

ELABORAT

GEOLOŠKO - GEOMEHANSKO POROČILO o rezultatih raziskav, sestavi temeljnih tal in pogojih gradnje »KULTURNO TURISTIČNEGA CENTRA NA OBMOČJU NEKDANJEGA LETNEGA KOPALIŠČA V TRŽIČU«

Naročnik: API ARHITEKTI d.o.o.
Barjanska cesta 62
1000 Ljubljana

Objekt: KULTURNO TURISTIČNI CENTER na območju nekdanjega
letnega kopališča TRŽIČ

Št. elaborata: 2804/2012

Faza: PGD

Predmet: GEOLOŠKO - GEOMEHANSKO POROČILO
o rezultatih raziskav, sestavi temeljnih tal in pogojih gradnje

Ljubljana, 20.08.2012

I-N-I d.o.o.:
Milan Žerjal,
univ.dipl.inž.geol.

Vsebina

a/ Tekstualni del

1. Osnovni podatki
2. Terenske raziskave
 - 2.1 Sondažno vrtanje
 - 2.2 Preiskava standardne dinamične penetracije (SPT) in penetrabilnosti (P)
 - 2.3 Sondiranje tal z dinamičnim penetrometrom
3. Geomehanske značilnosti prostora
4. Hidrogeološke značilnosti prostora
5. Temeljenje vodnih površin
 - 5.1 Sistem in globina temeljenja
 - 5.2 Nosilnost pilotov
 - 5.3 Posedek modelnega pilota
6. Temeljenje spremljevalnih objektov
 - 6.1 Sistem in globina temeljenja
 - 6.2 Nosilnost tal
 - 6.3 Posedki
 - 6.4 Seizmični podatki
7. Izvajanje izkopov in nasipov
8. Zaključek

b/ Grafične priloge

- priloga 1: situacija vrtin in sond
priloga 2: geotehnični prerez
priloga 3: geotehnični prerez
priloga 4: posamični geotehnični profili sondažnih vrtin V-1 do V-3
priloga 5: rezultati sondiranja z dinamičnim penetrometrom DP-1 do DP-2
priloga 6: vrednotenje rezultatov SPT po Eurocode 7-3

a/ Tekstualni del

1. Osnovni podatki

Na osnovi naročila podjetja API ARHITEKTI d.o.o. Ljubljana smo na lokaciji predvidene gradnje »**Kulturno turističnega centra Tržič**« izvedli osnovne geotehnične raziskave tal, kot osnovo za določitev pogojev temeljenja objektov.

Na predmetnem zemljišču se v obstoječem stanju nahaja zunanji letni bazen z malim otroškim bazenom, strojnico in pripadajočo zunanjo ureditvijo. Ob bazenu je zgrajen pritlični objekt z garderobami sanitarijami in gostinskim lokalom. Pred objektom se nahaja parkirišče za osebna vozila. Vsi navedeni objekti so locirani na umetno uravnani terasi med regionalnimi cestami II. reda Bistrica - Tržič (odsek 1133) in Tržič - Kokrica (odsek 1134). Višinske kote na terasi so med cca. 501 in 502 m.n.v. Generalno gledano raščen teren pada iz smeri JZ proti SV.

V sklopu novogradnje se predvideva odstranitev vseh obstoječih kompleksov in gradnja novega centra, ki bo zajemal: servisni objekt, vodne površine, amfiteater z letnim paviljonom, letni bar s teraso, otroška igrala, igralna ploščad, parkirišča, ipd....

Poročilo smo izdelali na osnovi terenskih raziskav v obliki sondažnega vrtanja (3x vrtine) ter v obliki raziskav dinamičnega penetrometra (2x DP). Raziskave smo izvajali le na posamičnih dostopnih mestih, saj bazen v času izvajanja raziskav še obratuje. V okolici bazena so tudi prisotni številni komunalni vodi.

Stopnja raziskanosti odgovarja stopnji, ki je potrebna za izdelavo projektov PGD. Pred izdelavo PZI projektov bo potrebno tla dodatno preiskati v obliki izvedbe večjega števila sondažnih jaškov. Preiskati je potrebno predvsem kvaliteto in sestavo obstoječega umetnega nasutja in globino do raščene temeljnih tal.

