

GEOTEHNIČNO POROČILO
o pogojih temeljenja in gradnje
KOTLOVNICE NA BIOMASO in VRTCA v MORAVČAH
(faza PGD)

Arh.št.: GC-098/11

Datum: avgust 2011

Obdelala: Danica Peček, univ.dipl.inž.grad.

Sodeloval: ROVS d.o.o. (vrtanje)
GEOINŽENIRING d.o.o. (laboratorij)



VSEBINA

GEOTEHNIČNO POROČILO		Stran	
1.0	Uvod	3	
2.0	Terenske raziskave	3	
3.0	Laboratorijske preiskave	9	
4.0	Sestava tal	10	
5.0	Pogoji temeljenja in gradnje	11	
6.0	Voziščna konstrukcija	14	
7.0	Zaključek	15	
PRILOGE		Priloga	
Terenske raziskave			
-	Geotehnični profili jaškov J-1, J-2, J-3/11	M 1 : 20	1 – 3
-	Geotehnični profil vrtine V-1/11	M 1:50	4
-	Vrednotenje SPT po Evrokodu 7		5 – 6
Laboratorijske preiskave			
-	Tabela: Fizikalne karakteristike kohezivnih zemljin		7
-	Preiskave vlage in konsistence vzorcev iz jaškov		8 – 14
-	Preiskave konsistence, striga, vodoprepustnosti in stisljivosti vzorcev iz vrtine		15 – 21
Izračuni			
-	Nosilnost tal		
-	- temeljna plošča (klet, pritličje)		22 – 25
-	- pasovni temelj (varianta za pritličje)		26 – 29
-	Posedki		
-	- temeljna plošča (klet)		30
-	- temeljna plošča (pritličje – del)		31
Dodatno			
-	Pogled na objekt (GEOPLAN d.o.o. Kamnik)		32
RISBE		Risba	
-	Situacija objekta in geotehničnih raziskav	M 1 : 250	G.1
-	Prerez čez objekt (jug – sever)	M 1 : 100	G.2
-	Profil po padnici (zahod – vzhod)	M 1 : 100	G.3



GEOTEHNIČNO POROČILO **o pogojih temeljenja in gradnje** **KOTLOVNICE NA BIOMASO in VRTCA v MORAVČAH** **(faza PGD)**

Naročnik: OBČINA MORAVČE, Trg svobode 4, 1251 Moravče
Naročilnica: št. 120/2011 z dne 12.07.11

1.0 UVOD

Na lokaciji novega vrtca v Moravčah so bile dne 20.07.11 izvedene geotehnične raziskave tal z izkopom treh sondažnih jaškov J-1, J-2, J-3/11. Izkop je segal do globine 2,5 – 3,6 m. Na osnovi evidentirane sestave tal je bila naročniku predlagana izvedba sondažne vrtine. Vrtina V-1/11 je bila nato izvrtana dne 28.07.11, do globine 10 m.

Lokacija jaškov in vrtine je prikazana na situaciji v merilu M 1 : 250 (risba G.1).

Geotehnični profili jaškov v merilu M 1 : 20 so podani na prilogah 1 – 3, geotehnični profil vrtine v merilu M 1 : 50 pa na prilogi 4.

Kotlovnica na biomaso bo klasične izvedbe in bo v kleti. Temeljenje je predvideno na temeljni plošči dimenzij cca 15,60 x 18,20 m. Kota temeljenja po idejni zasnovi bo na globini okoli 5 m pod koto $\pm 0,00 = 385,00$ m.

Novi vrtec bo v pritličju, z delno izkoriščeno mansardo. Predvidena je montažna izvedba. Tlorisne dimenzije pritličja znašajo cca 17,00 x 20,80 m. Vrtec je glede na klet (kotlovnico) zamaknjen proti jugu in zahodu za 5,00 – 5,20 m. Predvideno je temeljenje na temeljni plošči.

2.0 TERENSKÉ RAZISKAVE

2.1 IZKOP SONDAŽNIH JAŠKOV

Izkop jaškov je organiziral naročnik in je bil izveden 20.07.11.

