

# **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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:683531>*

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

*Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-19***

*Repository / Repozitorij:*



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



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

**ZAVRŠNI RAD**

**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, odabранo 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 Miščević

**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.

### ***Ključne 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

<b>1. Tehnički opis.....</b>	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
<b>2. Slojevi tla .....</b>	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
<b>3. Analiza parametara.....</b>	8
3.1. Parametri tla za slojeve tla ispod srednje škole.....	8
<b>4. Vertikalno efektivno naprezanje (<math>\sigma'_{ov}</math>).....</b>	9
4.1. Vertikalno efektivno naprezanje $L = 10 \text{ m}$ .....	9
4.2. Vertikalno efektivno naprezanje $L = 15 \text{ m}$ .....	10
4.3. Vertikalno efektivno naprezanje $L = 20 \text{ m}$ .....	11
<b>5. Proračunska nosivost .....</b>	12
5.1. Proračunska nosivost $L = 10 \text{ m}$ .....	12
5.2. Proračunska nosivost $L = 15 \text{ m}$ .....	19
5.3. Proračunska nosivost $L = 20 \text{ m}$ .....	26
<b>6. Nosivost pilota u grupi .....</b>	33
6.1. Nosivost pilota u grupi za $L = 10 \text{ m}$ .....	34
6.2. Nosivost pilota u grupi za $L = 15 \text{ m}$ .....	36
6.3. Nosivost pilota u grupi za $L = 20 \text{ m}$ .....	38
<b>7. Zaključak .....</b>	40
<b>8. Literatura.....</b>	42
<b>9. Prilozi.....</b>	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 prašinasti 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, prašinast, rastresit do srednje zbijen, sivo smeđe boje), od -4,5 m do - 10,0
- SFs (pijesak prašinasti, 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.

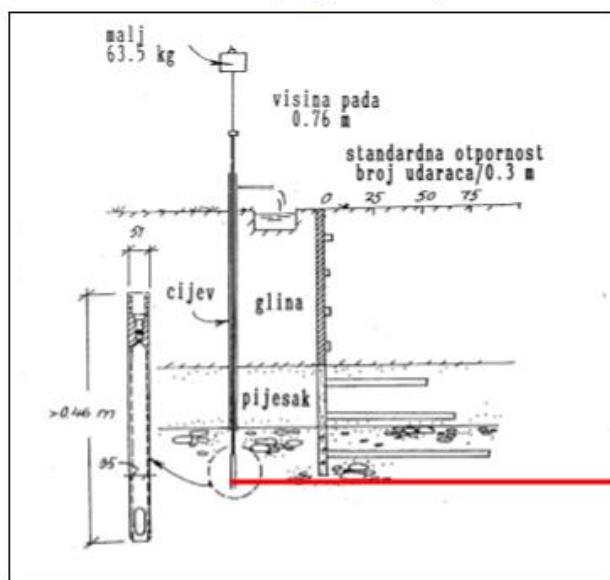
### 1.3. Tehnički opis za nosivost pilota u smjeru osi

Za proračun graničnih stanja nosivosti i uporabljivosti potrebno je poznavati:

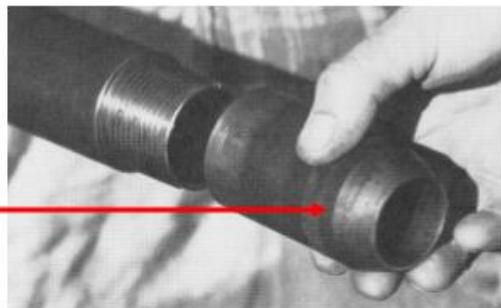
- parametre tla za pojedini sloj

#### 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



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

ERr – koeficijent energije korištene opreme

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

C<sub>N</sub> – korekcijski faktor zbog efektivnog tlaka nadsloja na mjestu ispitivanja

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

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

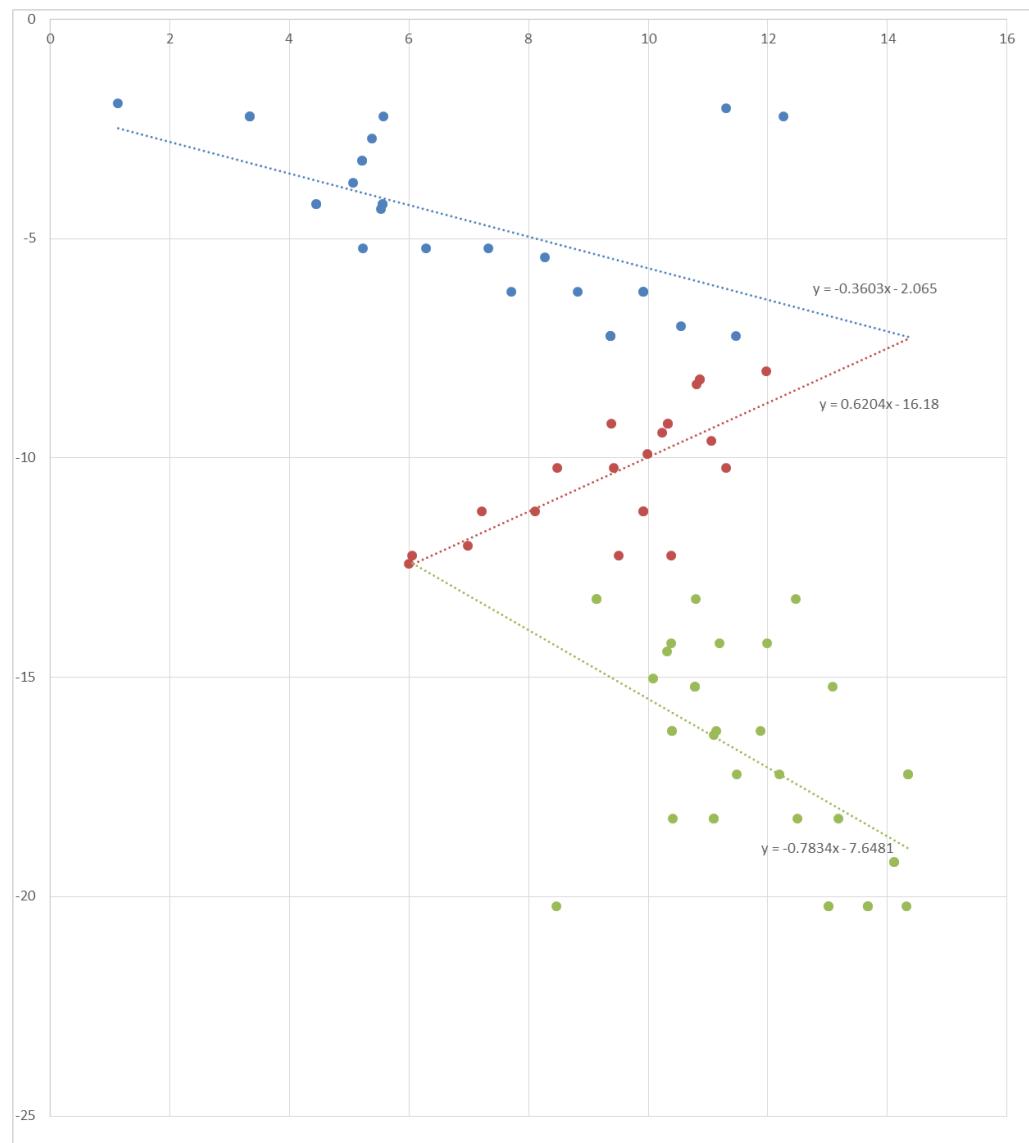
$\lambda = 0,95$  (dužina potisne šipke ispod nakovanja 6-10 m)

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

$$C_N = \frac{2}{1 + \sigma'_{v0}}$$

$\sigma'_{v0}$  – vertikalno efektivno naprezanje na dubini izvođenja pokusa ( u (kPa) x  $10^{-2}$ )

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  $N60 = 7$

2. sloj  $N60 = 10$

- Za  $L = 15$  m izračunato je:

1. sloj  $N60 = 7$

2. sloj  $N60 = 10$

3. sloj  $N60 = 11$

- Za  $L = 20$  izračunato je:

1. sloj  $N60 = 7$

2. sloj  $N60 = 10$ ,

3. Sloj  $N60 = 12$

## 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.

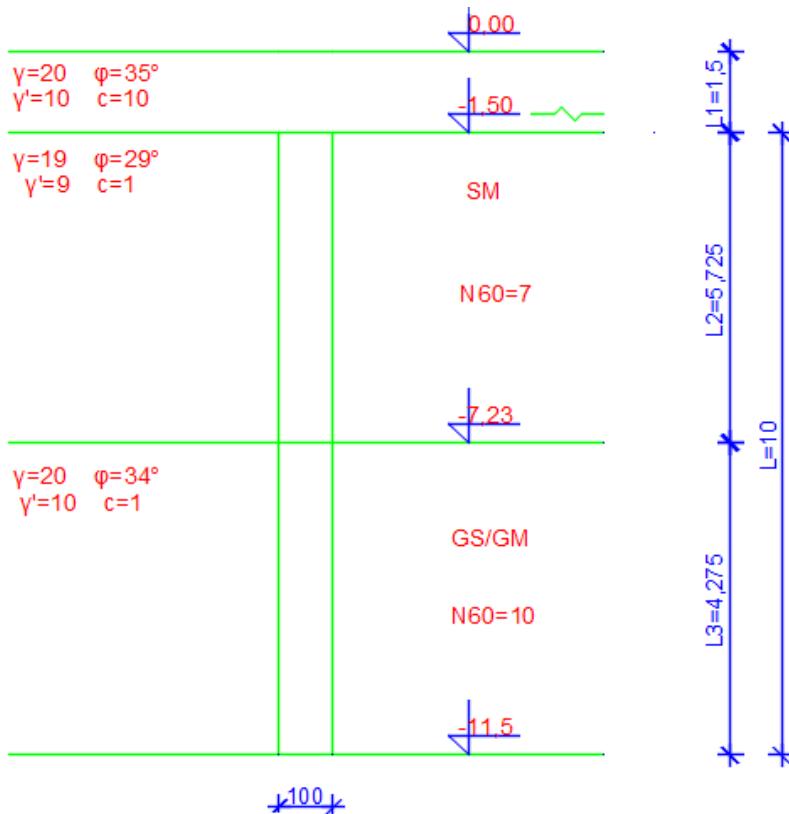
- Prvi sloj je pjesak s prahom i malo sitnog šljunka, rastresit, smeđe boje SM.
- Drugi sloj je sitni šljunak, pjeskovit, s malo praha, rastresit do srednje zbijen, smeđe sive boje GS/GM.
- Treći sloj je pjesak prašinasti, fini do srednjji, s prahom i organskim primjesa i mirisom po organskom truležu,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

### 2.1. Slojevi tla: L=10 m

$$L_0 = 1,5m \rightarrow \text{ne nosivi sloj}$$

$$L_1 = 5,725m \rightarrow \text{SM}$$

$$L_2 = 4,275m \rightarrow \text{GS/GM}$$



Slika 2: Prikaz pilota i slojeva tla za  $L = 10 \text{ m}$

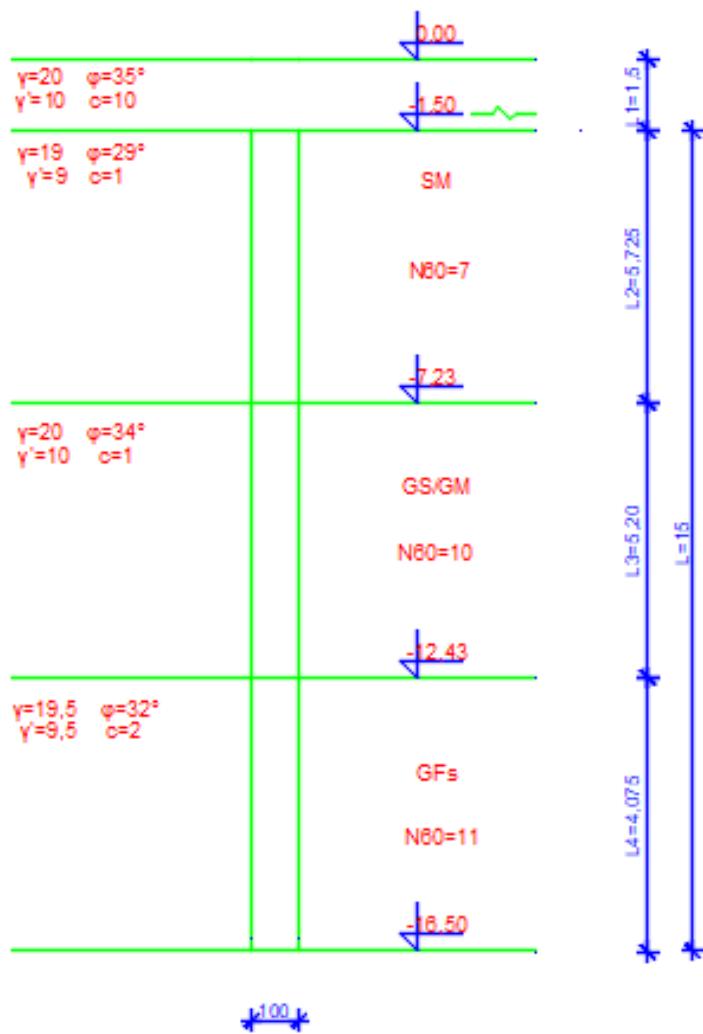
## 2.2. Slojevi tla: L=15 m

$L_0 = 1,5m \rightarrow$ ne nosivi sloj

$L_1 = 5,725m \rightarrow$ SM

$L_2 = 5,2m \rightarrow$ GS/GM

$L_3 = 4,075m \rightarrow$ GFs



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

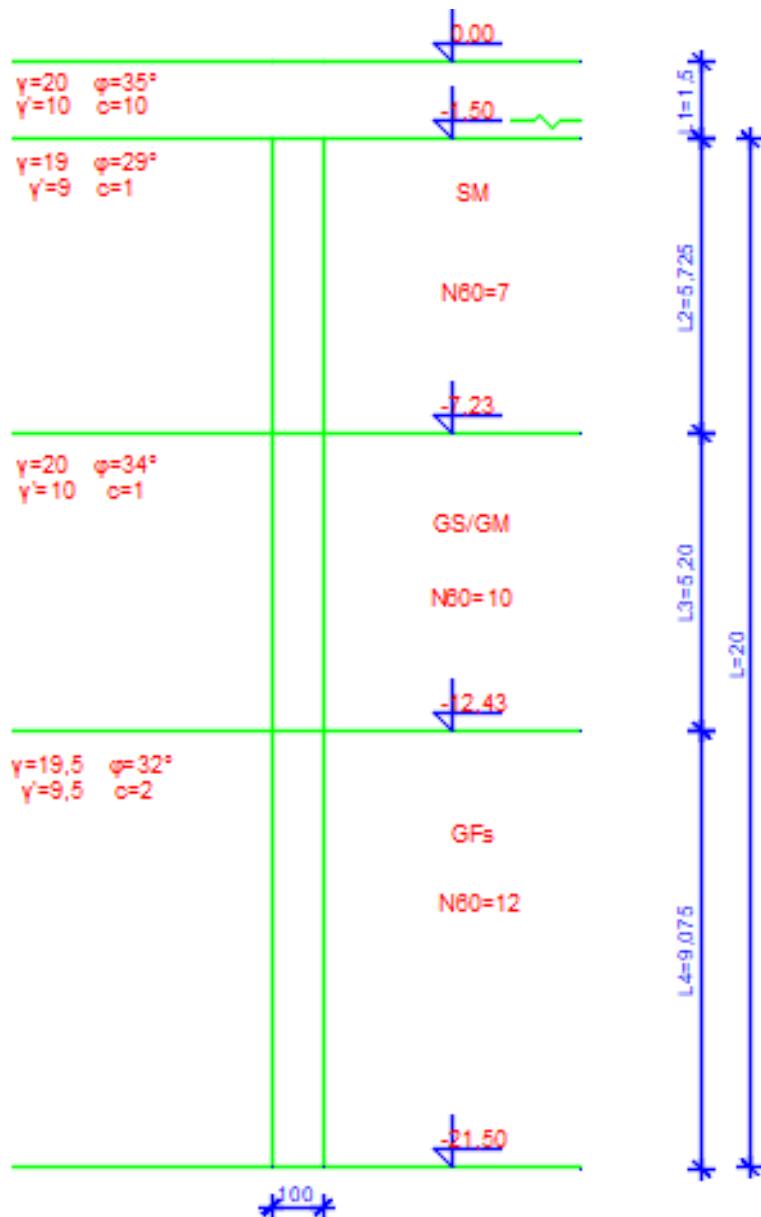
### 2.3. Slojevi tla: L=20 m

$L_0 = 1,5m \rightarrow$ ne nosivi sloj

$L_1 = 5,725m \rightarrow$ SM

$L_2 = 5,2m \rightarrow$ GS/GM

$L_3 = 9,075m \rightarrow$ 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:

