

Projektna organizacija :

IZS 1379

GEOING d.o.o.

Primorska ulica 10, 2000 MARIBOR

http://geoing.info/

e-mail: geoing.maribor@siol.net

ID za DDV: SI 13575783



30 let

GEOING

PODJETJE ZA GEOTEHNIČNI IN
GRADBENI INŽENIRING d.o.o.
Primorska ulica 10, 2000 MARIBOR
Tel.: 02/320 38 80, Fax.: 02/320 38 81
GSM: 041 618 638

E.2.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU

VRSTA IN ŠTEVILČNA OZNAKA ELABORATA:
E.2.0 GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI ELABORAT
Številka: 12-II/22

NAROČNIK:
Projektiva NVG d.o.o.
Opekarniška cesta 15b
3000 CELJE

OBJEKT:
Povezovalna cesta med R2-449/0315 Lenart - G. Radgona in
R2-433/1288 Lenart - Trate

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:
DGD in PZI

ZA GRADNJO:
NOVOGRADNJA

IZDELOVALEC ELABORATA:
GEOING d.o.o.
Primorska ulica 10
2000 MARIBOR

POOBlašČeni inženir geotehnike:
Stanislav Dokl, univ.dipl.inž.grad.
Identifikacijska številka: **G-1377**

Žig in podpis:

STANISLAV DOKL
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1377

VODJA PROJEKTA:

Lenart Ugovšek, mag. inž.grad.
Identifikacijska številka: **G-4645**

Žig in podpis:

Številka projekta:
625/21

Številka izvoda:
1 2 3

Kraj:
Maribor:

Datum izdelave elaborata:
februar 2022

0315	0129.00	004.0301	S.1	
-------------	----------------	-----------------	------------	--

Geološko - geotehnični elaborat za potrebe projekta DGD in PZI povezovalne ceste med
R2-449/0315 Lenart - G. Radgona in R2-433/1288 Lenart - Trate

E.2.2 KAZALO VSEBINE GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNEGA ELABORATA
--

ELABORAT		
E.2.0	Geološko-geotehnični elaborat	št. 12-II /22
E.2.1	Naslovna stran	
E.2.2	Kazalo vsebine	
E.2.3	Geološko-geotehnični elaborat	
E.2.4	Grafične priloge	
1	Pregledna situacija	M 1 : 2000
2	Situacija objekta in sond	M 1 : 500
3	Geotehnični prečni prerez 2-2	M 1 : 100
4	Geotehnični vzdolžni prerez 1-1	M 1 : 100
5 - 8	Geotehnični prerezi sond. jaškov	M 1 : 50
9, 10	Fotografije	

0315	0129.00	004.0301	S.3.2	
------	---------	----------	-------	--

E.2.3 GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI ELABORAT

1.0 SPLOŠNO

Po naročilu podjetja Projektiva NVG Celje d.o.o. smo na lokaciji predvidene povezovalne ceste izvedli geotehnične raziskave, na osnovi katerih podajamo predmetni geološko-geotehnični elaborat.

Povezovalna cesta dolžine 770 m predstavlja del bodočega zaključenega sistema obvoznih cest Lenarta. Južna obvozna cesta je že zgrajena.

Povezovalna cesta bo medsebojno povezala regionalni cesti R2-449/0315 Lenart-Gornja Radgona in R2-433/1288 Lenart-Trate ter poslovno industrijsko cesto (NPIC II) z obema omenjenima cestama.

Na obravnavanem odseku je teren raven in ne prečka nobene lokalne poti.

Med prečnima profiloma P20 in P21 pa prečka odvodni jarek, ki ga bo potrebno premostiti.

Izgradnja celotne obvozne ceste bo pomenila bistveno spremembo prometni razmer. Mesto Lenart bo razbremenjeno tranzitnega prometa, prav tako bo sistem obvoznih cest omogočal hitrejši, enostavnejši in varnejši dostop iz mesta do avtoceste A5.

