

Naročnik : OBČINA ROGATEC
Ceste 11
3252 ROGATEC

Objekt : ŠPORTNA DVORANA PRI OSNOVNI ŠOLI ROGATEC

Lokacija: Rogatec

Štev. elaborata: 1430/2008

10/1.1 ELABORAT

GEOTEHNIČNO POROČILO O SESTAVU IN NOSILNOSTI TEMELJNIH TAL TER POGOJIH TEMELJENJA "ŠPORTNE DVORANE PRI OSNOVNI ŠOLI ROGATEC"

Obdelal: Danilo MUHIČ dipl.inž.grad.

MARIBOR, april 2008

GPRO s.p., Maribor
Danilo MUHIČ, dipl.inž.grad.

10/1.2	KAZALO VSEBINE ELABORATA št. 1430/2008	
	10/1.1	Naslovna stran elaborata
	10/1.2	Kazalo vsebine elaborata
	10/1.3	Geotehnično poročilo
	10/1.4	Izračuni
	10/1.5	Risbe

10/1.3 GEOTEHNIČNO POROČILO

1.0 SPLOŠNI PODATKI

Po naročilu Občine Rogatec so izvedena geotehnična raziskovalna dela za ugotovitev pogojev temeljenja in izvedbe Športne dvorane pri OŠ Rogatec.

Na raziskani lokaciji je v območju obstoječega objekta kateri se ruši, predvidena izgradnja nadomestnega objekta športne dvorane, katera se nahaja na robu ozke dolinice potoka Draganja in Strmškega potoka. Površje mikrolokacije ureditve predstavlja ravninski predel, gradnja pa bo segala v rob blagega južno orientiranega pobočja.

Objekt Športne dvorane je zasnovan kot pritličen, delno P+1, tlorisne velikosti 40.14 x 148.30. Konstrukcijsko je objekt zasnovan kot skeletni jekleni raster stebrov in nosilcev v prečni smeri ter z AB ploščami na tleh in med nadstropji. Obodne stene so v montažni izvedbi. Streha je obešena na palične nosilce. Južni garderobni del objekta pa ima nekatere notranje stene v AB izvedbi. Temelji so v AB, način temeljenja oziroma oblika temeljih konstrukcij pa ni podana oziroma zasnovana.

Poročilo je izdelano na osnovi Občinskega lokacijskega načrta za območje D-Š v Rogatcu, Razvojni center planiranje d.o.o. Celje, števil. projekta 054/04, julij 2006 ter Idejna projekta podjetja Komunaprojekt d.d. Maribor, števil. načrta 406608-ARH, januar 2008.

Višinska ureditve v IP ni obdelana zato je ta ocenjena glede na ureditve obstoječega objekta kjer je prevzeto, da se ta ohranja. Za koto pritličnega tlaka • 0,00= 229.00 - teren obstoječe ureditve je \approx 228.70 na južnem delu do 229.60 na zahodnem delu.

2.0 RAZISKOVALNA DELA

2.1 Sondažna dela

Za ugotovitev strukturnega sestava temeljnih tal, določitev nosilnosti temeljnih tal ter pogojev temeljenja so bile na karakterističnih mestih lokacije nadomestnega objekta s strojno vrtalno garnituro Comacchio MC 450 izvrtane štiri sondažne vrtime, skupne globine 37,5 m.

Situativna lega sondažnih vrtnin je razvidna iz situacije ureditve in sondažnih vrtnin, priloga 1. Višine ustij sondažnih vrtnin označujejo tudi absolutne kote terena na teh mestih.

2.2 Terenske preiskave

Strukturni sestav tal je na terenu določen na osnovi vizualne identifikacije z uporabo standardnih preizkusov po AC klasifikaciji.

Enoosna tlačna trdnost vezanih zemljin (q_u) oziroma primerjalno konsistenčno stanje, je na terenu določeno na osnovi preiskav z ročnim penetrometrom pri približno konstantni hitrosti deformacij.

Kriteriji za oceno terenskih preiskav enoosne tlačne trdnosti q_u je podan v razpredelnici 1:

VEZANE ZEMLJINE		
štev. udarcev za 30,5 cm (N)	konsistenca	enoosna tlačna trdnosti q (kN/m ²)
< 2	židka do lahko gnetna	< 25
2-4	lahko gnetna	25-50
4-8	srednje gnetna	50-100
8-15	težko gnetna	100-200
15-30	poltrdna	200-400
> 30	trdna	> 400

RAZPREDELNICA 1:

Gostotni sestav vezanih zemljin in hribine je v sondažnih vrtinah je določen na osnovi penetracijskih preiskav z avtomatskim dinamičnim penetrometrom (SPT). Za vrednotenje penetracijskih preiskav je merodajno število prosto padajočega bata, glede na standardizirano globino prodiranja konice 30,3 cm. Skupaj je bilo izvedenih deset preiskav.