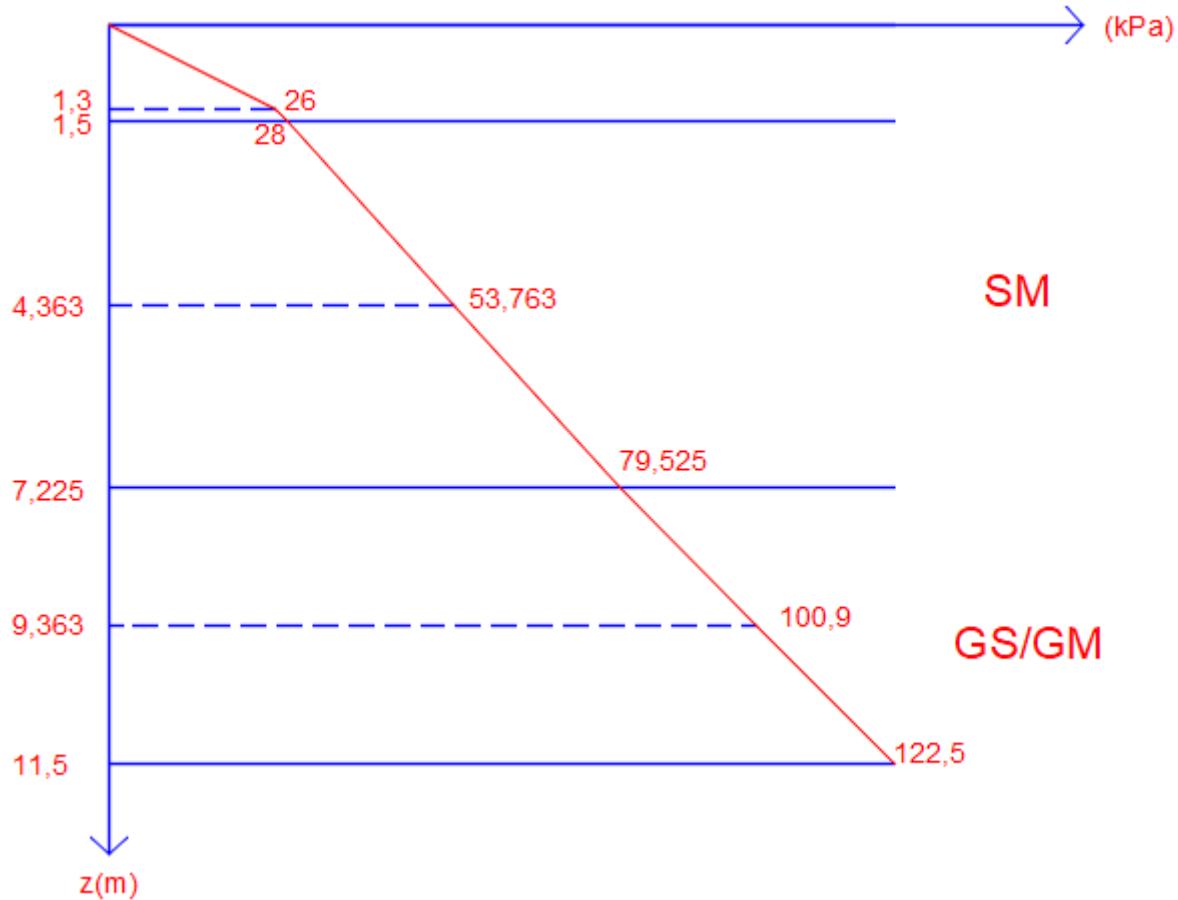
$$\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$$

	$\gamma \left[ kN/m^3 \right]$	$\gamma' \left[ kN/m^3 \right]$	$\varphi [^\circ]$	$c \left[ kN/m^2 \right]$	$E_s \left[ kN/m^2 \right]$	$\nu [-]$	
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 ( $\sigma'_{ov}$ )

##### 4.1. Vertikalno efektivno naprezanje $L = 10 \text{ m}$



Slika 5: Prikaz pripadajućeg dijagrama vertikalnog efektivnog naprezanja za  $L = 10 \text{ m}$

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

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

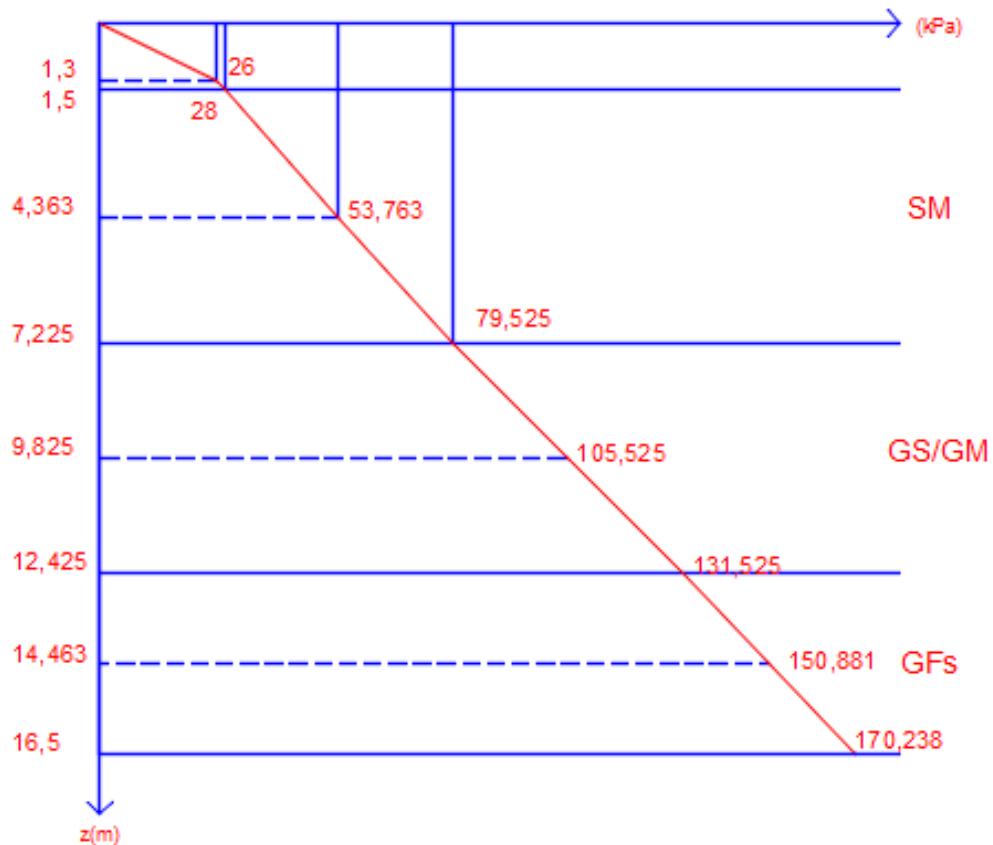
$$\sigma'_{1-2,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + \frac{5,725}{2} \times 9 = 53,763 \text{ kPa}$$

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

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

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

#### 4.2. Vertikalno efektivno naprezanje L = 15 m



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

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

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

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

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

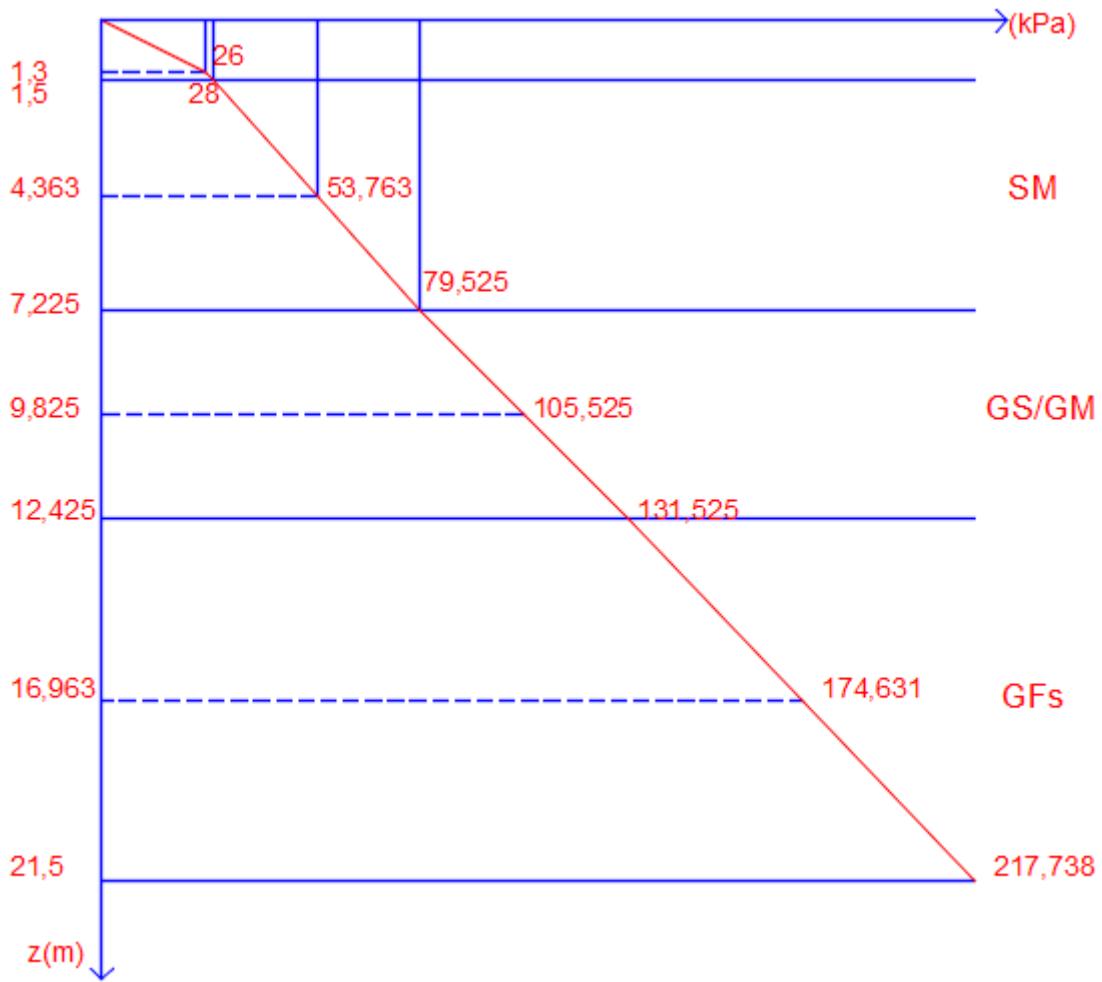
$$\sigma'_{2-3,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + \frac{5,2}{2} \times 10 = 105,525 \text{ kPa}$$

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

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

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

### 4.3. Vertikalno efektivno naprezanje L = 20 m



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

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

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

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

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

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

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

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

$$\sigma'_{4,v0} = 1,3 \times 20 + 0,2 \times 10 + 5,725 \times 9 + 5,2 \times 10 + 9,075 \times 9,5 = 217,738 \text{ kPa}$$

## 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:

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

$\alpha_T$  → koeficijent vitkosti (Tablica 2)

$L/d$	$\varphi'$				
	$26^\circ$	$30^\circ$	$34^\circ$	$37^\circ$	$40^\circ$
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  $\alpha_T$  u ovisnosti o omjeru  $L/d$  i o veličini kuta unutarnjeg trenja tla na dubini osnovice pilota

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

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

$$B_K = 36,24$$

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

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

$$R_b = q_b \times A_b$$

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

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

*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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 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):  $\gamma_{\phi'}= 1,00$
    - 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)

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

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

$$B_K = 36,24$$

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

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

$$R_b = q_b \times A_b$$

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

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

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

Gdje je:

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

Otpornost	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Osnovica	$\gamma_b$	– <sup>a</sup>	1,2	1,0	– <sup>a</sup>
Plašt (tlačni piloti)	$\gamma_s$	– <sup>a</sup>	1,2	1,0	– <sup>a</sup>
Ukupna/kombinirana (tlačni piloti)	$\gamma_t$	– <sup>a</sup>	1,2	1,0	– <sup>a</sup>
Plašt (vlačni piloti)	$\gamma_{st}$	– <sup>a</sup>	1,2	1,0	– <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Gdje je:

- 1,5 –koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora  $\gamma_b$  i  $\gamma_s$  (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- $\gamma_b$  – 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:

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

$\alpha_T$  → koeficijent vitkosti (Tablici 2)

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

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

$$B_K = 27,56$$

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

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

$$R_b = q_b \times A_b$$

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

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

*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

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

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

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

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

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

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

### SLOJ GFs

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Granična nosivost pilota u vertikalno smjeru

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

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

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

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):  $\gamma_\phi= 1,00$
    - 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)

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

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

$$B_K = 27,56$$

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

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

$$R_b = q_b \times A_b$$

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

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

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

Gdje je:

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

*Proračunska nosivost trenjem po plasti:*

→ bušeni piloti i drenirani uvjeti u krupnozrnatom tlu:

SLOJ SM

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

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

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

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

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

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

SLOJ GS/GM

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

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

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

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

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

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

SLOJ GFs

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Gdje je:

- 1,5 –koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora  $\gamma_b$  i  $\gamma_s$  (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- $\gamma_b$  – 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:

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

$\alpha_T$  → koeficijent vitkosti (Tablici 2)

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

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

$$B_K = 27,56$$

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

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

$$R_b = q_b \times A_b$$

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

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

*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

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

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

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

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

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

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

### SLOJ GFs

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 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):  $\gamma_{\phi'}= 1,00$
    - 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)

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

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

$$B_K = 27,56$$

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

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

$$R_b = q_b \times A_b$$

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

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

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

Gdje je:

- 1,5 –koeficijent modela s kojim je potrebno pomnožiti vrijednosti parcijalnih faktora  $\gamma_b$  i  $\gamma_s$  (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- $\gamma_b$  – 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

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

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

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

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

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

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

SLOJ GS/GM

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

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

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

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

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

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

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  $\gamma_b$  i  $\gamma_s$  (HRN EN 1997-1:2012). Vrijednosti koeficijenta modela je: 1,5 za sve pilote, PP2
- $\gamma_b$  – 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:

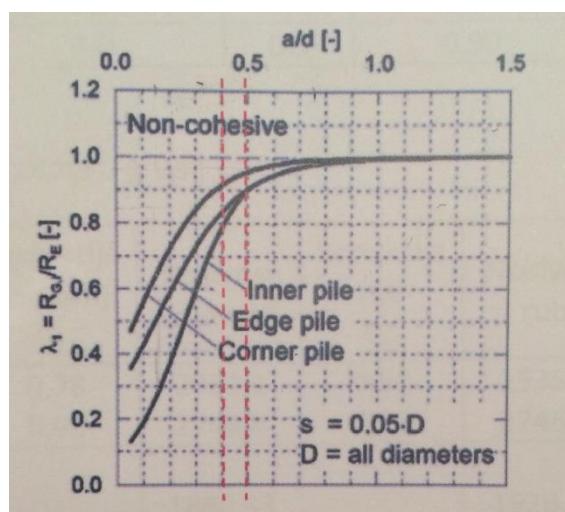
$$G_{r,i} = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3$$

$\lambda_1$  → koeficijent koji ovisi o vrsti tla, razmaku pilota, dužini pilota i očekivanom slijeganju

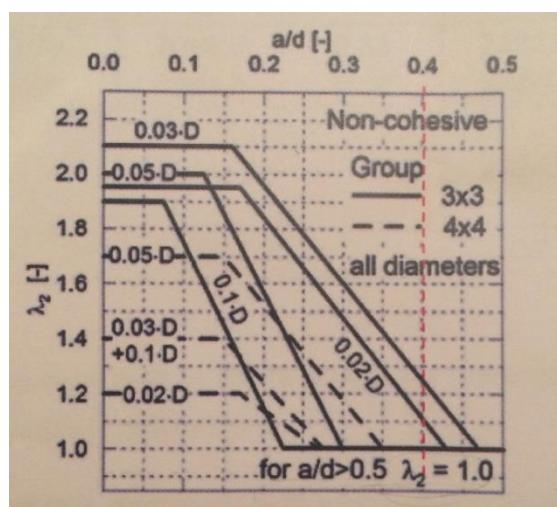
$\lambda_2$  → koeficijent ovisan o veličini grupe pilota (za grupu pilota s više od 5 pilota u jednom smjeru  $\lambda_2 = 1$  )

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

Koeficijenti se određuju iz dijagrama:



Slika 8: Koeficijent  $\lambda_1$  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  $\lambda_2$  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 NOSIVOGL DIJELA d(m)	$\frac{a}{d}$	OČITANO		
				$\lambda_1$ UNUTARNJI	$\lambda_1$ RUB	$\lambda_1$ 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 NOSIVOOG DIJELA d(m)	$\frac{a}{d}$	OČITANO		
				$\lambda_1$ UNUTARNJI	$\lambda_1$ RUB	$\lambda_1$ 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 NOSIVOGL DIJELA d(m)	$\frac{a}{d}$	OČITANO		
				$\lambda_1$ UNUTARNJI	$\lambda_1$ RUB	$\lambda_1$ 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

