

Srednja škola "Jure Kaštelan" u Omišu - nosivost pilota u smjeru osi

Perica, Paula

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:683531>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-20**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

ZAVRŠNI RAD

Paula Perica

Split, 2016. / 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Perica Paula

BROJ INDEKSA: 4141

KATEDRA: **Katedra za geotehniku**

PREDMET: Mehanika tla i temeljenje

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Nosivost pilota u smjeru osi

Opis zadatka: Za potrebe izgradnje nove srednje škole u Omišu izvršeni su geotehnički istražni radovi. Izvještaj o geotehničkim istražnim radovima je prilog ovog zadatka. Zbog svojstava slojeva tla na lokaciji, odabrano je temeljenje konstrukcije škole na pilotima. Potrebno je odrediti proračunsku nosivost bušenih pilota u smjeru osi, za promjer od 100 cm i to za dužine od 10, 15 i 20 m (mjereno od sadašnje površine tla). Proračunsku nosivost odrediti na osnovi uvjeta graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti. Odrediti nosivost pojedinog pilota i grupe pilota.

U Splitu, 29. ožujka 2017.godine

Voditelj Završnog rada:

prof.dr.sc. Predrag Mišćević

**SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I
GEODEZIJE**

**SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU-NOSIVOST PILOTA U SMJERU
OSI**

Završni rad

Split 2016. / 2017.

SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU – NOSIVOST PILOTA U SMJERU OSI

Sažetak:

Predmetni zadatak ovoga rada je proračun nosivosti bušenih pilota u smjeru osi, za promjer od 100 cm, i to za dužine 10 m, 15 m i 20 m. U zadanom geotehničkom izvještaju dani su rezultati SPT ispitivanja te su isti korigirani prema referentnom koeficijentu od 60%. Tlo je podijeljeno u odgovarajuće slojeve s pripadajućim parametrima. Proračunska nosivost određena je na osnovi uvjeta graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti za pojedine pilote i grupe pilota.

Gljučne riječi:

nosivost pilota, nosivost grupe pilota

"JURE KAŠTELAN" HIGH SCHOOL IN OMIŠ – PILES CAPACITY IN AXIS DIRECTION

Abstract:

The main assignment of this paper is the capacity analysis of drilled piles in axis direction, for the diameter of 100 cm, and the lengths of 10 m, 15 m and 20 m. The results of SPT test were given in the assigned preliminary geotechnical analysis, and were corrected according to the reference value of 60%. The soil was divided into suitable layers with the corresponding parameters. Capacity analysis was defined according to the ultimate limit state and serviceability limit state, and therefore capacity of one pile and group of piles was determined.

Keywords:

piles capacity, group of piles capacity

Sadržaj

1. Tehnički opis	1
1.2. Karakteristike terena	1
1.3. Tehnički opis za nosivost pilota u smjeru osi	2
1.3.1. SPT - standardni penetracijski pokus	2
2. Slojevi tla	5
2.1. Slojevi tla: L=10 m.....	5
2.2. Slojevi tla: L=15 m.....	6
2.3. Slojevi tla: L=20 m.....	7
3. Analiza parametara	8
3.1. Parametri tla za slojeve tla ispod srednje škole.....	8
4. Vertikalno efektivno naprezanje (σ'_{ov})	9
4.1. Vertikalno efektivno naprezanje L = 10 m.....	9
4.2. Vertikalno efektivno naprezanje L = 15 m.....	10
4.3. Vertikalno efektivno naprezanje L = 20 m.....	11
5. Proračunska nosivost	12
5.1. Proračunska nosivost L = 10 m	12
5.2. Proračunska nosivost L = 15 m	19
5.3. Proračunska nosivost L = 20 m	26
6. Nosivost pilota u grupi	33
6.1. Nosivost pilota u grupi za L = 10 m.....	34
6.2. Nosivost pilota u grupi za L = 15 m.....	36
6.3. Nosivost pilota u grupi za L = 20 m.....	38
7. Zaključak	40
8. Literatura	42
9. Prilozi	43
9.1. Situacija.....	43
9.2. Poprečni presjek	44
9.3. Situacija objekta lokacijama bušotina i geodetska podloga	45
9.4. Sondažni profil tla	46
9.5. Geotehnički profil tla	47
9.6. Granulometrijski dijagram	48

1. Tehnički opis

1.1. Uvod

U ovom radu određena je proračunska nosivost bušenih pilota na osnovi uvjeta graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti.

Prije svih proračuna nosivosti pilota u smjeru osi provedeni su geotehnički istražni radovi. Radovi su izvedeni s ciljem utvrđivanja sastava i geološko-geotehničkih značajki terena, utvrđivanja nosivosti i deformacijskih svojstava tla.

Terensko ispitivanje obuhvatilo je bušenje devet bušotina oznaka B-1 do B-9. Poremećeni uzorci uzeti su za daljnju laboratorijsku obradu. Relativna zbijenost ispitivana je standardnim penetracijskim testom (SPT) jer je iz nekih materijala praktički nemoguće izvaditi neporemećeni uzorak; to su prvenstveno šljunci, a djelomično i pijesci. Terenski istražni radovi, bušenje i uzimanje uzorka tla za daljnju laboratorijsku obradu izvedeni su u svrhu dobivanja osnovnih parametara. Laboratorijskim ispitivanjima dobiveni su podaci o geomehaničkim karakteristikama tla.

Podaci i rezultati istraživanja detaljno su prikazani u geotehničkom izvještaju br. Me1802-1/10, izrađenom od strane GeoKol d.o.o.

1.2. Karakteristike terena

Sastav po dubini ovog modela tla je:

- navoženi materijal (prah, glina, pijesak, šljunak, šuta, srednje zbijeno smeđe boje) do cca -1,00 m od kote terena
- SM (pijesak prašinsti s vrlo malo sitnog šljunka, rastresit do srednje zbijen, sive boje), od -1,0 m do -4,5 m
- GM/GS (šljunak, vrlo sitni, pjeskovit, prašinst, rastresit do srednje zbijen, sivo smeđe boje), od -4,5 m do - 10,0
- SFs (pijesak prašinsti, s vrlo malo vrlo sitnog šljunka, srednje zbijen, sive boje), do kraja bušenja -20,00 m od kote terena

Razina podzemne vode na lokaciji je registrirana na dubinama od 1 do 1,7 m od ušća mjereno od sadašnje površine terena. U proračunu je korištena srednja vrijednost od 1,3 m.

Budući da se radi s pilotima čija je planirana duljina 10, 15, 20 metara, za proračun je potrebno tlo podijeliti u odgovarajuće slojeve s pripadajućim parametrima.

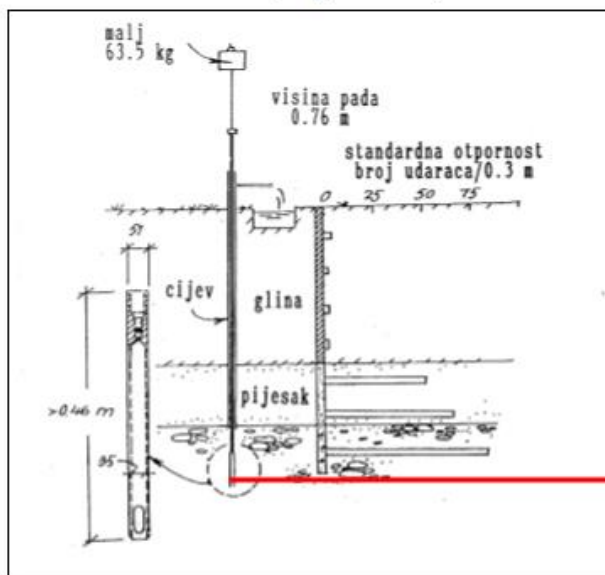
1.3. Tehnički opis za nosivost pilota u smjeru osi

Za proračun graničnih stanja nosivosti i uporabljivosti potrebno je poznavati:

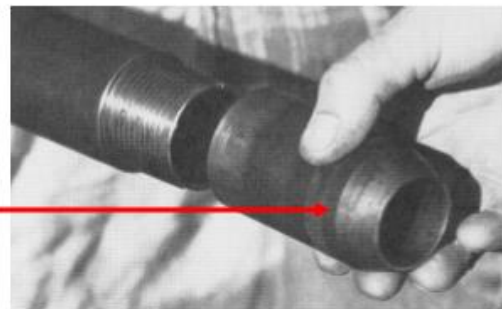
- parametre tla za pojedini sloj

1.3.1. SPT - standardni penetracijski pokus

→SPT je najraširenije terensko ispitivanje. Prvenstveno se koristi za nekoherentna pjeskovita tla. Izvodi se u bušotini. Mjeri otpor prodiranju standardnog noža u vidu broja potrebnih udaraca (N)/0.3 m. Potrebno je izmjereni broj udaraca N korigirati prema referentnom koeficijentu energije od 60% prema izrazu zbog različitog gubitka energije prilikom izvođenja testa:



Nož za SPT pokus



$$N_{60} = \frac{ER_r}{60} \cdot \lambda \cdot C_N \cdot N$$

ER_r – koeficijent energije korištene opreme

λ – korekcijski faktor zbog gubitka energije radi dužine potisne šipke u pijesku

C_N – korekcijski faktor zbog efektivnog tlaka nadsloja na mjestu ispitivanja

Tablice za određivanje korekcijskih faktora dane su u literaturi. Pomoću tih tablica određeno je:

$ERr = 60$ (za automatski čekić s otpuštanjem u čitavom ciklusu)

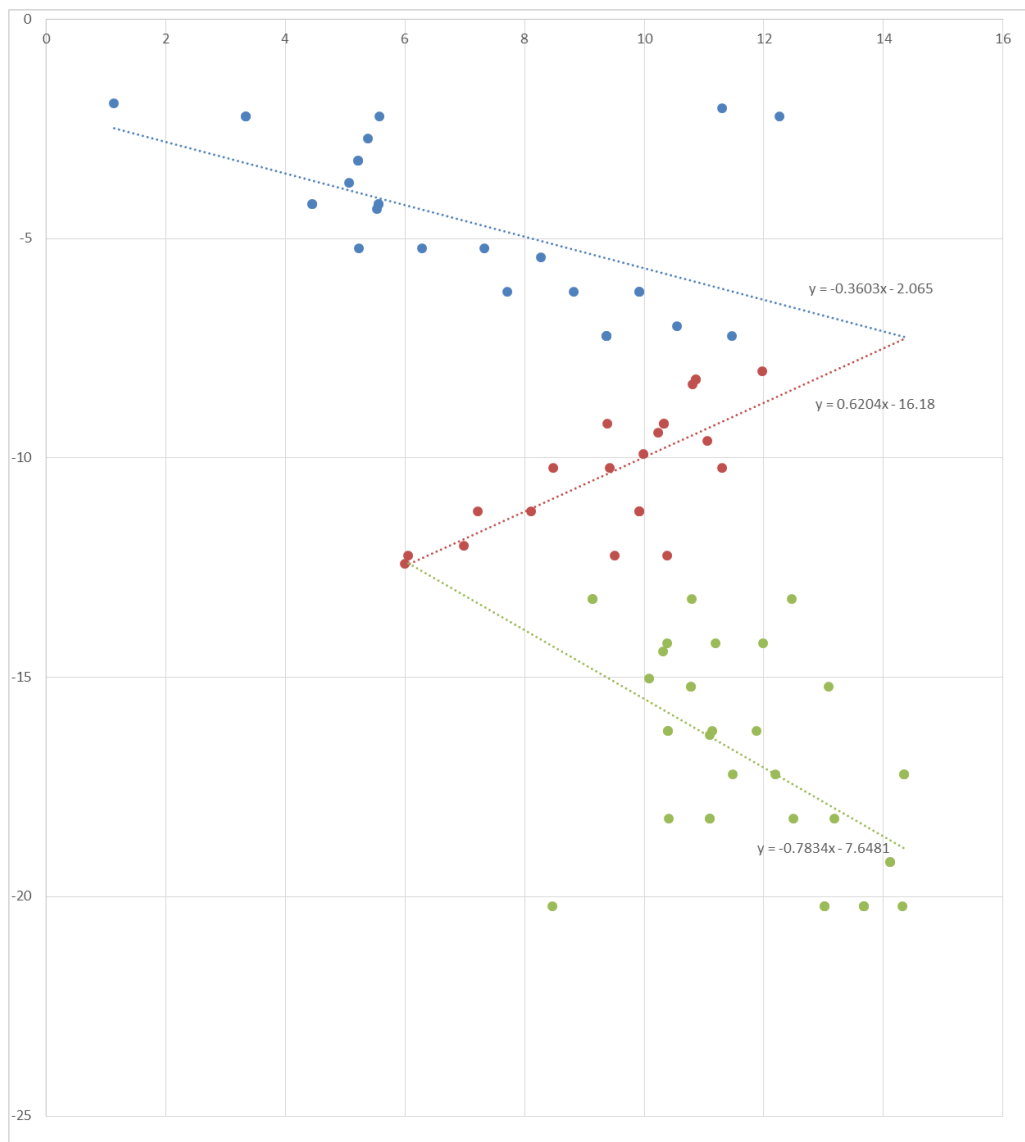
$\lambda = 0,95$ (dužina potisne šipke ispod nakovanja 6-10 m)

$\lambda = 1$ (dužina potisne šipke ispod nakovanja >10 m)

$$C_N = \frac{2}{1 + \sigma_{v0}}$$

σ_{v0} – vertikalno efektivno naprežanje na dubini izvođenja pokusa (u (kPa) $\times 10^{-2}$)

Slika 1: dijagram s rezultatima SPT po dubini za sve bušotine



U geotehničkom izvještaju navedeni su rezultati SPT ispitivanja. Ti rezultati korigirani su na N60 kako je prethodno navedeno. Na osnovu dobivenih podataka napravljen je dijagram (slika 1) iz koje je vidljivo da bušotine imaju tri sloja. Srednjom vrijednošću svih 9 bušotina određen je N60 za svaki pojedini sloj.

Zadatkom su zadane dubine bušotina 10 m, 15 m i 20 m.

• Za $L = 10$ m izračunato je:

1. sloj $N_{60} = 7$

2. sloj $N_{60} = 10$

• Za $L = 15$ m izračunato je:

1. sloj $N_{60} = 7$

2. sloj $N_{60} = 10$

3. sloj $N_{60} = 11$

• Za $L = 20$ m izračunato je:

1. sloj $N_{60} = 7$

2. sloj $N_{60} = 10$,

3. Sloj $N_{60} = 12$

2. Slojevi tla

Na području srednje škole na temelju dobivenih rezultata iz terenskih istražnih radova tlo se sastoji od tri sloja isključujući gornje ne nosive slojeve debljine 1,5 m.

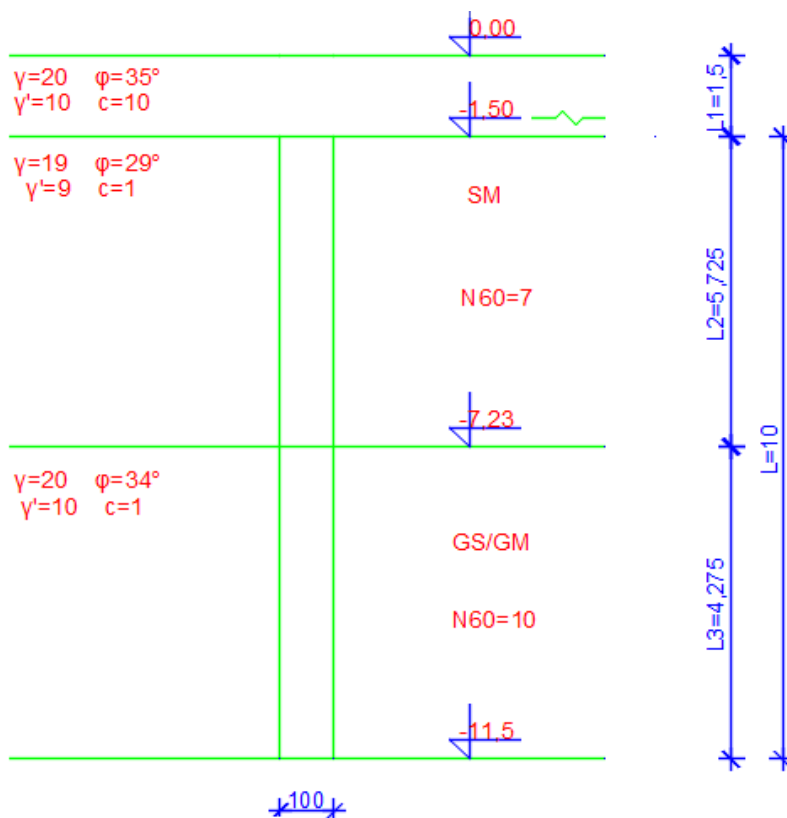
- Prvi sloj je pijesak s prahom i malo sitnog šljunka, rastresit, smeđe boje SM.
- Drugi sloj je sitni šljunak, pjeskovit, s malo praha, rastresit do srednje zbijen, smeđe sive boje GS/GM.
- Treći sloj je pijesak prašnasti, fini do srednji, s prahom i organskim primjesa i mirisom po organskom truležu, srednje zbijen, sive boje GSFs.

2.1. Slojevi tla: $L=10$ m

$L_0 = 1,5m$ → ne nosivi sloj

$L_1 = 5,725m$ → SM

$L_2 = 4,275m$ → GS/GM



Slika 2: Prikaz pilota i slojeva tla za $L = 10$ m

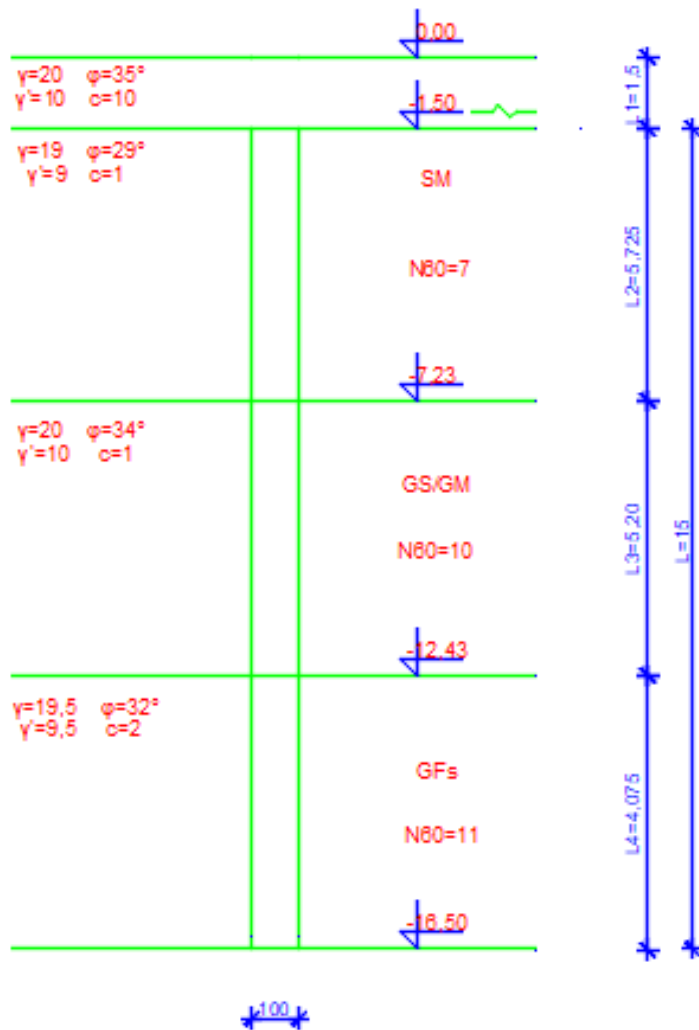
2.2. Slojevi tla: L=15 m

$L_0 = 1,5m$ → ne nosivi sloj

$L_1 = 5,725m$ → SM

$L_2 = 5,2m$ → GS/GM

$L_3 = 4,075m$ → GFs



Slika 3: Prikaz pilota i slojeva tla za L = 15 m

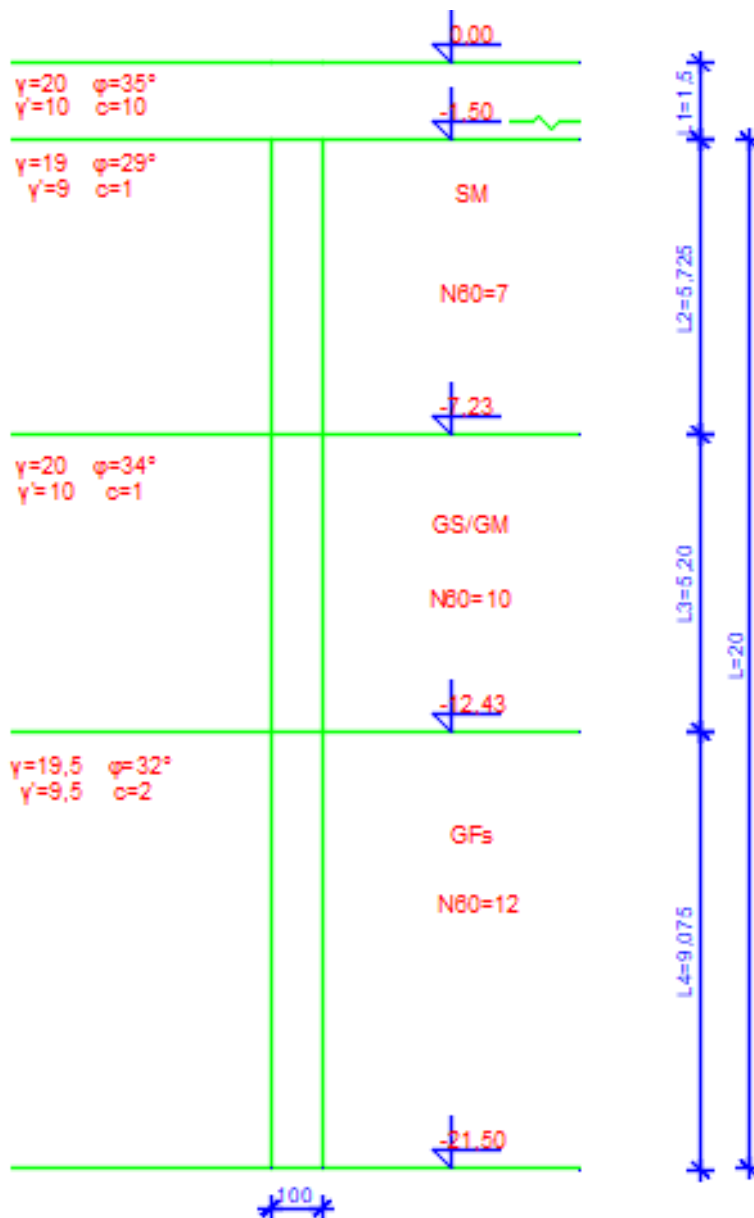
2.3. Slojevi tla: L=20 m

$L_0 = 1,5m$ → ne nosivi sloj

$L_1 = 5,725m$ → SM

$L_2 = 5,2m$ → GS/GM

$L_3 = 9,075m$ → GFs



Slika 4: Prikaz pilota i slojeva tla za L = 20 m

3. Analiza parametara

3.1. Parametri tla za slojeve tla ispod srednje škole

Parametri tla su uzeti iz laboratorijskih ispitivanja za svaki sloj.