2. Terenske raziskave

2.1. Sondažno vrtanje

Sondažna vrtalna dela so potekala v času med 06.08. in 08.08.2012 s strojno vrtalno garnituro Fraste ML. Vrtalna dela je izvajalo podjetje Rova d.o.o. Vrtanje je potekalo rotacijsko na suho. Vse vrtine so bile v času izvajanja vrtanja 3,0 m zacevljene z zaščitno obložno kolono. Ob vrtanju je bil prisoten geomehanik, ki je sproti popisoval sestavo in kvaliteto temeljnih tal. Vrtine so bile vrtane skozi nasip v raščene pobočne grušče. Na globinah med 7,00 in 10,0 metra pod obstoječim površjem smo vrtanje zaključili. Skupna globina geomehanskega vrtanja znaša 25,00 metra.

Lokacije vrtin so prikazane v situaciji - priloga 1, sestava izvrtanih tal pa je opisana po standardni AC klasifikaciji in je razvidna iz priloženih posamičnih geotehničnih profilov vrtin (priloga 4) in iz dveh razvitih geotehničnih profilov (priloga 2 in 3).

2.2. Preiskava standardne dinamične penetracije (SPT) in penetrabilnosti (P) v vrtinah

Gostotno stanje nekoherentnih slojev zemljin smo na terenu določevali preko preiskave standardne dinamične penetracije (SPT). V vseh treh (3) vrtinah smo izvedli skupno štiri (4) preiskave SPT-ja.

Rezultati v obliki števila N/P (število udarcev penetracijske sonde, potrebnih za njen ugrez za standardnih 30,4 cm) je prikazan za test v vrtini V-1 na globini 7,50 m pod obstoječim površjem.

Sicer so bile vrednosti standardne dinamične penetracije v pobočnih gruščih s samicami tako visoke da je bilo gostotno stanje izraženo v obliki penetrabilnosti (značilnost mehkih kamnin). Za vrednotenje penetrabilnosti je tako merodajna globina koliko centimetrov penetracijska sonda penetrira v tla, pri standardnih 60 udarcih.

Vrednotenje rezultatov preiskav (števila zabeleženih udarcev N/P standardnega dinamičnega penetracijskega preizkusa oz. števila zabeleženih udarcev (P) testa penetrabilnosti) je izvedeno po kriteriju EC 7-3 in je prikazano v tabeli na prilogi št. 6 tega poročila.

Sicer se rezultati SPT-ja lahko vrednotijo tudi po spodnji tabeli:

Tabela 1: Vrednotenje rezultatov SPT in P

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	ϕ (°) za prode	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
			Drobni in srednji pesek	Debeli pesek in prod, gramoz
< 4	zelo rahlo	< 28,4		
4-10	rahlo	28,4 – 30,3	< 7 500	<15 000
10-30	srednje gosto	30,3 – 36,2	7 500 - 15 000	15 000 – 40 000
30-50	gusto	36,2 – 40,9	15 000 - 30 000	40 000 – 65 000
> 50	zelo gosto	> 40,9	> 30 000	> 65 000
KOHERENTNA ZEMLJINA (gline, melji)				
N	Konsistenčno stanje	q_u (kPa)	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
<2	židko	< 25	< 500	
2 – 4	lahko gnetno	25 – 50	500 – 1 000	
4 – 8	srednje gnetno	50 – 100	1 000 – 2 000	
8 – 15	težko gnetno	100 – 200	2 000 – 5 000	
15 – 30	poltrdno	200 – 400	5 000 – 20 000	
> 30	trdno	>400	> 20 000	
HRIBINA				
P		Penetrabilnost		
0 – 1 cm/60 ud		zelo nizka		
2 – 4 cm/60 ud		nizka		
5 – 8 cm/60 ud		srednja		
9 – 15 cm/60 ud		visoka		
16 – 30 cm/60 ud		zelo visoka		

2.3. Preiskava z dinamičnim penetrometrom

Terenske raziskave smo izvedli tudi v obliki izvedbe dveh sond dinamičnega penetrometra. Sondi smo označili z oznakami DP-1 in DP-2. Lokaciji sta razvidni iz priložene situacije – priloga 1. Skupna metraža sondiranja je znašala 7,80 metra.

