

S.1 NASLOVNA STRAN

Številčna oznaka načrta
in vrsta načrta:

10. ELABORAT

Investitor:

**MESTNA OBČINA KOPER,
VERDIJEVA 10
6000 KOPER**

Objekt:

**UREDITEV PARKA OB SEMDELSKI PROMENADI V KOPRU
KOLESARSKA IN PEŠ POT ČEZ KANAL GRANDE
parc. št. 1404/5, 1406/1, 1556/11, k.o. KOPER [PGD] in**

**UREDITEV PARKA OB SEMEDELSKI PROMENADI V KOPRU
parc. št.1391,1392,1393,1394/1,1395,1396,1397/1,1397/12,1401/2,1402/1
1402/4,1403/1,1403/3,1404/3,1404/5,1544,1555,1557/1,1557/3,
k.o.KOPER [PGD]**

Vrsta projektne
dokumentacije:

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH UREDITVE PARKA
OD SEMEDELSKI PROMENADI – KOLESARSKA IN PEŠPOT ČEZ KANAL
GRANDE**

Za gradnjo:

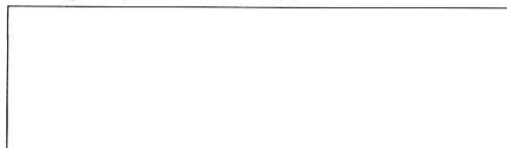
NOVOGRADNJA

Projektant:

**GEOTRIAS, družba za geološki inženiring d.o.o.,
Dimičeva ulica 14
1000 LJUBLJANA**

Odgovorni projektant:

Marko Kočever, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0059



Odgovorni vodja projekta:

Milan Tomac, univ.dipl.inž.arh., ZAPS 0980 A



Številka projekta:

344 – 16 – A in 344 – 16 – B

Številka načrta, kraj in datum
izdelave načrta:

0167-MK/2017, Ljubljana, 27.04.2017

VSEBINA

1. SPLOŠNO
2. MORFOLOŠKE IN GEOLOŠKE ZNAČILNOST TERENA
 - 2.1 *Opis lokacije*
 - 2.2 *Splošen tektonski in geološki opis*
 - 2.3 *Hidrogeološke značilnosti prostora*
3. TERENSKE RAZISKAVE
 - 3.1 *Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom*
4. POGOJI TEMELJENJA OBJEKTA
 - 5.1 *Temeljenje tribune*
 - 5.2 *Temeljenje mostu za pešce in kolesarje*

PRILOGE

- T.2 Rezultati meritev z dinamičnim penetrometrom

GRAFIČNE PRILOGE

- G.1 Situacija M 1: 500
- G.2 Prečni in vzdolžni inženirsko geološki profil

GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH UREDITVE PARKA OD SEMEDELSKI PROMENADI – KOLESARSKA IN PEŠPOT ČEZ KANAL GRANDE

Naročnik: **MESTNA OBČINA KOPER,
VERDIJEVA 10
6000 KOPER**

1. SPLOŠNO

Na osnovi naročila projektanta, ENOTA d.o.o, Mestni trg 9, 1000 Ljubljana, ki zastopa investitorja, Mestno Občino Koper, smo opravili terenske raziskave na območju načrtovane ureditve parka ob Semedelski promenadi in izgradnje mostu čez kanal Grande, v zalivu Semedela.

Na obravnavanem območju, dimenzij 167 m x 152 m (2,54 ha), namerava investitor urediti park s kolesarsko stezo in pešpotjo z mostom čez kanal Grande. Predvideni so naslednji objekti:

- Teras (enostaven objekt – 2. pomožni objekt v javni rabi)
- Pešpot s kolesarsko potjo (enostaven objekt - 11. kolesarska pot, pešpot, gozdna pot in podobno)
- Povezava (zahteven objekt - 19. mostovi in viadukti - 2141 (svetla razpetina med opornikoma 15m in več).