<b>Nosivost pilota u grupi:</b>	$a = 3m$	$a = 4m$	$a = 3m$	$a = 4m$	$a = 3m$	$a = 4m$
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 Miščević, "Nastavni materijali-Geotehničko inženjerstvo"
- [3] Predrag Kvasnička, Dubravko Domitrović, " MEHANIKA TLA–Interna skripta "  
[\(http://rgn.hr/~pkvasnic/MehanikaTla\\_2007.pdf\)](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**

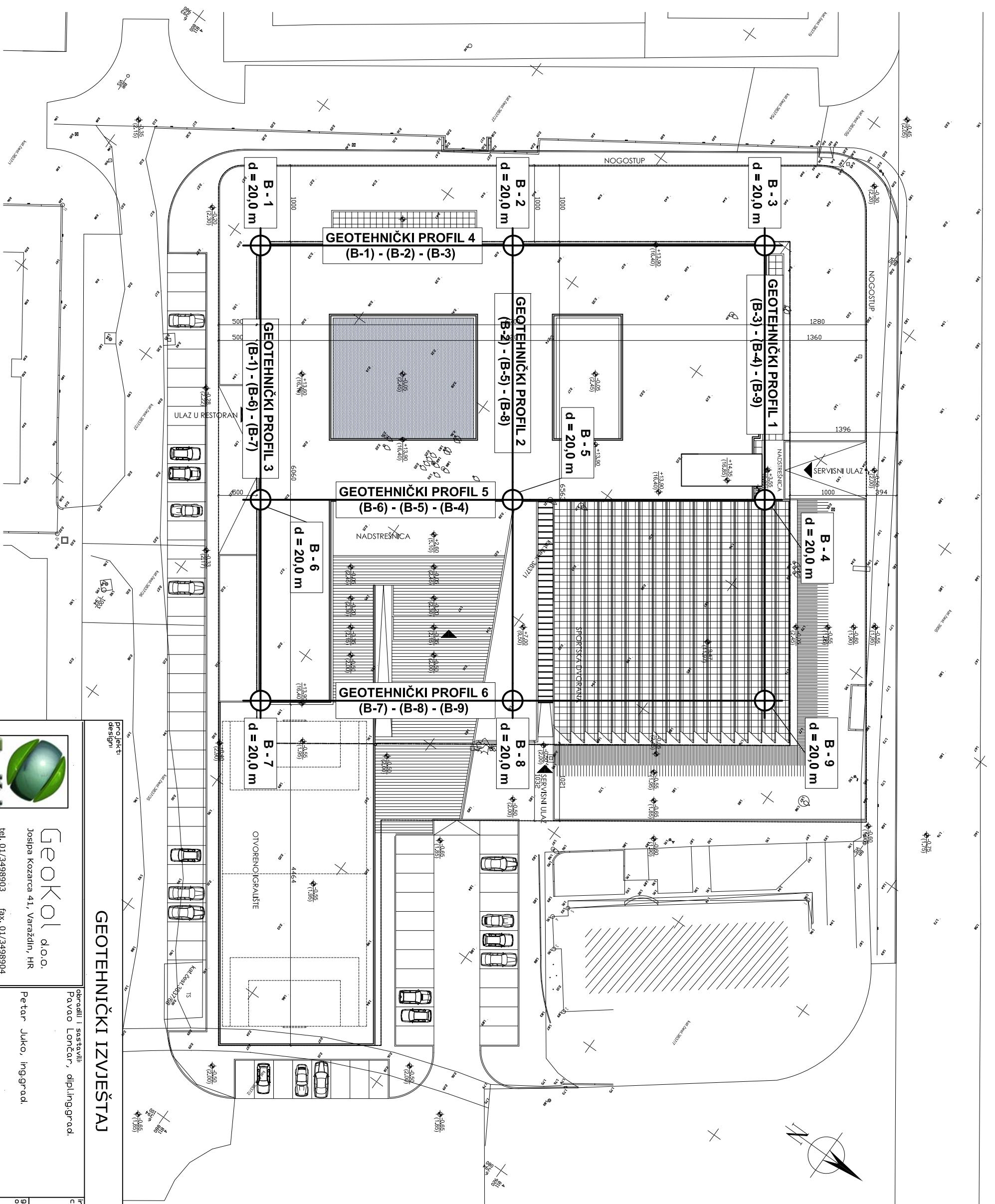
## **9.2. Poprečni presjek**

### **9.3. Situacija objekta lokacijama bušotina i geodetska podloga**

#### **9.4. Sondažni profil tla**

## **9.5. Geotehnički profil tla**

## **9.6. Granulometrijski dijagram**



od tumač  
da teči  
upozor br.  
Job no.  
drawing  
1

### GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

opradili i sastavili

Pavao Lončar, dipl.ing.grad.

Petar Juko, ing.grad.

Investitor:

SPLITSKO - DALMATINSKA  
ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,  
Trg kraja Tomislava 5, Omiš

gradjivina

objectu

GRAD

contenti

SITUACIJA BUŠOTINA I  
GEOTEHNIČKIH PROFILA

sačinj

geometrijski

geometrijski

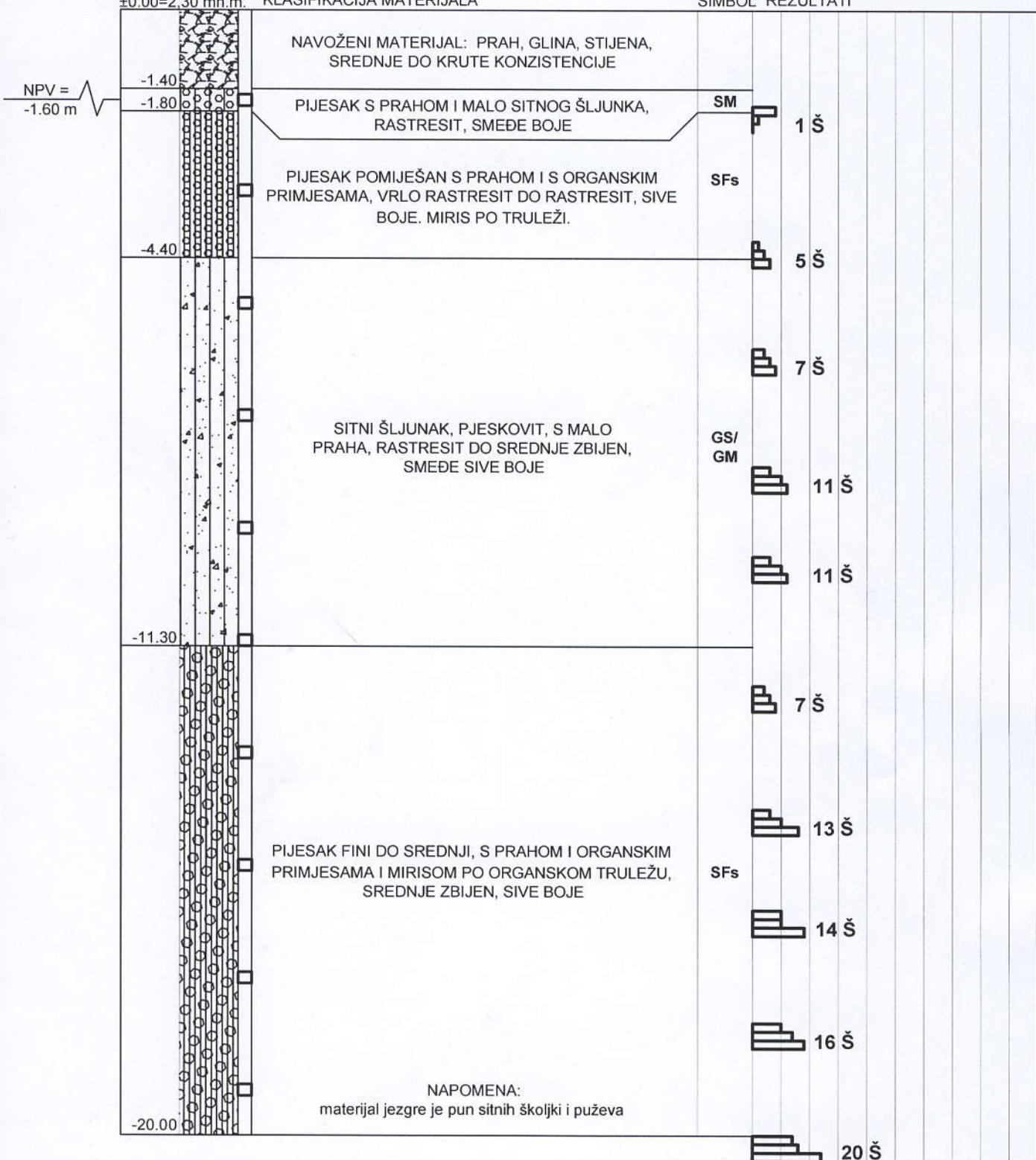
**INVESTITOR:** SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,  
Trg kralja Tomislava 5, Omiš  
**OBJEKT:** SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU  
**DATUM:** 02. 2010.

MJERILO : M 1:100

## **SONDAŽNI PROFIL**

B - 1

## USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI SIMBOL REZULTATI



- POREMEĆENI UZORCI
  - NEPOREMEĆENI UZORCI
  - PRIRUČNI PENETROMETAR (q<sub>u</sub>)
  - STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
  - ATTEBERGOVE GRANICE (W<sub>P</sub>, W<sub>L</sub>)
    - PRIRODNA VLAŽNOST (W<sub>0</sub>)
    - + GUSTOĆA SUHOG TLA (ρ<sub>d</sub>)
    - ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA (ρ)
    - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA (ρ<sub>s</sub>)
    - ~ 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
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5	$Mg/m^3$
$Q_u$	0	100	200	300	400	500	$kN/m^2$
$\tau$	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.

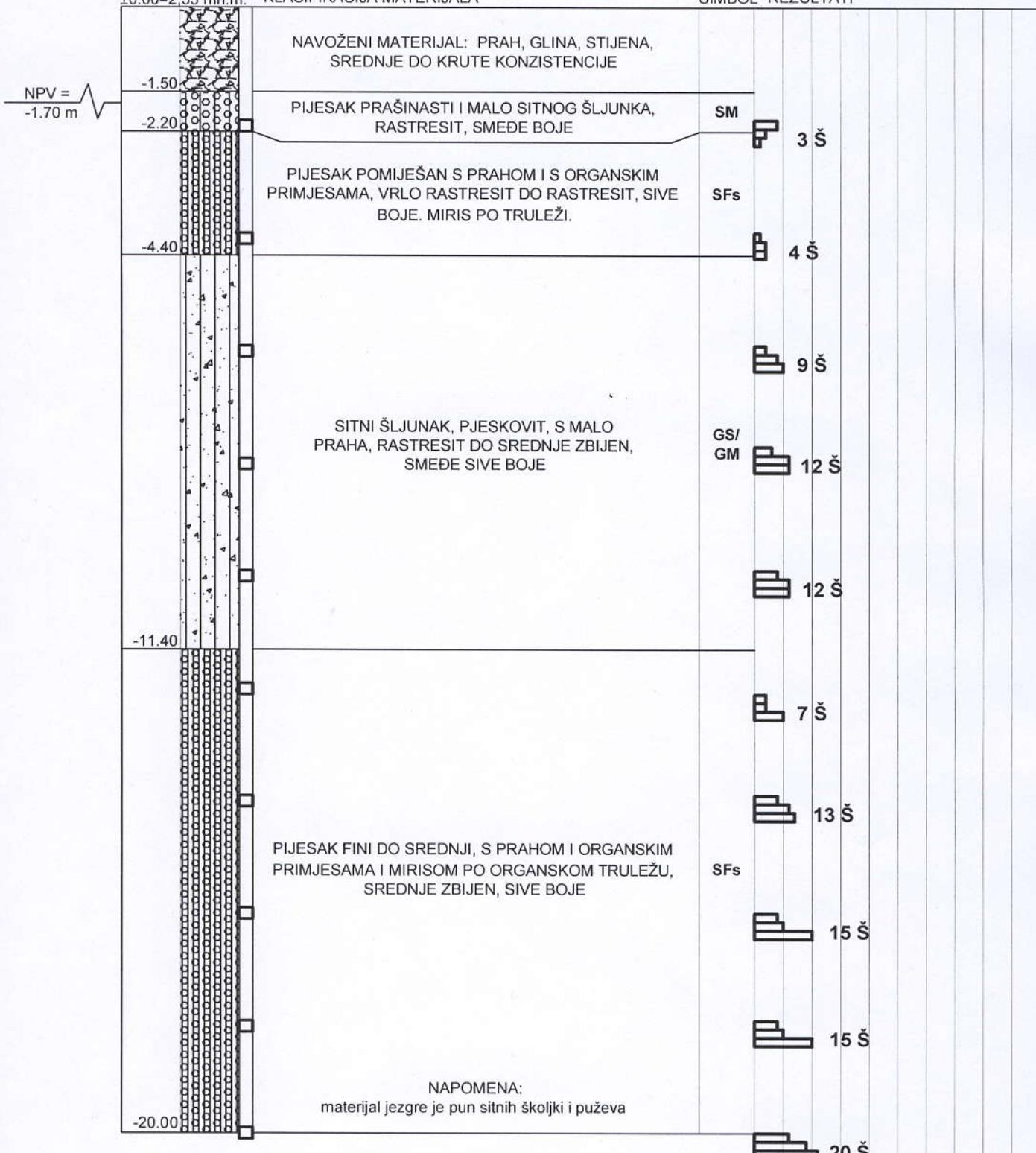
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 2

$\pm 0.00 = 2,35$  mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
 SIMBOL REZULTATI



- 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 ( $\rho_d$ )
- ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
- ~ 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
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5	$Mg/m^3$
$q_u$	0	100	200	300	400	500	$kN/m^2$
$\tau$	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.

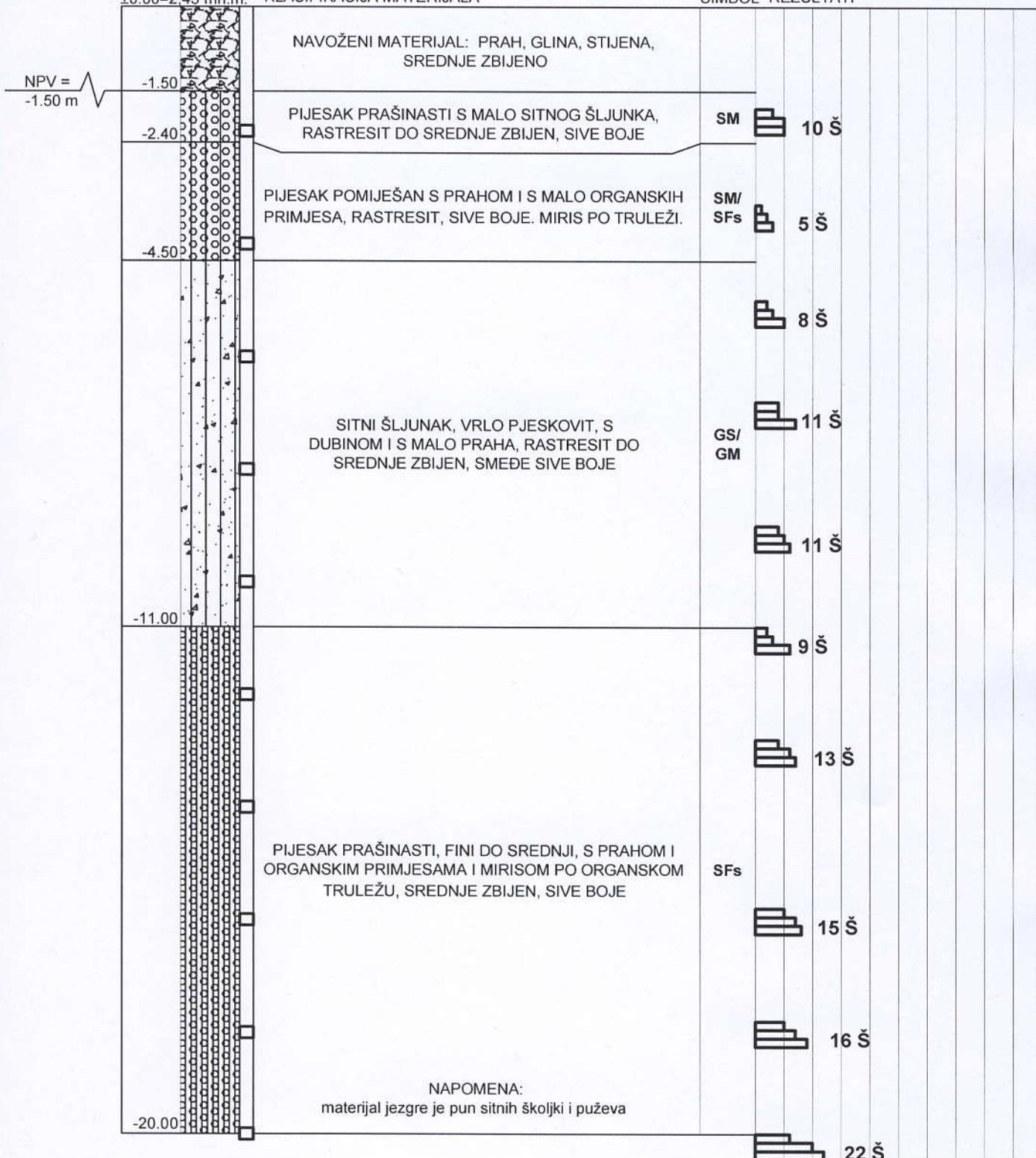
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 3

$\pm 0.00 = 2,45$  mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
SIMBOL REZULTATI



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR ( $q_u$ )
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE ( $W_p, W_L$ )
  - PRIRODNA VLAŽNOST ( $W_o$ )
  - + GUSTOĆA SUHOG TLA ( $\rho_d$ )
  - × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
  - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

$W_o, W_L, W_p$	0	20	40	60	80	100	%
SPT	0	10	20	30	40	50	udaraca
$\rho_s, \rho_d$	0	1	2	3	4	5	$Mg/m^3$
$q_u$	0	100	200	300	400	500	$kN/m^2$
$\tau$	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.