Vrednotenje rezultatov preiskav (števila zabeleženih udarcev N standardnega dinamičnega penetracijskega preizkusa) je izvedeno po kriteriju EC 7-3.

Na osnovi izvedenih meritev prenosa energije ob izvajanju standardnega penetracijskega testa (SLP d.o.o. Ljubljana, štev. poročila SPT039-01-2005 SPT GPRO, april 2005) pa znaša korekcijski koeficient prenosa energije $k_{60} = 1,32$.

Rezultati penetracijskih preiskav (SPT) so podani v geotehničnih profilih sondažnih vrtin, priloge 2-5.

Korekcija rezultatov po Eurocode 7-3:

$(N_1)_{60} = N \cdot K \cdot K_{60} \cdot \lambda \cdot C_N$... normalna vrednost korekcije

$(N_1)_{60} / D_R^2 = 60 \Rightarrow D_R = ((N_1)_{60} / 60)^{1/2}$ relativna gostota

- Korekcijski faktorji:

$K = 0,75$... korekcijski faktor pri uporabi konice

$K_{60} = 1,32$... korekcijski faktor zaradi izgube energije

λ faktor dolžine drogovja

$\lambda = 0,75$ (3-4 m); $\lambda = 0,85$ (4-6 m); $\lambda = 0,95$ (6-10 m)

C_N ... faktor gostote zemljin

Izračun koeficienta C_N je podani v razpredelnici 2:

Tip zemljine	D_R (%)	C_N	št. enačbe
normalno konsolidirane	40-60	$2 / (1 + \sigma_v')$	1
	60-80	$3 / (2 + \sigma_v')$	2
prekonsolidirane		$1,7 / (0,7 + \sigma_v')$	3

RAZPREDELNICA 2:

Vrednotenje rezultatov je podano v tabeli 1:

Vrtina	globina (m)	izmerjeni N-ud/30cm	nivo podtalnice	normalni tlak ($\sigma_v'/100$)	C_N	λ	$(N_1)_{60}$	D_R (%)
V 1	3.5	12	-3.1	0.64	1.22	0.75	10.8	42
V 1	7.5	34	-3.1	0.99	1.00	0.95	33.0	74
V 2	6.7	26	-2.6	0.89	1.04	0.95	25.4	65
V 2	8.5	47	-2.6	0.99	1.00	0.95	44.2	85
V 2	9.7	97	-2.6	1.19	0.89	0.95	92.1	123
V 3	3.2	59	/	0.64	1.26	0.85	62.6	102
V 4	3.2	28	-2.2	0.52	1.19	0.75	24.7	64
V 4	6.6	16	-2.2	0.86	1.05	0.95	15.8	51
V 4	9.5	32	-2.2	1.13	0.96	0.95	31.6	72

Tabela 1

Kriteriji za vrednotenje relativne gostote D_R je podan razpredelnici 2:

gostotno stanje	D_R	$(N_1)_{60}$
zelo rahlo	0-15	0-3
rahlo	15-35	3-8
srednje gosto	35-65	8-25
gostotno stanje	65-85	25-42
zelo gosto	85-100	42-58

RAZPREDELNICA 2:

Rezultati SPT preiskav pa se vrednotijo tudi po tabeli 2:

NEKOHERENTNE ZEMLJINE (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	φ ($^\circ$) 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	gosto	36,2 – 40,9	15 000 - 30 000	40 000 – 65 000
> 50	zelo gosto	> 40,9	> 30 000	> 65 000

Tabela 2

Iz rezultatov nominalne vrednosti korekcije penetracijskih preiskav so določene osnovne mehansko lastnosti zemljin po naslednjih relacijah:

- strižni kot nevezanih zemljin:

$$\varphi = ((N_1)_{60} - 2 \cdot 0,780) + 20 \text{ (}^\circ\text{)}$$

- modul stisljivosti (za standardni SPT, $R_{SP}=800$)

$$M_s = 800 \cdot (N_1)_{60} \cdot 1,0 \text{ (kN/m}^2\text{) } \dots \dots \dots \text{ peski in peščene zemljine}$$

$$M_s = 800 \cdot (N_1)_{60} \cdot 1,5 \text{ (kN/m}^2\text{) } \dots \dots \dots \text{ prodno peščene zemljine}$$

Po izvrednotenju rezultatov terenskih preiskav sklepamo, da je na raziskanem območju vrhni glinasti sloj srednje gnetnih konsistence, pretežno pa so te težko gnetnih in težko gnetnih do poltrdnih konsistence. Peščene in prodno peščene zemljine pa so pretežno v srednje gostem gostotne stanju $D_R= 51-65 \%$, ter gostem stanju $D_R= 72-85 \%$.