Za svaki sloj jedinična težina vode je:

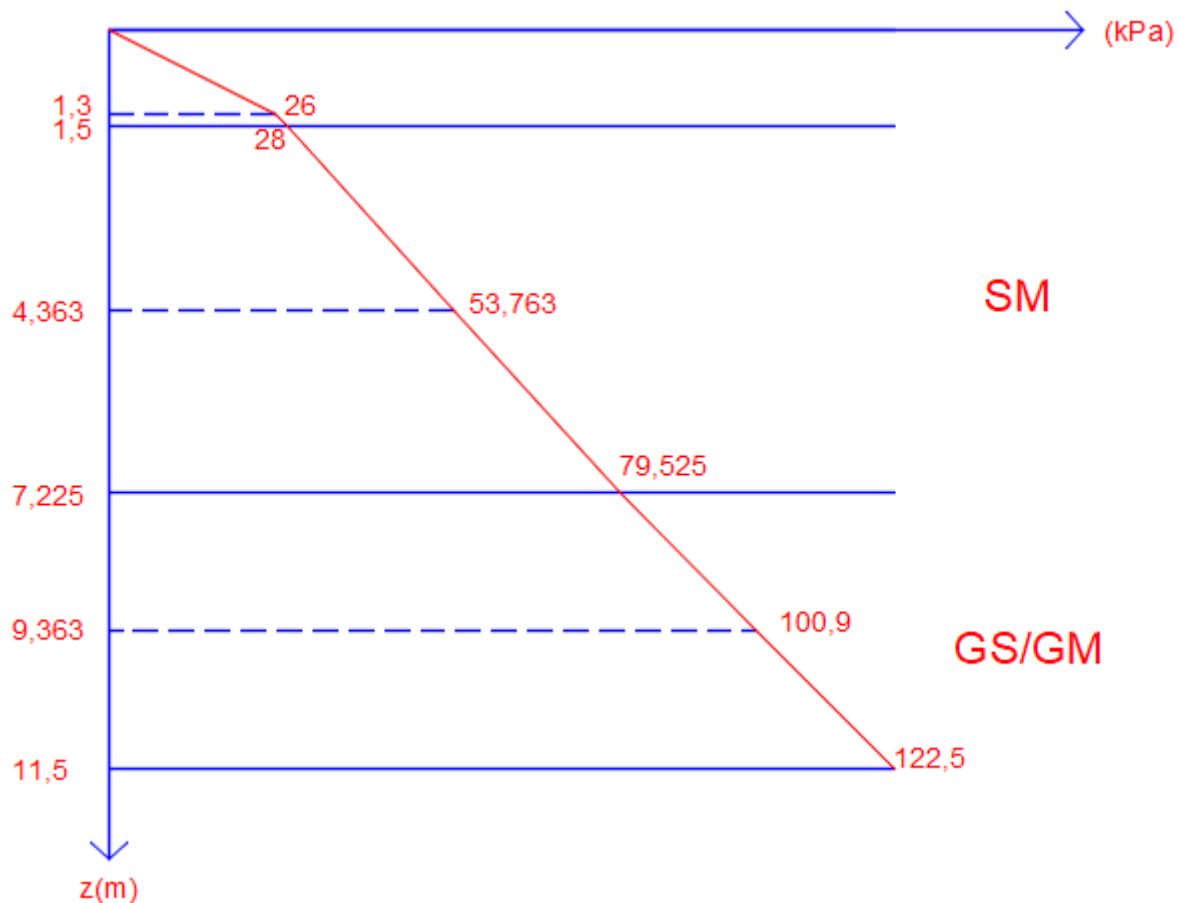
$$\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$$

	$\gamma \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right]$	$\gamma' \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right]$	$\varphi [^\circ]$	$c \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$	$E_s \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$	$\nu [-]$	
1	20,0	10,0	35,0	10,0	4,0	0,3	Ne nosivi sloj
2	19,0	9,0	29,0	1,0	2,5	0,3	SM
3	20,0	10,0	34,0	1,0	7,0	0,3	GS/GM
4	19,5	9,5	32,0	2,0	8,0	0,3	SFs1
5	19,5	9,5	32,0	2,0	10,0	0,3	SFs2

Tablica 1: Parametri tla su uzeti iz laboratorijskih ispitivanja za svaki sloj

4. Vertikalno efektivno naprezanje (σ'_{ov})

4.1. Vertikalno efektivno naprezanje L = 10 m



Slika 5: Prikaz pripadajućeg dijagrama vertikalnog efektivnog naprezanja za L = 10 m

$$\sigma'_{1,v0} = 1,3 \times 20 = 26 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1-1,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 = 28 \text{ kPa}$$

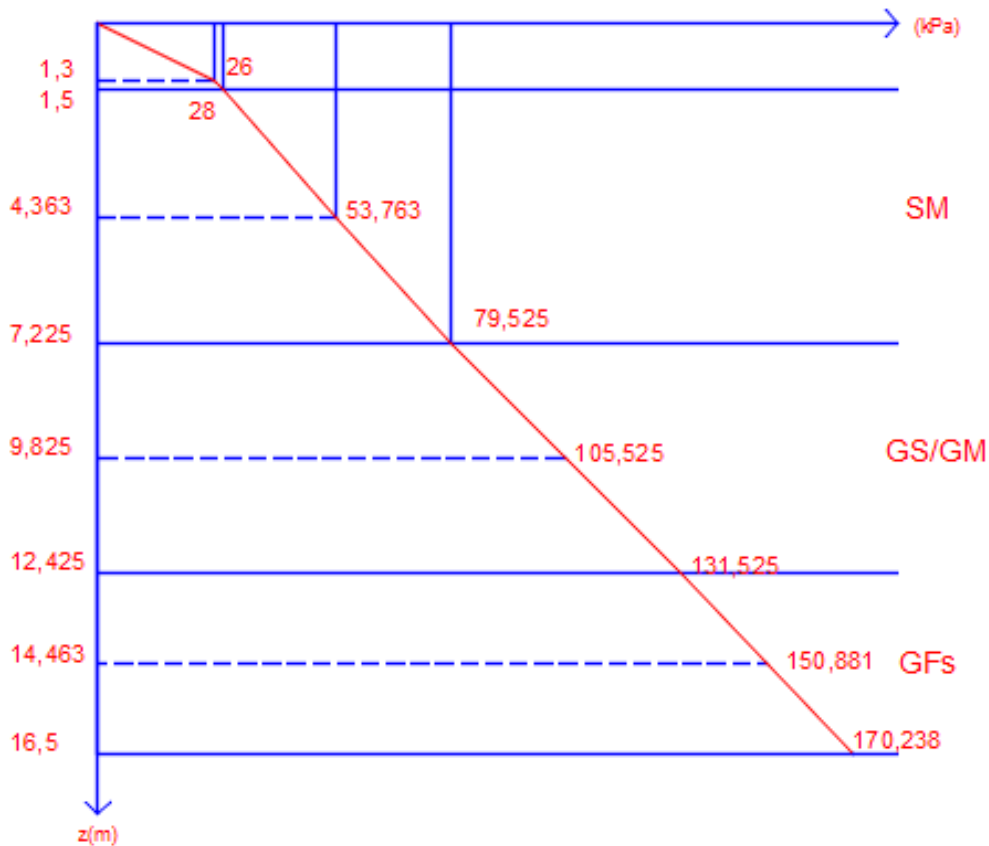
$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 = 79,525 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{4,275}{2} \times 10 = 100,9 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 4,275 \times 10 = 122,5 \text{ kPa}$$

4.2. Vertikalno efektivno naprezanje L = 15 m



Slika 6: Prikaz pripadajućeg dijagrama vertikalnog efektivnog naprezanja za L = 15 m

$$\sigma'_{1,v0} = 1,3 \times 20 = 26 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1-1,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 = 28 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 = 79,525 \text{ kPa}$$

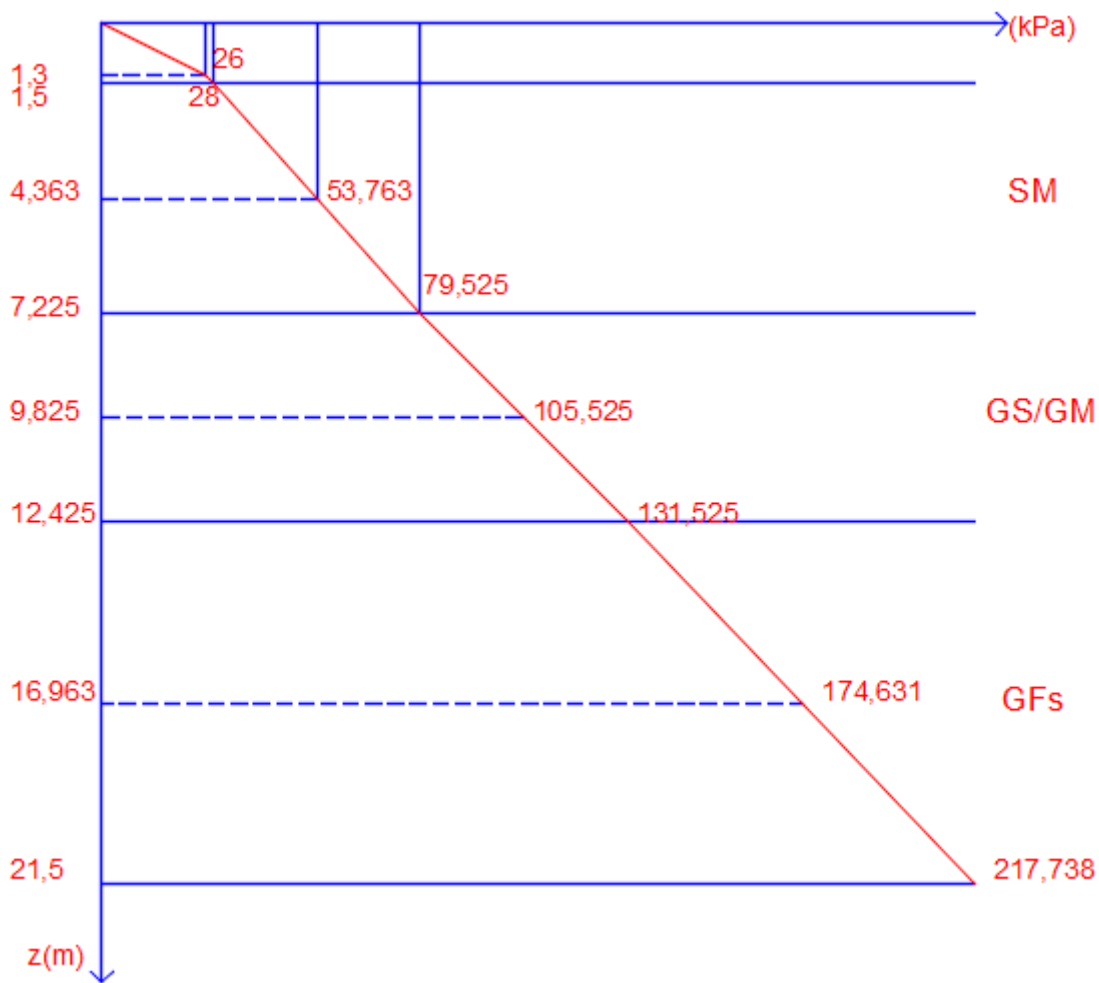
$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 = 131,525 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3-4,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + \frac{4,075}{2} \times 9,5 = 150,881 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 4,075 \times 9,5 = 170,238 \text{ kPa}$$

4.3. Vertikalno efektivno naprezanje L = 20 m



Slika 7: Prikaz pripadajućeg dijagrama vertikalnog efektivnog naprezanja za L = 20 m

$$\sigma'_{1,v0} = 1,3 \times 20 = 26 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1-1,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 = 28 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 = 79,525 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 = 131,525 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3-4,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + \frac{9,075}{2} \times 9,5 = 174,631 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 9,075 \times 9,5 = 217,738 \text{ kPa}$$

5. Proračunska nosivost

Proračunska nosivost bušenih pilota u smjeru osi za promjer $d = 100$ cm i za dužine 10, 15, 20 metara.

5.1. Proračunska nosivost $L = 10$ m

a) Granična nosivost na bazi pilota u smjeru osi. Proračun je vršen prema HRN EN 1997-1:2012.

→GRANIČNA NOSIVOST NA BAZI PILOTA:

Jedinična otpornost na dubini osnovice pilota u krupnozrnatom tlu:

$$q_b = \alpha_T \times B_K \times \sigma'_{VO} + \sigma'_{VO}$$

α_T → koeficijent vitkosti (Tablica 2)

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

L duljina pilota
 d promjer pilota

Tablica 2: Vrijednost koeficijenta vitkosti α_T u ovisnosti o omjeru L/d i o veličini kuta unutarnjeg trenja tla na dubini osnovice pilota

$$\bullet \quad \alpha_T \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{L}{d} = \frac{10}{1} = 10 \\ \varphi' = 34^\circ \end{array} \right\} \alpha_T = 0,73$$

$$\bullet \quad B_K = 0,74 \times e^{6,58 \times \text{tg} \varphi'}$$

$$B_K = 36,24$$

- $\sigma'_{v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 4,275 \times 10$
 $\sigma'_{v0} = 122,275 \text{ kPa}$

$$\rightarrow q_b = 0,73 \times 36,24 \times 122,275 + 122,275 = 3357,08 \text{ kPa}$$

$$R_b = q_b \times A_b$$

- $A_b = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{1^2 \times \pi}{4}$

$$\rightarrow R_b = 3357,08 \times \frac{1^2 \times \pi}{4} = 2636,65 \text{ kN}$$

Granična nosivost trenjem po plaštu:

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 7 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{7}{15} = 0,47$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,47 \times (1,5 - 0,25 \times (4,363)^{0,5}) = 0,46$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,46 \times 53,763 = 24,73 \text{ kPa}$$

SLOJ GS/GM

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \bar{\beta} \quad \text{za } 0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8 \\ \beta = 0,25 \quad \text{za } \bar{\beta} < 0,25 \\ \beta = 1,8 \quad \text{za } \bar{\beta} > 1,8 \end{array} \right\} \bar{\beta} = 2 - 0,15(y(m))^{0,75}$$

$$\bar{\beta} = 2 - 0,15 \times (9,363)^{0,75} = 1,20$$

$$0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8$$

$$0,25 \leq 1,20 \leq 1,8 \rightarrow \beta = \bar{\beta}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{4,275}{2} \times 10 = 100,9 \text{ kPa}$$

$$q_s = 1,20 \times (100,9) = 121,08 \text{ kPa}$$

$$\rightarrow R_s = 0 \times \sum_i (q_s \times L_i)$$

$$R_s = 1 \times \pi \times (24,73 \times 5,727 + 121,08 \times 4,275)$$

$$R_s = 2071,08 \text{ kN}$$

Granična nosivost pilota u vertikalnom smjeru

$$\text{Težina pilota: } W = r^2 \times \pi \times h \times \gamma_{bet} \quad (\gamma_{bet} = 25)$$

$$W = 0,5^2 \times \pi \times 10 \times 25$$

$$W = 136,35 \text{ kN}$$

Granična nosivost:

$$P + Q = R_b + R_s - W$$

$$P + Q = 2636,65 + 2071,08 - 136,35$$

$$P + Q = 4571,38 \text{ kN}$$

b) Proračunska nosivost prema EN 1997-1:2004, proračunski pristup 2 (PP2): A1 + M1 + R2

- Parcijalni faktori za granična stanja GEO
 - Parcijalni faktori djelovanja
 - trajna nepovoljna djelovanja (A1): $\gamma_{G;sup} = 1,35$
 - promjenjiva nepovoljna djelovanja (A1): $\gamma_Q = 1,5$
 - trajna povoljna djelovanja (A1): $\gamma_{G;inf} = 1,00$
 - Parcijalni faktori svojstva materijala
 - tangens kuta unutarnjeg trenja (M1): $\gamma_{\varphi'} = 1,00$
 - efektivna kohezija (M1): $\gamma_c = 1,00$
 - nedrenirana posmična čvrstoća (M1): $\gamma_{cu} = 1,00$
 - Parcijalni faktori otpora
 - bušeni pilot, otpornost osnovica (R2): $\gamma_b = 1,20$
 - bušeni pilot, otpornost plašt (tlačni pilot) (R2): $\gamma_s = 1,20$
 - bušeni pilot, otpornost plašt (vlačni pilot) (R2): $\gamma_{s,t} = 1,20$

PRORAČUNSKI PARAMETRI:

$$c_{ud} = \frac{c_{uk}}{\gamma_c} = \frac{0}{1} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_d = \arctg\left(\frac{tg\varphi}{\gamma_{\varphi'}}\right) = \arctg\left(\frac{tg34^\circ}{1}\right) = 34^\circ$$

Proračunska nosivost na bazi pilota:

Efektivna otpornost na dubini osnovice pilota u krupnozrnatom tlu:

$$q_b = \alpha_T \times B_K \times \sigma'_{VO} + \sigma'_{VO}$$

$\alpha_T \rightarrow$ koeficijent vitkosti (Tablica 2); (HRN EN 1997-1:2012)

$$\bullet \quad \alpha_T \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{L}{d} = \frac{10}{1} = 10 \\ \varphi' = 34^\circ \end{array} \right\} \alpha_T = 0,73$$

$$\bullet \quad B_K = 0,74 \times e^{6,58 \times tg\varphi'}$$

$$B_K = 36,24$$

- $\sigma'_{v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 4,275 \times 10$
 $\sigma'_{v0} = 122,275 \text{ kPa}$

$$\rightarrow q_B = 0,73 \times 36,24 \times 122,275 + 122,275 = 3357,08 \text{ kPa}$$

$$R_b = q_b \times A_b$$

- $A_b = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{1^2 \times \pi}{4}$

$$\rightarrow R_b = 3357,08 \times \frac{1^2 \times \pi}{4} = 2636,65 \text{ kN}$$

$$R_{b;d} = \frac{R_{bk}}{1,5 \times \gamma_b} = \frac{2636,65}{1,5 \times 1,2} = 1464,81 \text{ kN}$$

Gdje je:

- 1,5 – koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora γ_b i γ_s (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- γ_b – parcijalni koeficijent za otpornost bušenih pilota prema Tablici 3. (HRN EN 1997-1:2012)

Otpornost	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	γ_b	– ^a	1,2	1,0	– ^a
Plasť (tlačni piloti)	γ_s	– ^a	1,2	1,0	– ^a
Ukupna/kombinirana (tlačni piloti)	γ_t	– ^a	1,2	1,0	– ^a
Plasť (vlačni piloti)	γ_{st}	– ^a	1,2	1,0	– ^a

^a R1 i R4 nisu primjenjivi u Republici Hrvatskoj jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3.