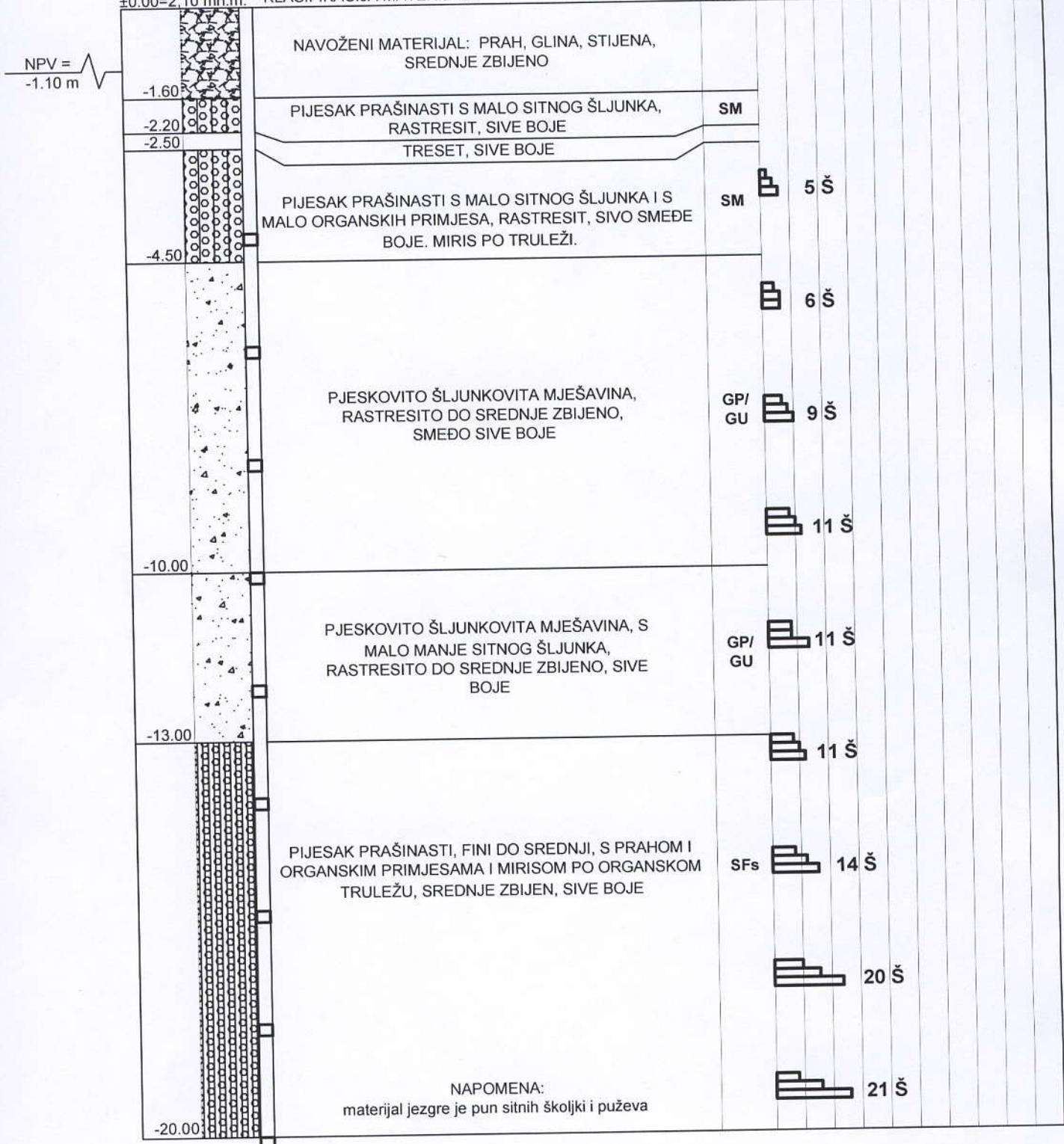
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 4

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
SIMBOL REZULTATI

$\pm 0.00 = 2,10$  mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIROČNI PENETROMETAR ( $q_u$ )
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE ( $W_F, W_L$ )
  - PRIRODNA VLAŽNOST ( $W_o$ )
  - + GUSTOĆA SUHOG TLA ( $\rho_d$ )
  - ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
  - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
  - ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
  - KRILNA SONDA

$W_o, W_L, W_F$	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udaraca
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5 Mg/m <sup>3</sup>
$Q_u$	0	100	200	300	400	500 kN/m <sup>2</sup>
$\tau$	0	20	40	60	80	100 kN/m <sup>2</sup>

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.

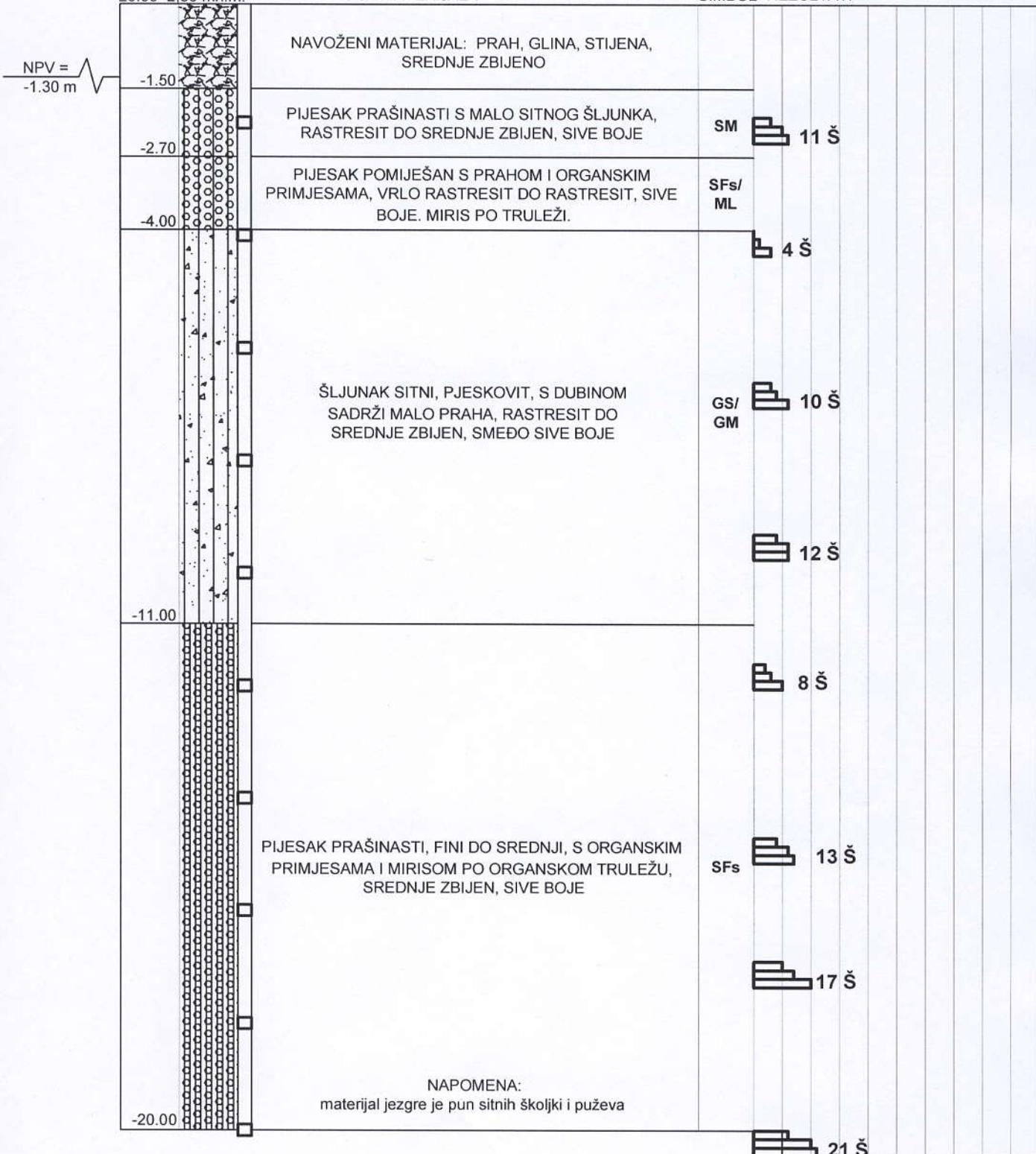
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 5

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
SIMBOL REZULTATI

$\pm 0.00 = 2,30$  mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR ( $q_u$ )
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE ( $W_p, W_L$ )
  - PRIRODNA VLAŽNOST ( $W_0$ )
  - + GUSTOĆA SUHOG TLA ( $\rho_d$ )
  - ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
  - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
  - ~ 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	udaraca
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5	$Mg/m^3$
$q_u$	0	100	200	300	400	500	$kN/m^2$
$\tau$	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.

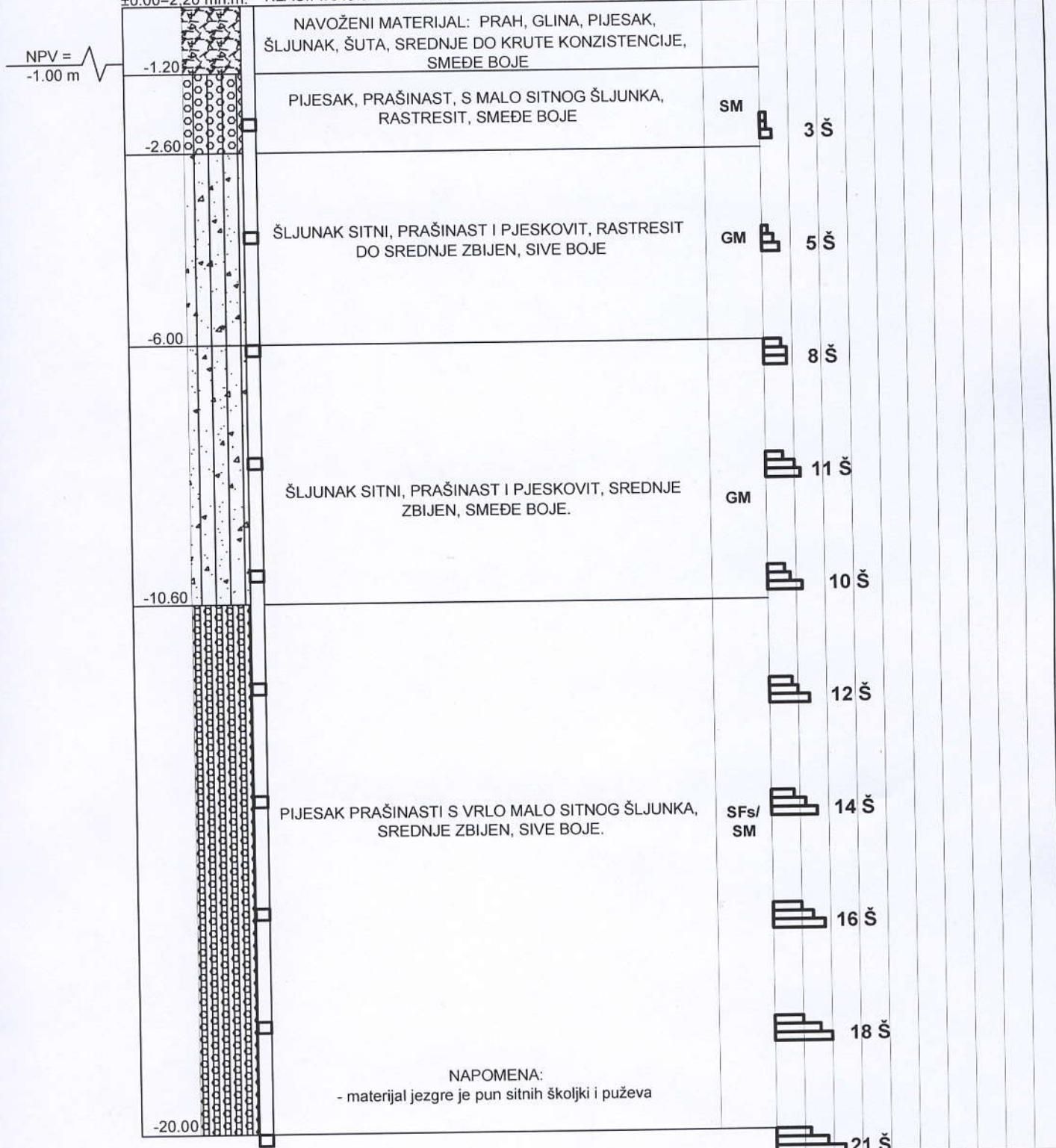
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 6

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
SIMBOL REZULTATI

$\pm 0.00 = 2.20$  mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR ( $q_u$ )
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE ( $W_0, W_L$ )
- PRIRODNA VLAŽNOST ( $W_0$ )
- + GUSTOĆA SUHOG TLA ( $\rho_d$ )
- ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
- ~ 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 udaraca
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5 Mg/m³
$q_u$	0	100	200	300	400	500 kN/m²
$\tau$	0	20	40	60	80	100 kN/m²

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.

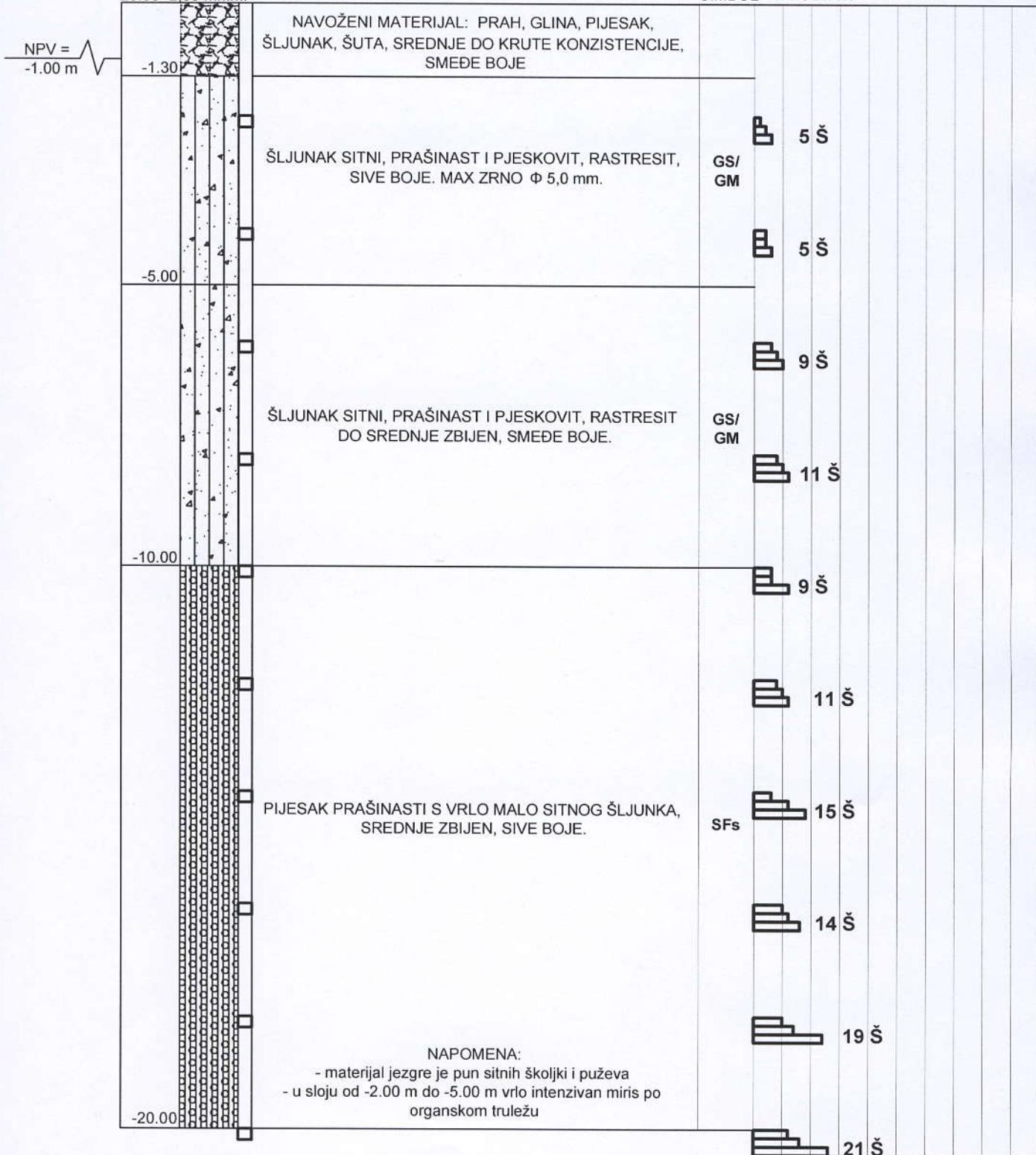
MJERILO : M 1:100

## SONDAŽNI PROFIL

B - 7

+0.00=2,00 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
 SIMBOL REZULTATI



- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR ( $q_u$ )
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE ( $W_p, W_l$ )
- PRIRODNA VLAŽNOST ( $W_o$ )
- + GUSTOĆA SUHOG TLA ( $\rho_d$ )
- ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
- ~ NIVO PODZEMNE VODE (NPV)
- KRILNA SONDA

$W_o, W_l, W_p$	0	20	40	60	80	100 %
SPT	0	10	20	30	40	50 udarača
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5 Mg/m <sup>3</sup>
$Q_u$	0	100	200	300	400	500 kN/m <sup>2</sup>
$\tau$	0	20	40	60	80	100 kN/m <sup>2</sup>

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.