Rezultati preiskav v hribinski podlagi pa kažejo, da je ta zelo gostega sestava N=59-97 ud. oziroma visoko do srednje penetrabilna z penetrabilnostjo 19 cm/60 udarcev izvedeno v vrtini V3. Numerični postopki za izračun strižnih kotov in relativne gostote na osnovi penetracijskih preiskav tu odpovedo zato za maksimalni strižni kot hribine prevzet $\varphi = 42.0^\circ$.

2.3 Podtalna voda

Podtalna precejna voda je bila registrirana na celotnem raziskanem območju, nivoji so podani v tabeli 2:

oznaka vrtine	PPV	NPV
V 1	- 3.1 m	- 1.8 m
V 2	- 2.6 m	- 1.4 m
V 3	/	/
V 4	-2.2 m	-2.2 m

TABELA 2

PPV ... pojav podtalne vode pri vrtanja; NPV... nivo podtalne vode po vrtanje

3.0 GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI OPIS TEMELJNIH TAL

Območje gradijo sedimenti aluvialni in pleistocenskih naplavin doline potoka Draganja in Strmškega potoke, odložene na miocenski podlagi z geološko oznako M_1^2 . Za aluvialne in pleistocenske naplavine je značilno, da jih sestavljajo prodi in peski delno z meljem in glino prekrti s slojem glinastih in meljih zemljin. Miocensko podlago po litološki zgradbi predstavljajo peščeni in glinasti laporji ter peščenjaki. Debelina sedimentov naplavin je v dolinskem predelu dokaj enakomerna in znaša 8,0-9,0 m, v pobočnem delu pa je debelina naplavin do 2,0 m.

V dolinskem predelu je območju prekrito z do 1.0 m debeli sloj umetnega nasipa prodnatih zemljin (obstoječa zunanja ureditve).

Vrhnji sloj aluvija gradijo vezane glinaste in meljne zemljine, mastne, organske, puste in peščene gline (CH,OH,CI,CL) delno peščeni melji (ML). Te v relativni globini cca 2,0 do 6.4 m preidejo v slabo granularane peščeno meljne in glinaste zemljine (SM,SC) ter prodno peščeno glinaste, meljne ter prodno peščene zemljine (GC, GM,GP).

Hribinsko podlago gradijo miocenski peščen lapor s peščenjakom, v kontaktu slabo vezana in preperel, sive in svetlosive barve, katerega plasti so v ravninskem delu zelo položne, nagnjene v smeri juga pod kotom cca 2-4°, v pobočnem delu pa plasti približno sledijo terensko linijo pod kotom cca 10°.

Po podatkih terenskih preiskav so vezane glinaste, v vrhnji omočeni coni srednje do težko gnetnih konsistentenc, pretežno pa težko gnetnih in težko gnetnih do poltrdnih konsistence. Peščene in prodno peščene zemljine z glino in meljem so pretežno srednje gostega sestava, prodno peščene zemljine v globlji strukturi pa gostega sestava. Hribinska podlaga zelo gostega sestava in visoko do srednje penetrabilna.

Horizont podtalne vode ima prosto gladino in se nahaja v peščenem in prodno peščenem sloju ter glinastih zemljina z peski. Gladina podtalne vode je bila v času izvajanja sondažnih del registrirana na srednji globini cca 2.2-3.1 m pod površjem. Te so pod manjšim arteški pritiskom kjer se je nivo po vrtnanju dvignil do 1.2 m. Horizont talne vode pa predvidoma uravnava potoka katera sta imela v času opazovanja nivoja talne vode nizko gladino.

Na osnovi izvedenih raziskovalnih del lahko zaključim, da so temeljna tla v vrhnji coni slabše nosilna, nekosolidirana in visoko do zmerno deformabilna. Homogena in dobro nosilna temeljna tla pa predstavljajo prodno peščene zemljine in miocenska hribinska podlaga.