Tablica 3: Parcijalni koeficijenti za otpornost bušenih pilota

Proračunska nosivost trenjem po plaštu:

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 7 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{7}{15} = 0,47$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,47 \times (1,5 - 0,25 \times (4,363)^{0,5}) = 0,46$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,46 \times 53,763 = 24,73 \text{ kPa}$$

SLOJ GS/GM

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \bar{\beta} \quad \text{za } 0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8 \\ \beta = 0,25 \quad \text{za } \bar{\beta} < 0,25 \\ \beta = 1,8 \quad \text{za } \bar{\beta} > 1,8 \end{array} \right\} \bar{\beta} = 2 - 0,15(y(m))^{0,75}$$

$$\bar{\beta} = 2 - 0,15 \times (9,363)^{0,75} = 1,20$$

$$0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8$$

$$0,25 \leq 1,20 \leq 1,8 \rightarrow \beta = \bar{\beta}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{4,275}{2} \times 10 = 100,9 \text{ kPa}$$

$$q_s = 1,20 \times (100,9) = 121,08 \text{ kPa}$$

$$\rightarrow R_{s;k} = 0 \times \sum_i (q_s \times L_i)$$

$$R_{s;k} = 1 \times \pi \times (24,73 \times 5,727 + 121,08 \times 4,275)$$

$$R_{s;k} = 2071,08 \text{ kN}$$

$$R_{s;d} = \frac{R_{s;k}}{1,5 \times \gamma_s} = \frac{2071,08}{1,5 \times 1,2} = 1150,6 \text{ kN}$$

Gdje je:

- 1,5 –koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora γ_b i γ_s (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- γ_b – parcijalni koeficijent za otpornost bušenih pilota prema Tablici 3 (HRN EN 1997-1:2012)

Provjera nosivosti pilota u vertikalnom smjeru:

$$E_d \leq R_d$$

$$(P + W) \times \gamma_{G,sup} + Q \times \gamma_Q \leq R_{b;d} + R_{s;d}$$

$$(P + 136,35) \times 1,35 + Q \times 1,5 \leq 1464,81 + 1150,6$$

$$1,35 \times P + 1,5 \times Q \leq 2431,34$$

5.2. Proračunska nosivost $L = 15$ m

a) Granična nosivost na bazi pilota u smjeru osi. Proračun je vršen prema HRN EN 1997-1:2012.

→GRANIČNA NOSIVOST NA BAZI PILOTA:

Jedinična otpornost na dubini osnovice pilota u krupnozrnatom tlu:

$$q_b = \alpha_T \times B_K \times \sigma'_{v0} + \sigma'_{v0}$$

α_T → koeficijent vitkosti (Tablici 2)

$$\bullet \quad \alpha_T \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{L}{d} = \frac{10}{1} = 10 \\ \varphi' = 32^\circ \end{array} \right\} \alpha_T = 0,645$$

$$\bullet \quad B_K = 0,74 \times e^{6,58 \times tg \varphi'}$$

$$B_K = 27,56$$

$$\bullet \quad \begin{array}{l} \sigma'_{v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 4,075 \times 9,5 \\ \sigma'_{v0} = 170,238 \text{ kPa} \end{array}$$

$$\rightarrow q_B = 0,645 \times 27,56 \times 170,238 + 170,238 = 3196,42 \text{ kPa}$$

$$R_b = q_b \times A_b$$

$$\bullet \quad A_b = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{1^2 \times \pi}{4}$$

$$\rightarrow R_b = 3196,42 \times \frac{1^2 \times \pi}{4} = 2510,46 \text{ kN}$$

Granična nosivost trenjem po plaštu:

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 7 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{7}{15} = 0,47$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,47 \times (1,5 - 0,25 \times (4,363)^{0,5}) = 0,46$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,46 \times 53,763 = 24,73 \text{ kPa}$$

SLOJ GS/GM

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \bar{\beta} \quad \text{za } 0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8 \\ \beta = 0,25 \quad \text{za } \bar{\beta} < 0,25 \\ \beta = 1,8 \quad \text{za } \bar{\beta} > 1,8 \end{array} \right\} \bar{\beta} = 2 - 0,15(y(m))^{0,75}$$

$$\bar{\beta} = 2 - 0,15 \times (9,825)^{0,75} = 1,17$$

$$0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8$$

$$0,25 \leq 1,17 \leq 1,8 \rightarrow \beta = \bar{\beta}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

$$q_s = 1,17 \times (105,525) = 123,46 \text{ kPa}$$

SLOJ GFs

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 11 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{11}{15} = 0,73$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,73 \times (1,5 - 0,25 \times (14,463)^{0,5}) = 0,4$$

$$\sigma'_{3-4,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + \frac{4,075}{2} \times 9,5 = 150,881 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,4 \times 150,881 = 60,35 \text{ kPa}$$

$$\rightarrow R_s = 0 \times \sum_i (q_s \times L_i)$$

$$R_s = 1 \times \pi \times (24,73 \times 5,727 + 123,46 \times 5,2 + 60,355 \times 4,075)$$

$$R_s = 3234,48 \text{ kN}$$

Granična nosivost pilota u vertikalno smjeru

Težina pilota: $W = r^2 \times \pi \times h \times \gamma_{bet} \quad (\gamma_{bet} = 25)$

$$W = 0,5^2 \times \pi \times 15 \times 25$$

$$W = 294,52 \text{ kN}$$

Granična nosivost:

$$P + Q = R_b + R_s - W$$

$$P + Q = 2510,46 + 3234,48 - 294,52$$

$$P + Q = 5450,42 \text{ kN}$$

b) Proračunska nosivost prema EN 1997-1:2004, proračunski pristup 2 (PP2): A1 + M1 + R2

- Parcijalni faktori za granična stanja GEO
 - Parcijalni faktori djelovanja
 - trajna nepovoljna djelovanja (A1): $\gamma_{G;sup} = 1,35$
 - promjenjiva nepovoljna djelovanja (A1): $\gamma_Q = 1,5$
 - trajna povoljna djelovanja (A1): $\gamma_{G;inf} = 1,00$
 - Parcijalni faktori svojstva materijala
 - tangens kuta unutarnjeg trenja (M1): $\gamma_{\varphi} = 1,00$
 - efektivna kohezija (M1): $\gamma_c = 1,00$
 - nedrenirana posmična čvrstoća (M1): $\gamma_{cu} = 1,00$
- Parcijalni faktori otpora
 - bušeni pilot, otpornost osnovica (R2): $\gamma_b = 1,20$
 - bušeni pilot, otpornost plašt (tlačni pilot) (R2): $\gamma_s = 1,20$
 - bušeni pilot, otpornost plašt (vlačni pilot) (R2): $\gamma_{s,t} = 1,20$

PRORAČUNSKI PARAMETRI:

$$c_{ud} = \frac{c_{uk}}{\gamma_c} = \frac{0}{1} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_d = \arctg\left(\frac{tg\varphi}{\gamma_{\varphi}}\right) = \arctg\left(\frac{tg32^{\circ}}{1}\right) = 32^{\circ}$$

Proračunska nosivost na bazi pilota:

$$q_b = \alpha_T \times B_K \times \sigma'_{VO} + \sigma'_{VO}$$

$\alpha_T \rightarrow$ koeficijent vitkosti (Tablici 2)

$$\bullet \quad \alpha_T \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{L}{d} = \frac{10}{1} = 10 \\ \varphi' = 32^{\circ} \end{array} \right\} \alpha_T = 0,645$$

$$\bullet \quad B_K = 0,74 \times e^{6,58 \times tg\varphi'}$$

$$B_K = 27,56$$

- $\sigma'_{v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 4,075 \times 9,5$
 $\sigma'_{v0} = 170,238 \text{ kPa}$

$$\rightarrow q_B = 0,645 \times 27,56 \times 170,238 + 170,238 = 3196,42 \text{ kPa}$$

$$R_b = q_b \times A_b$$

- $A_b = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{1^2 \times \pi}{4}$

$$\rightarrow R_b = 3196,42 \times \frac{1^2 \times \pi}{4} = 2510,46 \text{ kN}$$

$$R_{b;d} = \frac{R_{bk}}{1,5 \times \gamma_b} = \frac{2510,46}{1,5 \times 1,2} = 1394,7 \text{ kN}$$

Gdje je:

- 1,5 –koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora γ_b i γ_s (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- γ_b – parcijalni koeficijent za otpornost bušenih pilota prema Tablici 3. (HRN EN 1997-1:2012)

Proračunska nosivost trenjem po plaštu:

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 7 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{7}{15} = 0,47$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,47 \times (1,5 - 0,25 \times (4,363)^{0,5}) = 0,46$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,46 \times 53,763 = 24,73 \text{ kPa}$$

SLOJ GS/GM

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \bar{\beta} \quad \text{za } 0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8 \\ \beta = 0,25 \quad \text{za } \bar{\beta} < 0,25 \\ \beta = 1,8 \quad \text{za } \bar{\beta} > 1,8 \end{array} \right\} \bar{\beta} = 2 - 0,15(y(m))^{0,75}$$

$$\bar{\beta} = 2 - 0,15 \times (9,825)^{0,75} = 1,17$$

$$0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8$$

$$0,25 \leq 1,17 \leq 1,8 \rightarrow \beta = \bar{\beta}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

$$q_s = 1,17 \times (105,525) = 123,46 \text{ kPa}$$

SLOJ GFs

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 11 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{11}{15} = 0,73$$

$$\beta = \max(0,25; \bar{N}(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,73 \times (1,5 - 0,25 \times (14,463)^{0,5}) = 0,4$$

$$\sigma'_{3-4,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + \frac{4,075}{2} \times 9,5 = 150,881 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,4 \times 150,881 = 60,35 \text{ kPa}$$

$$\rightarrow R_{s;k} = 0 \times \sum_i (q_s \times L_i)$$

$$R_{s;k} = 1 \times \pi \times (24,73 \times 5,727 + 123,46 \times 5,2 + 60,355 \times 4,075)$$

$$R_{s;k} = 3234,48 \text{ kN}$$

$$R_{s;d} = \frac{R_{s;k}}{1,5 \times \gamma_s} = \frac{3234,48}{1,5 \times 1,2} = 1796,93 \text{ kN}$$

Gdje je:

- 1,5 – koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora γ_b i γ_s (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- γ_b – parcijalni koeficijent za otpornost bušenih pilota prema Tablici 3. (HRN EN 1997-1:2012)

Provjera nosivosti pilota u vertikalnom smjeru:

$$E_d \leq R_d$$

$$(P + W) \times \gamma_{G,sup} + Q \times \gamma_Q \leq R_{b;d} + R_{s;d}$$

$$(P + 294,52) \times 1,35 + Q \times 1,5 \leq 1394,7 + 1796,93$$

$$1,35 \times P + 1,5 \times Q \leq 2794,03$$

5.3. Proračunska nosivost $L = 20$ m

a) Granična nosivost na bazi pilota u smjeru osi. Proračun je vršen prema HRN EN 1997-1:2012.

→GRANIČNA NOSIVOST NA BAZI PILOTA:

Jedinična otpornost na dubini osnovice pilota u krupnozrnatom tlu:

$$q_b = \alpha_T \times B_K \times \sigma'_{v0} + \sigma'_{v0}$$

α_T → koeficijent vitkosti (Tablici 2)

$$\bullet \quad \alpha_T \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{L}{d} = \frac{10}{1} = 10 \\ \varphi' = 32^\circ \end{array} \right\} \alpha_T = 0,645$$

$$\bullet \quad B_K = 0,74 \times e^{6,58 \times tg \varphi'}$$

$$B_K = 27,56$$

$$\bullet \quad \begin{array}{l} \sigma'_{v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 9,075 \times 9,5 \\ \sigma'_{v0} = 217,738 \text{ kPa} \end{array}$$

$$\rightarrow q_B = 0,645 \times 27,56 \times 217,738 + 217,738 = 4088,29 \text{ kPa}$$

$$R_b = q_b \times A_b$$

$$\bullet \quad A_b = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{1^2 \times \pi}{4}$$

$$\rightarrow R_b = 4088,29 \times \frac{1^2 \times \pi}{4} = 3210,94 \text{ kN}$$

Granična nosivost trenjem po plaštu:

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 7 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{7}{15} = 0,47$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,47 \times (1,5 - 0,25 \times (4,363)^{0,5}) = 0,46$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,46 \times 53,763 = 24,73 \text{ kPa}$$

SLOJ GS/GM

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \bar{\beta} \quad \text{za } 0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8 \\ \beta = 0,25 \quad \text{za } \bar{\beta} < 0,25 \\ \beta = 1,8 \quad \text{za } \bar{\beta} > 1,8 \end{array} \right\} \bar{\beta} = 2 - 0,15(y(m))^{0,75}$$

$$\bar{\beta} = 2 - 0,15 \times (9,825)^{0,75} = 1,17$$

$$0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8$$

$$0,25 \leq 1,17 \leq 1,8 \rightarrow \beta = \bar{\beta}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

$$q_s = 1,17 \times (105,525) = 123,46 \text{ kPa}$$

SLOJ GFs

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 12 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{12}{15} = 0,8$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,8 \times (1,5 - 0,25 \times (16,963)^{0,5}) = 0,38$$

$$\sigma'_{3-4, v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + \frac{9,075}{2} \times 9,5 = 174,631 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,38 \times 174,631 = 66,36 \text{ kPa}$$

$$\rightarrow R_s = 0 \times \sum_i (q_s \times L_i)$$

$$R_s = 1 \times \pi \times (24,73 \times 5,727 + 123,46 \times 5,2 + 66,36 \times 9,075)$$

$$R_s = 4353,74 \text{ kN}$$

Granična nosivost pilota u vertikalno smjeru

$$\text{Težina pilota: } W = r^2 \times \pi \times h \times \gamma_{bet} \quad (\gamma_{bet} = 25)$$

$$W = 0,5^2 \times \pi \times 20 \times 25$$

$$W = 392,70 \text{ kN}$$

Granična nosivost:

$$P + Q = R_b + R_s - W$$

$$P + Q = 3210,94 + 4353,74 - 392,70$$

$$P + Q = 7171,98 \text{ kN}$$

b) Proračunska nosivost prema EN 1997-1:2004, proračunski pristup 2 (PP2): A1 + M1 + R2

- Parcijalni faktori za granična stanja GEO
 - Parcijalni faktori djelovanja
 - trajna nepovoljna djelovanja (A1): $\gamma_{G;sup} = 1,35$
 - promjenjiva nepovoljna djelovanja (A1): $\gamma_Q = 1,5$
 - trajna povoljna djelovanja (A1): $\gamma_{G;inf} = 1,00$
 - Parcijalni faktori svojstva materijala
 - tangens kuta unutarnjeg trenja (M1): $\gamma_{\varphi} = 1,00$
 - efektivna kohezija (M1): $\gamma_c = 1,00$
 - nedrenirana posmična čvrstoća (M1): $\gamma_{cu} = 1,00$
 - Parcijalni faktori otpora
 - bušeni pilot, otpornost osnovica (R2): $\gamma_b = 1,20$
 - bušeni pilot, otpornost plašt (tlačni pilot) (R2): $\gamma_s = 1,20$
 - bušeni pilot, otpornost plašt (vlačni pilot) (R2): $\gamma_{s,t} = 1,20$

PRORAČUNSKI PARAMETRI:

$$c_{ud} = \frac{c_{uk}}{\gamma_c} = \frac{0}{1} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_d = \arctg\left(\frac{tg\varphi}{\gamma_{\varphi}}\right) = \arctg\left(\frac{tg32^{\circ}}{1}\right) = 32^{\circ}$$

Proračunska nosivost na bazi pilota:

$$q_b = \alpha_T \times B_K \times \sigma'_{VO} + \sigma'_{VO}$$

$\alpha_T \rightarrow$ koeficijent vitkosti (Tablica 2)

$$\bullet \quad \alpha_T \rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{L}{d} = \frac{10}{1} = 10 \\ \varphi' = 32^{\circ} \end{array} \right\} \alpha_T = 0,645$$

$$\bullet \quad B_K = 0,74 \times e^{6,58 \times tg\varphi'}$$

$$B_K = 27,56$$

- $\sigma'_{v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 9,075 \times 9,5$
 $\sigma'_{v0} = 217,738 \text{ kPa}$

$$\rightarrow q_B = 0,645 \times 27,56 \times 217,738 + 217,738 = 4088,29 \text{ kPa}$$

$$R_b = q_b \times A_b$$

- $A_b = \frac{d^2 \times \pi}{4} = \frac{1^2 \times \pi}{4}$

$$\rightarrow R_b = 4088,29 \times \frac{1^2 \times \pi}{4} = 3210,94 \text{ kN}$$

$$R_{b;d} = \frac{R_{bk}}{1,5 \times \gamma_b} = \frac{3210,94}{1,5 \times 1,2} = 1783,86 \text{ kN}$$

Gdje je:

- 1,5 – koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora γ_b i γ_s (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- γ_b – parcijalni koeficijent za otpornost bušenih pilota prema Tablici 3. (HRN EN 1997-1:2012)

Proračunska nosivost trenjem po plaštu:

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 7 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{7}{15} = 0,47$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,47 \times (1,5 - 0,25 \times (4,363)^{0,5}) = 0,46$$

$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,46 \times 53,763 = 24,73 \text{ kPa}$$

SLOJ GS/GM

$$\left. \begin{array}{l} \beta = \bar{\beta} \quad \text{za } 0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8 \\ \beta = 0,25 \quad \text{za } \bar{\beta} < 0,25 \\ \beta = 1,8 \quad \text{za } \bar{\beta} > 1,8 \end{array} \right\} \bar{\beta} = 2 - 0,15(y(m))^{0,75}$$

$$\bar{\beta} = 2 - 0,15 \times (9,825)^{0,75} = 1,17$$

$$0,25 \leq \bar{\beta} \leq 1,8$$

$$0,25 \leq 1,17 \leq 1,8 \rightarrow \beta = \bar{\beta}$$

$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

$$q_s = 1,17 \times (105,525) = 123,46 \text{ kPa}$$

SLOJ GFs

$$q_s = \beta \times \sigma'_{v0}$$

$$\text{Za } N_{60} = 12 < 15 \rightarrow \bar{N} = \frac{12}{15} = 0,8$$

$$\beta = \max(0,25; N(1,5 - 0,25(y(m))^{0,5}))$$

$$\beta = 0,8 \times (1,5 - 0,25 \times (16,963)^{0,5}) = 0,38$$

$$\sigma'_{3-4,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + \frac{9,075}{2} \times 9,5 = 174,631 \text{ kPa}$$

$$q_s = 0,38 \times 174,631 = 66,36 \text{ kPa}$$

$$\rightarrow R_{s;k} = 0 \times \sum_i (q_s \times L_i)$$

$$R_{s;k} = 1 \times \pi \times (24,73 \times 5,727 + 123,46 \times 5,2 + 66,36 \times 9,075)$$

$$R_{s;k} = 4353,74 \text{ kN}$$

$$R_{s;d} = \frac{R_{s;k}}{1,5 \times \gamma_s} = \frac{4353,74}{1,5 \times 1,2} = 2418,74 \text{ kN}$$

Gdje je:

- 1,5 –koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora γ_b i γ_s (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- γ_b – parcijalni koeficijent za otpornost bušenih pilota prema Tablici 3 (HRN EN 1997-1:2012)

Provjera nosivosti pilota u vertikalnom smjeru:

$$E_d \leq R_d$$

$$(P + W) \times \gamma_{G,sup} + Q \times \gamma_Q \leq R_{b;d} + R_{s;d}$$

$$(P + 392,70) \times 1,35 + Q \times 1,5 \leq 1783,86 + 2418,74$$

$$1,35 \times P + 1,5 \times Q \leq 3672,455$$

6. Nosivost pilota u grupi

Nosivost pojedinog pilota u grupi se reducira koeficijentom:

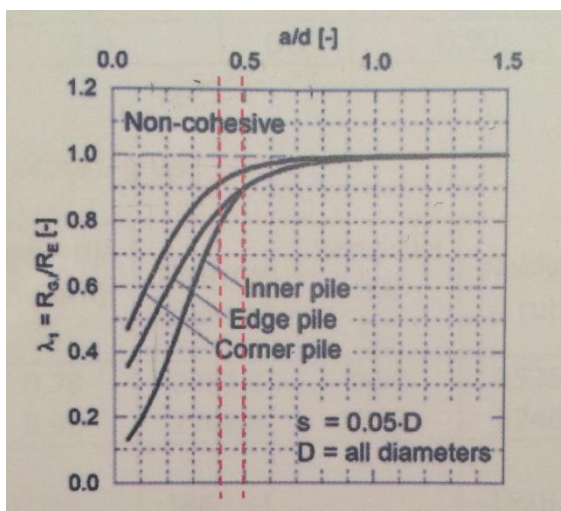
$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3$$

λ_1 → koeficijent koji ovisi o vrsti tla, razmaku pilota, dužini pilota i očekivanom slijeganju

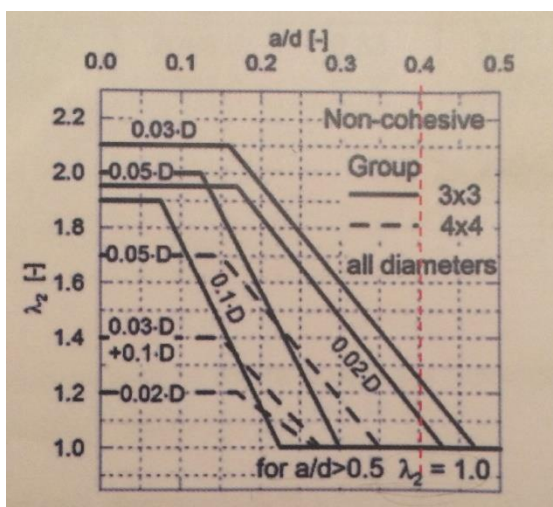
λ_2 → koeficijent ovisan o veličini grupe pilota (za grupu pilota s više od 5 pilota u jednom smjeru $\lambda_2 = 1$)

λ_3 → koeficijent ovisan o tipu pilota (za bušene pilote $\lambda_3 = 1,0$)

Koeficijenti se određuju iz dijagrama:



Slika 8: Koeficijent λ_1 za nekoherentno tlo i red veličine očekivanog slijeganja $0,05D=5\text{cm}$ za pilote promjer $1,0\text{m}$ (prognozirano slijeganje iznosi $4,7\text{cm}$)



Slika 9: Koeficijent λ_2 za nekoherentno tlo

6.1. Nosivost pilota u grupi za L = 10 m

Nosivost pojedinog pilota u grupi za L=10m:

$$\lambda_3 = 1,0$$

$$d = 1m$$

$$\lambda_2 = 1 \text{ (očitano sa Slike 9)}$$

DILATACIJA	RAZMAK a (m) (najmanji)	DUBINA NOSIVOG DIJELA d(m)	$\frac{a}{d}$	OČITANO		
				λ_1 UNUTARNJI	λ_1 RUB	λ_1 KUT
KC1	3,0	10,0	0,3	0,6	0,72	0,85
KC2	4,0	10,0	0,4	0,78	0,83	0,92

Tablica 4: Prikaz koeficijenata

Za a=3,0m

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,6 \times 1 \times 1 = 0,6 \quad \rightarrow \text{za unutrašnje pilote}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,72 \times 1 \times 1 = 0,72 \quad \rightarrow \text{za pilote na rubu}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,85 \times 1 \times 1 = 0,85 \quad \rightarrow \text{za pilote na kutovima grupe}$$

Za a=4,0m

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,78 \times 1 \times 1 = 0,78 \quad \rightarrow \text{za unutrašnje pilote}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,83 \times 1 \times 1 = 0,83 \quad \rightarrow \text{za pilote na rubu}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,92 \times 1 \times 1 = 0,92 \quad \rightarrow \text{za pilote na kutovima grupe}$$

	Bez redukcije	Redukcija unutarnji $G_{r,i}$	Nosivost unutarnji	Redukcija rub $G_{r,i}$	Nosivost rub	Redukcija kut $G_{r,i}$	Nosivost kut
Nosivost	2431,34	0,6	1458,80	0,72	1750,56	0,85	2066,64
		0,78	1896,45	0,83	2018,01	0,92	2236,83

Tablica 5: Provjera nosivosti pojedinog pilota u grupi

6.2. Nosivost pilota u grupi za L = 15 m

Nosivost pojedinog pilota u grupi za L=15m:

$$\lambda_3 = 1,0$$

$$d = 1m$$

$$\lambda_2 = 1 \text{ (očitano sa Slike 9)}$$

DILATACIJA	RAZMAK a (m) (najmanji)	DUBINA NOSIVOG DIJELA d(m)	$\frac{a}{d}$	OČITANO		
				λ_1 UNUTARNJI	λ_1 RUB	λ_1 KUT
KC1	3,0	15,0	0,2	0,4	0,6	0,73
KC2	4,0	15,0	0,27	0,6	0,73	0,83

Tablica 6: Prikaz koeficijenta

Za a=3,0m

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,4 \times 1 \times 1 = 0,4 \quad \rightarrow \text{za unutrašnje pilote}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,6 \times 1 \times 1 = 0,6 \quad \rightarrow \text{za pilote na rubu}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,73 \times 1 \times 1 = 0,73 \quad \rightarrow \text{za pilote na kutovima grupe}$$

Za a=4,0m

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,6 \times 1 \times 1 = 0,6 \quad \rightarrow \text{za unutrašnje pilote}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,73 \times 1 \times 1 = 0,73 \quad \rightarrow \text{za pilote na rubu}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,83 \times 1 \times 1 = 0,83 \quad \rightarrow \text{za pilote na kutovima grupe}$$

	Bez redukcije	Redukcija unutarnji $G_{r,i}$	Nosivost unutarnji	Redukcija rub $G_{r,i}$	Nosivost rub	Redukcija kut $G_{r,i}$	Nosivost kut
Nosivost	2794,03	0,4	1117,61	0,6	1676,42	0,73	2039,64
		0,6	1676,42	0,73	2039,64	0,83	2319,04

Tablica 7: Provjera nosivosti pojedinog pilota u grupi

6.3. Nosivost pilota u grupi za L = 20 m

Nosivost pojedinog pilota u grupi za L=20m:

$$\lambda_3 = 1,0$$

$$d = 1m$$

$$\lambda_2 = 1 \text{ (očitano sa Slike 9)}$$

DILATACIJA	RAZMAK a (m) (najmanji)	DUBINA NOSIVOG DIJELA d(m)	$\frac{a}{d}$	OČITANO		
				λ_1 UNUTARNJI	λ_1 RUB	λ_1 KUT
KC1	3,0	20,0	0,15	0,29	0,51	0,65
KC2	4,0	20,0	0,2	0,4	0,6	0,73

Tablica 8: Prikaz koeficijenta

Za a=3,0m

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,29 \times 1 \times 1 = 0,29 \quad \rightarrow \text{za unutrašnje pilote}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,51 \times 1 \times 1 = 0,51 \quad \rightarrow \text{za pilote na rubu}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,65 \times 1 \times 1 = 0,65 \quad \rightarrow \text{za pilote na kutovima grupe}$$

Za a=4,0m

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,4 \times 1 \times 1 = 0,4 \quad \rightarrow \text{za unutrašnje pilote}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,6 \times 1 \times 1 = 0,6 \quad \rightarrow \text{za pilote na rubu}$$

$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 = 0,73 \times 1 \times 1 = 0,73 \quad \rightarrow \text{za pilote na kutovima grupe}$$

	Bez redukcije	Redukcija unutarnji $G_{r,i}$	Nosivost unutarnji	Redukcija rub $G_{r,i}$	Nosivost rub	Redukcija kut $G_{r,i}$	Nosivost kut
Nosivost	3672,455	0,29	1065,01	0,51	1872,95	0,65	2387,10
		0,4	1468,98	0,6	2203,47	0,73	2680,89

Tablica 9: Provjera nosivosti pojedinog pilota u grupi

7. Zaključak:

U ovom radu određena je proračunska nosivost bušenih pilota u smjeru osi, za promjer od 100 cm i to za dužine od 10, 15 i 20 m (mjereno od sadašnje površine tla).

Na osnovu izvedenih SPT ispitivanja izmjereni broj udaraca N korigiran je prema referentnom koeficijentu od 60% zbog različitog gubitka energije prilikom izvođenja testa.

Tlo je podijeljeno u odgovarajuće slojeve s pripadajućim parametrima. Na osnovu provedenog određena je proračunska nosivost bušenih pilota. Također, određena je i nosivost pojedinog pilota i grupe pilota. Provjera grupe pilota rađena je s razmacima od 3 i 4 metra.

Predmetnim zadatkom nije zadano stvarno opterećenje pilota od objekta te nije izvršen proračun prognozirane veličine slijeganja (granično stanje uporabljivosti).

	L=10m	L=15m	L=20m
Granična nosivost na bazi pilota $R_b [kN]$	2636,65	2510,46	3210,94
Granična nosivost trenjem po plaštu $R_s [kN]$	2071,08	3234,48	4353,74
Težina pilota $W [kN]$	136,35	294,52	392,70
Granična nosivost $P + Q [kN]$	4571,38	5450,42	7171,98
Proračunska nosivost na bazi pilota $R_{b,d}$	1464,81	1394,7	1783,86
Proračunska nosivost trenjem po plaštu $R_{s,d}$	1150,6	1796,93	2418,74
Proračunska nosivost $1,35 \times P + 1,5 \times Q$ $[kN]$	2431,34	2794,03	3672,455

Nosivost pilota u grupi:	$a = 3m$	$a = 4m$	$a = 3m$	$a = 4m$	$a = 3m$	$a = 4m$
Nosivost unutarnji	1458,80	1896,45	1117,61	1676,42	1065,01	1468,98
Nosivost rub	1750,56	2018,01	1676,42	2039,64	1872,95	2203,47
Nosivost kut	2066,64	2236,83	2039,64	2319,04	2387,10	2680,89

Tablica 10: Prikaz dobivenih rezultata

8. Literatura

- [1] Nataša Štambuk Cvitanović, "Nastavni materijali-Mehanika tla i temeljenje"
- [2] Predrag Mišćević, "Nastavni materijali-Geotehničko inženjerstvo"
- [3] Predrag Kvasnička, Dubravko Domitrović, "MEHANIKA TLA–Interna skripta "
(http://rgn.hr/~pkvasnic/MehanikaTla_2007.pdf) (30.5.2017.)
- [4] "Recommendations on Piling (EA-Pfähle)", Edited by German Geotechnical Society (Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.), 2014 Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Rotherstr. 21, 10245 Berlin, Germany

9. Prilozi

9.1. Situacija

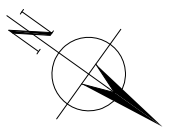
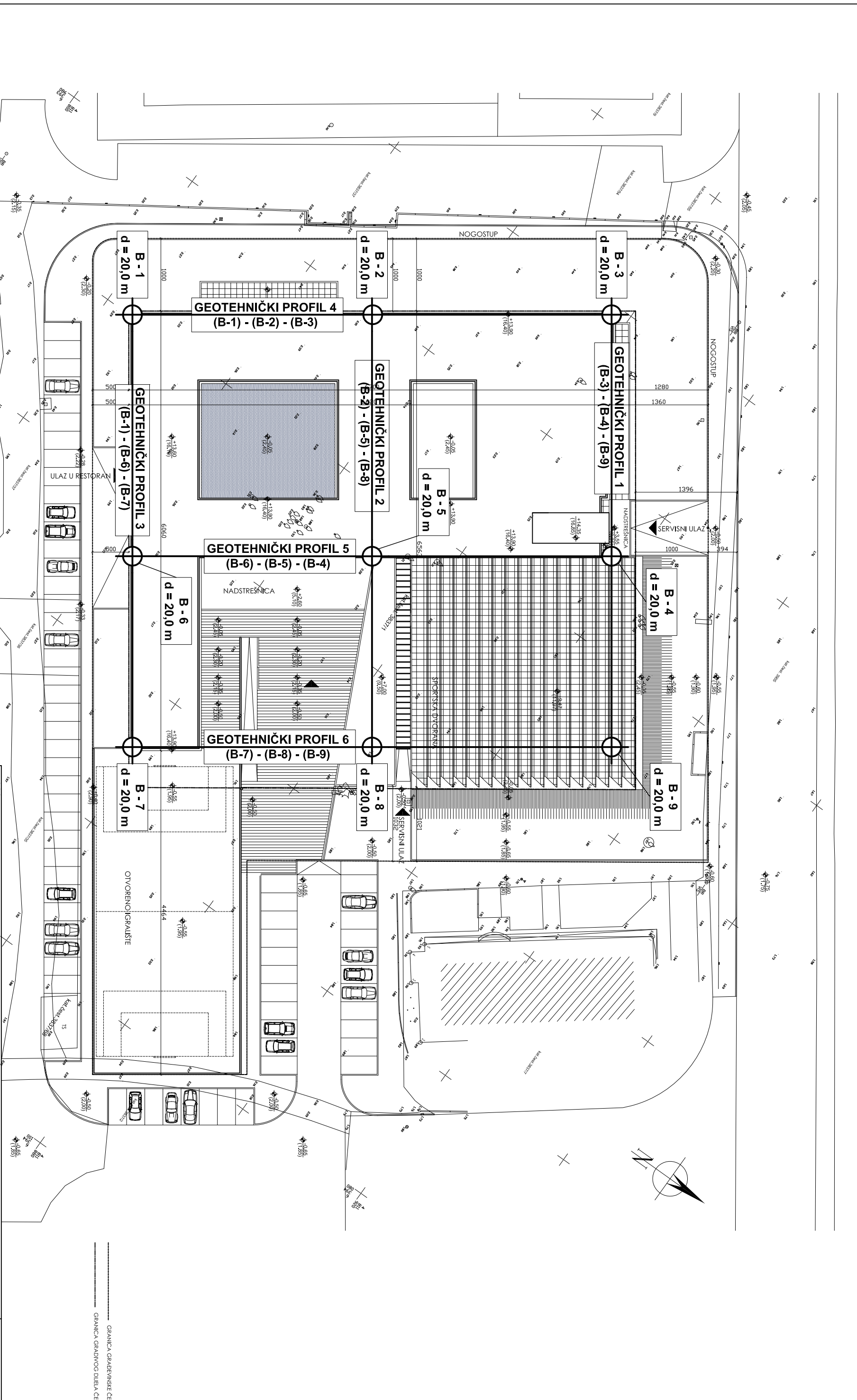
9.2. Poprečni presjek

9.3. Situacija objekta lokacijama bušotina i geodetska podloga

9.4. Sondažni profil tla


9.5. Geotehnički profil tla

9.6. Granulometrijski dijagram



GEOtehnički izvještaj

M 1:500

 <p>Geokol d.o.o. Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR tel. 01/3498903 www.geokol.hr fax. 01/3498904 info@geokol.hr</p>		<p>Projekt: GEOtehnički izvještaj Datum: 02.2010. Ugovor br.: Me1802-1/10 Crteži: 1 Datum: 02.2010.</p>	
<p>Obrađili i sastavili: Pavao Lončar, dipl.ing.grad.</p> <p>Petar Juko, ing.grad. Zvonimir Mešić, dipl.ing.grad.</p>		<p>Investitor: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ, Trg kralja Tomislava 5, Omiš</p> <p>Gradovna objekat: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU</p> <p>Sadržaj: SITUACIJA BUŠOTINA I GEOtehničkih profila</p>	

GRANICA GRADIVNE CESTICE
 GRANICA GRADIVNOG DIJELA CESTICE

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

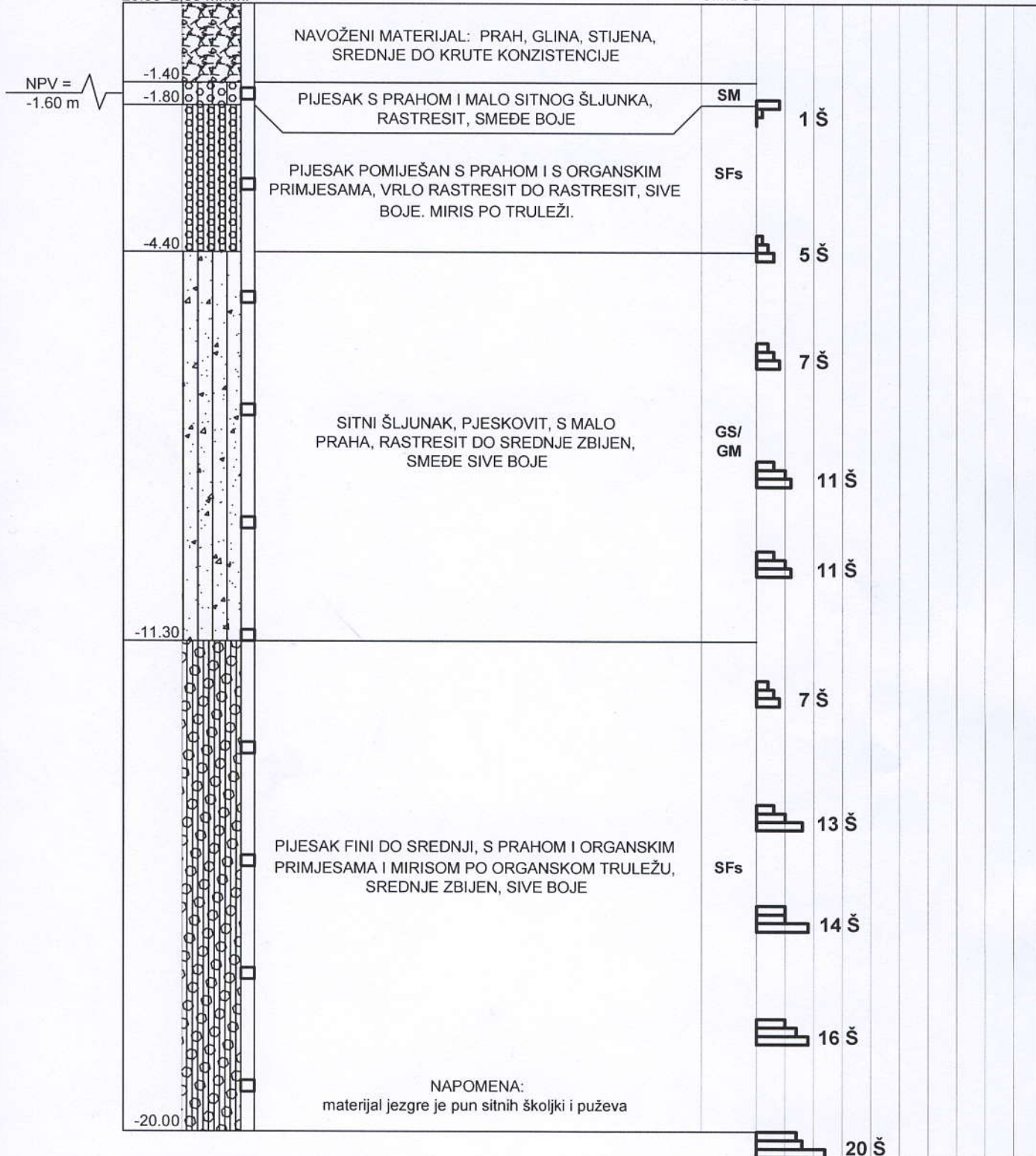
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 1

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.30 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (q_u)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (W_p, W_L)
- PRIRODNA VLAŽNOST (W₀)
- + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ_d)
- × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
- ⊙ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ_s)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W ₀ , W _L , W _p	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ρ _s , ρ, ρ _d	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
q _u	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Saraf
- Šimunić
- Jurinić