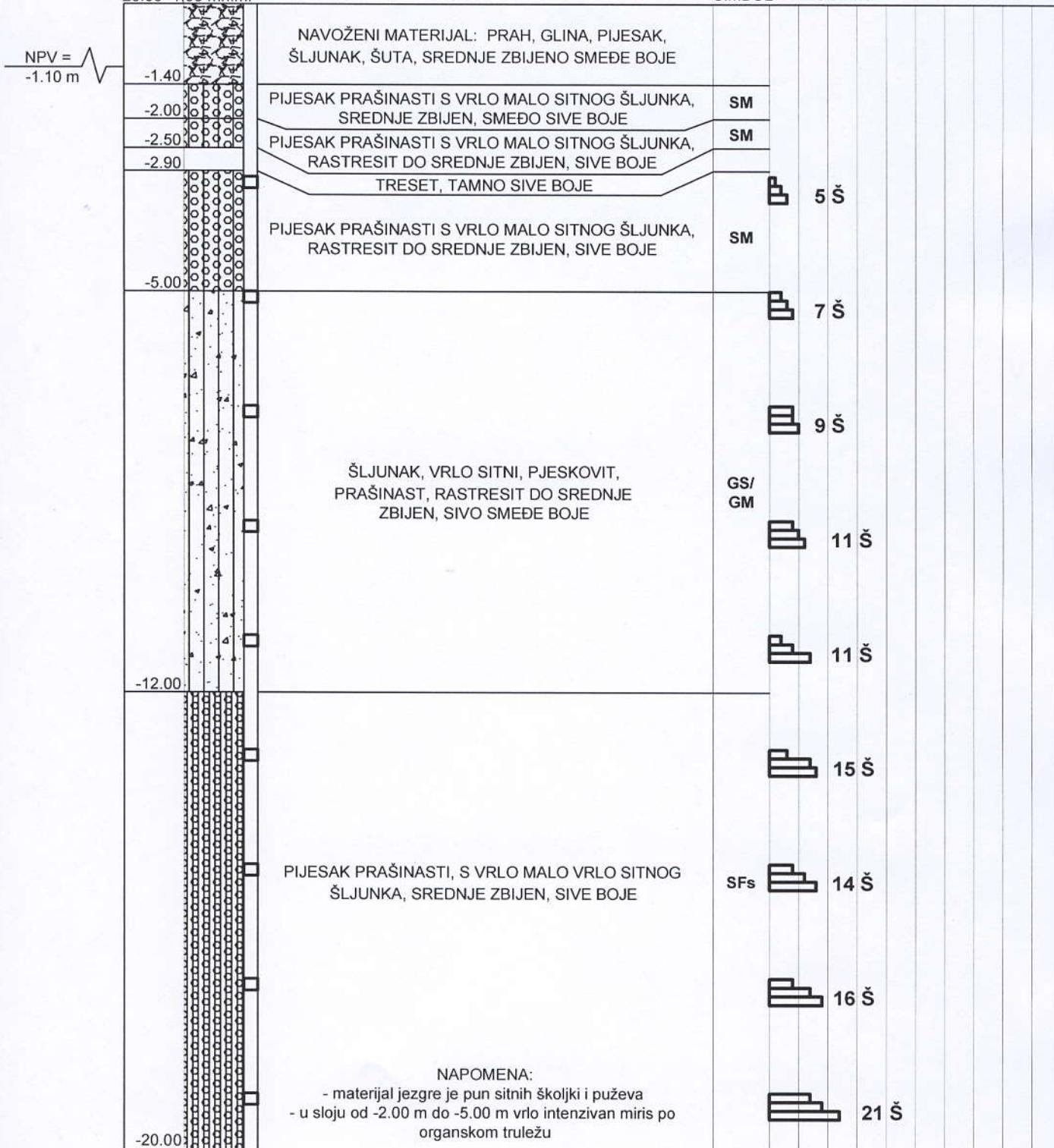
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 8

$\pm 0.00 = 1,95$  mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
SIMBOL REZULTATI



- 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 ( $\rho_d$ )
  - ✗ GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
  - ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
- ~ 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	udaraca
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5	$Mg/m^3$
$q_u$	0	100	200	300	400	500	$kN/m^2$
$\tau$	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.

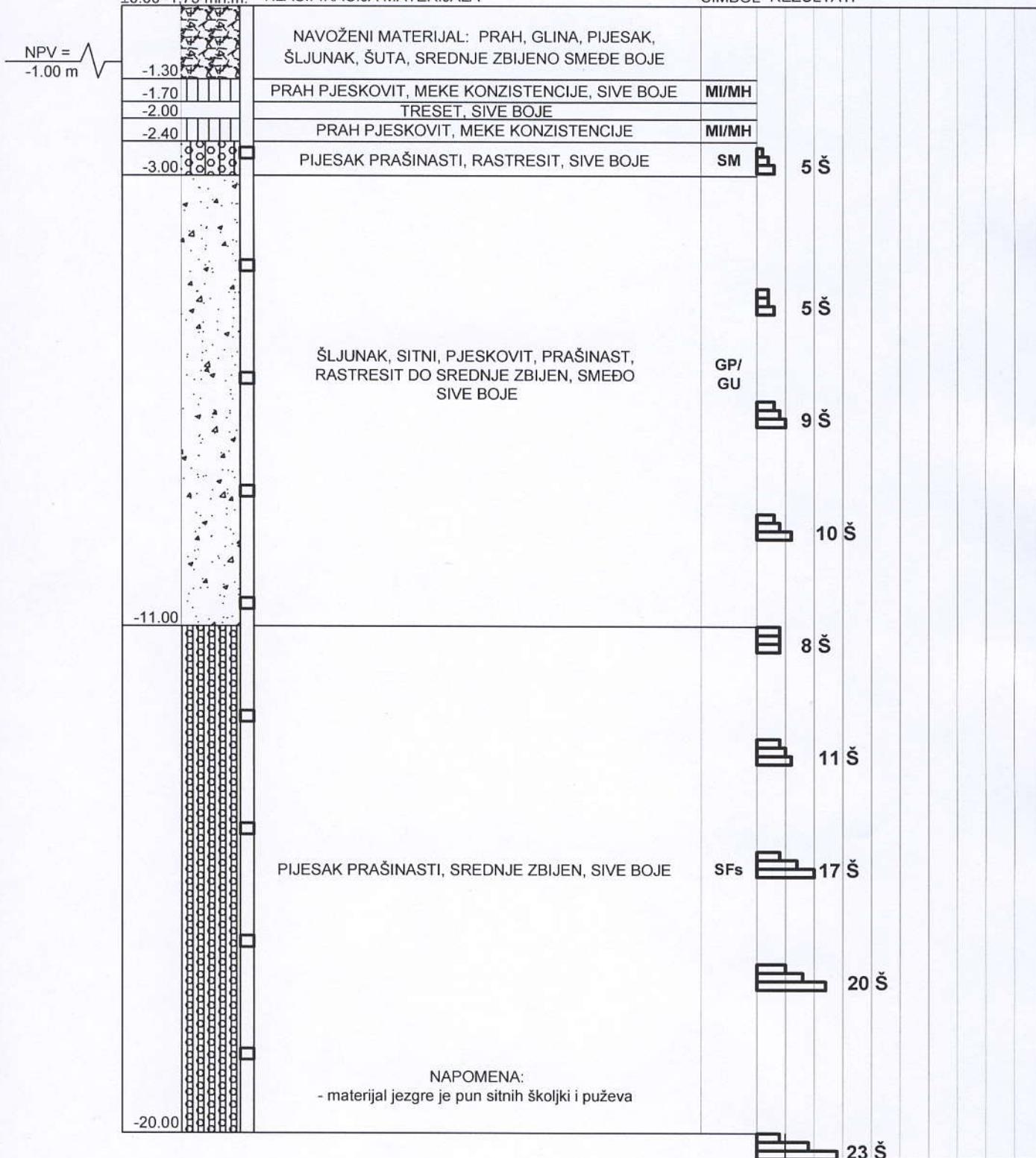
MJERILO : M 1:100

### SONDAŽNI PROFIL

B - 9

+0.00=1,75 mn.m. KLASIFIKACIJA MATERIJALA

USCS TERENSKI I LABORATORIJSKI  
SIMBOL REZULTATI

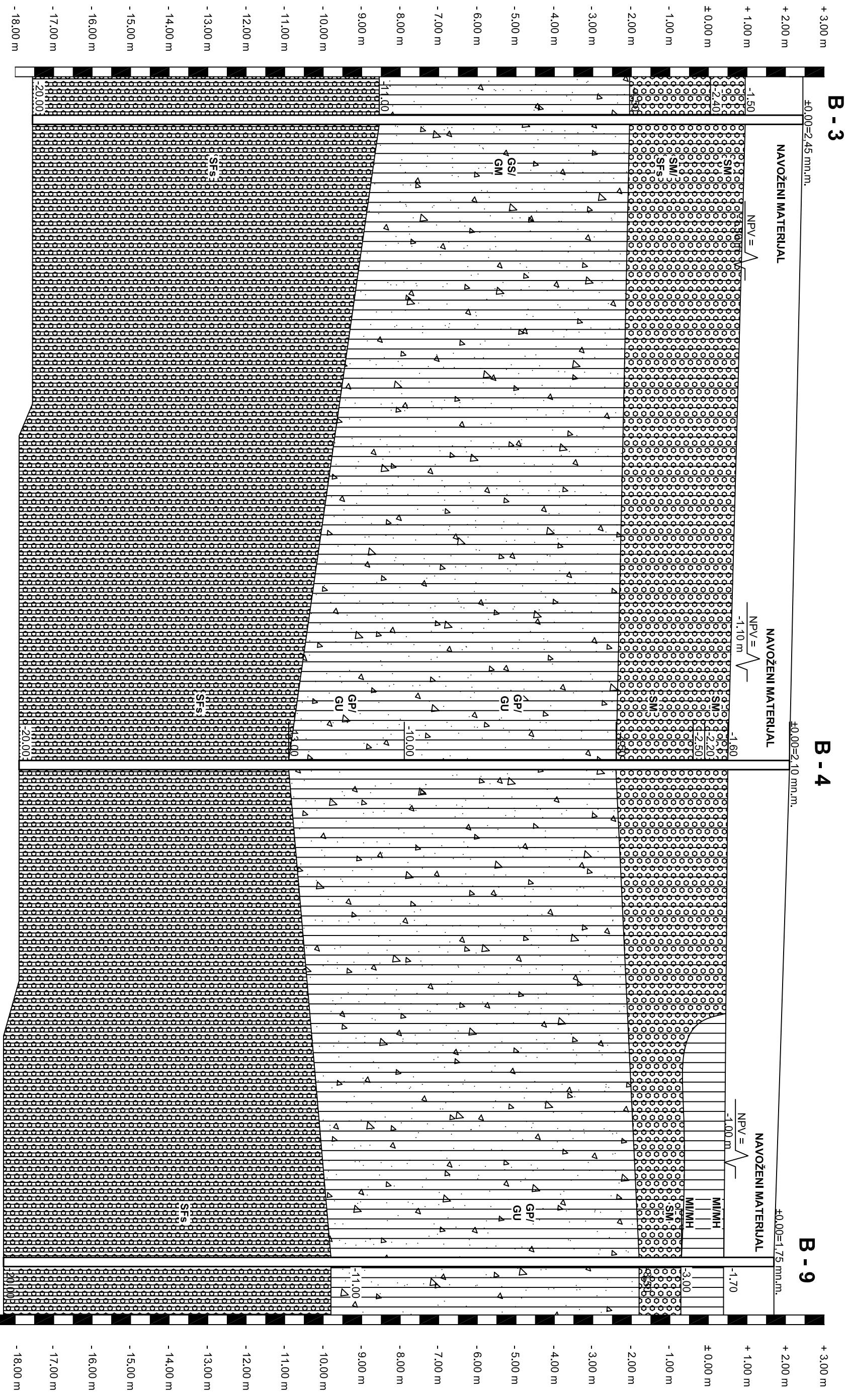


- POREMEĆENI UZORCI
- NEPOREMEĆENI UZORCI
- PRIRUČNI PENETROMETAR ( $q_u$ )
- STANDARDNI PENETRACIJSKI POKUS (SPP)
- ATTEBERGOVE GRANICE ( $W_p, W_L$ )
- PRIRODNA VLAŽNOST ( $W_0$ )
- + GUSTOĆA SUHOG TLA ( $\rho_d$ )
- × GUSTOĆA PRIRODNOG TLA ( $\rho$ )
- ⊕ GUSTOĆA ČVRSTIH ČESTICA ( $\rho_s$ )
- ~ NIVO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

$W_0, W_L, W_p$	0	20	40	60	80	100	%
SPT	0	10	20	30	40	50	udaraca
$\rho_s, \rho, \rho_d$	0	1	2	3	4	5	Mg/m <sup>3</sup>
$Q_u$	0	100	200	300	400	500	kN/m <sup>2</sup>
$\tau$	0	20	40	60	80	100	kN/m <sup>2</sup>

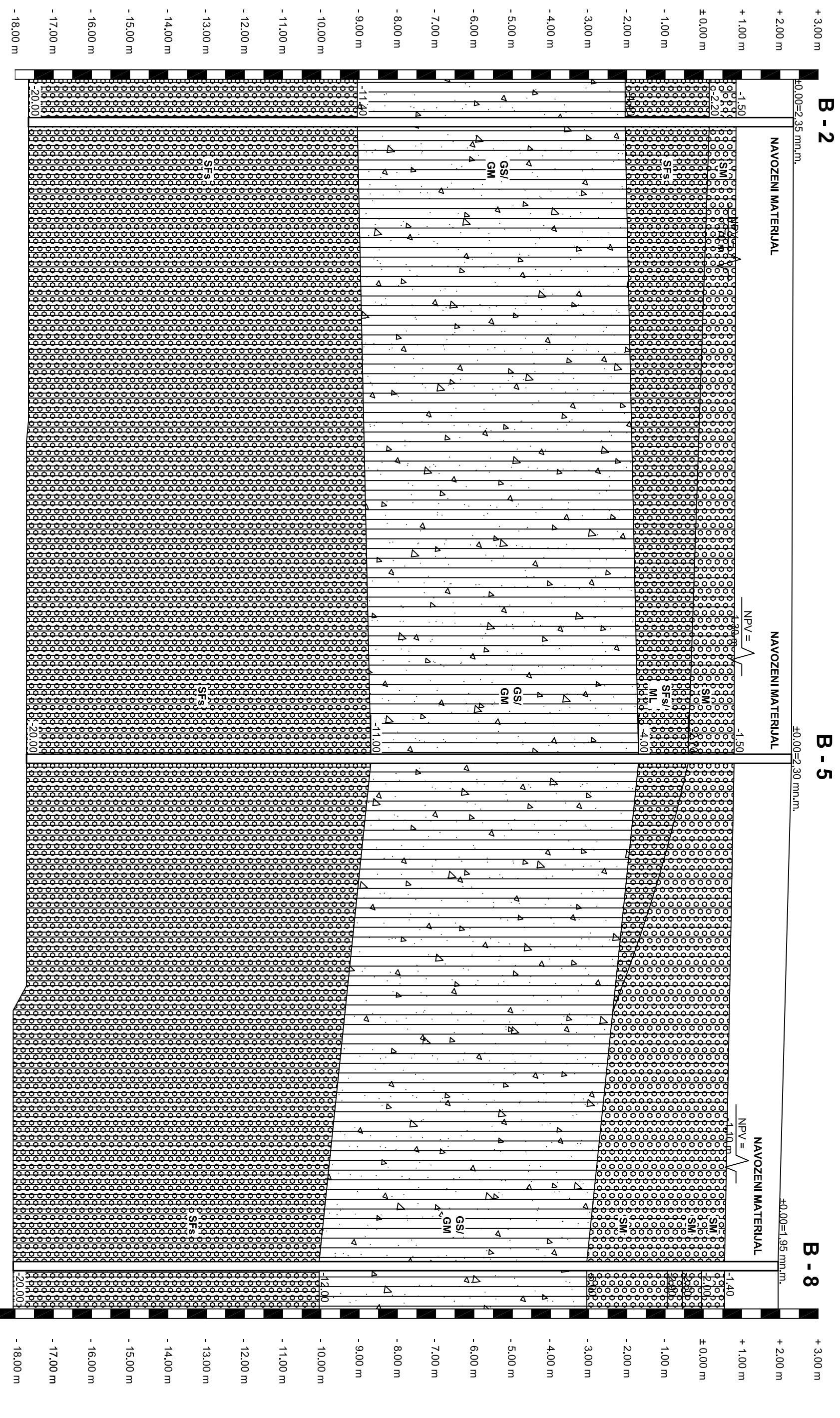
SONDIRAO : - ing. Berović  
- Petran  
- Kaniški