Podajamo potek in rezultate terenskih geotehničnih raziskav, opis oziroma model temeljnega polprostoru, geostatično analizo projektne nosilnosti in usedkov temeljnih tal ter pogoje temeljenja prepusta.

2.0 POROČILO O IZVEDENIH GEOTEHNIČNIH RAZISKAVAH

Izhodiščne geotehnične podatke smo pridobili s sondažnimi deli in terenskimi raziskavami. Na osnovi teh je določen sestav in geofizikalne karakteristike posameznih slojev območja.

Sočasno s sondažnimi deli in po njih smo merili tudi nivoje podzemne vode v preiskanem polprostoru. Sestav zemeljskega polprostoru je določen z vizualno klasifikacijo zemljin po A. Cassagrandeju, na osnovi enostavnih identifikacijskih poskusov na terenu.

Za terensko ugotovitev konsistenčnih stanj zatečenih vezanih zemljin smo uporabili žepni penetrometer (določitev enosne tlačne trdnosti).

2.1 Sondažna dela

Za ugotovitev sestava in geofizikalnih karakteristik tal smo na trasi predvidene ceste izkopali pet sondažnih jaškov globine po 3 m in pet poskusov kontinuiranih dinamičnih penetracij (SPT) globine do 5 m. V sondažnih jaških smo s krožno dinamično ploščo merili module deformacije tal.

Pri vrednotenju rezultatov geotehničnih raziskav smo uporabili tudi rezultate geotehničnih raziskav za objekte ki so se izvajali v bližini predvidene ceste (vrtine globine do 8 m).

0315		004.0301	T.1	
-------------	--	-----------------	------------	--

2.2 Standardni penetracijski testi-SPT

Konsistenčna stanja vezanih in gostotni sestav nevezanih zemljin smo na terenu ugotavljali s poskusi standardnih dinamičnih penetracij (SPT), po principu odpora proti prodiranju konusne sode. Izmerjeno vrednost N smo po zahtevah standarda Eurocode 7.3 ustrezno korigirali. Za potrebe korekcije je upoštevana energijska izguba uporabljene opreme, izguba vsled dolžine palic ter vsled učinka vpliva geološkega pritiska.

Za pripadajočo vrtno garnituro je ugotovljen korekcijski količnik prenosa energije $K_{60}=1,05$, vrednotenje rezultatov smo izvedli v skladu z določili SIST EN 1997-3.

$$N_{60} = k_{60} \cdot N \text{ oziroma } P_{60} = \frac{P}{k_{60}}$$

- N_{60} ... korigirano število udarcev,
- P_{60} ... korigirana penetrabilnost,
- k_{60} ... korekcijski faktor zabijanja,
- P ... izmerjena penetrabilnost,
- N ... izmerjeno število udarcev.

Rezultati kontinuiranih standardnih dinamičnih penetracij – SPT:

Tabela: 1

globina [m]	S1 [N ₃₀]	S2 [N ₃₀]	S3 [N ₃₀]	S4 [N ₃₀]	S5 [N ₃₀]
0.00 - 0.30	3	4	4	5	5
0.30 - 0.60	3	5	4	5	5
0.60 - 0.90	3	5	5	5	6
0.90 - 1.20	9	9	4	7	7
1.20 - 1.50	8	11	6	6	10
1.50 - 1.80	10	15	9	8	15
1.80 - 2.10	11	19	15	13	18
2.10 - 2.40	12	20	26	18	20
2.40 - 2.70	15	24	30	20	22
2.70 - 3.00	15	30	38	28	38
3.00 - 3.30	12	38			
3.30 - 3.60	12				
3.60 - 3.90	12				
3.90 - 4.20	12				
4.20 - 4.50	13				
4.50 - 4.80	16				
4.80 - 5.10	20				

Po izvedenju izmerjenega števila udarcev N glede na standardizirano globino prodiranja 30,5 cm sklepamo, da so posamezni sloji raziskanega polprostora naslednjih konsistenčnih stanj:

- **Peščena in mastna glina (CL, CH) z vložki peska (SU),**
srednje, težko gnetnih in poltrdnih konsistenc – $N = 3$ do 24 udarcev SPT.
- **Pesek z glinastim vezivom (SC),**
rahlega gostotnega sestava – $N = 5$ udarcev SPT.

