PNZ svetovanje projektiranje d.o.o. LJUBLJANA

9/02 Elaborat
GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO

INVESTITOR	Občina Vrhnika Tržaška cesta 1 1360 Vrhnika DRSI Tržaška cesta 19 1000 Ljubljana
OBJEKT	Ureditev južnega dela obvoznice Vrhnika - Preureditev zahodnega in vzhodnega dela priključka Vrhnika – SKLOP S1
VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	PZI - po recenziji
ŠTEVILKA PROJEKTA	17_675/S1
ZA GRADNJO	rekonstrukcija
PROJEKTANT	GEOINŽENIRING d.o.o. Dimičeva ulica 14 1000 Ljubljana
ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA	Duško Valič, dipl. ekon., inž. grad.
žig in podpis	GEOINŽENIRING d.o.o. 1 Ljubljana
ODGOVORNI PROJEKTANT	Mirjana Kraljič Kenk, univ. dipl. inž. grad., G-1785
žig in podpis	MIRJANA KRALJIČ KENK univ. dipl. inž. grad. IZS G-1785
ODGOVORNI VODJA PROJEKTA	Milena Božić, dipl. inž. grad., G-2635
žig in podpis	
ŠTEVILKA NAČRTA	9917/18
KRAJ IN DATUM	Ljubljana, avgust 2018

0150	0033.00	004.0301	S.1	

9/02.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA
Elaborat
GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO
št. 9917/18

9/02.1	Naslovna stran načrta
9/02.2	Kazalo vsebine načrta
9/02.4	Tehnični opisi in izračuni
9/02.4.1	Tehnično poročilo
9/02.4.2	Priloge P.1 Geotehnični profili vrtin (M 1:100) in jaškov s fotografijami (M 1:20) P.2 Rezultati meritev E_{vd} z deflektometrom P.3 Rezultati laboratorijskih preiskav vzorcev P.4 Izračun posedkov v območju krožišč K1 in K2
9/02.5	Risbe
G.120	IG karta z vrisanimi lokacijami raziskovalnih sond, M 1:1000
G.142	Vzdolžni profil preko območja krožišča K1, M1:250

9/02.4 TEHNIČNI OPISI IN IZRAČUNI

0150	0033.00	004.0301	T.1	

9/02.4.1 TEHNIČNO POROČILO

KAZALO VSEBINE

1. SPLOŠNO 3
2. GEOGRAFSKO GEOMORFOLOŠKI OPIS TERENA 3
3. PREDHODNE TERENSKE RAZISKAVE V NEPOSREDNI OKOLICI 4
4. TERENSKE RAZISKAVE 4
4.1 Sondažni jaški 4
4.2 Meritve z deflektometrom 5
5. LABORATORIJSKE PREISKAVE 5
5.1 Zrnavostna sestava 5
5.2 CBR 6
6. VHODNI PODATKI ZA DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE 6
7. POGOJI GRADNJE PRIPADAJOČIH OBJEKTOV 7
8. SEIZMIČNOST RAZISKOVANEGA OBMOČJA 7

KAZALO SLIK

Slika 1: geološka sestava tal območja trase (Vir: Osnovna geološka karta Slovenije, List Postojna) 3
Slika 2: karta projektnih pospeškov tal (vir: http://www.arso.si/potresi/potresna%20nevarnost, 2017) 8

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: lokacije in globine sondažnih jaškov 4
Preglednica 2: izmerjeni deformacijski moduli E_{vd}, z ocenami E_{V2} in CBR 5
Preglednica 3: seznam opravljenih laboratorijskih preiskav z navedbo veljavnih standardov 5
Preglednica 4: rezultati preiskave zrnavosti vzorcev 5
Preglednica 5: vrednosti laboratorijsko določenega CBR 6

1. SPLOŠNO

Obstoječa avtocesta A1 Šentilj- Srmin je na območju mimo priključka Vrhnika prometno eden izmed bolj obremenjenih odsekov AC A1 zunaj območja Ljubljanskega AC obroča. Obstoječi AC priključek Vrhnika (BCP 0150) je izveden v obliki trobente. Zaradi oblike in lege priključka Vrhnika, le- ta preko enega križišča zelo obremenjuje cestno omrežje znotraj mesta Vrhnika.