GOTEHNIČKI PROFIL 1

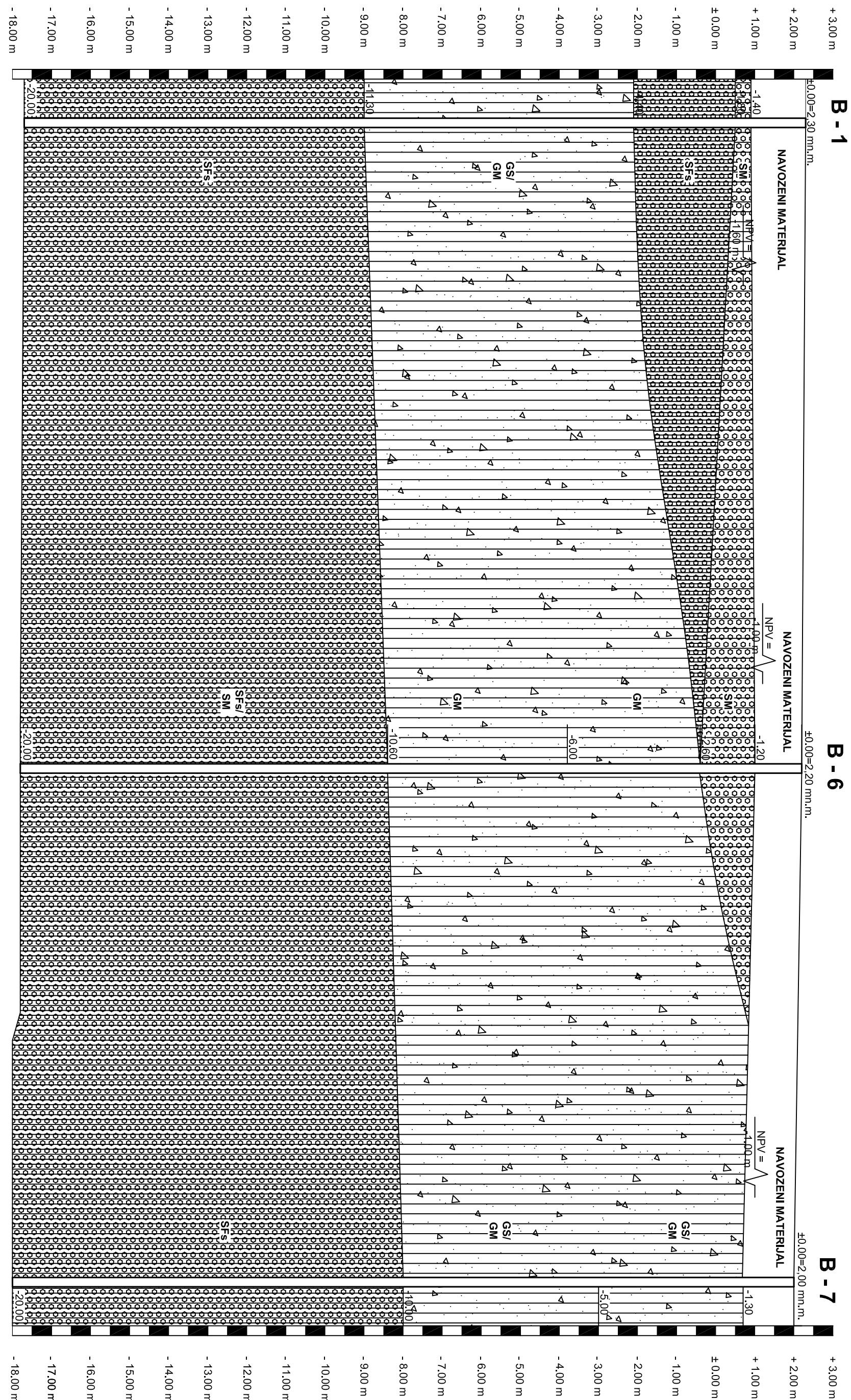


		Mj 1:00	
<h1 style="text-align: center;">GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ</h1>			
 <p><b>Geokol</b> d.o.o. Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR tel. 01/3498903 fax. 01/3498904 www.geokol.hr info@geokol.hr</p>		<p>obradili i sustavili Pavao Lončar, dipl.ingr.ad.</p> <p>investitor: <b>SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ, Trg kralja Tomislava 5, Omiš</b></p> <p>graditeljna objekti:</p> <p><b>SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU</b></p> <p>sodržaj content:</p> <p><b>GEOTEHNIČKI PROFIL 1</b></p>	
da-tum da-te!	02-2010.	upozor br. Job no.	Zvonimir Mesić, dipl.ingr.ad.
Mješavina	1802-1/10	crtež drawing	2

# GEOTEHNIČKI PROFIL 2



GEOTEHNIČKI PROFIL 3



 <b>GEOKOL</b> d.o.o. Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR tel. 01/3498903 fax. 01/3498904 <a href="http://www.geokol.hr">www.geokol.hr</a> info@geokol.hr		
<b>GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ</b> Pavao Lončar, dipl.ingrada, Petar Juko, Ingrad, Zvonimir Mesić, dipl.ingrada.		
odatum odati  02.02.2010.	ugovor br.: jed. nom.: Me1802-1/10	crteži: drawing 4
<b>Investitor:</b> <b>SPLITSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,</b> <b>Trg kralja Tomislava 5, Omiš</b> <b>građevina:</b> <b>objekti:</b> <b>SREDNJA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU</b> <b>Scenarij:</b> <b>content:</b> <b>GEOTEHNIČKI PROFIL 3</b>		

# GEOTEHNIČKI PROFIL 4

**B - 2**

±0.00=2,35 mn.m.

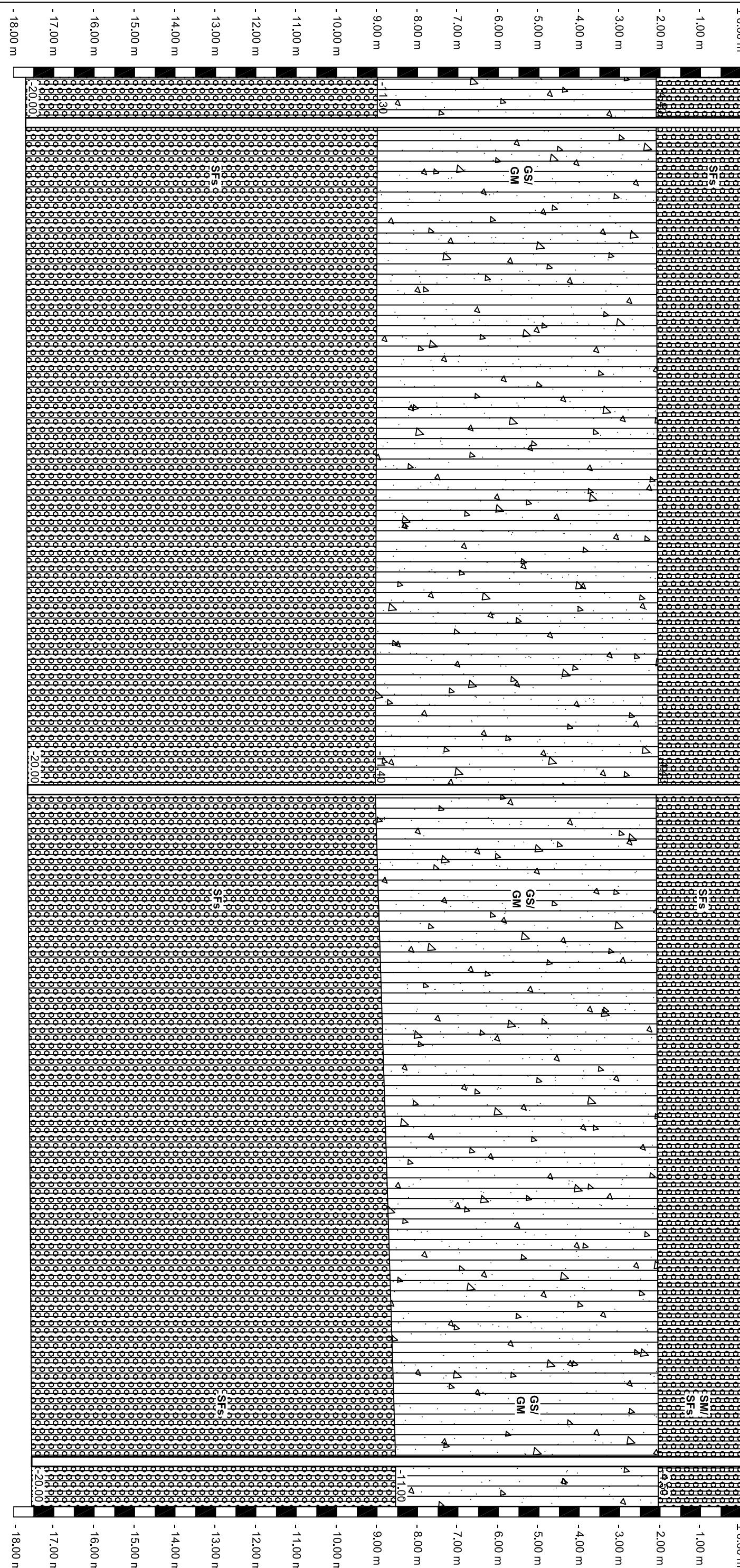
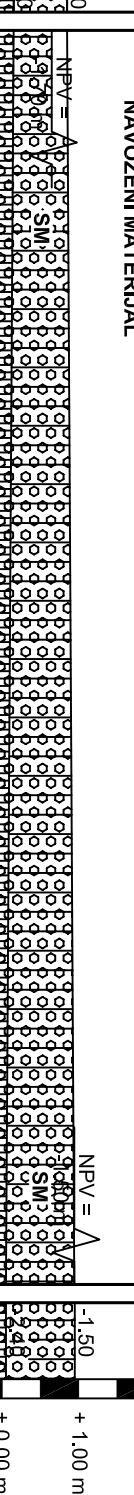
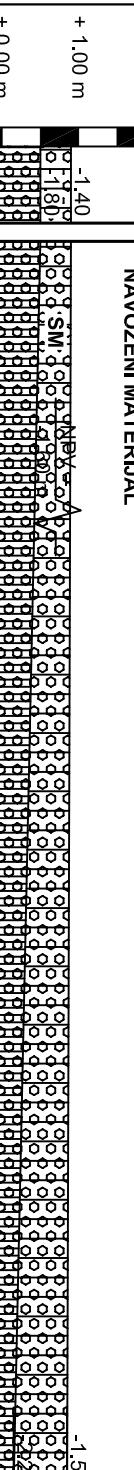
+ 3.00 m

NAVOZENI MATERIJAL

NAVOZENI MATERIJAL

NAVOZENI MATERIJAL

+ 2.00 m



projekti  
designi



## GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

opravili i sastavili:

Pavao Lončar, dipl.ing.grad.

GeOKOL d.o.o.  
Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR

tel. 01/3498903

fax. 01/3498904

www.geokol.hr

info@geokol.hr

investitor:

SPLITSKO - DALMATINSKA  
ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,  
Trg kraja Tomislava 5, Omiš

gradivina

object

SREDNJA ŠKOLA

"JURE KAŠTELAN" U OMIŠU

content

GEOTEHNIČKI PROFIL 4

Mh 1:200  
MV 1:100

do tisku

02.2010.

upisnik broj

Me1802-1/10

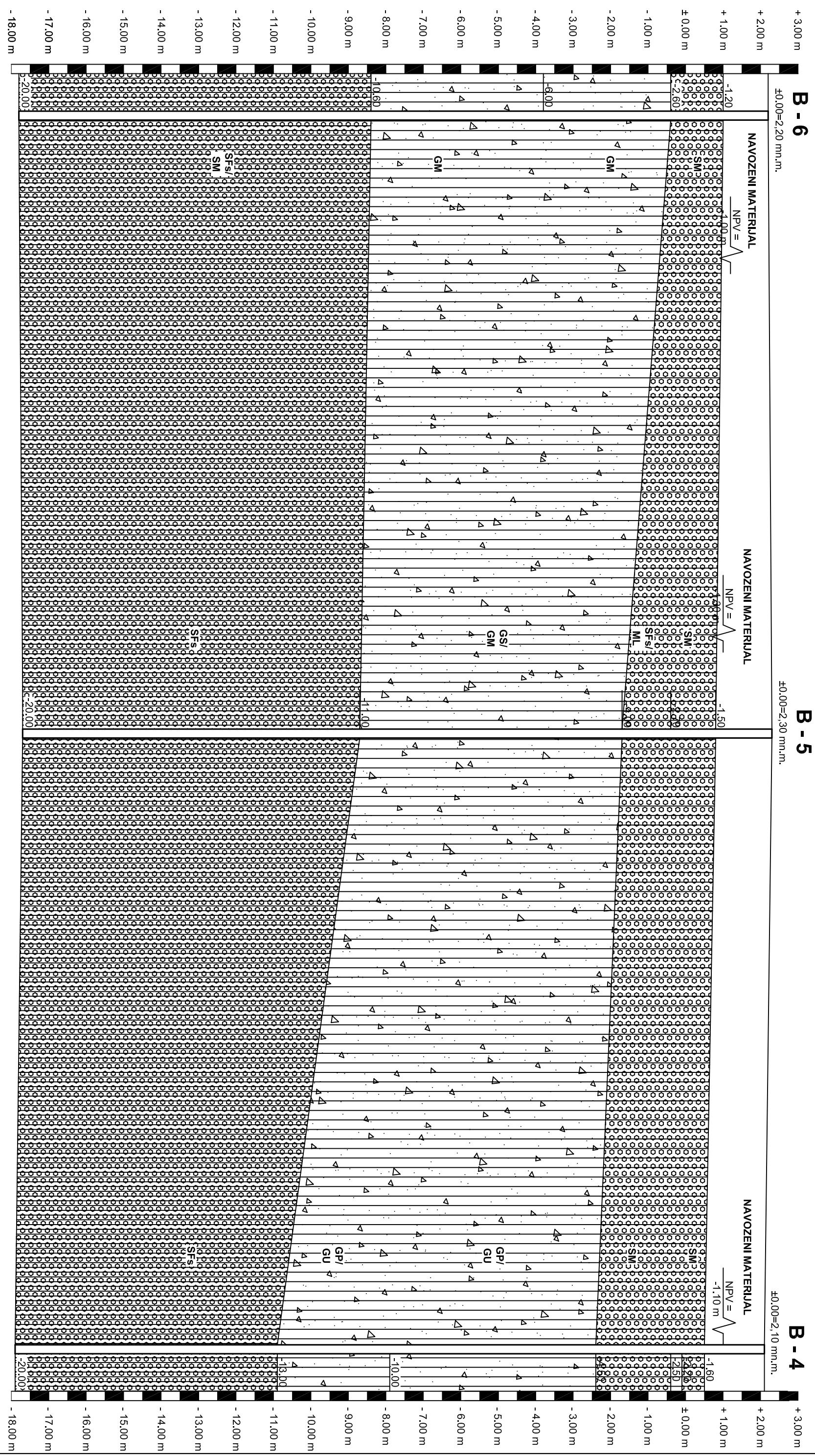
job no.

5

crteži

drawing

# GEOTEHNIČKI PROFIL 5



projekti



## GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

Mh 1:200  
MV 1:100

opravili i sastavili:

Pavao Lončar, dipl.ing.grad.

investitor:

SPLITSKO - DALMATINSKA

ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ,

Trg kraja Tomislava 5, Omiš

gradjivina

object

SREDNJA ŠKOLA

"JURE KAŠTELAN" U OMIŠU

content

GEOTEHNIČKI PROFIL 5

Geokol d.o.o.

Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR

tel. 01/3498903

fax. 01/3498904

www.geokol.hr

info@geokol.hr

data

02.2010.

upisnik broj:

job no.:

drawing

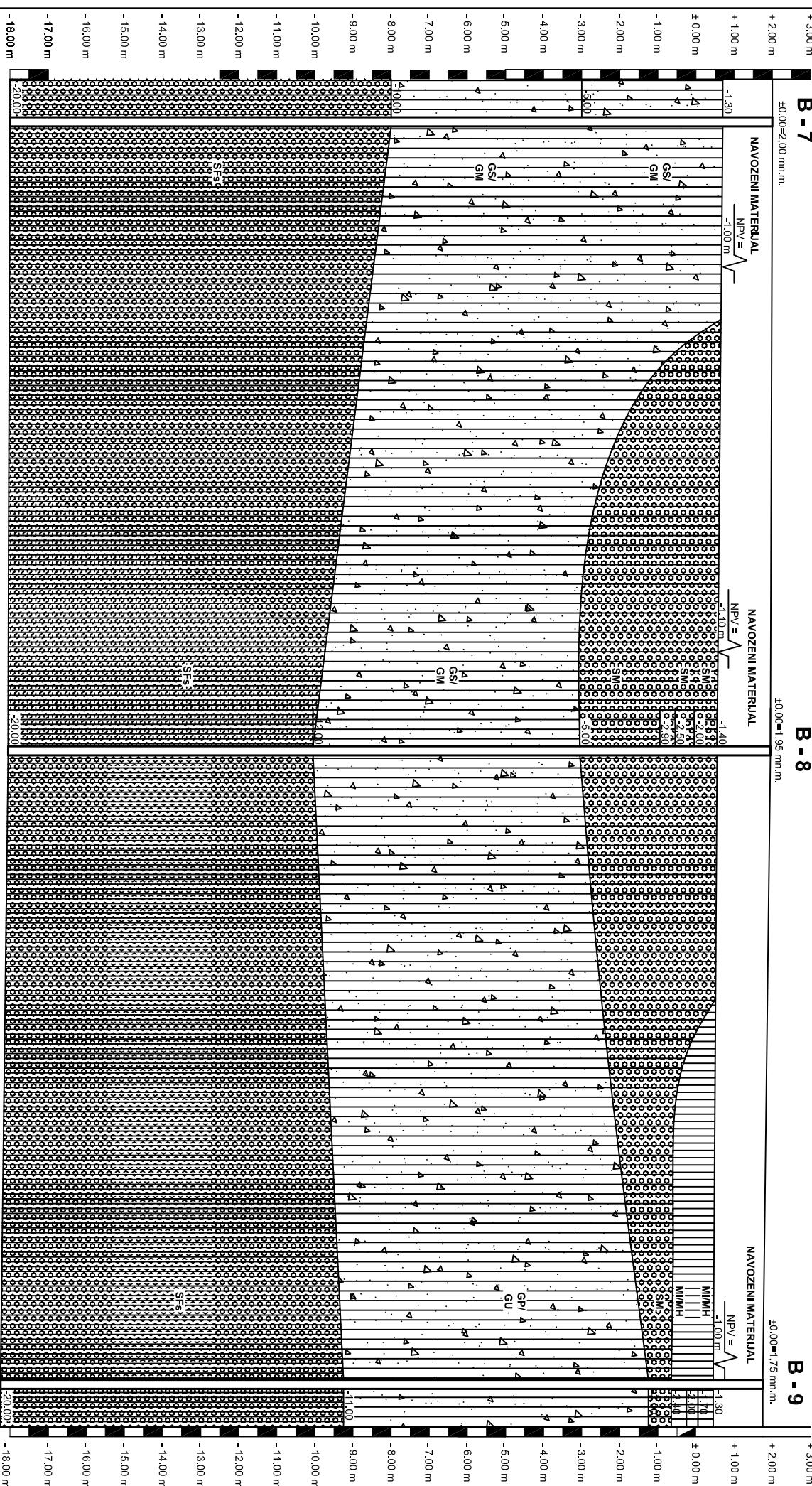
6

Zvonimir Mesić, dipl.ing.grad.

# GEOTEHNIČKI PROFIL 6

**B - 8**

±0.00=1.95 mm.m.



**B - 9**

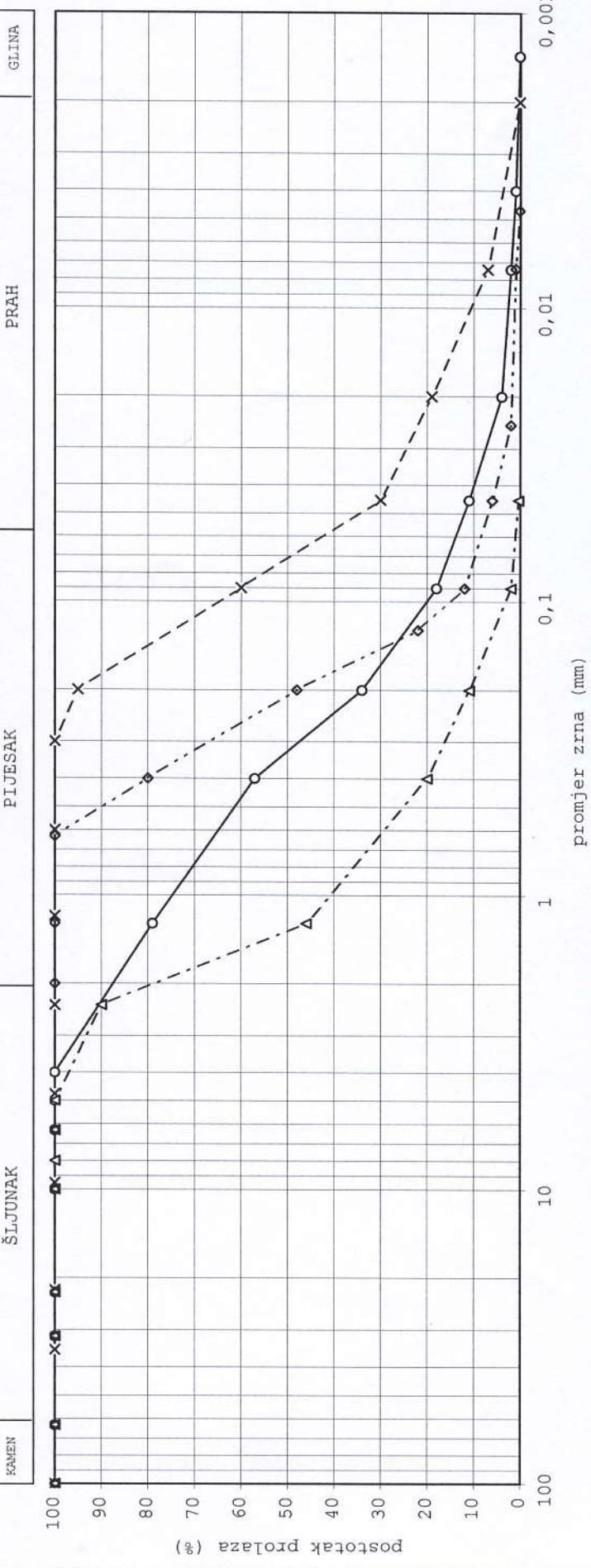
±0.00=1.75 mm.m.

+2.00 m  
±0.00=2.00 mm.m.  
+1.00 m  
± 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  
-20.00 m

+ 3.00 m  
+ 2.00 m  
+ 1.00 m  
± 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  
- 20.00 m

Projekt design:	GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ		Mn 1:200 Mv 1:100
Objednik / sastavnik:	Pavao Lončar, dipl.Ing.grad.	Investitor:	
Geokol d.o.o.		SPILSKO - DALMATINSKA ŽUPANIJA, GRAD OMIŠ, Trg kralja Tomislava 5, Omiš	
Josipa Kozarca 41, Varazdin, HR		Objektno:	
tel. 01/349-8903 fax. 01/349-8904		SREĐNA ŠKOLA "JURE KAŠTELAN" U OMIŠU	
www.geokol.hr		zvonimir mesić, dipl.Ing.grad.	
Ugovor br.: Job no.:	Crtanje drawing	satnici:	GEOTEHNIČKI PROFIL 6
02/2010.	7		

## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



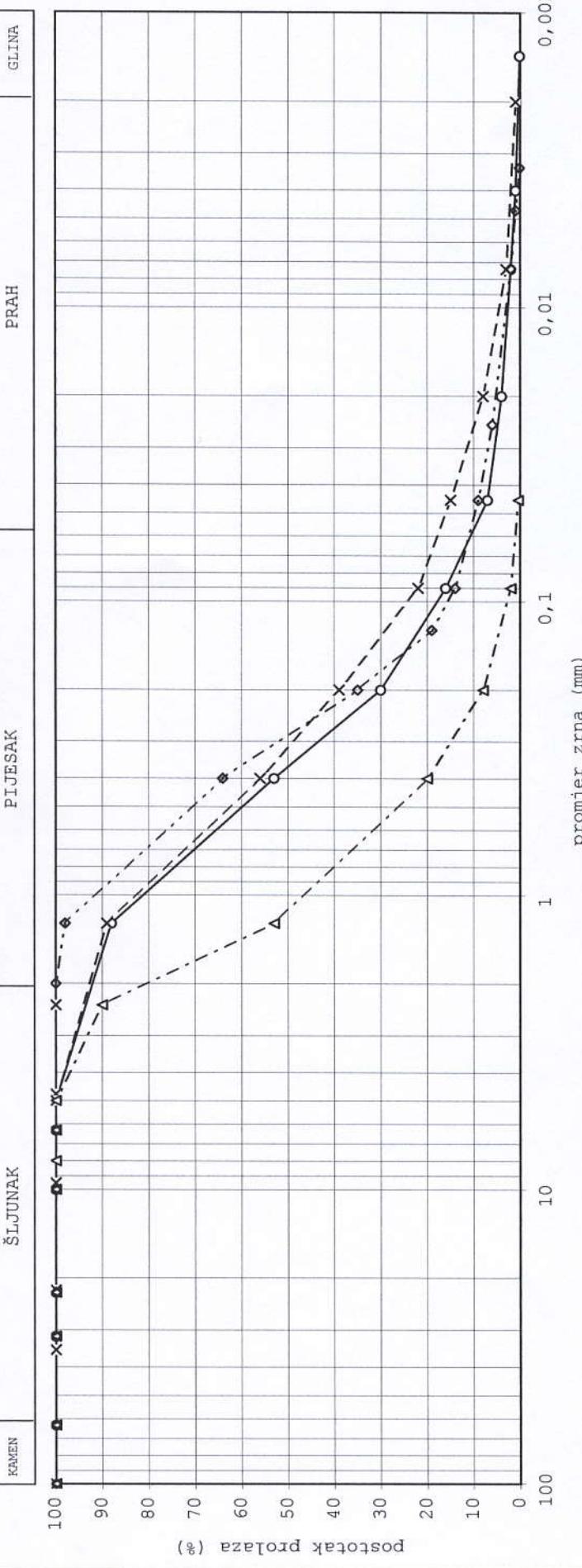
B-1/1, 5-1, 6/m	
%	%
ŠIJUNAK	0
PIJESAK	12
PRAH	74
GLINA	0

B-1/3, 1-3, 2/m	
%	%
ŠIJUNAK	20
PIJESAK	57
PRAH	43
GLINA	0

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

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

## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



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

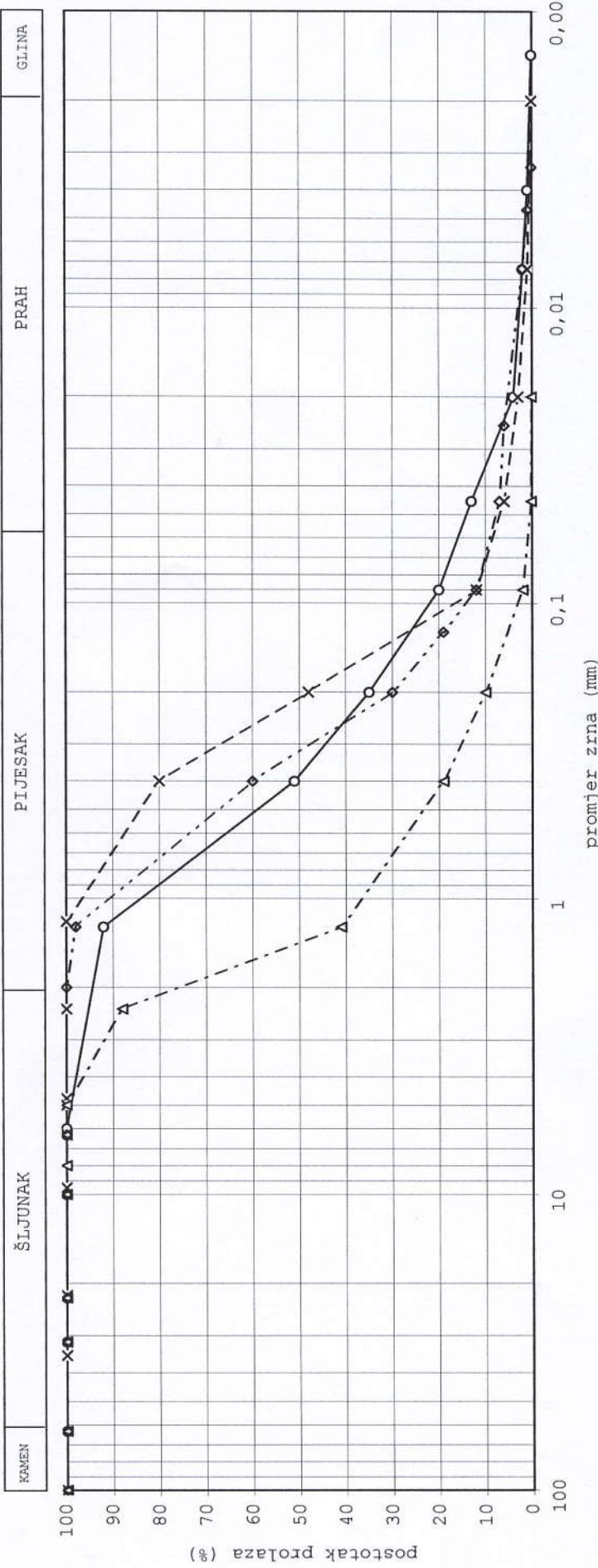
B-2/10-10, 1/m	
%	%
ŠIJUNAK	20
PIJESAK	79
PRAH	1
GLINA	0

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

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

*[Handwritten signatures and initials]*

## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



—○— B-1      —×— B-2      —■— B-3      —△— B-4

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

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

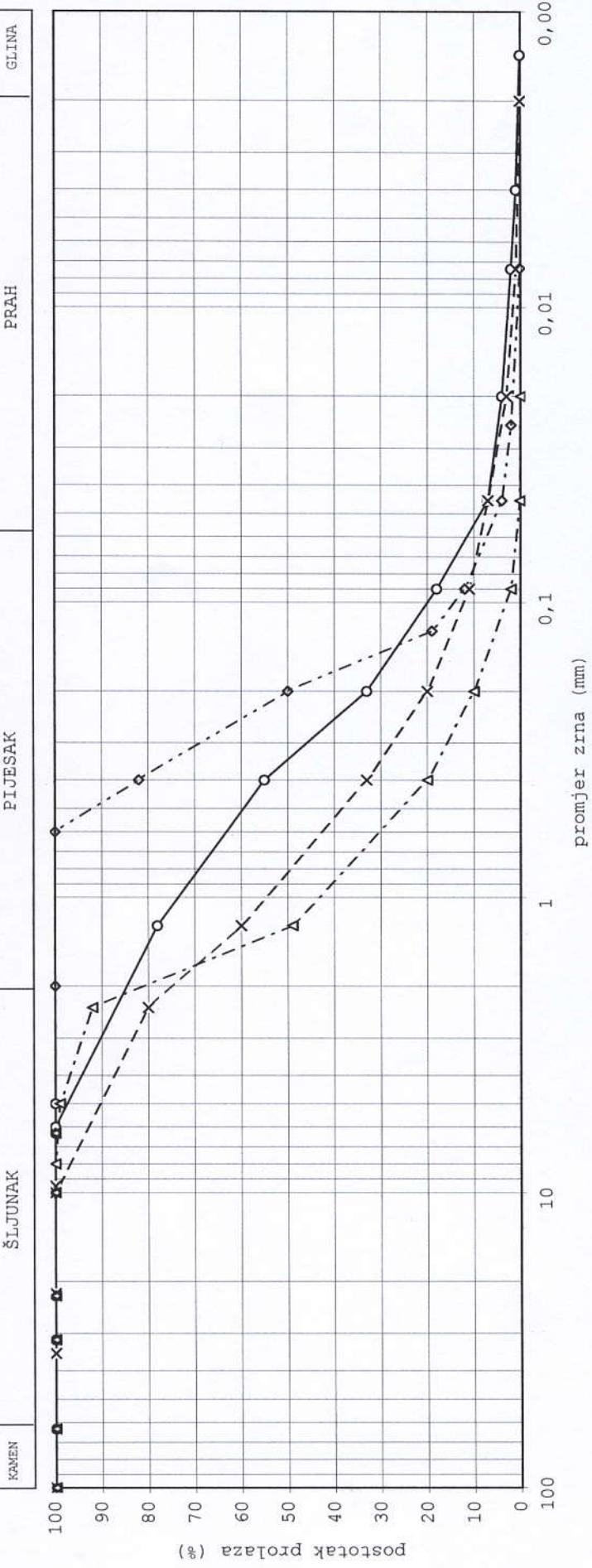
B-4/16-16, 2/m	
%	%
ŠIJUNAK	0
PIJESAK	90
PRAH	10
GLINA	0