Jašek	Višinska kota ustja	Globina	Lokacija
J-1/11	384,10 m	3,40 m	Na lokaciji novega vrtca
J-2/11	384,60 m	3,60 m	Zahodno od objekta – pri skakalnici
J-3/11	380,60 m	2,50 m	Vzhodno od objekta – v vzhodju brežine pri igrišču

Sestava tal v jaških je bila naslednja:

Jašek J-1/11 (kota 384,10 m)

0,00 – 0,10 humus
0,10 – 2,40 nasip: zelo stisljiv melj do organska glina MH-OH, težkognetne konsistence, rjave barve, z organskimi ostanki ($q_{už} = 100 - 125$ kPa)
2,40 – 3,40 peščen melj ML z gruščem in posameznimi prehodi v peščeno glino CL, težkognetne do poltrdne konsistence, sive barve, z organskimi ostanki ($q_{už} =$ pretežno 100 – 150 kPa, mestoma več)

Plato nad šolskim igriščem, kjer je predvidena gradnja vrtca, je bil predvidoma nasut v času gradnje šole okoli leta 1970.



Jašek J-1 na robu brežine – spodaj šolsko igrišče





Jašek J-2/11 (kota 384,60 m)

- 0,00 – 0,10 humus
- 0,10 – 1,00 nasip: peščena glina CL, rjave barve, s peskom, drobno zrnatim gruščem in samicami peščenjaka sive barve
- 1,00 – 3,60 zelo stisljiv melj do organska glina MH-OH, srednjegnetne do težkognetne konsistence, zelo svetlo sive barve, s sledovi precejanja voda po lomih pos. kosov ($q_{uz} = 50 - 100$ kPa)



Jašek J-2 ob poti pri skalalnici





Jašek J-3/11 (kota 380,60 m)

0,00 – 0,10	humus
0,10 – 1,20	peščena glina do peščen melj CL-ML, težkognetne do poltrdne konsistence, sive barve ($q_{už} = 200$ kPa)
1,20 – 2,50	mastna glina CH, poltrdne konsistence, rjave barve, z veliko organskega in sledovi precejanja vode ($q_{už} \approx 225$ kPa)



Jašek J-3 ob vznožju brežine pri šolskem igrišču





Vsi jaški so bili suhi (brez dotokov vode), je pa bilo opaziti sledove precejanja občasne (pobočne) vode. Zato je nujno po obodu kleti novega objekta položiti drenažo (filc, drenažni filterni zasip) in urediti kontroliran odvod vode izven območja gradnje – proti cesti.

Med sondažnimi izkopi so bili odvzeti vzorci zemljin za laboratorijske preiskave (naravna vlaga, konsistenca).

Jašek	Število vzorcev	Globina odvzema (m)
J-1/11	2	1,50 / 3,40
J-2/11	1	2,50
J-3/11	1	2,00

2.2 SONDAŽNO VRTANJE

Splošno

Sondažno vrtino V-1 je izvrtalo podjetje ROVS d.o.o. iz Ljubljane. Vrtano je bilo 28.07.11, z vrtalno garnituro »Fraste ML« (energijski koeficient $k_{60} = 0,94$), na suho, s kontinuirnim jedrovanjem.

Vrtina	Kota terena (m)	Globina vrtine (m)	Podtalnica na globini (m)
V-1/11	384,55	10,0	9,50

Pod humusom debeline 10 cm so bile registrirane kohezivne – glinasto meljne zemljine do globine 7,3 m (op.: do globine 2,2 m nasip), na globini 7,3 – 9,5 m samice peščenjaka z meljastim vezivom, od globine 9,5 m pa hribina – srednje penetrabilen peščenjak. Konsistenčno stanje kohezivnih zemljin je bilo: težkognetno do poltrdno, težkognetno in srednje do težkognetno.

Geotehnični profil vrtine V-1 v merilu M 1 : 50 je podan na prilogi 4.



Jedro sondažne vrtine (globina 10 m ← 0 m)



SPT poskusi

Med vrtnjem so bili na vsaka 2 m globine izvedeni SPT poskusi (skupaj 5).

SPT poskus predstavlja število udarcev, potrebno za zabitje penetracijske igle v globino 30 cm. Izmerjena vrednost N se nato korigira po Evrokodu 7, upoštevajoč gostotno stanje, nivo podtalnice, vrednost λ , ki zavisi od globine izvedbe SPT, in energijski koeficient vrtalne garniture k_{60} .

Rezultati SPT poskusov so v obliki korigiranega števila udarcev $(N_1)_{60}$, indeksa gostote I_D , strižnega kota melja φ in modula stisljivosti M_s podani na prilogah 5 – 6.