Ureditev parka ob semedelski promenadi bo obsegala naslednje objekte:

- 12 platform – (enostavni objekti – 2. pomožni objekt v javni rabi)
- 3 tribune – (enostavni objekti – 2. pomožni objekt v javni rabi)
- Regulacijska postaja - (enostaven objekt - 19. pomožni komunalni objekt)
- Brzice - (enostaven objekt - 8. vodnjak - vodometa)
- Vodometa - (enostaven objekt - 8. vodnjak - vodometa)
- Jezero - (enostaven objekt - 8. vodnjak - vodometa)

Načrtovane površine bodo opremljene z specifičnimi arhitekturnimi elementi, ki bodo skupaj gradili park.

V zvezi z načrtovanim posegom so soglasodajalci (DARS d.d., Marjetica d.o.o., Elektro Primorska d.d. in Rižansko vodovod Koper) podali splošne pogoje za izdelavo projektne dokumentacije in gradnjo objektov, ki pa neposredno ne zadevajo geološko geotehnično problematiko. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, je vlogo za izdajo projektnih pogojev zavrnilo, saj načrtovana gradnja ne posega v z zakonom zavarovano območje. *Na ARSO je bil poslan obrazec za začetek predhodnega postopka v zvezi z izdajo presoje vplivov na okolje.*

Namen elaborata je opisati geološko zgradbo terena in podati kvantitativne podatke o kvaliteti vgrajenih materialov, ter pogoje temeljenja posameznih »grajenih elementov«.



Slika 1: Aerofoto posnetek obravnavanega območja (vir ARSO Atlas okolja)

2. MORFOLOŠKE IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI TERENA

2.1 Opis lokacije

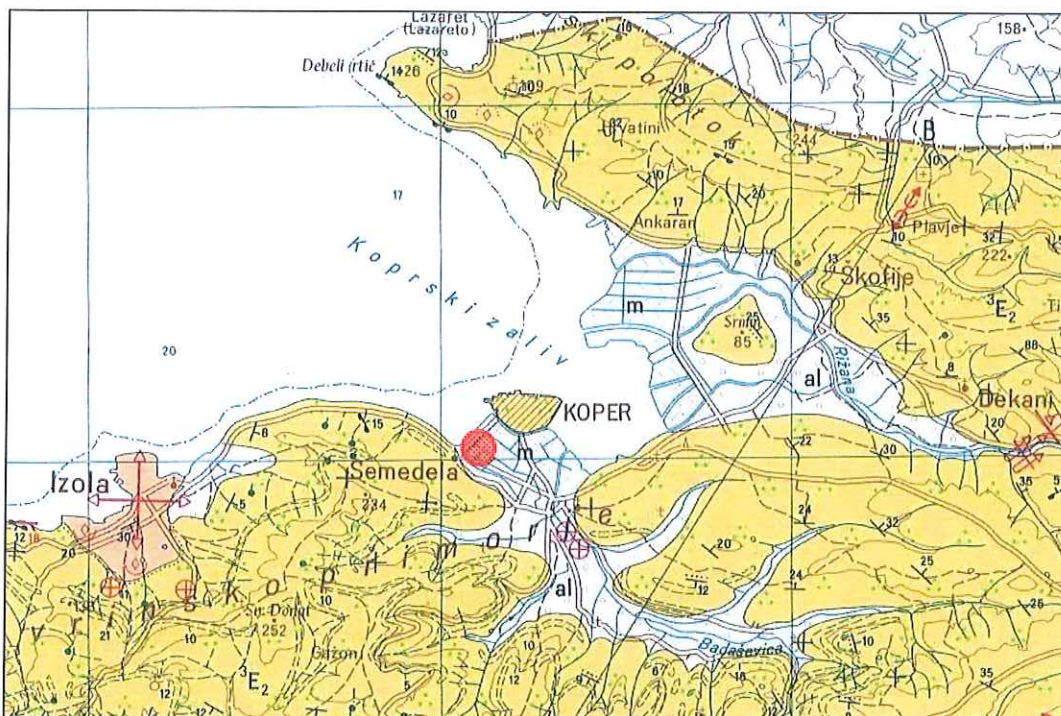
Območje načrtovane ureditve parka se nahaja na obali zaliva Semedela, in je omejen s kanalom Grande na jugozahodni strani in parkirišči na severovzhodni strani. Na severozahodni strani je območje ureditve omejeno s Semedelsko promenado (utrjeno betonsko površino širine 8 m), na jugovzhodni pa je Piranska cesta. Na širšem območju zaliva Semedela, med starim mestnim jedrom in Podmarkovcem je v preteklosti bil zamočvirjen teren s plitko morskovo vodo. Severovzhodni del je bil zasut že pred desetletji, jugozahodni pa v minulih 10 do 15 letih.