Raziskave smo izvajali dne 07.08.2012 in sicer s penetrometrom znamke Pagani 63-100. Raziskava z dinamičnim penetrometrom temelji na številu udarcev penetracijske sonde, potrebnih za njen ugrez za standardnih 20 cm.

S pomočjo posebnega računalniškega programa pretvorimo število udarcev dinamične penetracije v število SPT (standardna dinamična penetracija), to pa je izhodiščni parameter za nadaljno vrednotenje fizikalnih karakteristik posameznih zemeljskih slojev. Poleg podatkov o raziskani zemljini, ki so razvidni iz tabelarično prikazanih rezultatov sondiranja z dinamičnim penetrometrom (priloga 5), lahko preko števila SPT vrednotimo še:

Kot notranjega trenja peščenih, prodnih in gruščnatih zemljin po: Gibbs-ova enačba

$$\phi = 27^0 + 0,347 \cdot N - 0,0014 \cdot N^2$$

Deformacijski modul E (kN/m²)

-pesek (SP, SU, SM)	E= 500 . (N+15)
-zaglinjeni pesek (SC)	E= 320 . (N+15)
-prod s peskom (SM, GM)	E=1200 . (N+6)

Tabela za vrednotenje rezultatov SPT-ja je prikazana zgoraj - tabela 1.

3. Geomehanske značilnosti prostora

Po sestavi in kvaliteti temeljnih tal razdelimo geoprostor na dva značilna sloja zemljin.

Na površju sledimo različno debelo plast **umetno nasutih gradiv**. Z geomehanskimi preiskavami smo registrirali debelino nasutja med 2,00 m (V-3) in 6,60 m (V-1).

Neposredno pod površjem so nasute prodno peščene zemljine (GP-GM), sivorjave barve v debelini 0,50 do 1,30 metra. Pojavljajo se prodniki in redki grušči do cca. 40 - 60 mm z meljnim vezivom. Večjih kosov kamnin v sloju nismo sledili.

Nižje se pojavlja plast nasipa v obliki - močno zaglinjene gruščnato peščene zemljine (GC) s drobci in kosi do ocenjenega premera cca. 30 do 50 mm. Večjih kosov kamnin v plasti nismo registrirali. Nasip je značilno temnorjave barve. Kot vezivo nastopa peščena glina, ki nastopa v težkognetni do poltrdni konsistenci. Izjemoma smo sledili srednje gnetno glinasto vezivo v območju pronicanja talne vode (vrtina V1 na globini med 1,60 in 5,60 m pod površjem).

Pod nasipom nastopijo enotna, raščena, temeljna tla - **pobočni grušči (GP-GM)**. Pojavljajo se grušči in zelo slabo zaobljeni prodi z meljno peščenim vezivom in velikimi skalnimi samici - apnenca. Glede na pridobljene rezultate v vrtini lahko ocenjujemo, da so samice debele med 40 in 60 cm, pričakovati pa je mogoče tudi večje bloke kamnine. Grušči so sicer močno zbiti in predstavljajo stabilno osnovo primerno za temeljenje projektiranih objektov.

Geofizikalne karakteristike sloja ocenjujemo na vrednosti:

- prostorninska teža	γ	= 20 do 23 kN/m ³
- kot notranjega trenja	ϕ	= 34 do 38 °
- koeficient vodoprepustnosti	k	= 10 ⁻² do 10 ⁻³ m/sek
- modul stisljivosti	M _s	= 40 do 60 MPa

4. Hidrogeološke značilnosti prostora

V času izvajanja vrtanja v nobeni vrtini nismo registrirali podzemne vode. Glede na konfiguracijo terena in geološko sestavo tal ocenjujemo, da se podzemna voda nahaja na globini cca. 35 do 40,0 m pod obstoječim površjem.