Okvirne karakteristike zemljin so razvidne iz preglednic v nadaljevanju.

KOHEZIVNE ZEMLJINE (glina, melj)				
Število udarcev $(N_1)_{60}$	Konsistenčno stanje	Indeks gostote I_D (%)	Enoosna tlačna trdnost q_u (kN/m ²)	Modul stisljivosti M_s (kN/m ²)
< 2	židko	< 10	< 25	< 500
2 – 4	lahkognetno	10 – 20	25 – 50	500 – 1000
4 – 8	srednjegnetno	20 – 35	50 – 100	1000 – 2000
8 – 15	težkognetno	35 – 45	100 – 200	2000 – 5000
15 – 30	poltrdno	45 – 70	200 – 400	5000 – 20000
> 30	trdno	> 70	> 400	> 20000

NEKOHEZIVNE ZEMLJINE (pesek, prod, grušč)				
Število udarcev $(N_1)_{60}$	Indeks gostote I_D (%)	Gostotno stanje	Modul stisljivosti M_s (kN/m ²)	
			Drobno zrnat in zameljen pesek	Debel pesek, prod, grušč
0 – 3	0 – 15	zelo rahlo	< 5000	< 7500
3 – 8	15 – 35	rahlo	5000 – 7000	7500 – 13500
8 – 25	35 – 65	srednje gosto	7000 – 15500	13500 – 33500
25 – 42	65 – 85	gosto	15500 – 23500	33500 – 53500
42 – 58	85 – 100	zelo gosto	23500 – 30000	53500 – 72500

Indeks gostote I_D (%)	STRIŽNI KOT φ		
	Drobnozrnat material	Srednejzrnat material	Debelozrnat material
40	34° – 36°	36° – 38°	38° – 41°
60	36° – 38°	38° – 41°	41° – 43°
80	39° – 41°	41° – 43°	43° – 44°
100	42° – 43°	43° – 44°	44° – 46°

Rezultati so bili naslednji:

- izmerjeno število udarcev SPT v glinasto meljnih zemljinah MH-CH $N = 9 – 12$
- korigirano število udarcev SPT $(N_1)_{60} = 7 – 10$
- konsistenčno stanje srednjegnetno in težkognetno
- indeks gostote $I_D = 32 – 40 \%$
- strižni kot (ocena za pesek) $\varphi_{\min} = 33,2^\circ$
- modul stisljivosti (ocena za pesek) $M_E = 5,7 – 7,5 \text{ MPa}$

Na globini 7,3 – 9,5 m vrtnice so bile registrirane samice peščenjaka svetlo sivkasto rjave barve z vezivom peščenega melja ML, pod globino 9,5 m pa hribinska podlaga – lapornat peščenjak zeleno sive barve. Zato je bila na globinah 8 in 10 m izmerjena penetrabilnost $P = 7 – 6 \text{ cm}/60 \text{ ud}$. Penetrabilnost je značilnost hribine, predstavlja pa globino ugreza penetracijske igle pri $N = 60$ udarcih. V našem primeru je bila registrirana srednja penetrabilnost.



PENETRABILNOST »P« (cm/60 ud.)	
zelo nizka	0 – 1 cm
nizka	2 – 4 cm
srednja	5 – 8 cm
visoka	9 – 15 cm
zelo visoka	16 – 30 cm

Enoosna tlačna trdnost kohezivnih zemljin

Enoosna tlačna trdnost glinasto meljnih zemljin je bila merjena z žepnim penetrometrom.

Ker kohezivne zemljine mestoma vsebujejo tudi drobce in koščke peščenjaka, so nekatere izmerjene vrednosti bistveno višje od večine rezultatov. Registrirane so bile vrednosti $Q_{uz} = 50 - 450$ kPa, kar bi lahko pomenilo srednjegnetno do trdno konsistenco.

Večina rezultatov pa kaže, da so sloji kohezivnih zemljin pretežno srednje do težkognetne konsistence ali težkognetne do poltrdne konsistence ($Q_{uz} = 50 - 250$ kPa).

3.0 LABORATORIJSKE PREISKAVE

Med sondažnimi izkopi in vrtanjem je bilo za laboratorijske preiskave odvzetih sedem (7) vzorcev zemljin in hribine.