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

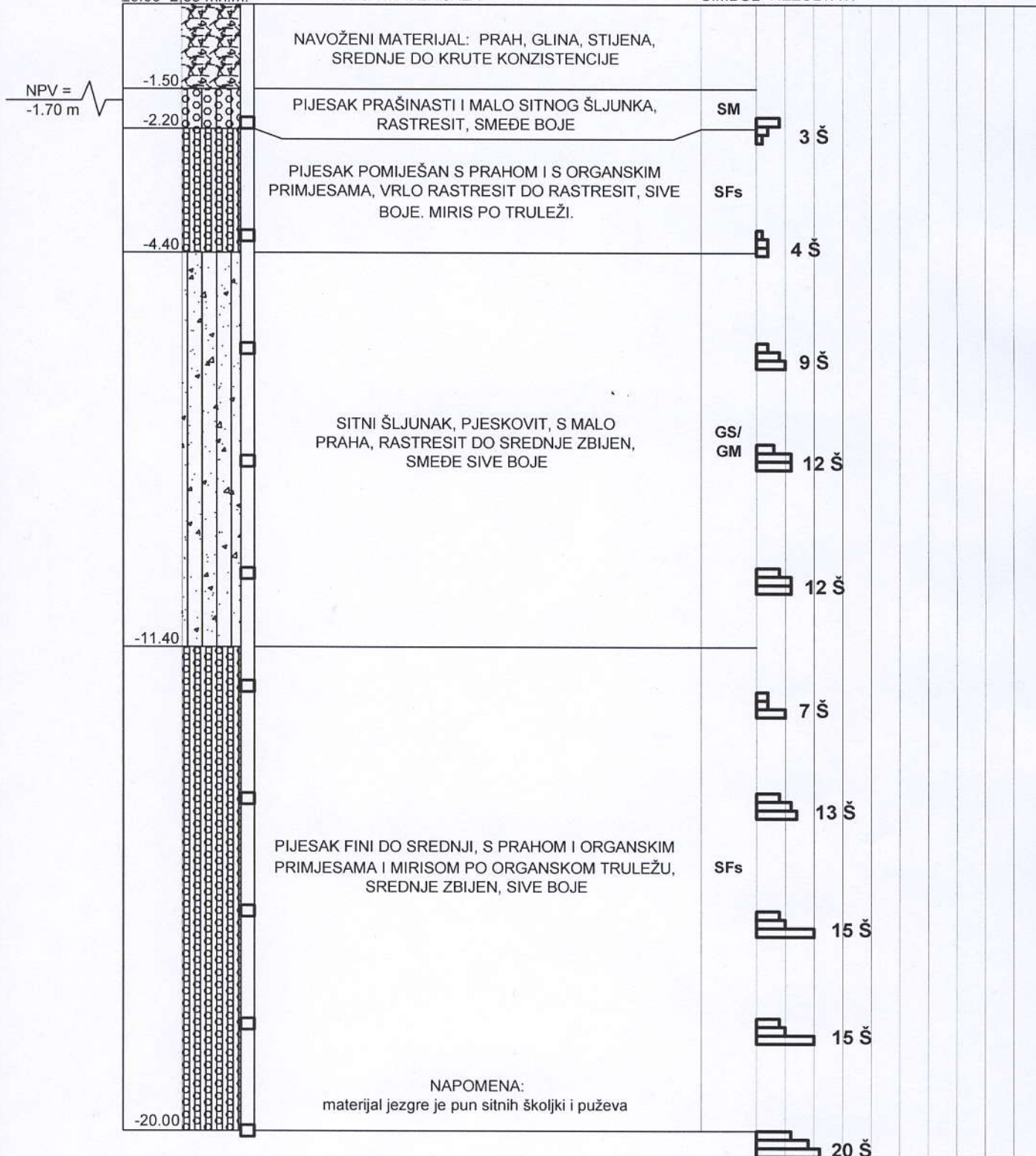
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 2

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.35 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (qu)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (Wp, WL)
- PRIRODNA VLAŽNOST (W0)
- + GUSTOĆA SUHOG TLA (pd)
- × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (p)
- ⊗ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ps)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W0, WL, Wp	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ps, p, pd	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
qu	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Saraf
- Šimunić
- Jurinić

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

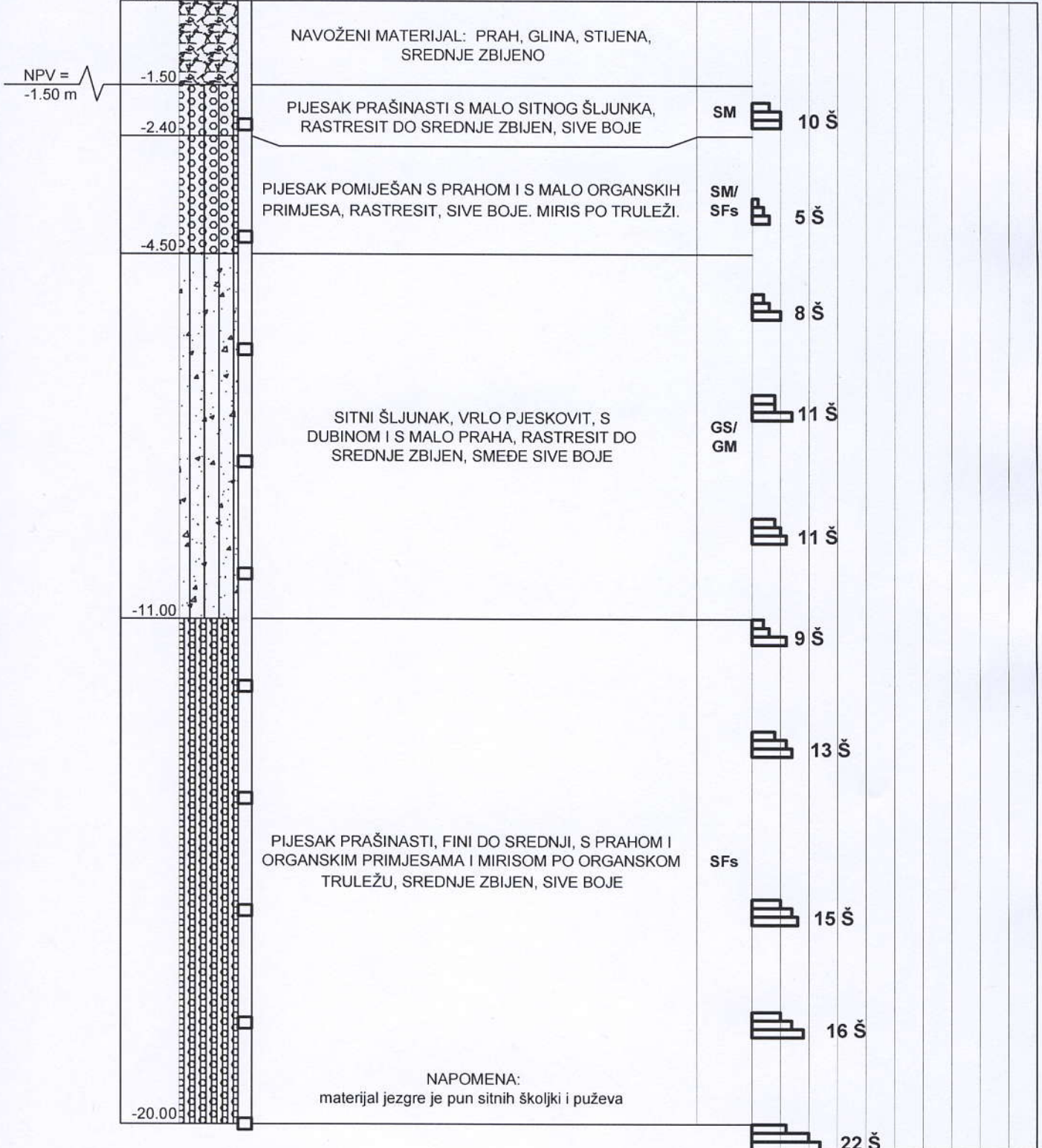
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 3

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.45 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (q_u)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (W_p, W_L)
 - PRIRODNA VLAŽNOST (W_0)
 - + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ_d)
 - × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
 - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ_s)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W_0, W_L, W_p	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ρ_s, ρ, ρ_d	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
q_u	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Saraf
- Šimunić
- Jurinić

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

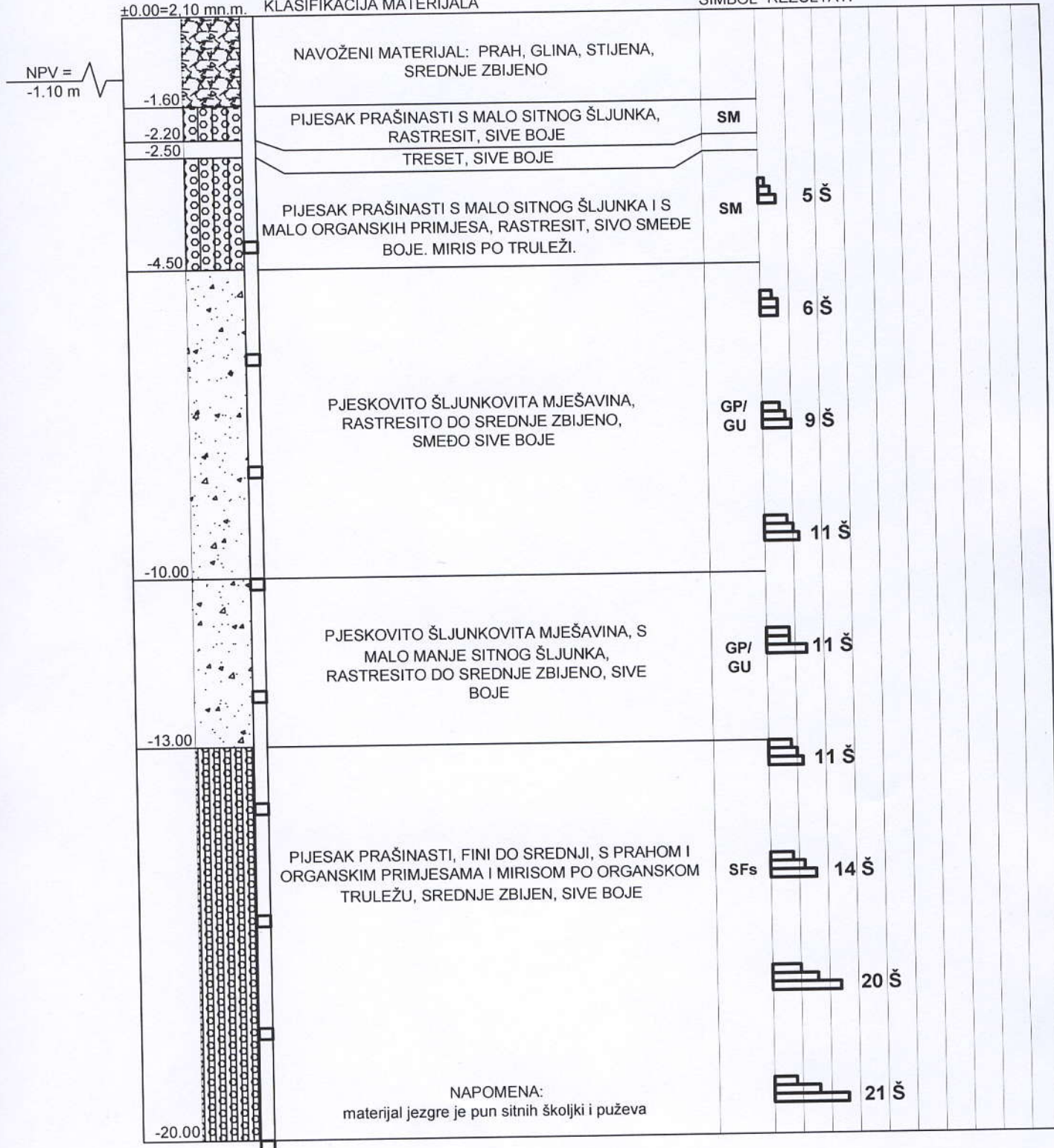
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 4

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.10 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (qu)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (Wp,WL)
- PRIRODNA VLAŽNOST (W0)
- + GUSTOĆA SUHOG TLA (pd)
- x GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (p)
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ps)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W0, Wp, Wp	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ps, p, pd	0	1	2	3	4	5 Mg/m ²
qu	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Berović
- Petran
- Kaniški

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

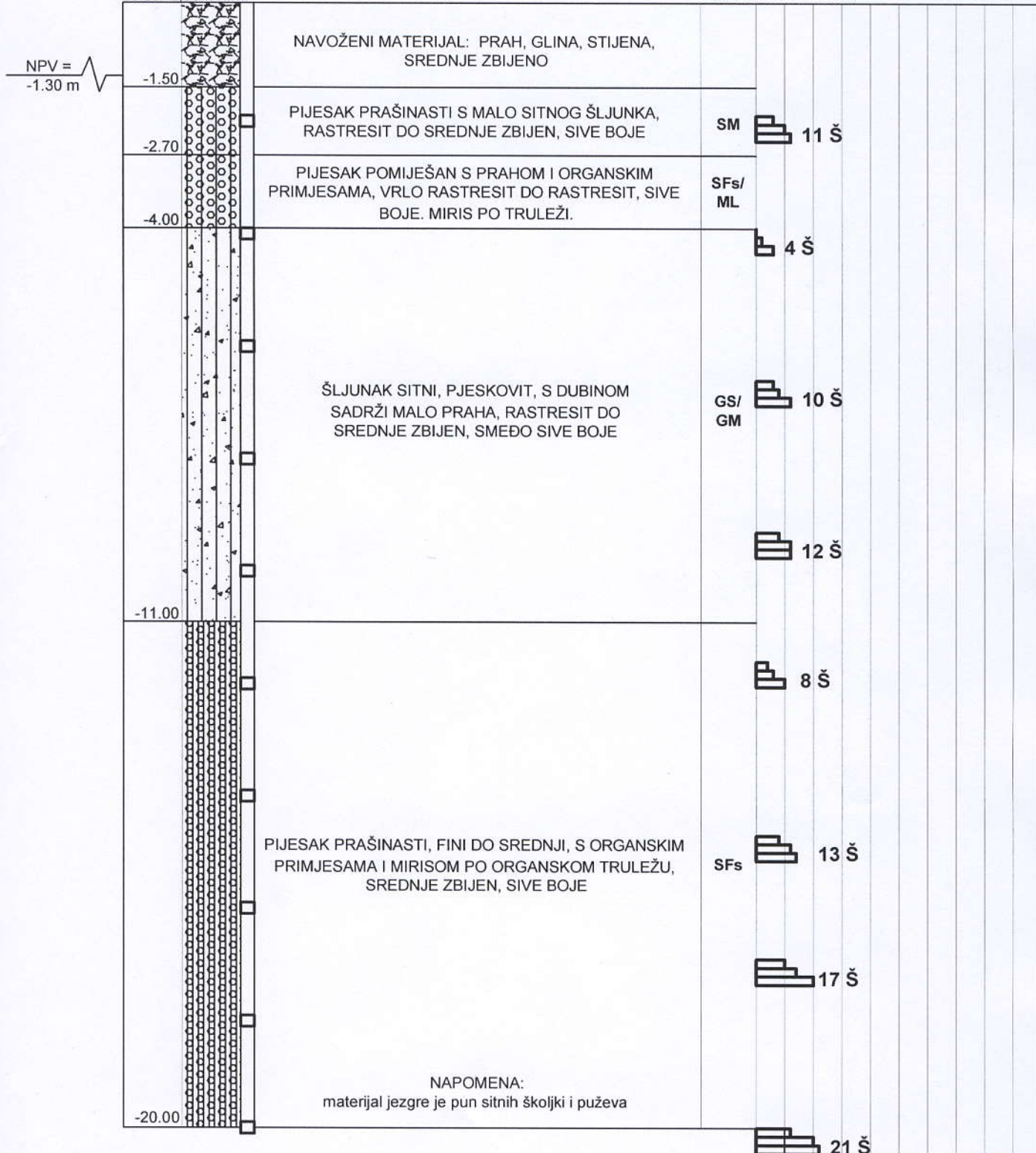
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 5

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.30 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (qu)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (Wp, Wl)
- PRIRODNA VLAŽNOST (W0)
- + GUSTOĆA SUHOG TLA (pd)
- × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (p)
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ps)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W0, Wl, Wp	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ps, p, pd	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
qu	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Saraf
- Šimunić
- Jurinić

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

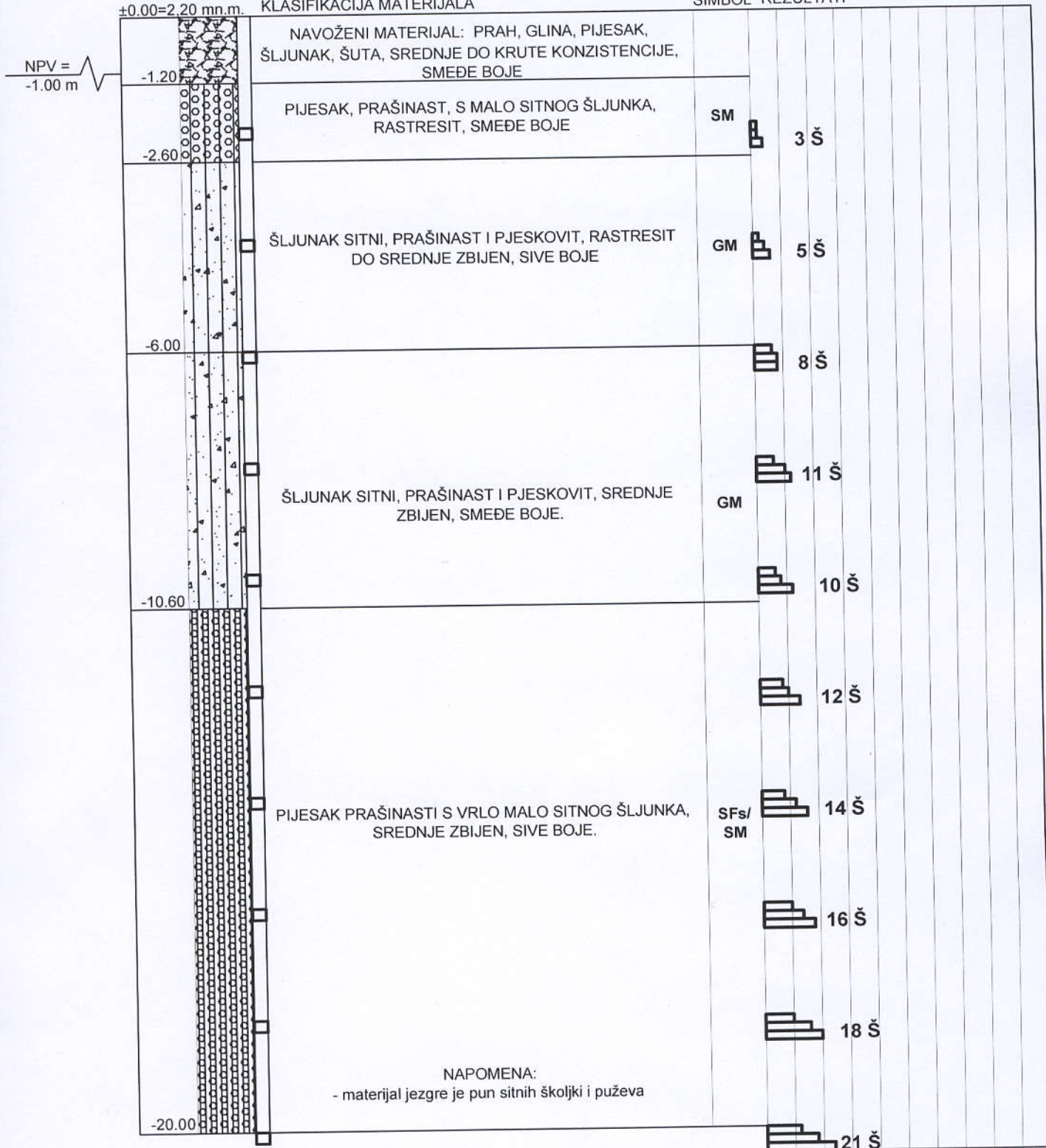
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 6

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.20 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (q_u)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (W_p, W_L)
 - PRIRODNA VLAŽNOST (W_0)
 - + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ_d)
 - × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
 - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ_s)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

w_0, w_L, W_p	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ρ_s, ρ, ρ_d	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
q_u	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Berović
- Petran
- Kaniški