- **Slabo granuliran prod z večjim odstotkom melja in gline (GM),**
srednje gostega sestava – N = 10 do 20 udarcev SPT.

Posamezne relacije so vidne v tabeli 2:

Tabela: 2

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (pesek, prod)				
N	Gostotno stanje	$\varphi[^\circ]$ za prod	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
			drobni in srednji pesek	debeli pesek in 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 - 30.000
30 – 50	gosto	36,2 – 40,9	15.000 - 30.000	30.000 - 60.000
> 50	zelo gosto	> 40,9	> 30.000	> 60.000
KOHERENTNA ZEMLJINA (glina, melj)				
N	Konsistenčno stanje	q_u (kPa)	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
< 2	židko	< 25	< 500	
2 – 4	lahko gnetno	25 – 50	500 – 1000	
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	

Vrednosti SDP nam omogočajo primerjalno določitev strižnega kota φ zemljin (po enačbah Gibbs-a) in modula stisljivosti tal M_s (po enačbi Terzaghi-ja).

Rezultati teh preiskav so shematsko prikazani v geotehničnih profilih – priloge št. 3 do 8.

2.3 Nivo podzemne vode

V času izvajanja sondažnih del smo v sondah registrirali precejno vodo (žile) v globinah od -1,8 do -2,6 m pod koto terena.

Količina precejne vode je v neposredni odvisnosti od padavin.

Na predmetnem območje obstaja možnost poplavljanja terena, zato naj se kota vozišča temu primerno prilagodi (nasip).

2.4 Odvzem porušjenih vzorcev zemljin

Za določitev geofizikalnih karakteristik v geomehanskem laboratoriju in potrditev terenskih raziskav smo s potekom sondažnih del odvzeli štiri porušene vzorce zemljin.

3.0 GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI ELABORAT

3.1 Splošna geološko – geotehnična sestava tal

Iz osnovne geološke karte RS - list Maribor in iz rezultatov sondažnih raziskav je vidno, da geološko osnovo predmetnega območja predstavlja miocenski (M2/2) glinasti lapor, na katerega so odloženi kvartarni jezerski sedimenti (al - aluvij).

Pod humusnim slojem debeline cca. 0,20 m se nahajajo peščene in mastne gline (CL, CH), srednje, težko gnetnih in poltrdnih konsistenc z vložki peska (SU).

V območju vodnega jarka, med profiloma P20 in P21 v globinah od cca. -0,80 m do -1,30 m pod koto terena te pretežno vezane zemljine prehajajo v vodonosne prode (GM), srednje gostega sestava. Prodni sloj debeline od 1,0 do 1,3 m je odložen na lapornato osnovo, ki je proti površju še preperela. Laporna osnova se tukaj (območje prepusta) najaha v globinah od -2,10 do -2,60 m pod koto terena (sondažna jaška J-2 in J-5).

V drugih sondah se lapornata podlaga nahaja nekoliko globlje, prav tako je manj proda.

V času izvajanja sondažnih del smo precejno vodo (žile) registrirali v globinah od -1,8 do -2,6 m pod koto terena.

Na predmetnem območju obstaja možnost poplavljanja terena, zato naj se kota vozišča temu primerno prilagodi.

Glede na konfiguracijo in sestav terena smo mnenja, da je raziskano ožje območje objekta v svojem naravnem stanju stabilno.

Podrobnejša razporeditev posameznih slojev raziskanega polprostora in rezultati terenskih raziskav so vidni v geotehničnih prerezih – priloge št. 3 do 8.