Jašek	Število vzorcev	Globina odvzema (m)
J-1/11	2	1,50 / 3,40
J-2/11	1	2,50
J-3/11	1	2,00
Vrtina	Število vzorcev	Globina odvzema (m)
V-1/11	3	3,45 / 6,55 / 9,90

Laboratorijske preiskave so bile izvedene v geomehanskem laboratoriju podjetja Geoinženiring d.o.o. iz Ljubljane.

Rezultati preiskav so zbrani v tabeli fizikalnih karakteristik zemljin na prilogi 7, sicer pa so podani na prilogah 8 – 21.

Naravna vlaga (priloga 7)

Naravna vlaga je bila določena s sušenjem vzorcev pri 105° C do stalne mase. Vrednosti sov mejah $w = 27,3 - 72,4$ %.

- zelo stisljiv melj do organska glina MH-OH $w = 49,9 - 72,4$ %,
- zelo stisljiv melj do mastna glina MH-CH, CH-MH $w = 28,3 - 39,8$ %,
- peščen melj ML z gruščem $w = 27,3$ %

Konsistenca (priloga 7)

Po metodi »Fall cone« sta bili določeni meji židkosti » w_L « in plastičnosti » w_P «. Na osnovi naravne vlage in konsistenčnih mej sta bila nato iz vrednotena indeks plastičnosti » I_P « in indeks konsistence » I_C «.

Vzorci so bili klasificirani kot zelo stisljiv melj do organska glina MH-OH, zelo stisljiv melj MH, mastna glina CH, peščen melj ML.

Konsistenčno stanje je bilo težkognetno in poltrdno ($I_c = 0,766 - 1,137$).

**Strižni odpor** (priloga 16)

V rotacijskem strižnem aparatu je bila izvedena drenirana strižna preiskava intaktnega vzorca iz vrtine (gl. 3,45 m). Preizkušanci so bili konsolidirani pri obremenilnih stopnjah $\sigma = 50, 100, 200$ kPa.

Vrtina	Globina vzorca (m)	Vlaga w (%)	Strižni odpor $\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \varphi$ (kPa)	Gostota ρ (Mg/m ³)	Klasifikacija
V-1/11 i.v.	3,45	28,3 pred pr. 29,7 po pr.	$\tau = 6,3 + \sigma \cdot \text{tg } 34,7^\circ$	1,95 naravna 1,52 suha	MH-CH ptd.kons. $l_c = 1,054$

Preiskava vodoprepustnosti (priloge 18 – 19)

Koeficient vodoprepustnosti v edometru je bil določen vzorcu MH-CH težkognetne konsistence iz vrtine (gl. 6,55 m), pri naravnih tlakah ($\sigma = 120$ kN/m³).

Vrtina	Globina (m)	Naravna vlaga w (%)	Naravna gostota ρ (Mg/m ³)	Obremenitev σ (kPa)	Koeficient VDP k (m/s)	Klasifikacija
V-1/11	6,55	41,4 pred pr. 44,2 po pr.	1,77 naravna 1,25 suha	120	$1,71 \cdot 10^{-9}$	MH-CH tgn.kons. $l_c = 0,958$

Preiskava stisljivosti (priloge 20 – 21)

Preiskava stisljivosti v edometru je bila izvedena na istem, vendar nepreplavljenem vzorcu, pri štirih različnih obremenilnih stopnjah $\Delta\sigma$.

Vrtina	Globina (m)	Naravna vlaga w (%)	Naravna gostota ρ (Mg/m ³)	Obremenilna stopnja $\Delta\sigma$ (kPa)	Modul stisljivosti M_s (kPa)	Klasifikacija
V-1/11	6,55	30,5 pred pr. 27,6 po pr.	1,94 naravna 1,49 suha	2,4 – 50 50 – 100 100 – 150 150 – 200	3300 4000 (5300) 4700 (4400) 5400	MH-CH tgn.kons. $l_c = 0,958$

Naravna in suha gostota (priloga 7)

- naravna gostota $\rho = 1,94 - 1,95$ Mg/m³
- suha gostota $\rho_d = 1,49 - 1,52$ Mg/m³

Klasifikacija vzorca hribine iz vrtine, gl. 9,90 m

- lapornat peščenjak

4.0 SESTAVA TAL

Sestava tal je prikazana:

- na geotehničnih profilih jaškov J-1, J-2, J-3/11 na prilogah 1 – 3 (M 1 : 20),
- na geotehničnem profilu vrtine V-1/11 na prilogi 4 (M 1 : 50),
- na prerezu 1 čez objekt (jug – sever) na risbi G.2 (M 1 : 100),
- na profilu 2 po padnici (zahod – vzhod) na risbi G.3 (M 1 : 100).