Projektne mehanske lastnosti zemljin so podane v tabeli 3:

	pros. teža	strižna	trdnost	moduli stisljivosti
glinaste zemljine	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	M_e (kN/m ²)
srednje do težko gnetnih konsistenc	18.6	1.0	22	2900-3500
glinaste in meljne zemljine	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	M_e (kN/m ²)
težko gnetne do poltrdne konsistence	18.8	3.0	24	4500-5500
peščene in prodno peščene zemljine	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	M_e (kN/m ²)
srednje gostega sestava	9.1	0	33	25200
prodno peščene zemljine	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	M_e (kN/m ²)
gostega sestava	9.3	0	36.5	38500
hribinska podlaga	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	M_e (kN/m ²)
zelo gosti sestav	21.0	20	40	62000

TABELA 3

Detaljna razporeditev zemljin raziskanega polprostora je vidna v geotehničnih profilih posameznih sondažnih vrtin ter geološko geotehničnih profilih, poglavje 10/1.5, priloge štev.: 2-7.

4.0 POGOJI TEMELJENJA

4.1 Globina in sistem temeljenja

Na osnovi prevzete zasnove ureditve katera je obdelana in vnešene v prostor karakterističnega prečnega in vzdolžnega prereza je razvidna iz geološko geotehničnega profila. Glede na konstrukcijo zasnovo objekta je ocenjeno, da bo ta temeljen na točkovnih temeljih pri minimalni relativni globini temeljenja $D=1.5$ m pod koto pritličnega tlaka.

Pri prevzeti relativni globini temeljenja se planum temeljih tal na pretežnem delu zazidalnega območju locira v glinastih in meljnih zemljinah, na severovzhodnem delu kjer območje zazidave sega v iztek pobočja pa se planum temeljih tal locira v slabo vezani hribinski podlagi peščenjaka in peščenem laporju.

Prevzeti način temeljenja predstavlja temeljenje v dokaj heterogeni in slabše nosilni strukturi temeljih tal kjer je pričakovati relativne posedke v temeljih tleh.

4.2 Projektna nosilnost temeljnih tal

Projektna nosilnosti temeljnih tal je določena po kriteriju loma tal pod predvideno obliko temeljne konstrukcije.

Račun je izveden s primerjalno analizo po metodi Brinch Hansena in Terzaghija, kjer sta uporabljena naslednji osnovni relacija za izračun robnih napetosti:

Terzaghia: $Pa_1 = c \cdot N_c + \gamma N_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$

Brinc Hansen: $Pa_2 = c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c + D \cdot n_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot s_q \cdot i_q$

- računski parametri:
 - minimalna efektivna globina temeljenja $D' = 1.0$ m
 - predpostavljena oblika točkovnega temelja $B/L = 1.8/1.8$ m
- upoštevane mehanske lastnosti glinasto meljnih zemljin:
 - prostorninska teža $\gamma = 18.8$ kN/m³
 - strižne karakteristike $\varphi = 24^\circ$; $c = 3$ kN/m²

Iz analize dopustnih obremenitev podanih v poglavju 10/1.4, so dobljeni vrednosti projektne nosilnosti $Pa_1 = 165.0$ kN/m² in $Pa_2 = 167.8$ kN/m².

Za projektno nosilnost temeljnih tal se lahko upošteva vrednosti $P_d = 165$ kN/m² katera veljajo za robne obremenitve. Pri upoštevanju samo normalne obremenitve pa je potrebno pa je potrebno podano vrednost zmanjšati za 20 % .

4.3 Usedki

Absolutni usedki, kateri se bodo aktivirali pri temeljenju objektov so določeni iz izpeljav Westergaardovih integralnih enačb, ki definirajo temeljna tla kot elastičen izotropen polprostor.

Pri analizi so upoštevani rezultati terenskih raziskav in izkoriščena projektna nosilnost temeljih tal.

Analiza je izvedena za območja posameznih vrtin, rezultati pa so podani v poglavju 10/1.4.

Pri podanem sistemu temeljenja bodo vrednosti absolutnih usedkov velikostnega reda do $u_{abs} = 0.0 - 3.3$ cm, relativnih usedki pa bodo vrednosti absolutnih to je $u_{rel} = 3,3$ cm.

5.0 ZAKLJUČKI

Predmetno raziskano območje je v osnovi zgrajeno iz miocenskih skladov peščenega laporja in peščenjaka prekritih z sedimentim pokrovom dolinskih naplavin.

Te se manifestira v sedimentih pleistocenskih in aluvialnih naplavin za katere je značilno, da jih sestavljajo prodno peščene prekrite s slojem aluvialnim slojem glinastih in meljnih zemljin. Po litološki klasifikaciji gradijo miocensko podlago peščen lapor in peščenjak kateri je v kontaktu preperel ali slabo vezan, sive in temno sive barve. Penetrabilnost je pretežno visoka do zmerna. Debelina sedimentov naplavin in kvartarnega pokrova je dokaj enakomerna in znaša 8.0-9.0 m.