3.2 Fizikalne karakteristike zemljin

Iz vrednoteni rezultati terenskih preiskav na raziskanem območju kažejo večslojni zemeljski polprostor. Dodali pa smo še umetno vgrajen cestni nasip, naslednjih geofizikalnih karakteristik:

Tabela: 2

Sestava sloja	Prostorninska teža γ [kN/m ³]	Kohezija c [kN/m ²]	Strižni kot ϕ [°]	Modul stisljivosti Ms [kN/m ²]
U.N. - Prodno peščeni nasip ceste, srednje gostega sestava	20	0	34	15.000-20.000
Gline s peskom (CH, CL), srednje do težko gnetnih konsistenc	19 (10-voda)	0 - 1	22 - 26	1.500 - 5.000
Prod z večjim odstotkom melja in gline (GM), srednje gostega sestava	20 (10-voda)	0	29 - 32	12.000-20.000
Pepereli lapor, poltrdne do trdne konsistence	21	20	30	20.000

3.3 Pogoji temeljenja betonskega prepusta (območje vodnega jarka)

3.3.1 Sistem in globina temeljenja

V tem poročilu smo obdelali temeljenje prepusta na temeljni plošči dimenzij 3,0 x 11,0 m v relativni globini $D = -2,5$ m pod obstoječo koto terena oziroma na koti cca. 236,80 m.

Mestoma kota temeljenja vpada v prepereli lapor, trdne konsistence, mestoma pa ostaja v prodih, srednje gostega sestava. V izogib relativnim posedkom pod temeljnim delom prepusta naj se kota temeljenja poglubi do lapornatih tal za cca. 10 cm oziroma po potrebi.

Upoštevati je potrebno vpliv podzemne vode.

V kolikor se bodo na koti temeljenja lokalno pojavile leče gline ali organskih primesi in prod naj se te odstranijo in nadomestijo z betonom C12/15.

Ker bo temeljni del objekta vkopan v teren nad -1,5 m pod koto obstoječega terena, bo potrebno glede na sestav tal in lego podzemne vode predvideti izvedbo varovanja vkopnih brežin gradbene jame (naprimer zagatnice, po ustreznem projektu). Potrebno bo črpanje podzemne vode iz gradbene jame.

Za izravnavo potencialnih neenakomernih usedkov naj se temeljna tla pripravijo na sledeči način:

- Izvede se zaščita gradbene jame in odkop površinskega sloja v globino cca. -2,40 m pod koto terena. Iz gradbene jame je potrebno črpati podzemno vodo.
- Na osušen in očiščen planum temeljnih tal (lapor) se vgradi cca. 20 cm debeli sloj podložnega betona C 12/15. Tlorisni obseg podbetona mora biti v vseh smereh od robov temelja objekta povečan za 20cm.

3.3.2 Izračun projektne nosilnosti tal – R/A' po EC7 – plitvo temeljenje

Projektno nosilnost tal smo iz vrednotili po kriteriju loma tal pod temeljem po prirejenem obrazcu Brinch – Hansenu (SIST EN 1997-1:2005-dodatek D):

$$R_d/A' = c \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + \gamma \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0,5 \times \gamma \times B' \times N_y \times b_y \times s_y \times i_y$$

Upoštevane so geofizikalne karakteristike iz tabele št. 2.

Za projektno nosilnost temeljnih tal (prepereli lapor) se lahko upošteva vrednost: $R/A' = 280 \text{ kN/m}^2$, v relativni globini $D = 2,3$ m.

Za dokončno dimenzioniranje temeljev je obvezno v analizo vključiti dejanske vplive konstrukcije in dejansko geometrijo temeljev ter tudi kriterije mejnega stanja uporabnosti (SLS) – dopustnih usedkov!

Pri analizi projektne odpornosti tal je potrebno upoštevati tudi vse delne varnostne faktorje za vplive oz. učinke vplivov in varnostne faktorje za posamezno vrsto temeljenja (SIST EN 1997-1:2005 Dodatek A – Preglednica A.5 – za plitvo temeljenje).