Cestno omrežje v občini Vrhnika je skoncentrirano na zahodni strani AC A1 in se iz nje napaja že iz prej omenjenega priključka Vrhnika. Na vzhodni strani AC A1 je le manjši del lokalnega omrežja (JP 966601 in nekaj drugih lokalnih cest), ki pa daje potencial za razbremenitev centralnega dela občine Vrhnika z ureditvijo vzhodnega in zahodnega dela priključka z novima krožiščema ter ureditvijo JP 966601 v povezovalno cesto.

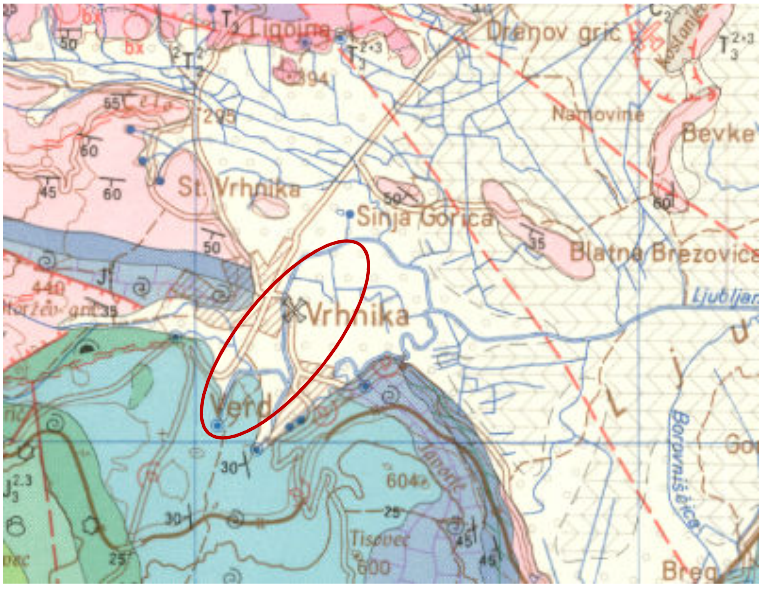
Na podlagi izvedenih raziskav na terenu in laboratorijskih preiskav, podajamo poročilo o sestavi tal. Pri izdelavi poročila smo uporabili tudi rezultate predhodnih raziskav na lokaciji.

2. GEOGRAFSKO GEOMORFOLOŠKI OPIS TERENA

Ozemlje občine Vrhnika leži na stiku Predalpskega in Dinarskega sveta, zaradi česar je to območje naravnogeografsko zelo raznoliko. Posledica stika dveh različnih makrogeografskih enot Slovenije je, da se na razmeroma majhnem ozemlju občine prepleta več naravnogeografskih enot, ki pogojujejo različne življenske pogoje v različnih predelih občine.

Sever občine zavzema Polhograjsko hribovje, skrajni zahodni del Rovtarsko hribovje, osrednji del z občinskim centrom in SZ del zavzema Ljubljansko barje, na jugu in JV se nahaja Krimsko Mokroško hribovje z Menišijo, na JZ pa se nahaja še del Notranjskega podolja.

Območje gradnje leži na Ljubljanskem barju, to je ravnina z manjšimi griči, osamelci. Ravnina je prekrita s holocenskimi nanosi rek in potokov, osamelce pa gradijo mezozojski in paleozojski sedimenti. Pleistocenske plasti predstavljajo predvsem gline, ki se na različnih globinah menjavajo s peskom, mivko in prodom. Barjansko dno je verjetno iz zgornje triadnega dolomita, na kar kažejo nekatere globoke vrtine in osamelci. Nadmorska višina Ljubljanskega barja je okrog 290 m, osamelci pa se dvigajo 30 do 100 m nad ravnino.