Nasipna gradiva so močno zaglinjena in za vodo slabše prepustna. V njih se zadržuje pronicujoča talna voda, ki počasi odteka v smeri dolinskega dna. Raščeni pobočni grušči v podlagi so za vodo dobro prepustni.

5. Temeljenje vodnih površin

5.1 Sistem in globina temeljenja

Gradnja novih vodnih površin je predvidena nekako na mestu obstoječega močno dotrajanega bazena in strojnice, ter v njuni neposredni okolici.

Po podatkih upravljalcev obstoječega bazena le-ta pušča in razmaka umetno nasute zemljine pod njim. Ker so tla pod bazenom glinasta in peščena se posledice dolgoletnega spiranja odražajo v obliki stalne omočenosti nasutih slojev zemljin. Poleg tega so zemljine zaradi prisotnosti peščenih frakcij tudi podvržene notranji eroziji. Vplive delovanja razmakanja je bilo mogoče opazovati v vrtini V-1 na globini med 1,60 in 5,60 m pod obstoječim površjem. V ostalih vrtinah razmočenosti tal nismo registrirali.

Zaradi zgoraj opisanih okoliščin zaenkrat ocenjujemo obstoječi nasip kot neprimeren za temeljenje novih vodnih površin. Temelje novega bazena bo tako potrebno bodisi preko AB pilotov vkopati v raščene pobočne gruščice ali pa pod temelji izvajati zelo obsežno sanacijo temeljnih tal. S tremi geomehanskimi vrtinami je bilo ugotovljeno, da so tla sestavljena iz nekontroliranega nasipa v skupni debelini med 2,00 in 6,60 metra.

Pred sanacijo temeljnih tal za gradnjo novih vodnih površin bo potrebno na lokaciji odstraniti obstoječi bazen, obstoječo betonsko konstrukcijo strojnice in na lokaciji prisotne komunalne vode. V okolici bazena bo potrebno izvajati izkop umetno nasutih zemljin. Izkop bo potrebno izvajati na projektirano koto dna konstrukcije novega bazena cca. 2,0 m (bazen $h = 1,35 \text{ m} + \text{temeljna konstrukcija} + \text{sanacija tal}$).

Pod tako izvršenim izkopom se bo še vedno nahajala med 0,00 in cca. 4,50 metra debela plast nekontroliranega nasipa. Ker je za zagotovitev enakomernih posedkov objekt potrebno temeljiti v raščena temeljna tla predlagamo izvedbo AB pilotov ali sanacije temeljnih tal.

Glede na trenutno razpoložljive podatke o debelini nasutja se sanacija tal z AB piloti zdi bolj primerna. Predlagamo uporabo AB pilotov minimalnega preseka 800 mm. Izvedba pilotov manjšega preseka je namreč v tovrstnih zemljinah (velike skalne samice) lahko močno problematična.

5.2 Nosilnost pilotov

Iz vrednotili smo nosilnost 6,0 metra dolgega pilota, upoštevajoč odpor konice pilota ($N_q = 42$) in minimalen odpor plašča pilota (povprečni strižni kot 25 stopinj). Izračun je bil izvršen po "alternativni metodi" za pilot premera 800 mm, uvrstan minimalno 2,0 metra v raščene pobočne gruše s skalnimi samicami.

$$R_{c,k}(\text{kN}) = R_{b,k}(\text{kN}) + R_{s,k}(\text{kN}) = \text{odpor konice} + \text{odpor plašča}$$

$$R_{b,k} = q_b \cdot A_b = N_q \cdot \sigma'_v \cdot A_b = 42 \cdot 120,0 \cdot 0,503 = 2.535,1 \text{ kN}$$

$$R_{s,k} = A_s \cdot q_{s,k}; = A_s \cdot k_o \cdot 0,5\sigma'_v \cdot \tan\varphi' = 2,51 \cdot 0,58 \cdot 60,0 \cdot 0,47 \cdot 6,0 = 246,3 \text{ kN}$$

$$R_{c,k} = 2.781,4 \text{ kN}$$

$$R_{c,d} = R_{c,k} / (\gamma_{R,c} \cdot \gamma_M) = 2.781,4 / 1,54 = \mathbf{R_{c,d} = 1.806,1 \text{ kN.}}$$

Projektni vpliv na pilote (V_d) ne sme presežati projektnega odpora ($V_d < R_{c,d}$).