Temeljna tla pri ugotovljenih geotehničnih parametrih predstavljajo v vrhni coni slabše nosilna in nekosolidirana. Homogena in dobro nosilna temeljna tla pa predstavljajo prodno peščene zemljine in hribinska podlaga. Glede na prevzete podatke o načinu temeljenja se planum temeljih tal na pretežnem delu zazidalnega območju locira v glinastih in meljnih zemljinah, na severovzhodnem delu kjer območje zazidave sega v iztek pobočja pa se planum temeljih tal locira v slabo vezani hribinski podlagi peščenjaka in peščenem laporju.

Izračun dopustnih obremenitev in deformacij temeljih tal, je določen za prevzete dimenzijske parametre temeljnih konstrukcij in globino temeljenja. Absolutni usedki bodo velikosti $u_{abs}=0.0-3.3$ cm, relativni usedki pa do $u_{rel}=3.3$ cm.

V izogib dokaj velikim absolutnim in relativnim usedkov predlagamo varianti temeljenja na talni AB plošči in nasipni gruščnati blazini ali preko sistema globokega temeljenja na pilotih.

Za temeljenje na talni AB plošči je predvidena izvedba kamnito prodnato ali gruščnato blazina, debeline 1.0 m. Ta se vgradi na mehansko utrjen planum temeljnih tal glinasto meljnih zemljin in politak folijo 300 g. Blazino je potrebno zgostiti do optimalne gostote oziroma modula stisljivosti $M_e > 35$ MPa. Pri variantni izvedbi temeljenja je projektna nosilnost temeljih tal $P_d = 190$ kN/m².

Pri varianti globokega temeljenje preko pilotov se ta izvede v miocenski podlagi laporja in peščenjaka, minimalno $2 \times D$ (D premer pilota), oziroma minimalno 1.5 m. Pri minimalni potrebni globin vpetja bodo ti dolžine 3.0-11.5 m. Projektna nosilnost pilotov al je določena po kriteriju loma tal pod peto pilota. Izračun je izveden z analizo po metodi Meyerhova kje rje uporabljen naslednji model:

- dopustna nosilnost pilota: $N_d = q \cdot A_q + p \cdot A_p$
- nosilnost noge pilota: $N_d = q \cdot A_q$
- dopustna specifična obtežba v ravnini pilota: $q = \gamma \cdot r \cdot N_{\gamma r} + \delta_d \cdot k_s \cdot N_{qr} + c_m \cdot N_{cr}$
- nosilnost po plašču pilota: $N_p = p \cdot A_q$
- dopustna specifična obtežba trenja po plašču: $p = a_m + \delta_o \cdot k_s \cdot \text{tg} \sigma_m$

Račun je izveden za pilote skupne dolžine 11.5 m, globino vpenjanja v miocensko podlago 1,5-2,0 m ter za karakteristične preseke pilotov.

Povzetek pa v tabeli 4:

Premer pilota (m)	Globina vpenjanja l_v (m)	Nosilnost konice pilota N_q (kN)	Nosilnost po plašču N_p (kN)	Skupna nosilnost pilota N_d (kN)
0.5	1.5	376	304	680
0.8	1.5	486	970	1456
1.0	2.0	608	1524	2132

Tabela 4

Glede na projektno zasnovno- idejni projekt kjer ni podan način temeljenja so glede na ugotovljene terenske razmere obdelana variante temeljenje. V primeru, da bo v fazi izdelava projektne dokumentacije PGD in PZI prišlo do večjih odstopanj od prevzetih podatkov potrebna ponovna analiza projektiranega stanja.

Pri izvedbi temeljenja objekta je obvezen geomehanski nadzorom. Ta bo skrbel za kontrolo kvalitete izvedbe geotehničnih del ter po potrebi podajal morebitne spremembe in dopolnitve podanih pogojev ter vršil potrebne kontrolne in končne meritve vgrajenih materialov.

Maribor, april 2008

Obdelal:

Danilo MUHIČ, dipl. inž. grad.

10/1.4 IZRAČUNI

10/1.5 RISBE

	Merilo	Priloga št.
• Situacija ureditve in sondažnih vrtin	1:500	1
• Geotehnični profil sondažnih vrtin	1:50	2-5
• Geološko geotehnična prereza	1:200	6,7