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

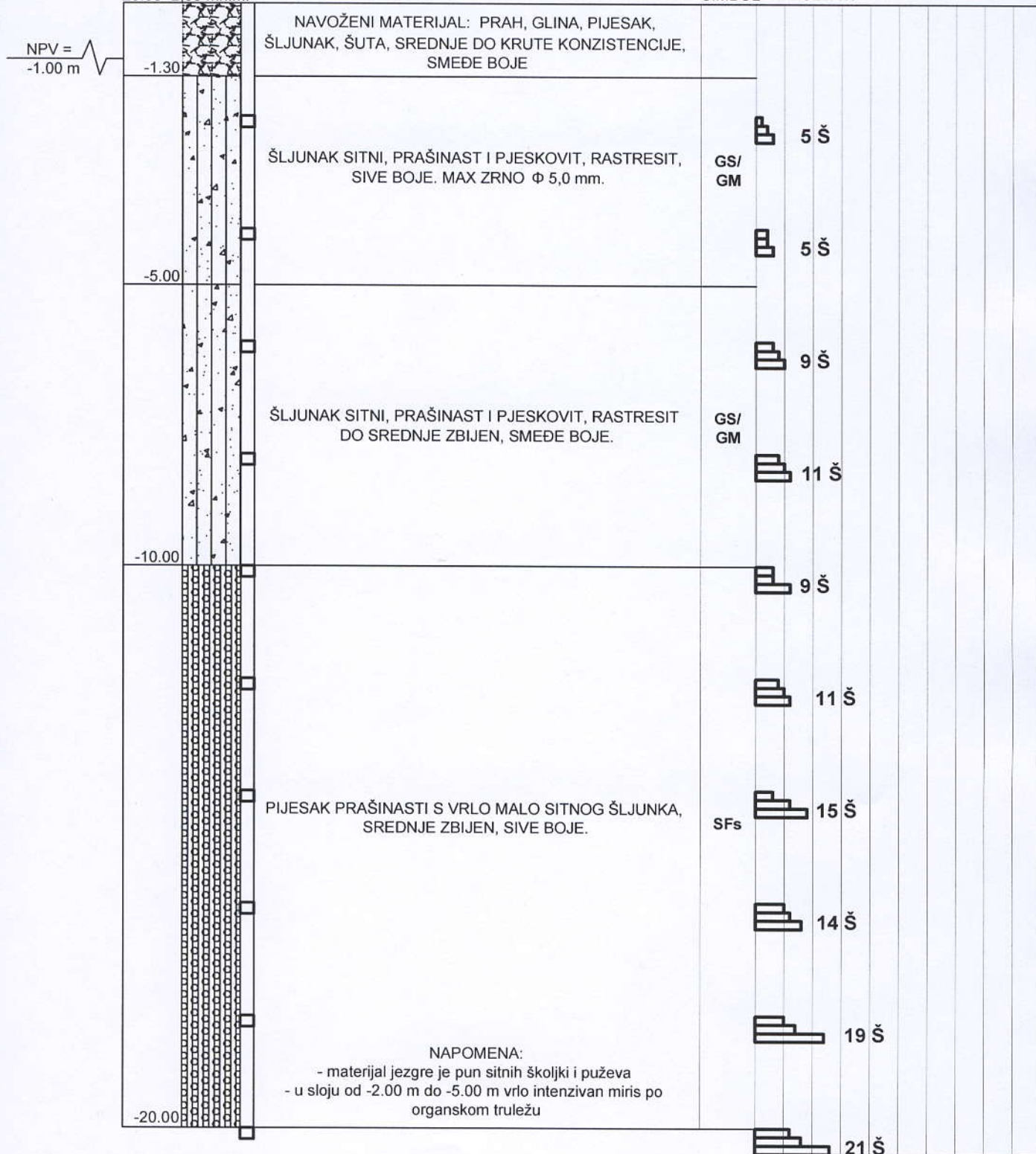
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 7

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=2.00 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (q_u)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (W_p, W_L)
- PRIRODNA VLAŽNOST (W_0)
- + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ_d)
- x GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ_s)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W_0, W_L, W_p	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ρ_s, ρ, ρ_d	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
q_u	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Berović
- Petran
- Kaniški

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
 Trg kralja Tomislava 5, Omiš
 OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
 DATUM: 02. 2010.

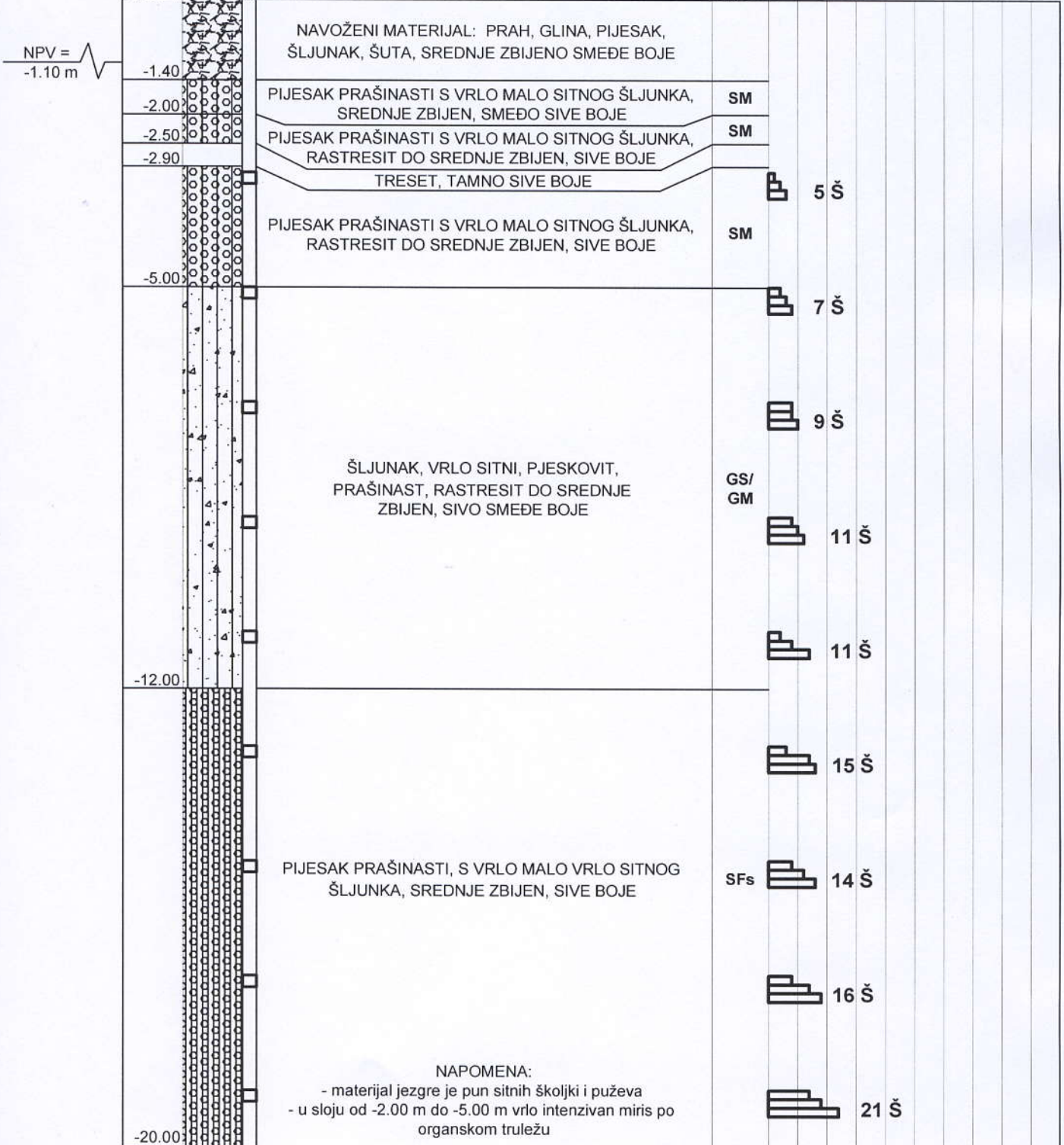
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 8

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
 SIMBOL REZULTATI

±0.00=1.95 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



NAPOMENA:

- materijal jezgre je pun sitnih školjki i puževa
 - u sloju od -2.00 m do -5.00 m vrlo intenzivan miris po organskom truležu

- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (q_u)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (W_p, W_L)
 - PRIRODNA VLAŽNOST (W₀)
 - + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ_d)
 - × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
 - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ_s)
 - ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
 - KRILNA SONDA

W ₀ , W _L , W _p	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ρ _s , ρ, ρ _d	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
Q _v	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Berović
 - Petran
 - Kaniški

INVESTITOR: SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš
OBJEKT: SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU
DATUM: 02. 2010.

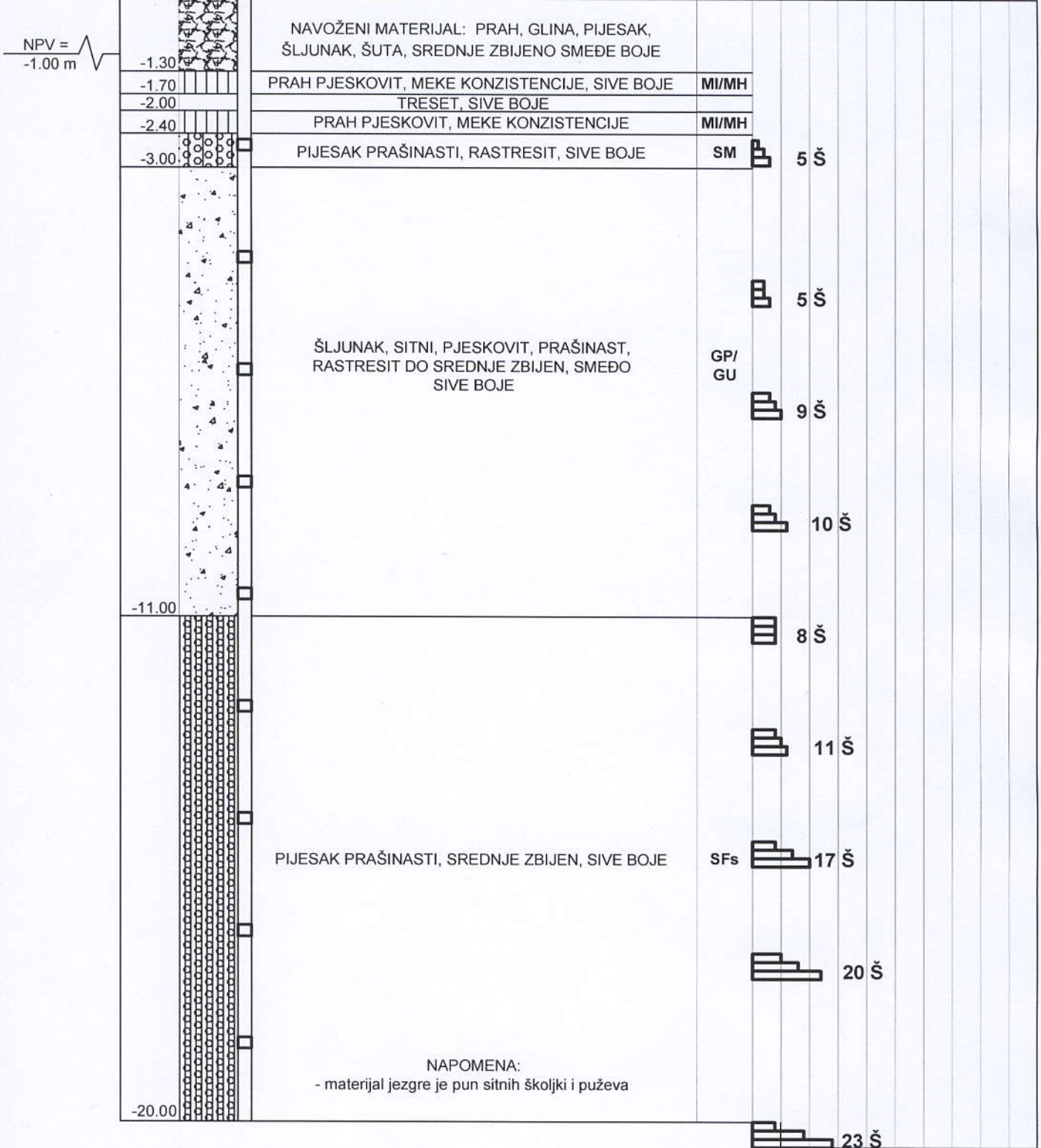
MJERILO : M 1:100

SONDAŽNI PROFIL

B - 9

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI
SIMBOL REZULTATI

±0.00=1.75 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR (q_u)
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE (W_p, W_L)
- PRIRODNA VLAŽNOST (W₀)
- + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ_d)
- × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ_s)
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

W ₀ , W _L , W _p	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
ρ _s , ρ, ρ _d	0	1	2	3	4	5 Mg/m ³
q _u	0	100	200	300	400	500 kN/m ²
τ	0	20	40	60	80	100 kN/m ²

SONDIRAO : - ing. Berović
- Petran
- Kaniški

GEOTEHNIČKI PROFIL 1



B - 3

±0.00=24.5 m.n.m.

NAVOŽENI MATERIJAL

NPV =

-1.50

± 0.00 m

-1.00 m

-2.00 m

-3.00 m

-4.00 m

-5.00 m

-6.00 m

-7.00 m

-8.00 m

-9.00 m

-10.00 m

-11.00 m

-12.00 m

-13.00 m

-14.00 m

-15.00 m

-16.00 m

-17.00 m

-18.00 m

B - 4

±0.00=2.10 m.n.m.

NAVOŽENI MATERIJAL

NPV =

-1.10 m

-1.60

-2.20

-2.50

-3.5

-4.00

-5.00

-6.00

-7.00

-8.00

-9.00

-10.00

-11.00

-12.00

-13.00

-14.00

-15.00

-16.00

-17.00

-18.00

B - 9

±0.00=1.75 m.n.m.

NAVOŽENI MATERIJAL

NPV =

-1.00 m

-1.70

-3.00

-3.00

-4.00

-5.00

-6.00

-7.00

-8.00

-9.00

-10.00

-11.00

-12.00

-13.00

-14.00

-15.00

-16.00

-17.00

-18.00

-19.00

GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

projekt
designi

datum
date

02.2010.

Me1802-1/10

2

govor
br.

Me1802-1/10

2

gradnja
objekt

GEOTEHNIČKI PROFIL 1

Mh 1:200
Mv 1:100



Geokol d.o.o.

Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR

tel. 01/3498903
www.geokol.hr

fax. 01/3498904
info@geokol.hr

obradili i sastavili
Pavao Lončar, diplomir. grad.

Petar Juko, ing. grad.

Zvonimir Mešić, diplomir. grad.

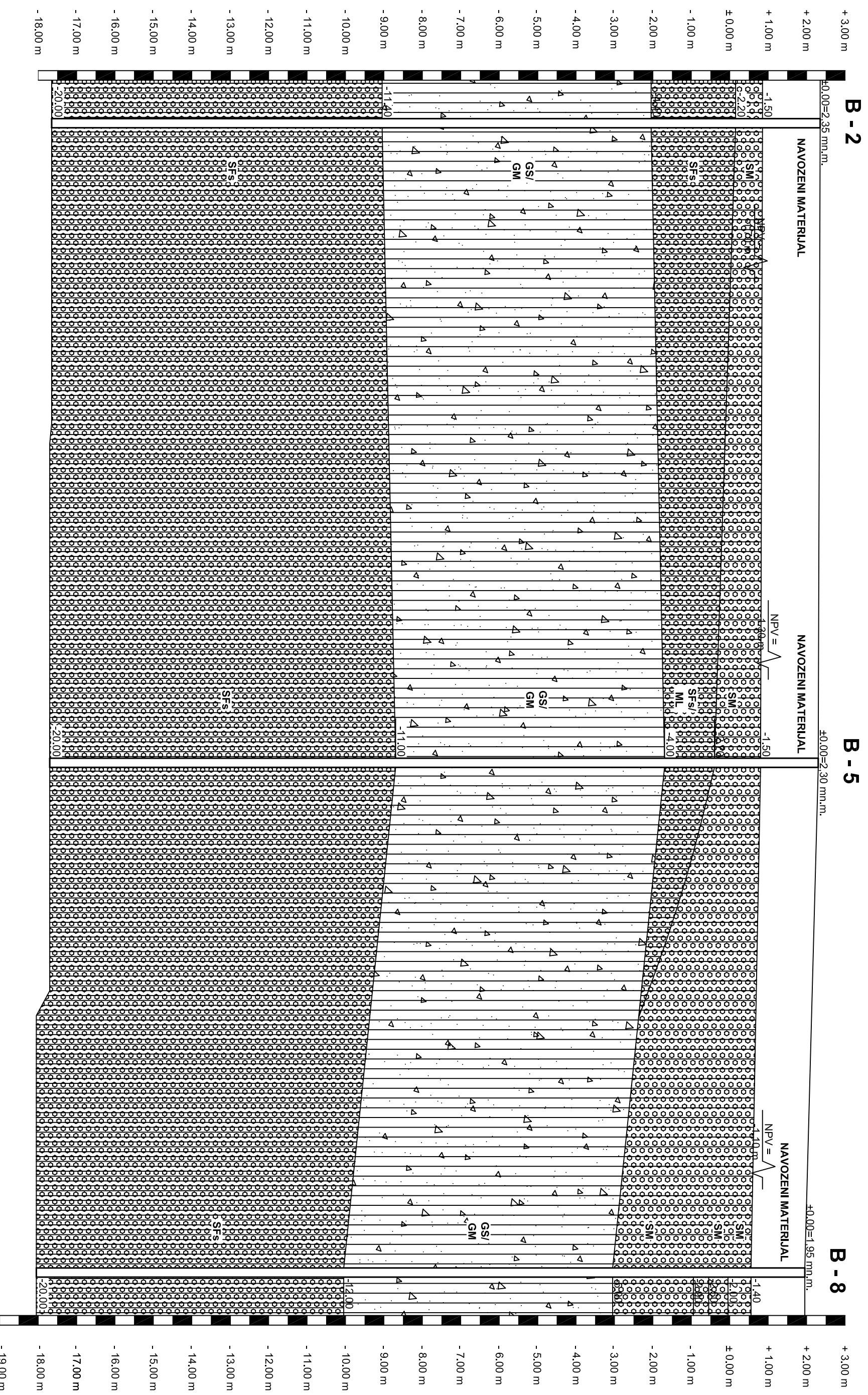
investitor
klijent

**SPLITSKO - DALMATINSKA
ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš**

gradjevina
objekt

**SREDNJA ŠKOLA
"JURE KAŠTELAN" U OMIŠU**

GEOTEHNIČKI PROFIL 2



projekt: **GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ**
 design: **Mh 1:200**
 Mv 1:100

Geokol d.o.o.
 Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR
 tel. 01/3498903 fax. 01/3498904
 www.geokol.hr info@geokol.hr

obradili i sastavili: **Pavao Lončar, diplomir. grad.**
 Petar Juko, ing. grad.
 Zvonimir Mešić, diplomir. grad.

investitor: **SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ, Trg kralja Tomislava 5, Omiš**
 građevina objekt: **SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU**

datum: 02.2010.
 datum: 02.2010.
 ugovor br.: Me1802-1/10
 crteži: 3
 sadržaj: GEOTEHNIČKI PROFIL 2



GEOTEHNIČKI PROFIL 4

B-1

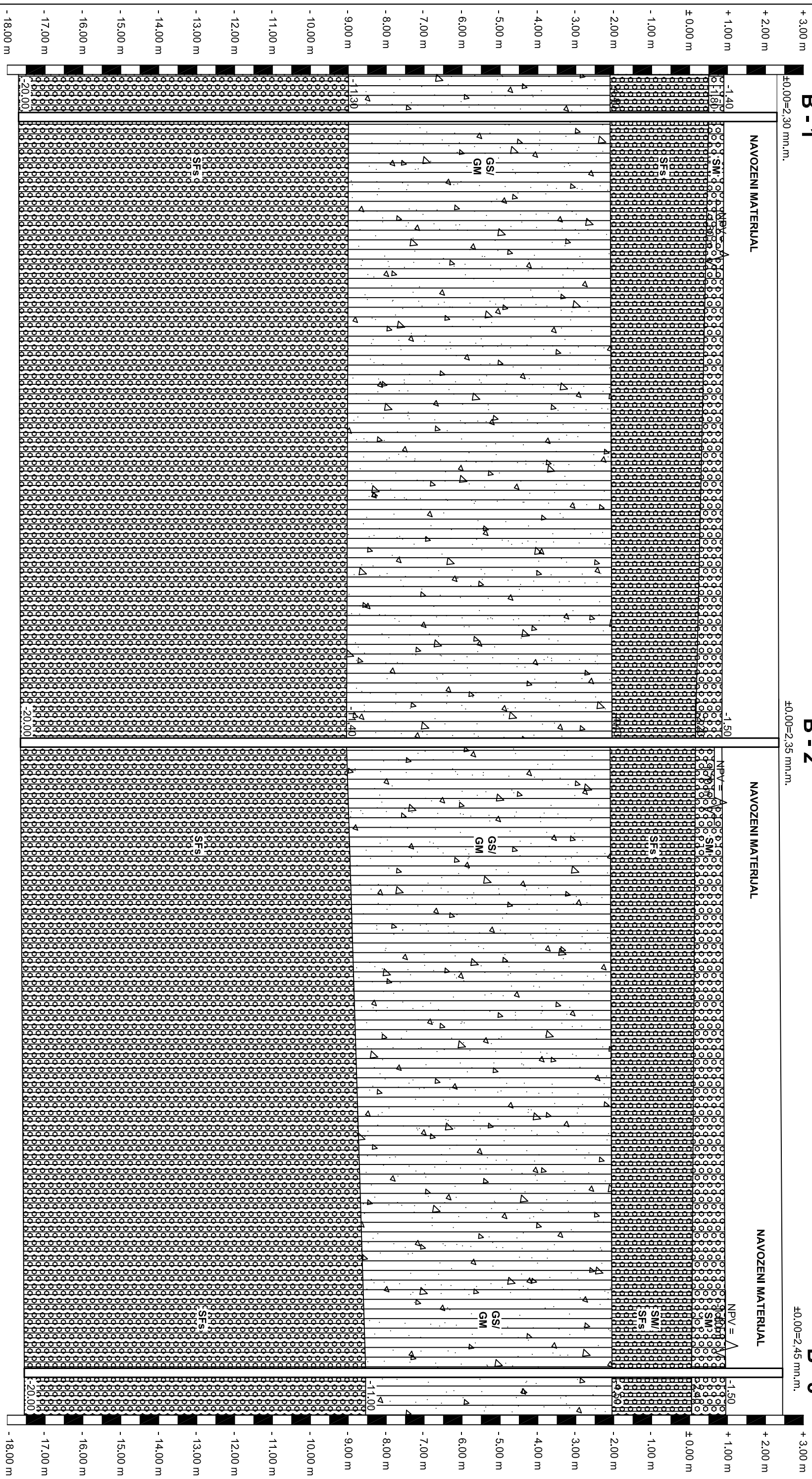
±0.00=2.30 m.n.m.