5.3 Posedek modelnega pilota

Posedek max. obremenjenega modelnega pilota ocenimo po enačbi Caquot - Kerisela:

$$u = (t \cdot \sigma \cdot R) / E = 0,66 \cdot 1.806,1 \cdot 0,4 / 40.000 = 0,0119 = 1,19 \text{ cm.}$$

6. Temeljenje spremljevalnih objektov

V sklopu spremljevalnih objektov se predvideva gradnja podkletenega servisnega objekta in gradnja predvidoma nepodkletenih spremljevalnih objektov - amfiteatra z letnim paviljonom, letni bar s teraso, otroška igrala, igralna ploščad, ipd. Objekti bodo grajeni kot AB ali zidane konstrukcije. Temelji objektov bodo pasovni ali točkovni.

Na območju gradnje je pričakovati debelino nasipa med cca. 1,00 in tudi do cca. 5,00 metra na območju prehoda v spodnjo ježo. Obstoječi nasipi so stari preko 50 let, so v večini že skonsolidirani in niso bili podvrženi procesom omakanja in notranje erozije, zato jih zaenkrat ocenjujemo kot primerne za temeljenje enostavnih spremljevalnih objektov.

Nove objekte bo potrebno medsebojno dilatirati in vsakega posebej graditi na enotnih temeljnih tleh. Predvidena je izvedba temeljenja na saniranih temeljnih tleh - cca. 0,50 do 1,0 metra debela tamponska blazina. Natančna debelina nasipa in kvaliteta vgradnje se določi v sklopu izvedbe projektov PZI, ko bo konstrukcijska zasnova objektov bolje pozana in se bodo v fazi rušenja na lokaciji izvedle dodatne raziskave v obliki izkopa večjega števila sondažnih jaškov.

6.1 Sistem in globina temeljenja

Spremljevalni objekti bodo temeljeni na AB pasovnih ali točkovnih temeljih. Temelji nepodkletenih delov objekta morajo biti vkopani minimalno v globino 1,00 metra pod koto zunanje ureditve (zmrzal). Temelji podkletenih delov objekta so lahko zelo plitvi.

Izjemoma je teraso letnega bara na prehodu v spodnjo ježo potrebno temeljiti na AB pilotih. Na temu delu namreč preveč posegamo v obstoječo z nasipom izvršeno ježo, ki ne dopušča dodatnega obremenjevanja površja.

Predlagamo izvedbo pilotov premera 800 mm, dolžine 6,0 metra, oziroma minimalno 2,0 metra uvrtni v pobočne grušče. Nosilnost in posedke pilotov smo iz vrednotili v točki 5.2 in 5.3 tega geotehničnega poročila.

6.2 Nosilnost tal

Pri dimenzioniranju plitvih temeljev na nosilnost tal po evrokodih ENV 7 (drenirano stanje) priporočamo upoštevanje sledečih povprečnih geofizikalnih parametrov obstoječega nasipa:

- kot notranjega trenja	$\phi_{\square} = 28$ stopinj
- kohezijska trdnost	$c = 0$ kPa
- prostorninska teža	$\gamma = 20,0$ kN/m ³
- modul reakcije tal	$c_v = 20.000$ kN/m ³

Obliko in dimenzijo temeljev določi statik (konstrukter) objekta, glede na zgornjo konstrukcijsko zasnovo objekta.

V izogib prekomernim posedkom predlagamo naj kontaktne napetosti na stiku temelj tla ne presegajo $\sigma = 100$ kPa pri temeljih vkopanih v obstoječe nasutje in $\sigma = 250$ kPa pri temeljih vkopanih v raščene pobočne grušče.