Objekt bo zgrajen na terenu s koto cca 384,60 m. Zunanja ureditev je po podatkih projektanta predvidena na koti 384,72 m. Kota $\pm 0,00 = 385,00$ m bo nivo pritličja.

Kota terena, s katerega so bile izvedene raziskave, znaša 384,60 m (jašek J2 pri skakalnici) do 380,60 m (jašek J3 pri šolskem igrišču). Igrišče je na koti 380,00 – 380,20 m. Višinska razlika tako znaša okoli 4,5 m. Teren je nasut. Prvotna konfiguracija terena nam ni poznana. Predvidevamo pa, da je bil ob gradnji



šole leta 1970 in obstoječega vrtca izveden mešan profil na prvotnem pobočju, ki se je spuščalo proti cesti. Na zgornjem (zahodnem) delu pri skakalnici je vkopna brežina visoka okoli 3 m, na spodnjem (vzhodnem) delu pa je nasipna brežina visoka okoli 3,7 m – naklon obeh po geodetskem posnetku znaša 22° oziroma 1 : 2,5.

Teren prekriva humus debeline okoli 10 cm.

Ugotovljena debelina nasipa na lokacijah geotehničnih raziskav znaša do 2,4 m. Kohezivne glinasto meljne zemljine se vizualno od »raččenega terena« bistveno ne razlikujejo – morda edino po rjavi barvi in večji vsebnosti organskih snovi (korenine, temne lise in organske pike).

Kohezivne zemljine so klasificirane kot peščena glina CL do peščen melj ML, ponekod z gruščem peščenjaka, zelo stisljiv melj do organska glina MH-OH, zelo stisljiv melj do mastna glina MH-CH itd. Barva je oranžno rjava do svetlo siva. Konsistenčno stanje je pretežno težkognetno do poltrdno v zgornjem in težkognetno do srednjegnetno v spodnjem delu. Število SPT udarcev na globini 2,5 – 6 m znaša $(N_1)_{60} = 7 - 10$.

Debelina glinasto meljnega pokrova, registrirana z vrtino, znaša 7,3 m. Sledi preperina peščenjaka: samice peščenjaka z vezivom, ki ga predstavlja peščen melj ML, sive barve.

Kompaktna, srednje penetrabilna hribina v obliki lapornatega peščenjaka zelenkasto sive barve se je pojavila na globini 9,5 m pod terenom. Na isti globini je bila registrirana tudi precejna pobočna voda.

5.0 POGOJI TEMELJENJA IN GRADNJE

Osnovne podatke o objektu z grafično dokumentacijo (risba G.1) smo prejeli od podjetja GEOPLAN d.o.o. iz Kamnika.

Na situaciji je v dveh različnih barvah (oker, oranžna) prikazano, kateri del objekta bo podkleten in kateri del objekta nepodkleten. Pod tlorisom objekta je prikazan prečni prerez preko novega vrtca, iz katerega je razviden vertikalni gabarit. Dovoz do objekta (kotlarne za biomaso v kleti) na SZ strani je obarvan sivo.

Predvidena kota $\pm 0,00 = 385,00$ m je tlak pritličja. Tlak kleti je na koti $-4,68 = 380,32$ m.

Po podatkih sondažne vrtine je na globini temeljenja cca 5 m pod terenom pričakovati zelo stisljiv melj do mastno glino MH-CH. Konsistenčno stanje na nivoju temeljenja je težkognetno do poltrdno, z globino pa se slabša – prehaja v težkognetno in srednje do težkognetno.

Zaradi temeljenja na temeljni plošči (počasen upad napetosti z globino) smo v računu nosilnosti tal upoštevali najnižjo ugotovljeno enoosno tlačno trdnost 75 kPa oziroma srednjegnetno konsistenčno stanje meljno glinaste zemljine.