Teren je v celoti urbaniziran. Obravnavano območje, ki leži med dvema kanaloma, je v celoti že izravnano in urejeno na koto 2,40 m do 2,70 m.

Investitor namerava, med dvema kanaloma, urediti park z platformami, terasami, tribunami, jezerom in vodometi in podobnimi enostavnimi objekti. Poleg tega je predviden premostitveni objekt do rekreacijskih površin južno od kanala Grande. Kota končne ureditve bo 2,80 m do 3,8 m, lokalno do 6,8 m.

2.2 Splošen tektonski in geološki opis

Geološka zgradba širše okolice je monotona. V tektonskem smislu pripada obravnavano ozemlje tržaškemu paleogenemu bazenu, ki ga v osnovi gradijo eocenske flišne plasti. Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitov. Plastovitost je večinoma subhorizontalna.



Slika 2: OGK SFRJ, List Trst M1: 100.000 (izrez ni v merilu)

Glede na to, da obravnavana lokacija leži ob širokem izlivnem območju Badaševice, ki je v preteklosti bilo 1 m pod morsk gladino, so flišne kamnine v podlagi, prekrite z več metrov debelo plastjo sivih in modrikasto sivih morskih glin. Celotno območje je bilo naknadno zasuto do kote približno 1 m do 2 m.

Teren je ravninski in globalno stabilen, nasip je zgrajen na slabo nosilnih tleh.

2.3 Hidrogeološke značilnosti prostora

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija ne leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih podatkih lokacija leži izven območja dosega 100 letnih voda (Q100), ki segajo do kote približno 1,5 m.

Prostor zaznamuje morje, ki je od lokacije oddaljeno približno 18 m, ter dva kanala, na južni strani kanal Grande in na severni strani neimenovani kanal.

Meteorne vode širšega območja se stekajo v morje in v navedena kanala.

Med izvajanjem sond dinamične penetracije smo registrirali podzemno vodo v globini 2,5 m do 3,5 m, pod koto obstoječega nasipnega platoja, kar predstavlja absolutno koto približno 0,0 m do -1,0 m.

Na obravnavanem območju nastopajo kamnine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

- **Umetni nasip (GW-GM)** iz gradbenih odpadkov in proda, s tipično medzrnsko poroznostjo. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je 5×10^{-3} do 5×10^{-6} m/s.

Teren je ravninski in globalno stabilen. Zalednih voda, ki bi povzročale erozijo ni. Brežine kanalov so urejene in zaščitene proti eroziji. Obala s promenado je zaščitena proti eroziji.

3. TERENSKE RAZISKAVE

Program terenskih raziskav je obsegal:

- Osem (8) preiskav dinamične penetracije

Lokacije sond DPL so prikazane v situaciji, priloga G.1, ter v spodnji tabeli:

Sonda	Y	X	Z	Globina
DPL-1	400.623	45.156	2,50	0,40
DPL-2	400.605	45.170	2,50	3,40
DPL-3	400.603	45.220	2,50	0,30
DPL-4	400.629	45.211	2,50	7,80
DPL-5	400.658	45.180	2,50	7,80
DPL-6	400.703	45.217	2,50	1,50
DPL-7	400.654	45.284	2,50	3,80
DPL-8	400.688	45.266	2,50	2,00

3.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom (DPL)

Uporabili smo opremo DPL, proizvajalca StitzGmbH, ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Preiskava poteka tako, da bat z maso 10 kg spuščamo iz višine 0,5 m na nakovalo z drogovjem, ki prodira v zemljine. Drogovje je opremljeno s konusnim nastavkom prereza 5 cm², vrh konusa pa je oblikovan pod kotom 90°. Pri tem beležimo število udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm (število N₁₀). Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na osnovi preiskav DPL so:

$(N_1)_{60} = N_{10} \times C_z \times C_e \times \lambda \times C_n$, kjer je:

$(N_1)_{60}$ korigirana vrednost udarcev na 30 cm pri SPT testu

N₁₀ izmerjena vrednost udarcev na 10 cm pri DPL testu

C_z koeficient, odvisen od vrste zemljine (3 in 1)

C_e koeficient prenosa energije (1)

λ koeficient dolžine drogovja

C_e koeficient efektivne napetosti

Oceno gostote nekoherentnih zemljin in konsistenčnega stanja koherentnih zemljin smo ovrednotili na osnovi uveljavljenih statističnih povezav (Skempton, 1986; Terzaghi&Peck, 1946). Rezultate meritev podajamo v grafični in tabelarni obliki v prilogah T.2.

Meritve z dinamičnim penetrometrom smo izvajali na celotnem območju načrtovanega posega. Rezultati kažejo zelo heterogeno zgradbo nasipa. Preiskani material smo razdelili v štiri skupine. Rezultati so v spodnjih tabelah.

TRDNA GLINA	globina intervala	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stisljivosti
SONDA	d	N ₁₀	(N ₁) ₆₀	qu	Su	E	Mv
	[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]
DPL-4	0,0 do 2,3	21	15	585	293	15	2.549
DPL-5	0,0 do 0,8	19	13	526	263	14	2.346
DPL-7	0 do 3,4	23	18	240	120	18	3610
DPL-8	do 0,5	16	11	452	226	12	1.652
DPL-4	5,2 do 7,8	24	51	703	351	18	8.807
DPL-5	4,1 do 7,8	20	40	524	262	14	9119
DPL-7	0,0 do 3,4	23	18	240	120	18	3610
DPL-8	0,0 do 0,5	16	11	452	226	12	1.652
povprečna vrednost:		20,1	22,1	465,2	232,7	15,3	4.168,1
standardna dev.:		3,0	14,9	160,3	80,2	2,4	3.053,2

TEŽKOGNETNA GLINA	globina intervala	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stisljivosti
SONDA	d	N ₁₀	(N ₁) ₆₀	qu	Su	E	Mv
	[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]
DPL-2	0,0 do 0,9	12	26	348	174	10	1.931
DPL-4	2,5 do 5,2	14	25	428	214	10	4.768
DPL-5	0,8 do 3,2	8	14	222	111	7	3.731
DPL-6	0,0 do 1,3	9	20	265	132	8	2.105
DPL-8	0,5 do 1,9	8	17	222	111	7	3.006
DPL-2	1,5 do 3,2	15	31	414	207	12	5.649
povprečna vrednost:		11,0	22,1	316,4	158,2	8,9	3.531,8
standardna dev.:		3,0	6,4	93,1	46,6	1,8	1.478,2

GRUŠČ	globina intervala	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N ₁) ₆₀ /I _D ² =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
SONDA	d	N ₁₀	(N ₁) ₆₀	I _D	φ	E
	[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
DPL-1	0,0 do 0,3	48	34	73	37	33
DPL-2	0,9 do 1,5	45	32	70	36	31
DPL-3	0,0 do 0,3	57	40	75	37	38
DPL-4	2,3 do 2,5	79	56	92	41	52
DPL-5	3,2 do 4,1	50	35	71	36	34
povprečna vrednost:		55,5	39,2	76,3	37,4	37,5
standardna dev.:		13,6	9,8	9,3	1,9	8,8

SKALNI BLOKI	globina intervala	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote $(N_1)_{60}/I_D^2=60$	strižni kot [po Gibbssu]	modul elast. [Begemann]
SONDA	d	N_{10}	$(N_1)_{60}$	I_D	φ	E
	[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[°]	[MPa]
DPL-1	> 0,3	200	142	154	48	130
DPL-2	> 3,2	127	92	123	46	86
DPL-8	> 1,9	192	136	151	48	125
povprečna vrednost:		172,8	123,4	142,5	47,5	113,5
standardna dev.:		40,3	27,1	16,9	1,1	23,9

Na jugozahodni in severovzhodni strani opazamo več grobozrnatega materiala (verjetno bloki apnenca), ki ga nismo uspeli prebiti z našo sondo. V osrednjem delu je tega materiala manj, zato smo dosegli globino 7,8 m. To je verjetno posledica načina gradnje platoja: okoli celotnega območja platoja (kaseta) je bil zgrajen nasip iz velikih skalnih blokov, notranjost kasete pa je bila zapolnjena z zelo heterogenim materialom. Verjetno gre za izkopni material iz širše okolice in gradbene odpadke.