Pri statični analizi temeljne konstrukcije po sistemu nosilcev na elastični podlagi je za povprečne vrednosti modula podajnosti – reakcije lapornatih tal v vertikalni smeri mogoče upoštevati vrednost $c = 70 \text{ MN/m}^3$.

3.3.3 Kriterij usedkov

Absolutni usedki, ki se bodo aktivirali pri izkoriščeni vertikalni obremenitvi so določeni po metodi srednjega modula stisljivosti in izračunani s programom PROKON.

Pri izkoriščeni vertikalni obremenitvi $R/A' = 280 \text{ kN/m}^2$ se bodo v preperem laporju sočasno z gradnjo aktivirali računski usedki $U_{abs.} = \text{največ } 1,3 \text{ cm}$.

3.3.4 Seizmični podatki

Širše obravnavano območje sodi po Karti potresne nevarnosti Slovenije s povratno dobo 475 let v področje SV Slovenije, kjer so upošteva računski vrednost potresnega pospeška temeljnih tal $a_{gr}=0,100 \times g$.

Temeljna tla po sestavi ustrezajo tipu tal "E" (po preglednici 3.1 SIST EN 1998-1:2006) – sedimenti zaglinjenega srednje gostega peska in prod.

3.3.5 Pogoji izvedbe zasipov in nasipov

Na celotni površini, ki jo prekrije nasip ceste je potrebno odstraniti sloj humusa in slabo nosilnega ter heterogenega umetnega nasipa.

Za zasilne vkopane delovne prepuste (zasilni klin) je potrebno uporabiti kakovosten prodno peščen ali lomljen material, ki mora odgovarjati ustreznemu standardu. Zasile je potrebno vgrajevati po plasteh debeline največ 30 cm, pri optimalni vlagi zemljin ($w = 9\%$). Kontrola nosilnosti vgrajenih zemljin se izvaja s krožno dinamično ploščo premera $D = 300 \text{ mm}$ in z izotopno sondo. Zasipi morajo doseči min. 98% Proctorjeve gostote oziroma nosilnost modula stisljivosti $M_s = 50 \text{ MPa}$.

Brežine vkopov in nasipov naj se izvajajo v začasnem naklonu $n = 1:1$. V kolikor bodo globine vkopov višje od 1,5 m je potrebno predvideti varovanje vkopnih brežin (na primer zagatnice).

4.0 ZAKLJUČEK

Izračun dopustnih obremenitev in deformacij temeljnih tal je določen za privzete dimenzije temeljev in globino temeljenja. V primeru, da bo v fazi projektiranja prišlo do večjih odstopanj od tukaj obdelanih temeljnih konstrukcij bo potrebna ponovna analiza oz. uskladitev geotehničnih parametrov. Obvezen je isti sistem temeljenja za vse dele objekta.

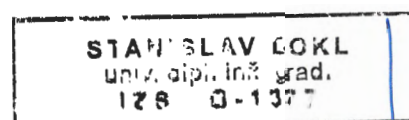
Ker bo temelj vkopan v teren nad -1,5 m pod koto obstoječega terena, bo potrebno glede na sestav tal predvideti izvedbo varovanja vkopnih brežin gradbene jame (po ustreznem projektu).

Pred izvedbo temeljnega dela objekta je obvezen geotehnični nadzor, ki bo potrdil ustreznost kvalitete temeljnih tal glede na zgoraj navedene zahteve oziroma bo uskladil morebitna odstopanja od predlaganih pogojev.

Prav tako je potrebno izvajati meritve nosilnosti temeljnih tal in nasipov.

Sestavil:

Stanislav Dokl, univ.dipl.inž.grad.



E.2.4 GRAFIČNE PRILOGE

0315		004.0301	G.1	
-------------	--	-----------------	------------	--