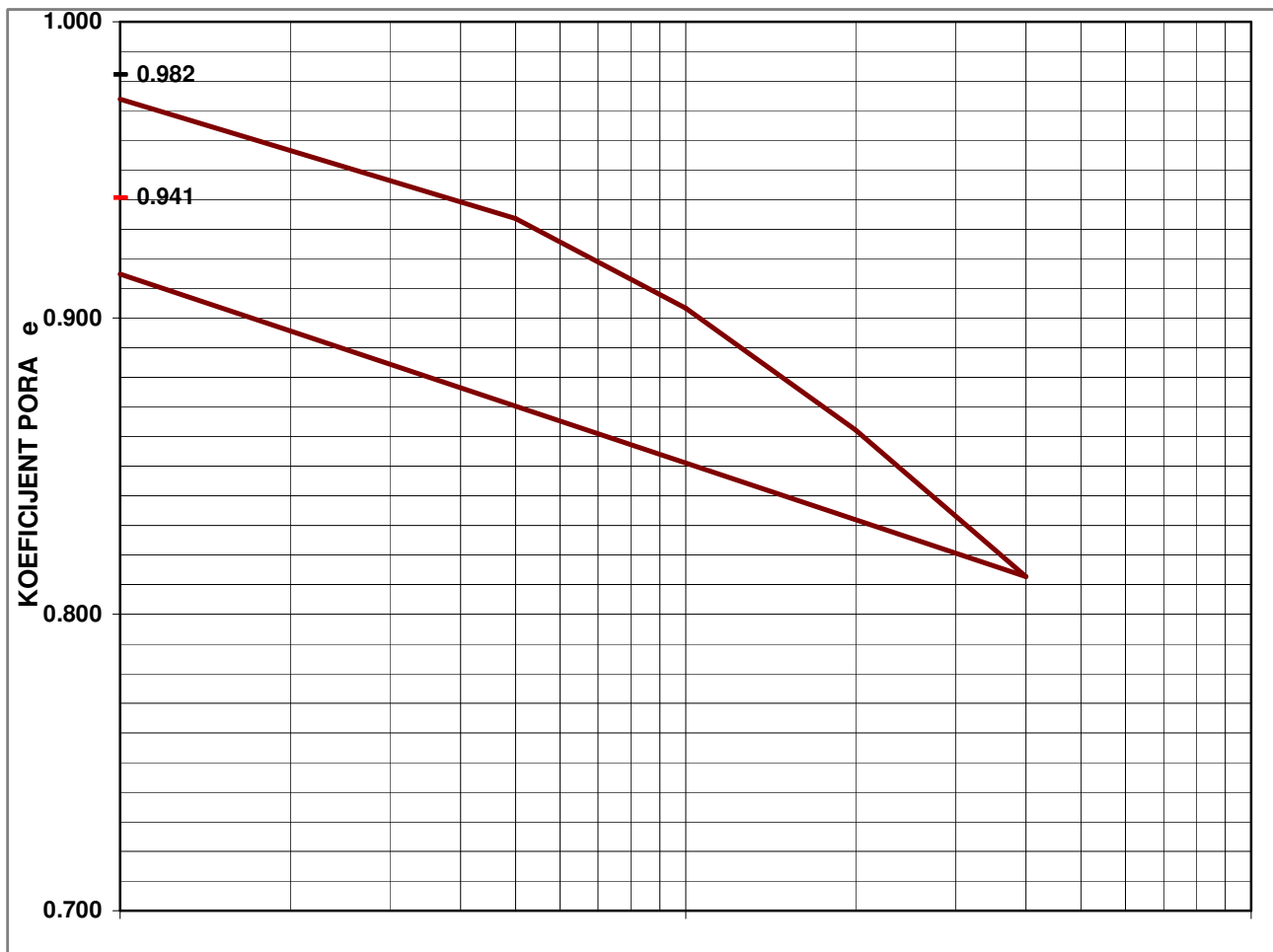
OPTEREĆENJE [kPa]	0	10	50	100	200	400	10	0
KOEFICIJENT PORA	0.741	0.742	0.712	0.690	0.661	0.625	0.693	0.725
MODUL STIŠLJIVOSTI M _v [kPa]			2.4	3.9	6.0	9.8		

SONDA	DUBINA	SIMBOL
B03	5,0-5,3	CL



OPTEREĆENJE [kPa]	0	10	50	100	200	400	10	0
KOEFIČIJENT PORA	0.957	0.947	0.911	0.883	0.845	0.785	0.867	0.874
MODUL STIŠLJIVOSTI M _v [kPa]			2.2	3.4	5.2	6.5		

SONDA	DUBINA	SIMBOL
B05	5,7-6,0	CL



OPTEREĆENJE [kPa]	0	10	50	100	200	400	10	0
KOEFIČIJENT PORA	0.982	0.974	0.934	0.903	0.862	0.813	0.915	0.941
MODUL STIŠLJIVOSTI M_v [kPa]			2.0	3.3	4.8	8.0		

SONDA	DUBINA	SIMBOL
B06	4,7-5,0	CH

TD21060

[illegible]

Gradjevina: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**

Mjesto: **Zagreb**

Adresa: **Trg Marka Marulića 19**

TD21060

Investitor: **FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, Ulica grada Vukovara 43c, 10000 Zagreb**[illegible]

12.11.2021.

TABELA REZULTATA TERENSKIH I LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA

PRILOG **26**/21060

GEOTEHNIČKI ELABORAT ZA CJELOVITU OBNOVU ZGRADE

Projektant: M. DUGIĆ, dipl.ing.građ.

TD21060

[illegible]

[illegible]

TD21060

[illegible]

[illegible]