5.1 Nosilnost tal

V računu nosilnosti tal po Evrokodu 7 (priloge 22 – 29) smo upoštevali naslednje vhodne podatke:

- | | |
|---|--|
| - enoosno tlačna trdnost gline | $q_{uz} = 75$ kPa |
| - kohezijska trdnost gline | $c = 37,5$ kPa |
| - potopljena prostorninska teža | $\gamma' = 9,0$ kN/m ³ |
| - globina temeljenja (zaradi zmrzovanja) vsaj | $z = 1$ m pod terenom končne ureditve. |



Upoštevana je bila enačba za nedrenirano stanje:

$$R_d = \frac{((\pi+2) \cdot c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot A')}{1,4}$$

Dimenzije temelja (m)	Globina temeljenja min. z (m)	Projektna vrednost kohezije	Nosilnost tal	
			R _d (kN)	r _d (kPa)
Temeljna plošča (K, P)				
15,6 x 18,2 (K)	1,00	c _{ud} = 37,5 kPa	47630	168
17,0 x 20,8 (P)			58932	167
5,0 x 20,8 (P-južni del)			15680	151
5,2 x 17,0 (P-zahodni del)			13488	153
Pasovni temelj (P)				
1,0 x 6,2	1,00	c _{ud} = 37,5 kPa	921	149
1,0 x 20,8			3026	145
1,0 x 5,2			777	149
1,0 x 17,0			2478	146

Nosilnost tal znaša:

- temeljna plošča **r_d = 152 – 170 kPa,**
 - pasovni temelji **r_d = 145 - 149 kPa .**
- (kot varianta: pod temeljno ploščo pritličja – za zmanjšanje posedkov)

5.2 Presoja posedanja

Iz prereza 1 na risbi G.2 so razvidni različni vertikalni gabariti posameznih delov novega objekta. Oceno posedkov smo naredili posebej za podkleteni in nepodkleteni del. Zaradi različnih vertikalnih gabaritov je pričakovati diferenčne posedke, zato bo potrebna dodatna analiza posedkov na osnovi rezultatov statičnega računa (dejanska obtežba posameznih delov objekta).

Klet na severni strani objekta (pri gospodarskem dovozu za biomaso)

- kota temeljenja cca 380 m
- globina izkopa cca 4,5 m
- razbremenitev 4,5 m x 20 kN/m³ = 90 kPa
- obtežba na temeljna tla predvidoma manjša od vpliva razbremenitve, zato posedkov verjetno ne bo

Osrednji del objekta gabarita K + P + M izkoriščena (priloga 30)

- kota temeljenja cca 380 m
- globina izkopa cca 4,5 m → razbremenitev 90 kPa
- privzajem izkoriščeno nosilnost tal r_d = 150 kPa
- dodatna obtežba na temeljna tla σ_{dod} = 150 – 90 = 60 kPa
- dimenzije plošče 12,0 x 15,6 m
- temeljenje na tamponski blazini debeline 60 cm (M_E ≈ 60 MPa)
- debelina stisljivih tal med dnomo plošče in podlago 2,3 – 3,6 m (v poprečju 2,95 m)

Debelina	Material	Modul M _E srednji (kN/m ²)	Posedek u (cm)	Posedek kohezivne zemljine u _K
60 cm	tampon	30000	0,12	3,5 cm
185 cm	MH-CH, CH-MH ptd-tgn.kons.	5300	2,07	
50 cm	ML sgn-tgn.kons.	2000	1,44	

Južni in zahodni del objekta gabarita P + M neizkoriščena (priloga 31)

- razbremenitve ni
- privzamem obtežbo $\sigma = 50$ kPa
- dimenzije plošče 5,0 x 20,8 m
- debelina stisljivih tal med dnom plošče in podlago je okoli 6,7 m (glej risbo G.3)
- zamenjava nasipa s tamponom v debelini cca 2 m ali več ($M_E \geq 80$ MPa)
-

Debelina	Material	Modul M_E srednji (kN/m ²)	Posedek u (cm)	Posedek kohezivne zemljine u_k
330 cm	tampon	80000	0,19	
290 cm	MH-CH, CH-MH ptd-tgn.kons.	5300	1,56	2,1 cm
50 cm	ML sgn-tgn.kons.	2000	0,54	

Ocenjeni posedki kohezivnih zemljin pod ploščo so velikostnega reda 2 – 4 cm. Ocenjeni modul vertikalne podajnosti tal $k_v = 4300$ kN/m³.