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



Dalibor Štimac

## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



B-5/14-14, 1/m  
B-5/6, 0-6, 1/m  
B-5/4, 0-4, 1/m  
B-5/2, 0-2, 1/m

ŠIJUNAK	PIJESAK	PRAH	GLINA
25	20	0	0
64	80	93	0
11	0	7	0
0	0	0	0

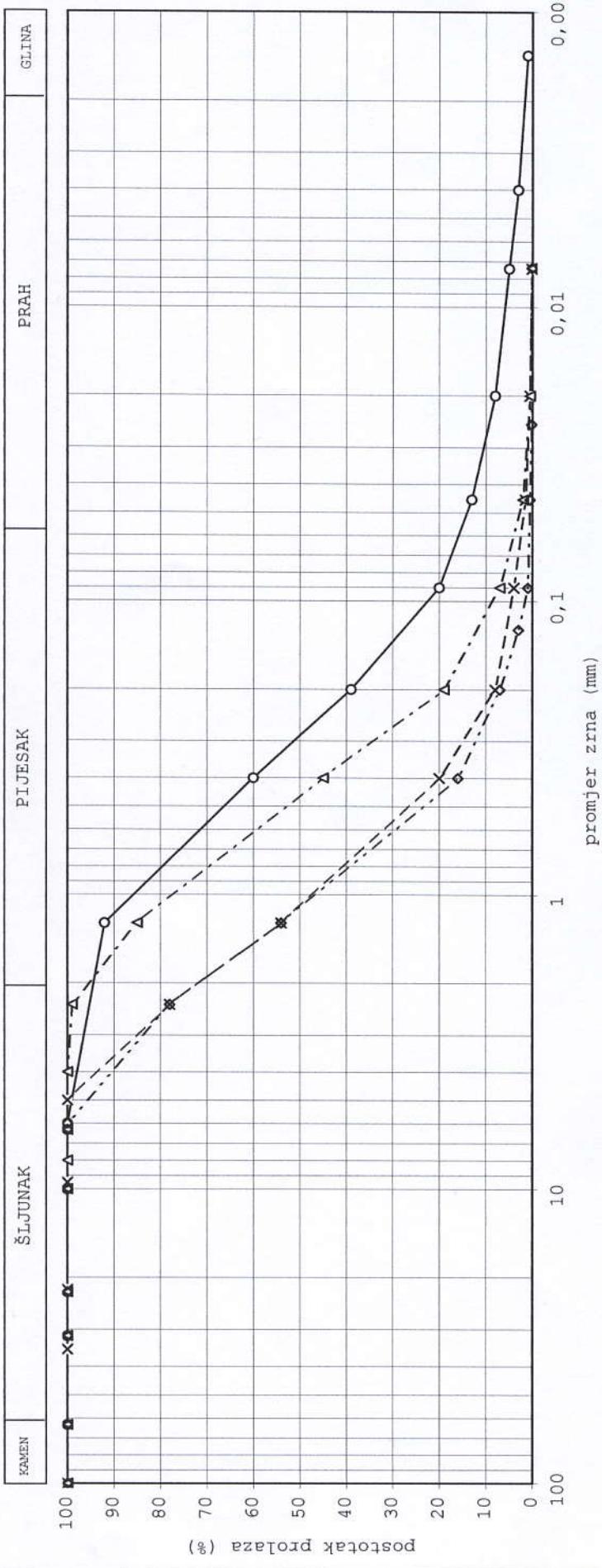
ŠIJUNAK	PIJESAK	PRAH	GLINA
15	66	19	0
66	0	0	0
19	0	0	0
0	0	0	0

ŠIJUNAK	PIJESAK	PRAH	GLINA
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA Škola, Varaždin			
OBJEKAT:	sredna škola "Jure Kaštel"	LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.	RADIO:	Davorin Štimac, dipl. inž

*[Handwritten signatures and initials over the bottom right corner]*

## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



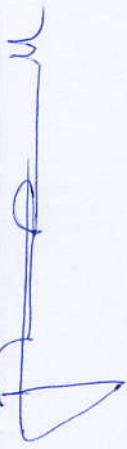
**B-7/4, 0-4, 2/m**  
 —○— B-1    —×— B-2    —△— B-3    —◊— B-4

<b>B-6/2, 0-2, 1/m</b>	
ŠIJUNAK	5
PIJESAK	79
PRAH	14
GLINA	2

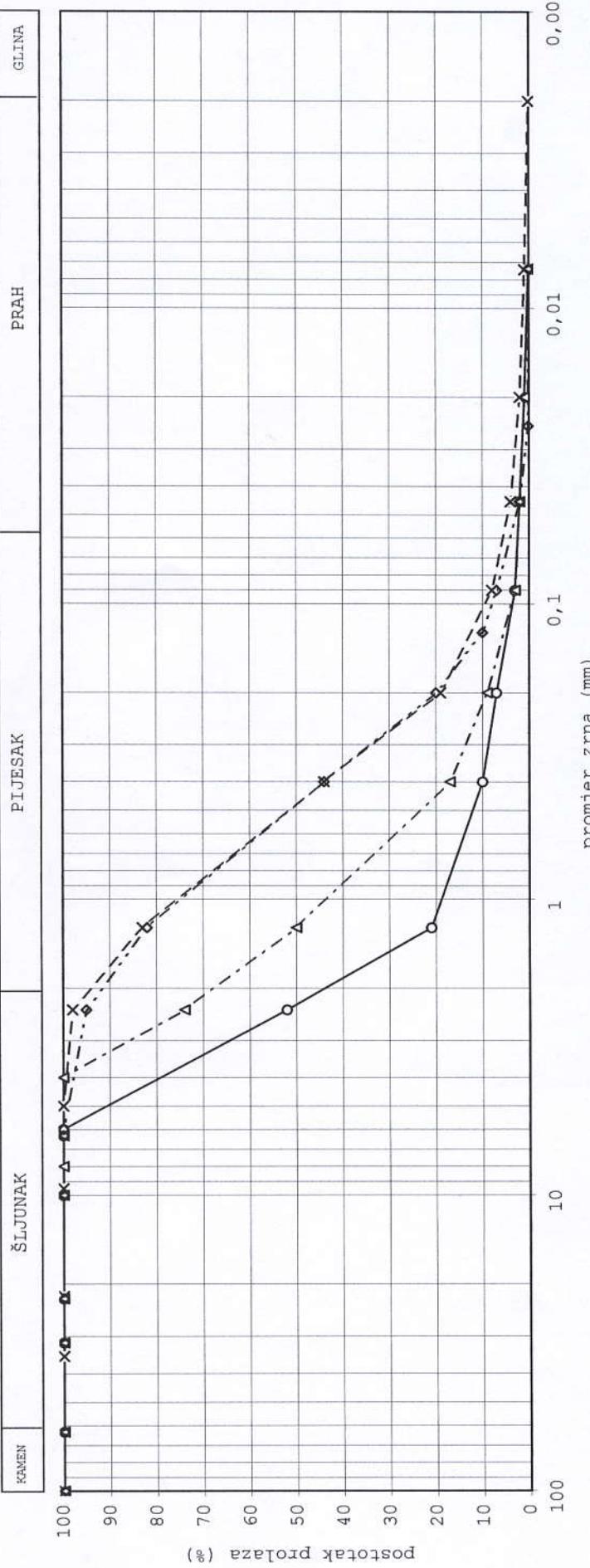
<b>B-6/14-14, 1/m</b>	
ŠIJUNAK	29
PIJESAK	68
PRAH	3
GLINA	0

<b>B-7/4, 0-4, 2/m</b>	
ŠIJUNAK	28
PIJESAK	71
PRAH	1
GLINA	0

<b>GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUĐARSKA Škola, Varaždin</b>	
OBJEKAT:	sredna škola "Jure Kaštel"
LOKACIJA:	O M I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIO:	Dalibor Štimac, dipl. inž.



## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



B-8/13-13,2/m  
B-8/5,0-5,2/m  
B-7/10-10,2/m  
B-7/6,0-6,2/m

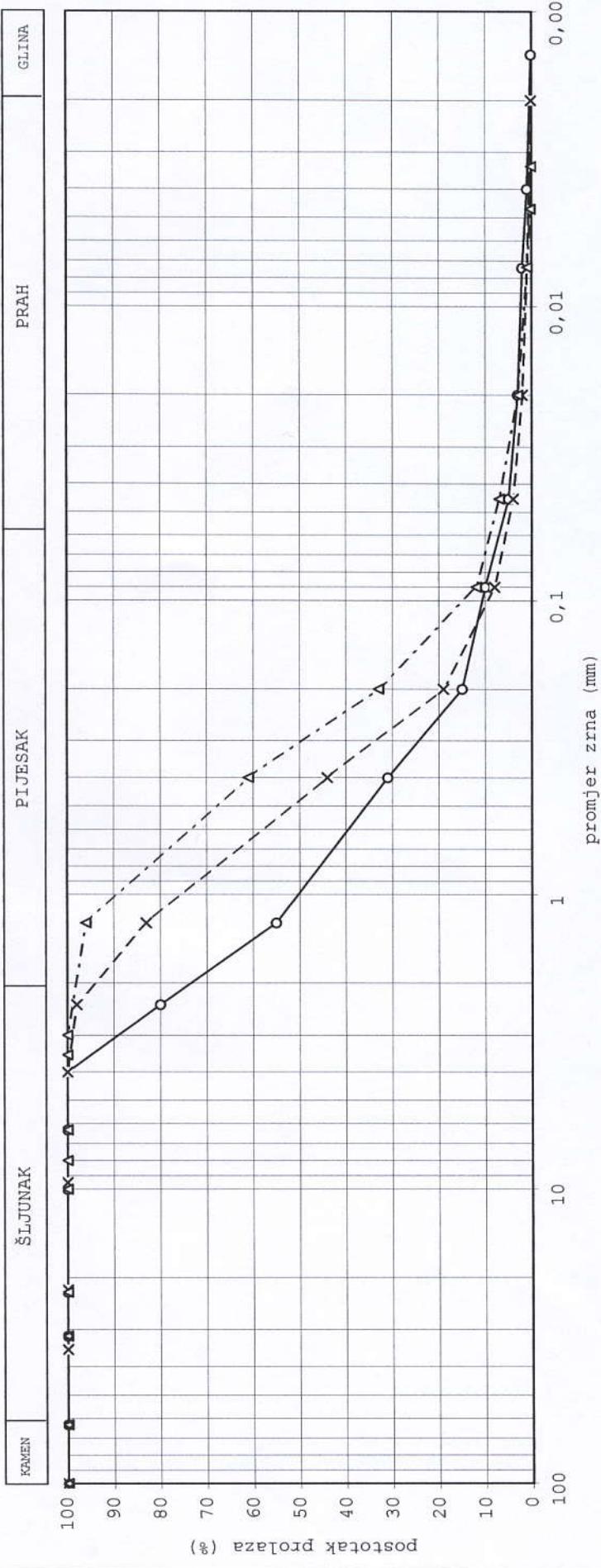
ŠIJUNAK	PIJESAK	PRAH	GLINA
56	32	9	0
41	65	86	
3	3	5	
0	0	0	

ŠIJUNAK	PIJESAK	PRAH	GLINA
56	32	9	0
41	65	86	
3	3	5	
0	0	0	

ŠIJUNAK	PIJESAK	PRAH	GLINA
56	32	9	0
41	65	86	
3	3	5	
0	0	0	

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

## GRANULOMETRIJSKI DIJAGRAM



—○— B-1    —×— B-2    —△— B-3    —◇— B-4

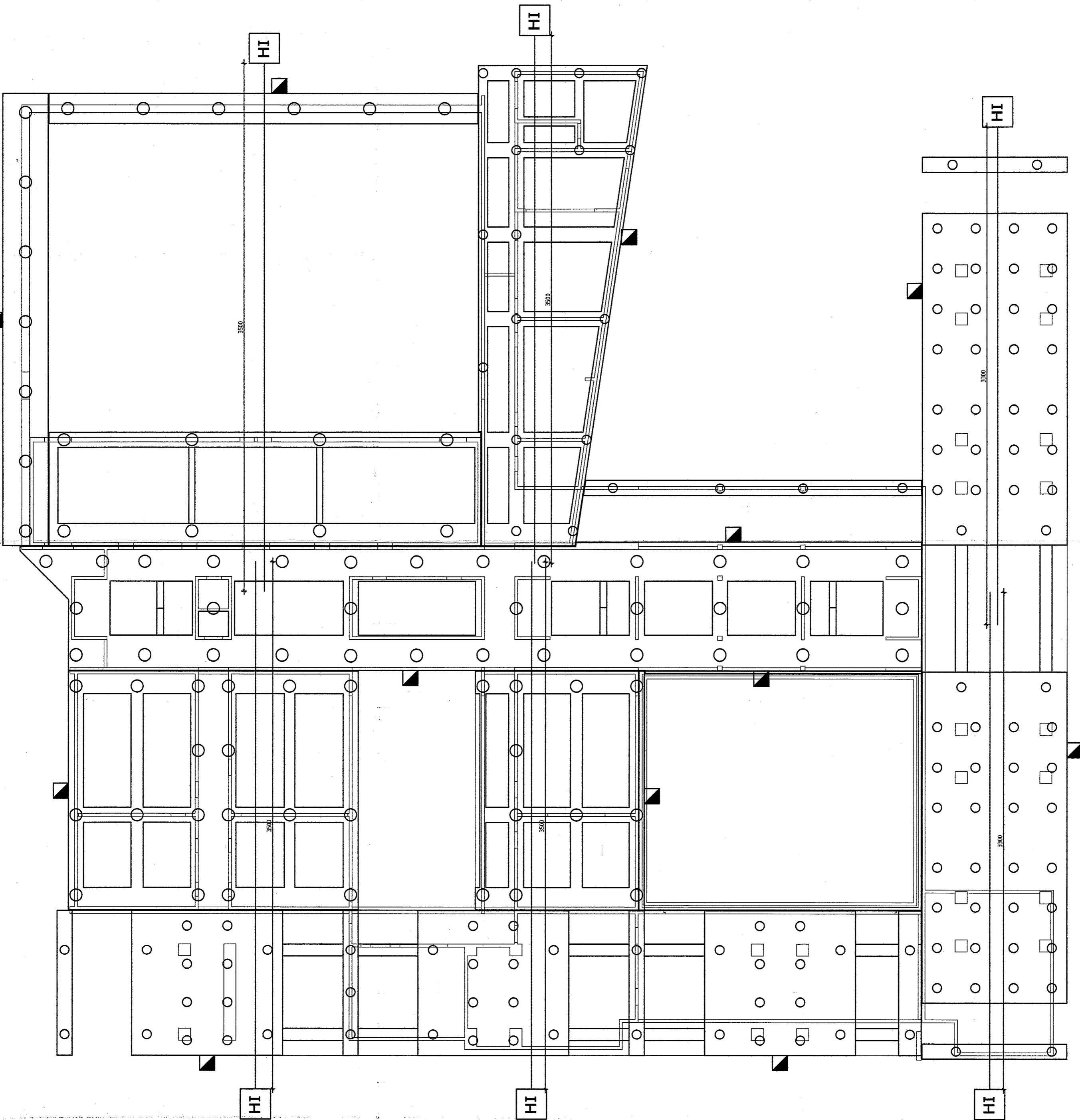
GRADITELJSKA, PRIRODOSLOVNA I RUDARSKA	
škola, Varaždin	
OBJEKT:	Sredna škola "Jure Kaštel"
LOKACIJA:	OM I Š
DATUM:	15.02.2010.
RADIC:	Dalibor Štimac, dipl. ing


B-9/8, 5-8, 6/m	B-9/18, 5-18, 6/m
ŠIJUNAK	%
PIJESAK	2
PRAH	89
GLINA	0

B-9/2-5-2, 6/m	B-9/18, 5-18, 6/m
ŠIJUNAK	%
PIJESAK	27
PRAH	64
GLINA	0







GLAVNI PROJEKT DUBOKOG TEMELJENJA		M 1:200
Project: design:		
Investitor: client:	Splitsko-Dalmatinska Županija Grad Omis Trg Kralja Tomislava 5, Omis	
geodetski: geodetic:	Nova srednja škola "Jure Kaštelan" u Omisu, k.o. 38377/1, K.o. Duće	
kontakt: contact:	TLOCRITNA DISPOZICIJA ELEMENTATA OPĀŽANJA	
projektor: designer:	Pavao Lončar, mag.ing. aedif. Pavao Lončar mag. ing. aedif.	
geodetski inženjer: geodetic engineer:	GEOKOL d.o.o. Varaždin Petar Jukic, ing.grad.	
geodetski suvremenik: geodetic surveyor:	G 4510 A. M.	
Geokol d.o.o. Josipa Kozarca 41, Varaždin, HR		
tel: 01/3498903 fax: 01/3498904 www.geokol.hr info@geokol.hr		
ugovor br.: job no.: L00105-1/10	crtež: drawing: 4	
datum: date: 07.2010.		

ELEMENTI OPAŽANJA: ■ GEODETSKI REPER

HORIZONTALNI INKLINOMETAR

HI