Generalno lahko ugotovimo, da je na površju 2,5 m do 3,2 m debela plast zelo heterogenega nasipa (izkopni material in gradbeni odpadki). Pod tem sledijo morske glin. Debelina morskih glin nam ni znana, ocenjujemo pa jo na 29 m do 35 m. Trdnost morskih glin zvezno narašča z globino.

Zaradi velikega raztrosa podatkov, kot karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov izberemo povprečne vrednosti, reducirane za standardno deviacijo:

	ekvivalentno število udarcev SPT	predpost. prost. teža zemljine	indeks gostote $(N_1)_{60}/I_D^2=60$	enoos. tl. trd. [TABELA]	strižni kot [po Gibbssu]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi&Peck]	modul elast. [Begemann]
MATERIAL	$(N_1)_{60}$	Y	I_D	qu	φ	S_u	E
	[ud./30cm]	[kN/m ³]	[%]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
težkognetna glina	15,7	18,5	50,6	223,3		111,7	7,1
trdna glina	7,2	18,5	38,3	304,9		152,5	12,9
grušč	29,4	20,0	67,0	1.173,9	35,5	587,1	28,7
skalni bloki	96,4	20,0	125,5	3.867,7	46,5	1.934,4	89,6

S sondažnimi razkopi, ki smo jih izvajali na sosednjem območju, smo ugotovili, da je nasip na obravnavanem prostoru zgrajen pretežno iz izkopnih materialov v okolici. To je pretežno flišna preperina s kosi in bloki preperelega laporja in peščenjaka. Prisotno je tudi veliko karbonatnega materiala – skalnih blokov premera več kot 0,5 m, blokov peščenjaka dimenzije več kot 0,5 m, ter karbonatnega tolčenca – tampona. V manjši meri smo opazili tudi gradbene odpadke, opeko in beton. Na enem mestu smo opazili tudi komunalne odpadke (pločevinke in plastenke) in asfalt.

4. POGOJI TEMELJENJA OBJEKTOV

Načrtovana ureditev rekreacijskih površin bo obsegala:

1	povezava (most za kolesarje in pešce čez kanal Grande)	ZAHTEVEN	185,8	m ²
2	terase (4)	ENOSTAVEN	1.158,7	m ²
3	pešpot s kolesarsko potjo	ENOSTAVEN	378,0	m ²
4	tribune (4)	ENOSTAVEN	796,0	m ²
5	platforme (12)	ENOSTAVEN	640,8	m ²
6	regulacijska postaja	ENOSTAVEN	36,7	m ²
7	brzice	ENOSTAVEN	571,0	m ²
8	vodomet	ENOSTAVEN	287,2	m ²
9	jezero	ENOSTAVEN	172,3	m ²
10	tuši	ENOSTAVEN	68,4	m ²
11	otroška igrala (6)	ENOSTAVEN	166,0	m ²

Ureditev teras, pešpoti s kolesarsko potjo, platform, regulacijske postaje, brzic, vodometov jezera, tušev in otroških igral ne zahteva posebnih ukrepov pri izvedbi oz. temeljenju.

Posebno pozornost bo potrebno posvetiti **temeljenju tribun in premostitvenemu objektu**.

4.1 Temeljenje tribune

Območje na katerem so predvidene tribune je izravnano na koti približno 2,5 m. Zato bo na tem območju potrebno zgraditi nasip višine približno 0,3 m.

Za zasip predlagamo uporabo materiala iz izkopov v okolici in gradbene odpadke. Zasipni material naj ne bo glina, vsebnost glinene frakcije je lahko največ 5 %.