Konsolidacija bo zaradi zamenjave glinasto meljnih tal s tamponom in dvostranskega dreniranja končana prej kot v enem letu ($K = 1,7 \cdot 10^{-9}$ m/s, debelina sloja 2,35 – 3,40 m).

5.3 Pogoji temeljenja in gradnje

Kotlovnica za biomaso (podkleteni del objekta) se temelji na temeljni plošči. Pod temeljno ploščo se glinasta tla v debelini cca 60 cm odstranijo, položi se ločilni geosintetik in vgradi tampon debeline 60 cm. Komprimacija se izvaja brez vibracij. Zahtevana vrednost modula stisljivosti znaša $M_E \geq 60$ MPa. Izvedejo se 4 meritve.

Zaradi možnih dotokov pobočne vode ob neugodnih vremenskih razmerah in zastajanja vode v tamponu se okoli objekta položi drenaža. Voda se preko revizijskih jaškov in po polnih ceveh kontrolirano odvede izven območja gradnje – v dolino. Filtrni zasip drenaže naj bo prodec granulacije $\varnothing 8 - 63$ mm, ki se ga pred zablatenjem zaščiti z ločilnim geosintetikom.

Kletne stene se zgradijo kot armirano betonske in dimenzionirajo na mirni zemeljski pritisk. Po rezultatih SPT poskusov je najnižji strižni kot $\varphi_{SPT} = 33,2^\circ$. Rezultat strižne preiskave vzorca MH-CH težkognetne konsistence pa je celo višji strižni kot $\varphi_{ROT} = 34,7^\circ$ (pri koheziji $c = 6,3$ kPa). Predlagamo upoštevanje strižnega kota peščene gline $\varphi \leq 30^\circ$ in prostorninske teže $\gamma = 19$ kN/m³.

Vrtec (pritličje, pritličje in mansarda) je možno temeljiti na temeljni plošči ali na pasovnih temeljih po obodu. Odločitev o načinu temeljenja zavisi od presoje posedanja, ki jo je potrebno ponoviti, ko bo izdelan statični račun oziroma znana obtežba posameznih delov objekta. S pasovnimi temelji po obodu temeljne plošče je možno zmanjšati posedke zaradi hitrejšega upadanja napetosti po globini.

Predlagamo, da se temeljna plošča pod montažnim objektom izdela v enem kosu (zalije hkrati s stropno ploščo kotlovnice). V vsakem primeru je pod nepodkletenim delom potrebno odstraniti nasuti glinasto meljni material in ga nadomestiti s tamponom. Glede na debelino nasutega do 2,4 m po podatkih geotehničnih raziskav ocenjujemo, da bo potrebno vgraditi cca 2 m tampona (ločilni geosintetik, komprimacija do $M_E \geq 80$ MPa).

5.4 Izkop gradbene jame in zasip objekta

Ker je dovolj prostora, je možen širok (začasen) izkop gradbene jame, z brežinami v naklonu 1 : 1 (glej risbi G.2 in G.3).



Zasip kleti naj se izvede z ustreznim materialom – atestiranim kamnitim drobljencem, ki mora dobro prepusten Pogoji, ki jih mora v splošnem izpolnjevati material za vgradnjo v nasipe, zasipe, kline, posteljico in izravnalne plasti, so naslednji:

- količnik enakomernosti $c_u = d_{60}/d_{10}$ mora biti > 6 ,
- če je zmes kamnitih zrn vgrajena do globine zmrzovanja $h_{\min} = 80$ cm, določene v postopku dimenzioniranja voziščne konstrukcije, sme material v primeru količnika enakomernosti $c_u \geq 15$ vsebovati do 5 % zrn velikosti do 0,063 mm na deponiji oziroma do 8 % v vgrajenem stanju.

V primeru uporabe neatestiranega kamnitega materiala je potrebno temu materialu predhodno določiti pogoje vgrajevanja (zrnastost, vsebnost organskih primesi, optimalna vlaga in največja gostota po modificiranem Proctorju) oziroma ugotoviti, ali je primeren.

Komprimacijo je potrebno izvajati po plasteh do predpisane zbitosti po PTP. Debelina posamezne plasti je odvisna od tipa sredstva za zgoščevanje. Zgoščenost posamezne plasti mora izvajalec dokazati z rezultati tekočih meritev zgoščenosti in nosilnosti.