6.3 Posedki

Objekt je potrebno dimenzionirati na mejno stanje uporabnosti (MSU). Kriterij nosilnosti torej ni le lom tal ampak predvsem dopustne deformacije konstrukcije.

V splošnem se v območju pričakovanih obremenitev (100 kPa za nasip in 250 kPa za raščena tla) pričakuje posedke objektov velikostnega reda med cca. 1,0 in 2,0 cm.

6.4 Seizmični podatki

Obravnavano območje sodi po Karti potresne nevarnosti Slovenije v območje, kjer se upošteva računsko vrednost potresnega pospeška temeljnih tal $a_{gR} = 0,175 \times g$.

Temeljna tla po svoji sestavi ustrezajo **tipu tal "C"** (po preglednici 3.1 SIST EN 1998-1:2006) – globoki sedimenti gostega ali srednje gostega peska, proda ali toge gline globine nekaj deset metrov.

7. Izvajanje izkopov in nasipov

Območje ob upoštevanju v nadaljevanju zapisanih pogojev gradnje ni plazljivo in erozijsko ogroženo:

- vsečasne izkope brežin je izvajati pod največjim dovoljenim začasnim naklonom brežin 1:n = 1:1,2 (40 stopinj). V primeru izvajanja izkopov globljih od 3,0 metra se je predhodno posvetovati z geomehansko stroko.
- stalno oblikovane nasipe, odkopne brežine in druga izpostavljena pobočja se oblikuje pod naklonom manjšim 1:n=1:1,6 (32 stopinj) in se jih ustrezno zavaruje pred erozijo. V primeru potreb po izvajanju strmejših brežin se je predhodno posvetovati z geomehansko stroko.
- prepovedano je nenadzorovano zbiranje in odvajanje zbranih voda. Predlagamo, da se meteorne vode vodi v meteorno kanalizacijo. V primeru potrebe po izvajanju ponikanja je mesto ponikovalnice in njene dimenzije določiti skupaj z navodili geomehanske in hidrogeološke stroke.
- izvajanje zemeljskih del, ki močno dodatno obremenjujejo ali razbremenjujejo zemljišča je izvajati pod nadzorom geomehanske stroke.

8. Zaključek

Na mikrolokaciji predvidene gradnje "**Kulturno turističnega centra na območju nekdanjega letnega kopališča Tržič**" so bile izvršene geomehanske terenske raziskave za potrebe projektiranja faze PGD. Raziskave smo izvedli na takrat dostopnih mestih v obliki izvedbe treh geomehanskih vrtin in dveh sond dinamičnega penetrometra:

Na osnovi tako izvršenih terenskih raziskav in osnovnih podatkov o konstrukcijski zasnovi novogradenj ugotavljamo sledeče:

- na površinah namenjenih novogradnji smo registrirali nasute materiale v skupni debelini med 2,0 in 6,60 metra. Nasipi sestojijo iz zaglinjenih gruščev (GC) in so stari preko petdeset let. Pod nasipom sledimo enotna in dobro nosilna temeljna tla - pobočni grušči z velikimi samicami apnenca.
- temeljenje novih vodnih površin smo, zaradi omočenosti tal in dolgoletnega namakanja za vodo občutljivih nasutih materialov, predvideli na AB pilotih premera 800 mm, dolžine 6,0 m.
- spremljevalne objekte je temeljiti plitvo na pasovnih ali točkovnih temeljih. Pod temelji je zagotoviti kvalitetno utrjeno tamponsko blazino. Izjemoma je teraso letnega bazena, ki močno posega v spodnjo ježo temeljiti globoko na AB pilotih.
- stopnja raziskanosti odgovarja projektiranju objektov faze PGD. Načrte faze PZI je izdelati na osnovi dodatnega izkopa večjega števila raziskovalnih sondažnih jaškov, ki bodo natančneje definirali kvaliteto, debelino in razsežnost obstoječih nasipov.

Ljubljana, 20.08.2012

Sestavil:
Milan Žerjal,
univ.dipl.inž.geol.

b/ Grafične priloge