Pred nasipavanjem je potrebno odstraniti humus in nasipno površino izravnati. Na tako pripravljena tla se položi ločilni geosintetiks prebodno trdnostjo več kot 3.000 N.

Nasipavanje se izvede v eni plasti debeline 30 cm s sprotnim komprimiranjem. Zrna nasipnega materiala ne smejo presegati 100 mm. Material mora biti zbit na modul $E_{vd} > 60$ MPa.

Predvidena je gradnja dveh tribun. Večja tribuna, na severni strani, bo dolga približno 50 m, širine 4,2 m in višine do 4,0 m. Manjša tribuna bo dolga do 30 m, široka do 3,0 m in visoka do 2,5 m.

Nosilnost tal pod temelji tribun ovrednotimo po Brinch – Hansenu za temeljno ploščo ob upoštevanju dreniranih pogojev obremenjevanja. Pri tem smo upoštevali strižni kot **gruščev (GP - GM)** $\varphi = 27^\circ$ (varnost $\gamma_M = 1,3$), naravne prostorninske teže $\gamma' = 19$ kN/m³.

Na tem mestu podajamo nosilnost temeljnih tal po JUS-u. Predvideli smo **temeljno ploščo dimenzij 50 m x 4,2 m**. Zaradi različnih zunanjih dejavnikov, ki še niso v celoti ovrednoteni, smo predvideli tudi ekscentričnost obremenitve $e_B = 1,0$ m.

Za material s strižnim kotom $\varphi = 27^\circ$ je specifična mejna nosilnost tal pa $q_f = 243 \text{ kPa}$, kar bi ustrezalo projektnemu odporu tal $q_p = 173 \text{ kPa}$.

Natančnejši izračun, skladno z določili EVROKOD 7 bomo podali, ko bodo znane obremenitve temeljnih tal in izbor načina temeljenja.

4.2 Temeljenje mostu za pešce in kolesarje

Na južnem delu obravnavanega območja je predvidena povezava kolesarske in pešpoti z rekreacijskimi površinami južno od kanala grande. Predviden je most dolžine 34,40 m in širine 5,40 m. Natančnejših podatkov o obremenitvah mostu trenutno nimamo (pešci, servisno vozilo ...).

V primeru skupne teže objekta, ter stalnih in spremenljivih obtežb lahko računamo s specifično obtežbo na tekoči meter, $q = 60 \text{ kN/m}$. Skupna teža objekta in obremenitev bi bila $Q = 2.040 \text{ kN}$, obremenitev posameznega temelja pa $Q/2 = 1.020 \text{ kN}$.

V splošnem predlagamo **temeljenje na kolih**, saj je debelina morskih glin na tem mestu 29 m do 35 m.

Podrobnejša geološka zgradba nam ni znana. Zato bo potrebno v fazi PZI izdelave projektne dokumentacije izdelati geološko geotehnični elaborat o pogojih temeljenja mostu, ki bo temeljil na podatkih dveh vrtin, ali CPT-u sond, izvedenih na lokacijah predvidenih temeljev.

Z vrtinami bi dobili natančne podatke o strižni trdnosti in stisljivosti glin na lokacijah temeljev mostu.

Ti podatki so ključni za izbor tehnologije izvedbe kolov (zabiti, uvtani) in dolžine (koli do podlage, ali trenjski koli). V primeru nastopanja bolj nosilne plasti (prod, pesek), bi kole lahko temeljili v to plast.

Preveriti bo potrebno tudi plitko temeljenje na temeljnih ploščah. Pri predpostavljeni obtežbi temelja $Q = 1.020 \text{ kN}$, bi bila specifična obremenitev temeljnih tal $q = 40 - 50 \text{ kPa}$. Pri takšnih obremenitvah lahko pričakujemo posedke 3 cm do 5 cm, kar je lahko obvladljivo.

Predlagamo da izbrani izvajalec del predlaga tehnologijo s katero bo zagotovil stabilnost objekta in obvladljive posedke.

Ljubljana 27.05.2017

Pripravil:

Marko Kočevár, univ.dipl.inž.geol.

T.2 Rezultati preiskav z dinamični penetrometrom