B-2


±0.00=2.35 m.n.m.

B-3

±0.00=2.45 m.n.m.



GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

Projekt:	GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ	Mh: 1:200	
Projektant:		Mv: 1:100	
 <p>Geokol d.o.o.</p> <p>Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR</p> <p>tel. 01/3498903 fax. 01/3498904</p> <p>www.geokol.hr info@geokol.hr</p>		<p>Investitor:</p> <p>SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ, Trg kralja Tomislava 5, Omiš</p>	
<p>Objekt:</p> <p>SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU</p>		<p>Sadržaj:</p> <p>GEOTEHNIČKI PROFIL 4</p>	
datum:	ugovor br.:	crteži:	
date:	job no:	drawng:	
02.2010.	Me1802-1/10	5	
<p>Obrađili i sastavili:</p> <p>Pavao Lončar, diplomir. grad.</p>		<p>Petar Juko, ing. grad.</p>	
<p>Zvonimir Mešić, diplomir. grad.</p>			

GEOTEHNIČKI PROFIL 5

B - 6

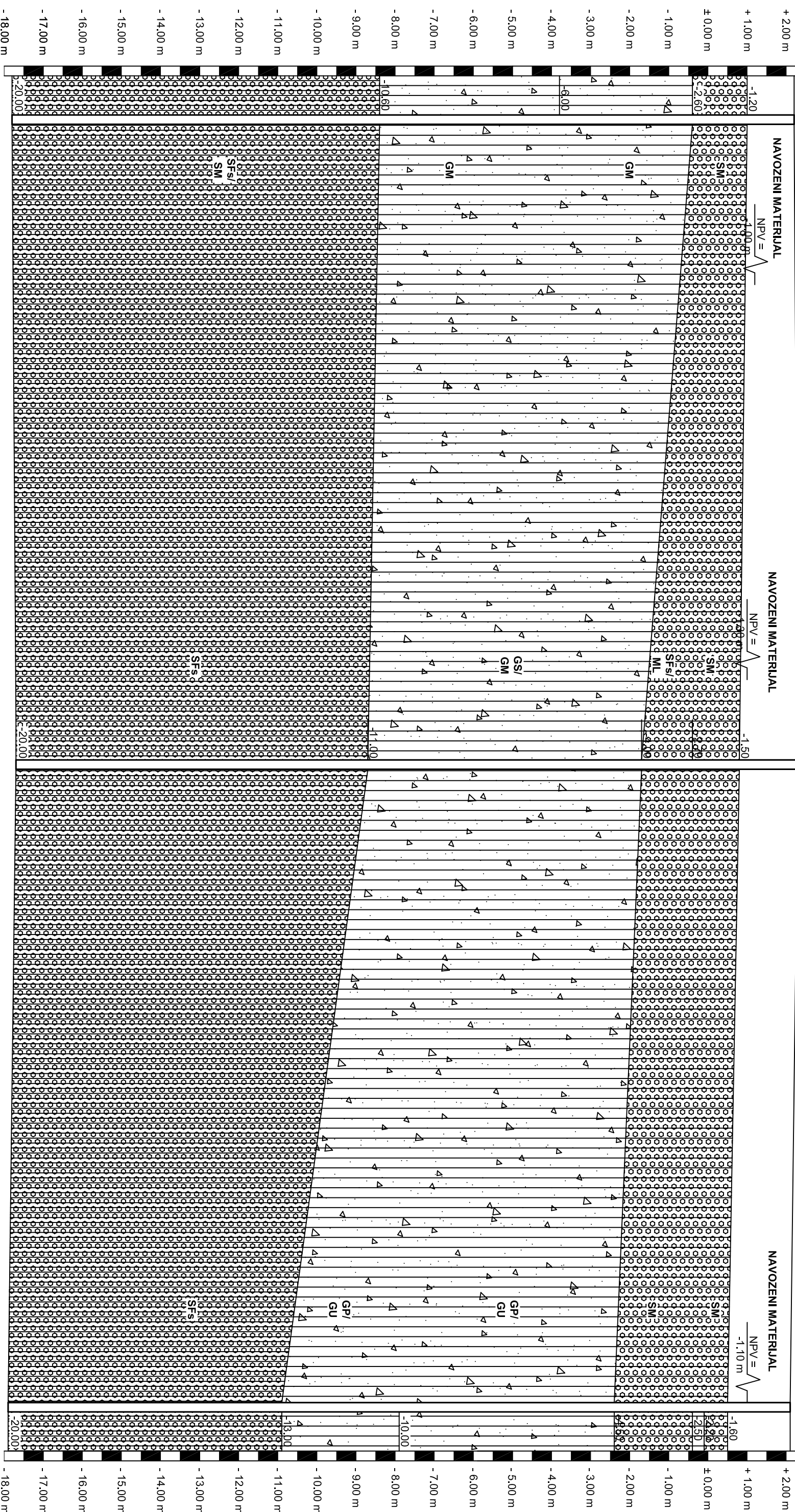
±0.00=2.20 m.n.m.

B - 5

±0.00=2.30 m.n.m.

B - 4

±0.00=2.10 m.n.m.



GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

projekt
design

Mh 1:200
Mv 1:100



Geokol d.o.o.
Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR
tel. 01/3498903 fax. 01/3498904
www.geokol.hr info@geokol.hr

obrada i sastavili
Pavao Lončar, diplomir. grad.

Petar Juko, ing. grad.

Zvonimir Mešić, diplomir. grad.

investitor
SPLITSKO - DALMATINSKA
ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,
Trg kralja Tomislava 5, Omiš

gradjevina
projekt
SREDNJA ŠKOLA
"JURE KAŠTELAN" U OMIŠU

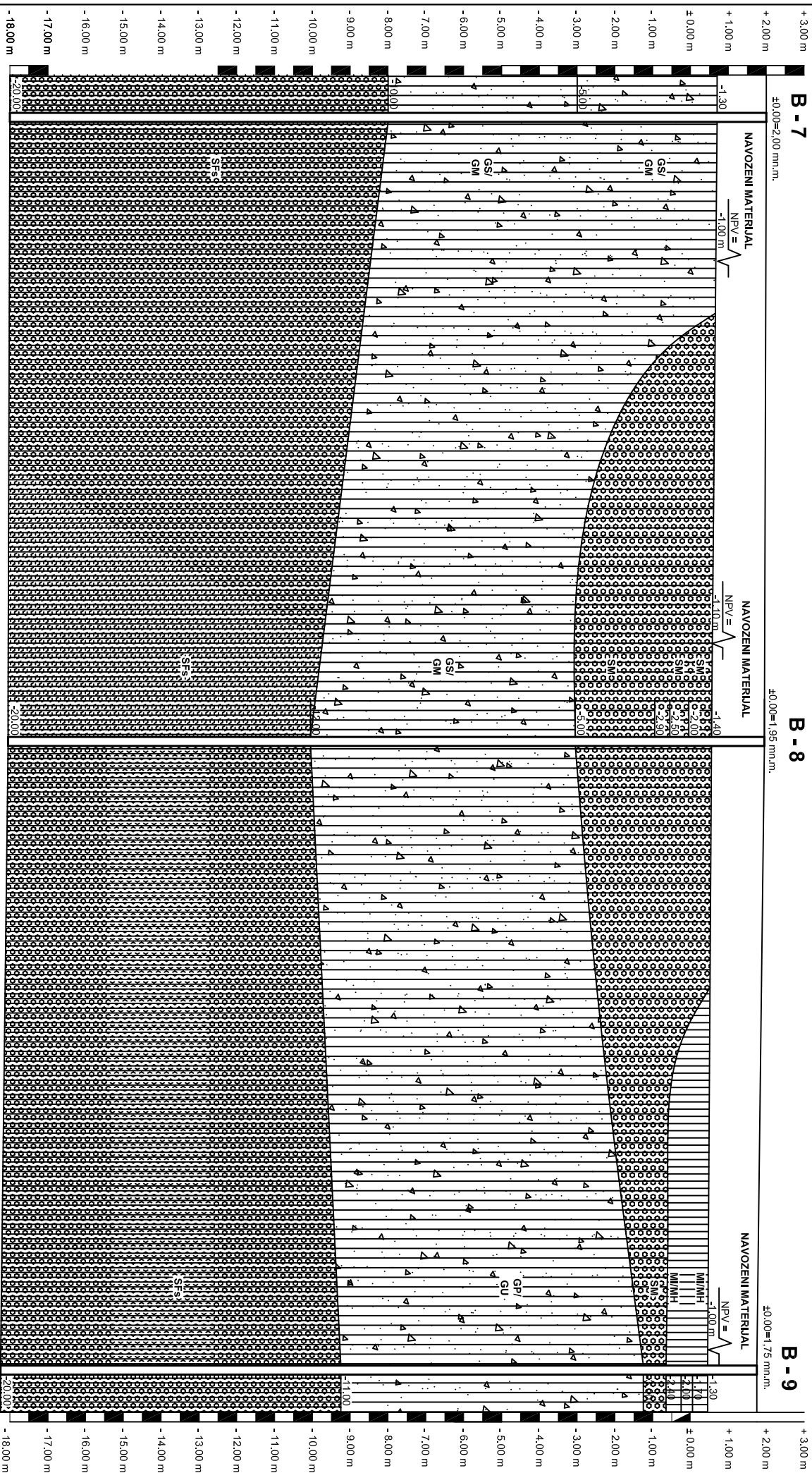
datum
date
02.2010.

ugovor br.
job no.
Me1802-1/10

crteži
drawing
6

sadržaj
content
GEOTEHNIČKI PROFIL 5

GEOTEHNIČKI PROFIL 6



B - 7

±0,00=2,00 m.n.m.

NAVOZENI MATERIAL

NPV = -1,00 m

B - 8

±0,00=1,95 m.n.m.

NAVOZENI MATERIAL


NPV = -1,40 m

B - 9

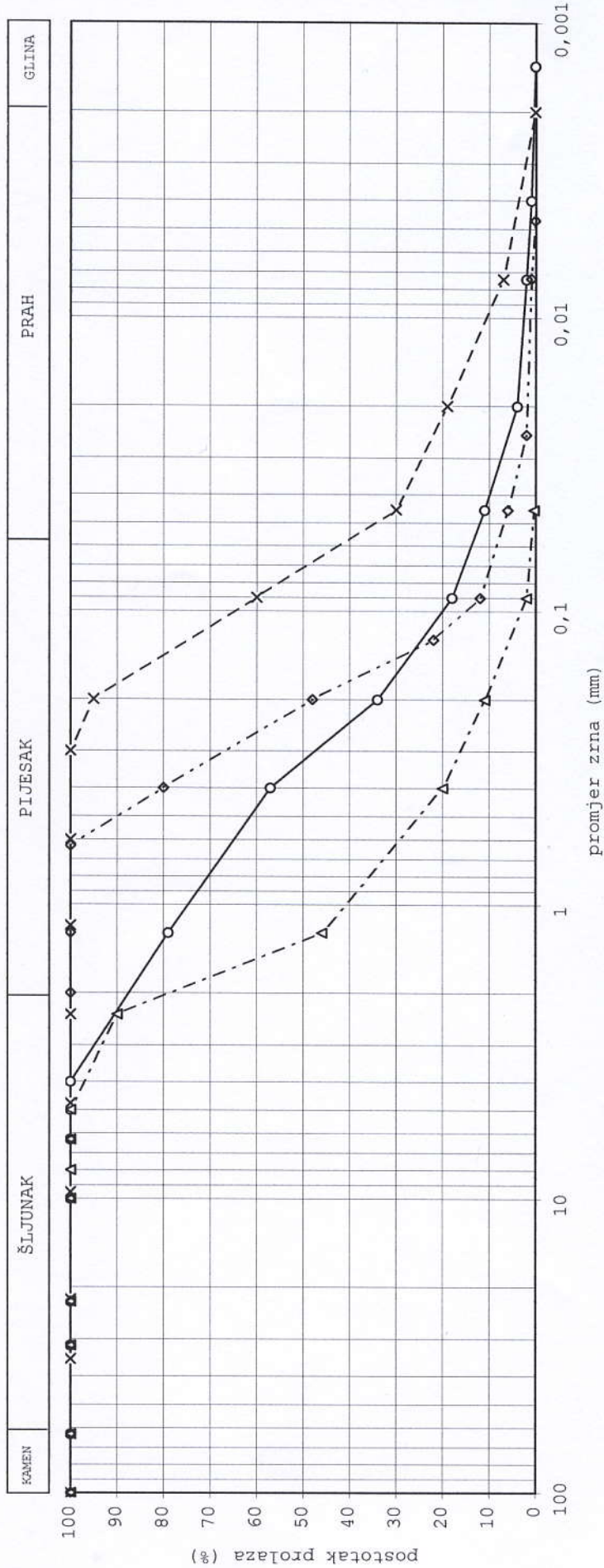
±0,00=1,75 m.n.m.

NAVOZENI MATERIAL

NPV = -1,30 m

	<p>Geokol d.o.o. Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR tel. 01/34989103 fax. 01/34989104 www.geokol.hr info@geokol.hr</p>	<p>odradili i sastavili Pavlo Lončar, dipl.ingrad.</p>	<p>investitor SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ, Trg kralja Tomislava 5, Omiš</p>
<p>datum 02.2010.</p>	<p>ugovorn. br. Me1802-1/10</p>	<p>projekt dražnja</p>	<p>stranica 7</p>
<p>GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ</p>		<p>odradio i sastavio Petar Juko, ingrad.</p>	<p>investitor SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU</p>
<p>Geotechnical designer</p>		<p>Zvonimir Mešić, dipl.ingrad.</p>	<p>projekt GEOTEHNIČKI PROFIL 6</p>
<p>Mh 1:200 Nv 1:100</p>			

GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



—○— B-1
 —×— B-2
 —△— B-3
 —◇— B-4

B-1/1,5-1,6/m	
%	
ŠLJUNAK	12
PIJESAK	74
PRAH	14
GLINA	0

B-1/3,1-3,2/m	
%	
ŠLJUNAK	0
PIJESAK	57
PRAH	43
GLINA	0

B-1/7,1-7,2/m	
%	
ŠLJUNAK	20
PIJESAK	79
PRAH	1
GLINA	0

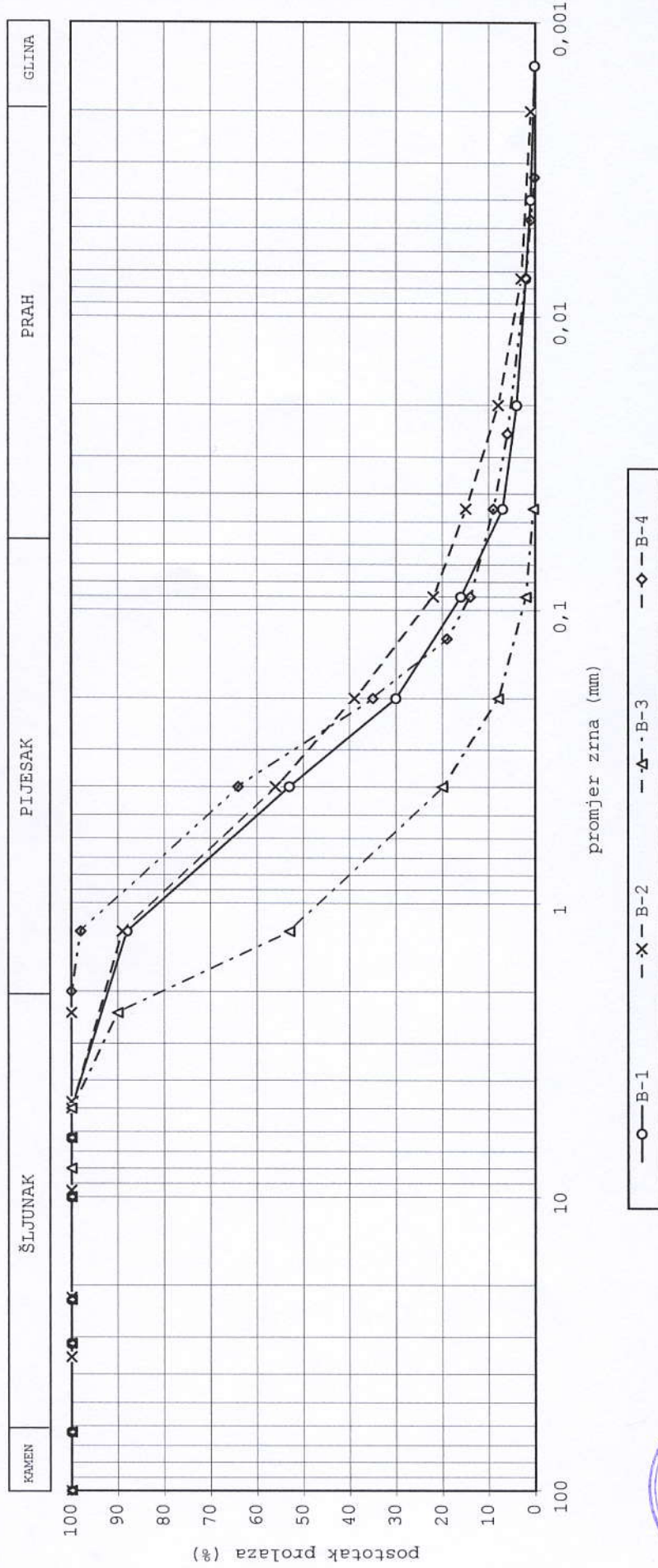
B-1/15,1-15,2/m	
%	
ŠLJUNAK	0
PIJESAK	91
PRAH	9
GLINA	0

GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA škola, Varaždin	
OBJEKT:	srednja škola "Jure Kaštela"
LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIO:	Dalibor Štimac, dipl. ing



[Handwritten signature]

GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



KAMEN
 ŠLJUNAK
 PIJESAK
 PRAH
 GLINA

B-2/2, 0-2, 1/m	
ŠLJUNAK	%
ŠLJUNAK	8
PIJESAK	83
PRAH	9
GLINA	0

B-2/4, 0-4, 1/m	
ŠLJUNAK	%
ŠLJUNAK	7
PIJESAK	75
PRAH	17
GLINA	1

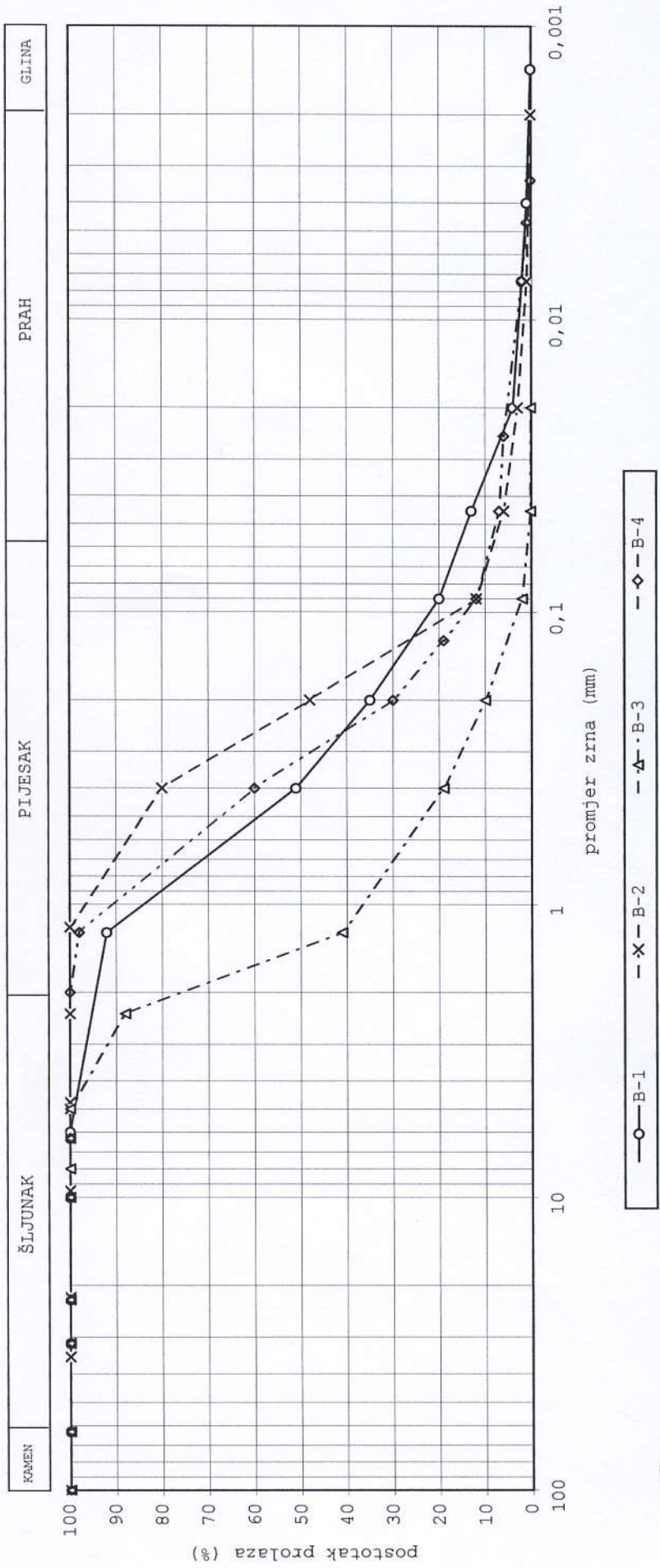
B-2/10-10, 1/m	
ŠLJUNAK	%
ŠLJUNAK	20
PIJESAK	79
PRAH	1
GLINA	0

B-2/19, 9-20/m	
ŠLJUNAK	%
ŠLJUNAK	0
PIJESAK	89
PRAH	11
GLINA	0

GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA škola, Varaždin	
OBJEKT:	sredna škola "Jure Kaštela"
LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIO:	Dalibor Štimac, dipl. ing



GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



B-3/4, 1-4, 2/m	
ŠLJUNAK	5
PIJESAK	78
PRAH	17
GLINA	0

B-3/12, 1-12, 2/m	
ŠLJUNAK	0
PIJESAK	94
PRAH	6
GLINA	0

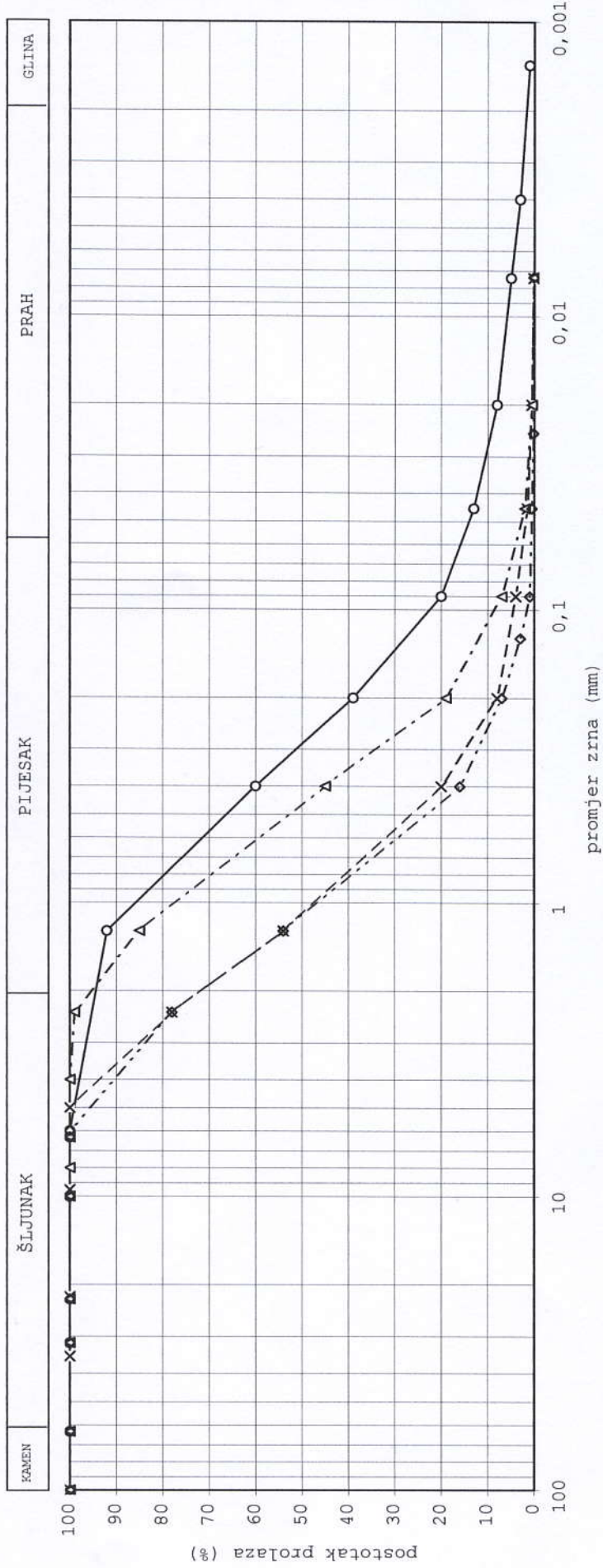
B-4/8, 0-8, 2/m	
ŠLJUNAK	23
PIJESAK	76
PRAH	1
GLINA	0

B-4/16-16, 2/m	
ŠLJUNAK	0
PIJESAK	90
PRAH	10
GLINA	0

GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA škola, Varaždin	
OBJEKT:	sredna škola "Jure Kaštela"
LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIO:	Dalibor Štimac, dipl. ing



GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



—○— B-1
—×— B-2
—△— B-3
—◇— B-4

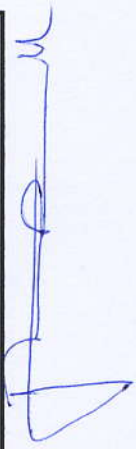
B-6/2,0-2,1/m	
ŠLJUNAK	%
5	5
PIJESAK	%
79	79
PRAH	%
14	14
GLINA	%
2	2

B-6/4,0-4,1/m	
ŠLJUNAK	%
29	29
PIJESAK	%
68	68
PRAH	%
3	3
GLINA	%
0	0

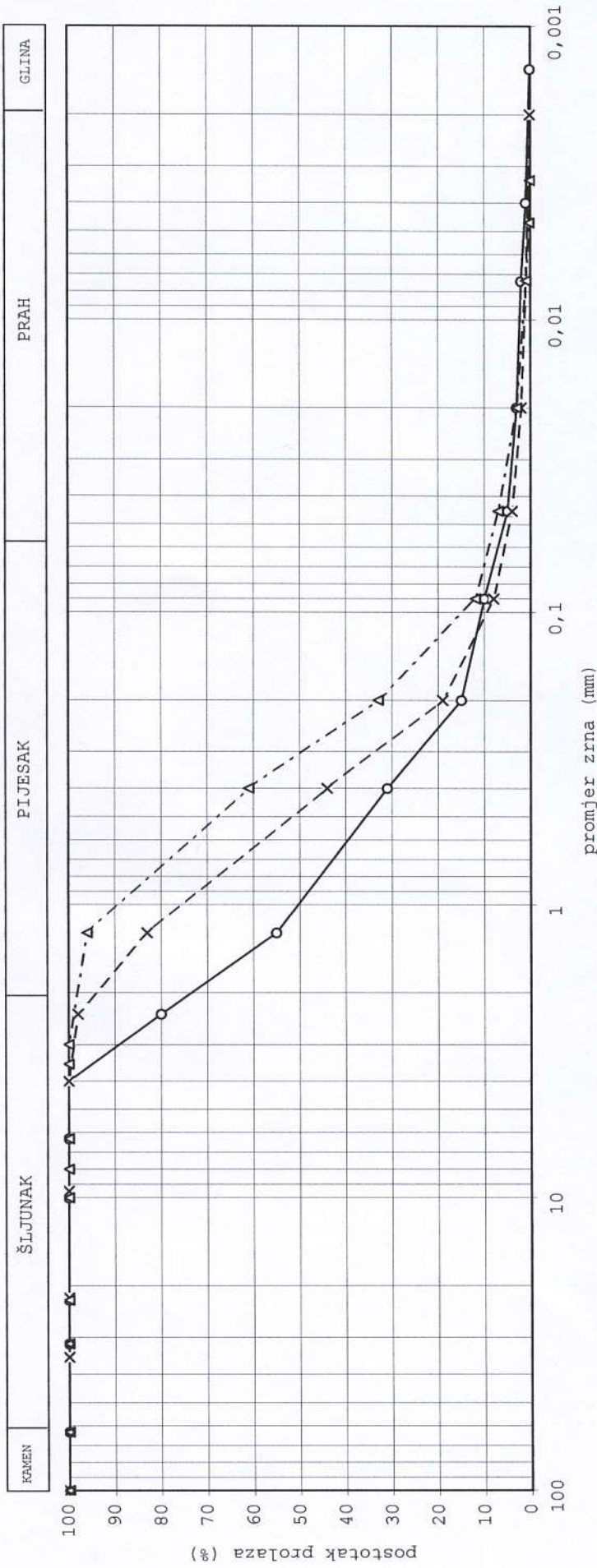
B-6/14-14,1/m	
ŠLJUNAK	%
4	4
PIJESAK	%
91	91
PRAH	%
5	5
GLINA	%
0	0

B-7/4,0-4,2/m	
ŠLJUNAK	%
28	28
PIJESAK	%
71	71
PRAH	%
1	1
GLINA	%
0	0

GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA škola, Varaždin	
OBJEKT:	sredna škola "Jure Kaštela"
LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIO:	Dalibor Štimac, dipl. ing



GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



—○— B-1
-x- B-2
-△- B-3
-◇- B-4

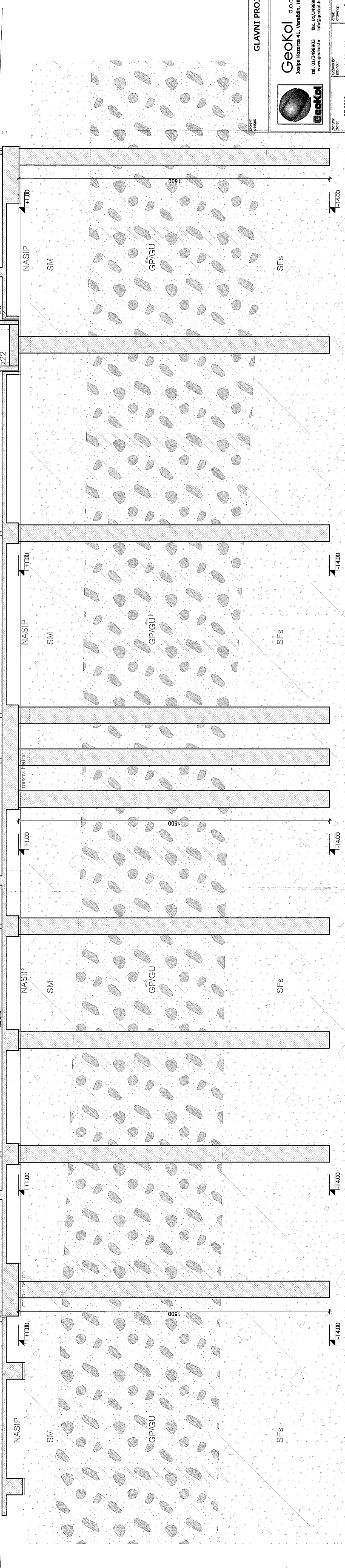
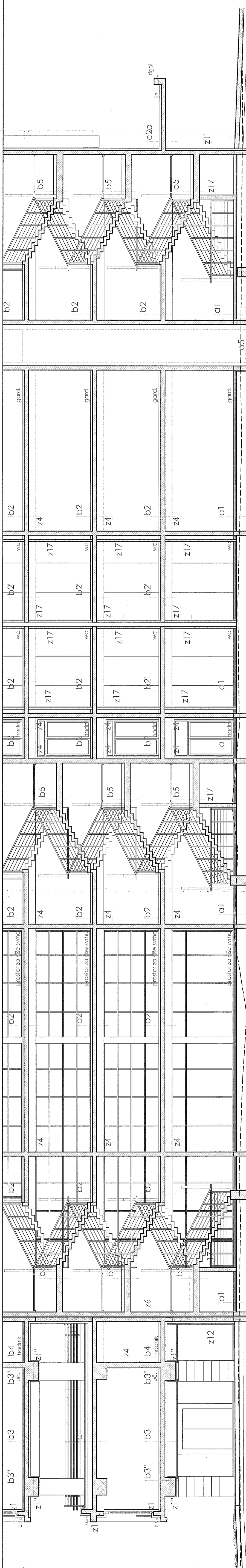
GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA	
škola, Varaždin	
OBJEKT:	sredna škola "Jure Kaštela"
LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIO:	Daibor Štimac, dipl. ing

B-9/18,5-18,6/m	
%	
ŠLJUNAK	2
PIJESAK	89
PRAH	9
GLINA	0

B-9/8,5-8,6/m	
%	
ŠLJUNAK	5
PIJESAK	89
PRAH	6
GLINA	0

B-9/2,5-2,6/m	
%	
ŠLJUNAK	27
PIJESAK	64
PRAH	9
GLINA	0





GLAVNI PROJEKT DUBOKOG TEMELJENJA

M 1:100

Projekt: Splitsko Dalmatinska županija
 Grad Omis
 Trg Kralja Tomislava 5, Omis
 Nova srednja škola
 "Jure Kaštelan" u Omišu,
 k.č.3837/1, K.o.Duće

Projekt: Geokoi d.o.o.
 Josipa Kosarca 41, Varaždin, HR
 tel. 01/3498903
 www.geokoi.hr
 fax. 01/3498904
 info@geokoi.hr

Projekt: Prcvco Lončar, mag.ing.oevit.
 Pavao Lončar
 mag.ing.oevit.
 Magistarski inženjer građevinarstva
 Geokoi d.o.o.
 Varaždin

Projekt: Peter Juko, ing.grad.
 Katarina Vilić, grad.lehn.

Geokoi d.o.o.
 Geokoi logo

Geokoi d.o.o.
 Geokoi logo

Geokoi d.o.o.
 Geokoi logo

Geokoi d.o.o.
 Geokoi logo

Geokoi d.o.o.
 Geokoi logo

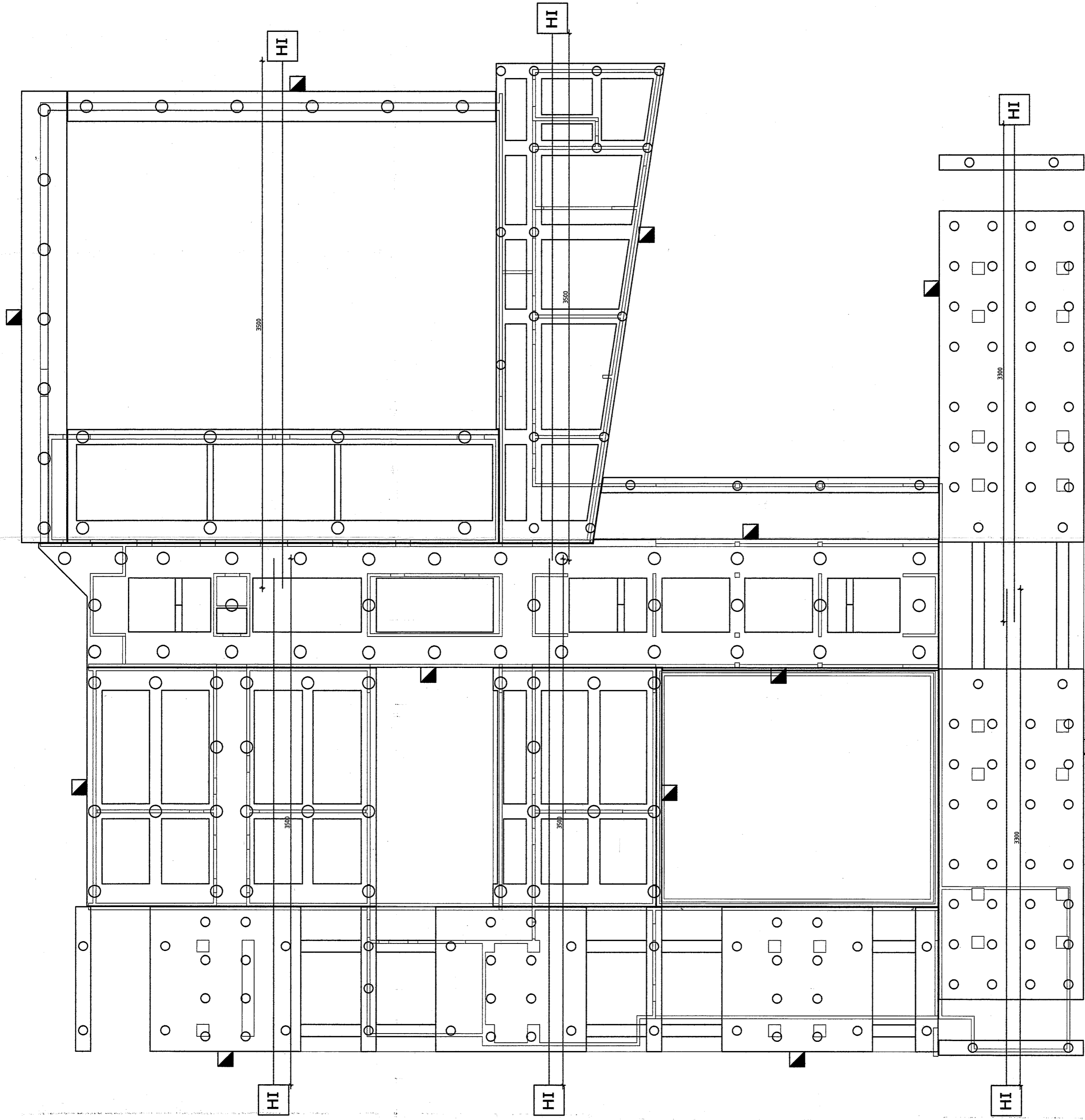
Geokoi d.o.o.
 Geokoi logo


PROJEKT: 07.2010.

LO0105-1/10

3

PRESJEK G-G



Projekt: designer:	GLAVNI PROJEKT DUBOKOG TEMELJENJA		M 1:200
	Investitor: Grad Omiš Splitsko Dalmatinska Županija Trg Kralja Tomislava 5, Omiš		
Projektant: mag. ing. arh.	 Pavao Lončar mag. ing. arh. Viješteni inženjerski biro Splitsko Dalmatinska županija	arhitekt: Pavlo Juko, ing. grad. Zvonimir Mestić, dipl.ing. grad. Katarina Vilić, grad. tehn.	G 4-510 RA
Geokoi d.o.o. Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR tel. 01/3498903 www.geokoi.hr	fax. 01/3498904 info@geokoi.hr	arhitekt: Petar Juko, ing. grad. Zvonimir Mestić, dipl.ing. grad. Katarina Vilić, grad. tehn.	G 4-510 RA
Datum: 07.2010.	Broj nac. Lo0105-1/10	List: 4	TLOCRTNA DISPOZICIJA ELEMENATA OPAŽANJA

ELEMENTI OPAŽANJA:  GEODETSKI REPER

 HORIZONTALNI INKLINOMETAR