Nasipi, zasipi in kline iz kamnitega materiala, na globini	Zahtevana zgoščenost glede na gostoto materiala po MPP	Zahtevana nosilnost E_{v2}	Pripadajoča vrednost E_{vd} po J.Žmavcu (1997)
pod globino 2 m pod KPP	92 %		
od 2,0 m do 0,5 m pod KPP	95 %	60 MPa	25 MPa
od 0,5 m pod KPP do KPP	98 %	80 MPa	35 MPa

KPP – kota planuma posteljice / MPP – modificirani Proctorjev poskus

Dovoljeno je odstopanje zgoščenosti do 3 %.

Razmerje deformacijskih modulov za zemljine sme znašati največ 2,2 (za plasti kamnitih materialov mora biti $E_{v2}/E_{v1} \leq 3$).

6.0 VOZIŠČNA KONSTRUKCIJA

Vhodni podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije

- globina zmrzovanja znaša $h_m = 100$ cm,
- hidrološki pogoji so neugodni,
- zemljine v posteljici niso odporne na zmrzovanje,
- minimalno potrebna debelina voziščne konstrukcije znaša $h_{\min} = 80$ cm.

Ob izvedbi del se na globini 80 cm pod nivojem zunanje ureditve naredi nekaj meritev indeksa CBR in po potrebi predpiše dodatno debelino kamnite posteljice za izboljšanje nosilnosti podlage.

TSC za primer lahke prometne obremenitve predlagajo naslednjo sestavo voziščne konstrukcije:

-	VOZP bitumenski beton	BB 8	AC 8 surf B 70/100 A4	3 cm
-	VZNP bituminizirani drobljenec	BD 22	AC 22 base B 70/100 A4	7 cm
-	NNP drobljenec	D 22		30 cm
-	skupaj			40 cm
-	kamnita posteljica do globine zmrzovanja			40 cm
-	vse skupaj			80 cm

Kamnita posteljica mora biti iz zmrzljivo odpornega materiala, zrnastosti do 100 mm.



Priprava posteljice pod voziščno konstrukcijo

V coni zmrzovanja (do globine min. 80 cm pod povoznimi površinami) je potrebno vgraditi atestiran, zmrzljivo odporen kamnit material (drobljenec). Ostale zahteve so enake kot za zasip objekta (točka 5.4 geotehničnega elaborata).

Zahteve za kvaliteto - Tehnične smernice za ceste

(TSC 06.100 : 2003 / TSC 06.200 : 2003)

Nosilnost, dosežena na planumu povoznega platoja, mora znašati:

- statični deformacijski modul $E_{v2} > 50$ MPa (meritve na 200 m') oziroma
- dinamični deformacijski modul $E_{vd} > 25$ MPa (meritve na 40 m').

Vrednosti, dosežene na planumu kamnite posteljice, morajo znašati:

- Kalifornijski indeks nosilnosti $CBR = 15$ % oziroma
- statični deformacijski modul $E_{v2} > 80$ MPa in $E_{v2}/E_{v1} \leq 3$ (meritve na 100 m'),
- dinamični deformacijski modul $E_{vd} > 40$ MPa (meritve na 40 m').

Na planumu nevezane nosilne plasti voziščne konstrukcije je potrebno doseči:

Vrsta zmesi kamnitih zrn	Prometna obremenitev					
	težka			srednja ali lahka		
	Zahtevane vrednosti					
	E_{v2} (MPa)	E_{v2}/E_{v1}	E_{vd} (MPa)	E_{v2} (MPa)	E_{v2}/E_{v1}	E_{vd} (MPa)
naravna	≥ 100	$\leq 2,2$	≥ 45	≥ 90	$\leq 2,4$	≥ 40
drobljena ali mešana	≥ 120	$\leq 2,0$	≥ 55	≥ 100	$\leq 2,2$	≥ 45

Meritve $E_{vs1,2}$ se izvajajo na 1000 m², meritve E_{vd} na 400 m².

Minimalna dosežena vrednost deformacijskega modula je lahko do 20 % nižja od zahtevane vrednosti, takšnih vrednosti pa sme biti do 5 % od skupnega števila meritev.

Dela naj potekajo pod geotehničnim nadzorom.

Ljubljana, 31. 08 2011

Sestavila:

Danica Peček, univ.dipl.inž.grad.