Slika 1: geološka sestava tal območja trase (Vir: Osnovna geološka karta Slovenije, List Postojna)

3. PREDHODNE TERENSKE RAZISKAVE V NEPOSREDNI OKOLICI

Maja 1969 je bila v bližini obstoječe cestninske postaje Vrhnika izvedena serija raziskovalnih vrtin z namenom ugotavljanja sestave tal na lokaciji. Na podlagi izvedenih vrtin je sestava tal sledeča:

- PV-1 in PV2 (zahodno od cestninske postaje Vrhnika): do globine cca. 2 m oziroma 4 m se nahaja umetni nasip, do globine cca. 36 m oziroma 38 m sledi menjavanje plasti drobnih peskov (SM), meljev (MI-ML) židke konsistence in glin (CL, CH, CL-ML) lahkognetne do težko gnetne konsistence, v globini na 28 m oziroma 39 m je bil registriran kompakten dolomit,
- PV3, PV-4 in PV-5 (vzhodno od cestninske postaje Vrhnika): do globine 39 m oziroma 40 m se menjavajo plasti drobnih peskov (SM), meljev (MI-ML) židke do lahkognetne konsistence in glin (CL, CL-CH) srednje gnetne do težkognetne konsistence; na globini cca. 18 m do 20 m se pojavi plast šote (Pt) in organske gline (OH); v vrtini PV-5 se na globini cca. 29 m, pa do dna izkopa, na globini 32 m, pojavi preperel dolomitni peščenjak, v vrtinah PV-3 in PV-4 se od globine cca. 39 m oziroma 40 m, pa do dna izkopa na globini 40 m oziroma 41 m pojavi dolomit.

Lokacije vrtin so vrisane na IG karti v merilu 1:1000 (G.120).

4. TERENSKE RAZISKAVE

4.1 Sondažni jaški

Januarja 2018 je bilo za potrebe izdelave predmetnega poročila in poročila za Rekonstrukcijo ceste R3-642/1146 Vrhnika- Podpeč ter preureditve javne poti JP 966601, sočasno izkopanih devetnajst (19) sondažnih jaškov z oznakami J-1/18 do J-19/18. Sondažni jaški so bili vizualno popisani in fotodokumentirani, odvzeli smo vzorce za laboratorijske preiskave. V sondažnih jaških so bile izvedene tudi meritve z deflektometrom. Lokacije sondažnih jaškov so prikazane na IG karti v merilu M 1: 1000 (G.120), posamezne geotehnične profile sondažnih jaškov v merilu M 1:20 s fotodokumentacijo prilagamo v prilogi P.1. V preglednici 1 so podani osnovni podatki o jaških.

Preglednica 1: lokacije in globine sondažnih jaškov

Zap. št.	Oznaka jaška	Lokacija jaška	Koordinate lokacije jaška			globina [m]
			x	y	Z	
1	J-1/18	Zahodni priključek	446 338	91 857	294,2	1,0
2	J-2/18		446 285	91 860	293,6	1,2
3	J-3/18	Vzhodni priključek	446 604	91 680	293,2	1,1
4	J-4/18		446 592	91 661	293,1	1,7
5	J-5/18		446 580	91 671	292,2	1,7
6	J-6/18		446 581	91 691	291,5	1,5
7	J-7/18		446 598	91 698	293,4	2,3
8	J-18/18	Zahodni priključek	446 259	91 839	293,7	2,7
9	J-19/18		446 288	91 864	293,6	2,5

OPOMBA: v preglednici 1 so navedeni sondažni jaški, izvedeni za potrebe izdelave predmetnega poročila

4.2 Meritve z deflektometrom

Z deflektometrom s padajočo utežjo smo v globinah od 0,30 do 0,75 m pod nivojem terena izmerili nosilnost raščenih tal. V preglednici 2 podajamo izmerjene deformacijske module E_{vd} ter statične deformacijske module E_{V2} in vrednosti CBR, ki smo jih ocenili na podlagi izmerjenih deformacijskih modulov E_{vd}. Rezultate meritev z deflektometrom podajamo v prilogi P.2.

Preglednica 2: izmerjeni deformacijski moduli E_{vd}, z ocenami E_{V2} in CBR

Zap. št.	Oznaka jaška	Lokacija jaška	Globina meritve [m]	Opis raščenih tal	E_{vd} [MPa]	Ocena E_{v2} [MPa]	Ocena CBR [%]
1	J-1/18	Zahodni priključek	0,30	UN (GP-GM)	54,41	120	34
2	J-1/18		0,65	UN (GP)	45,15	101	25
3	J-2/18		0,30	UN (GP-GM)	54,48	119	34
4	J-2/18		0,70	UN (GM-GP)	58,00	125	37
5	J-3/18	Vzhodni priključek	0,30	UN (GM-GP)	54,39	119	34
6	J-3/18		0,75	UN (GP)	71,97	148	51
7	J-5/18*		1,30	CL-ML	-	-	-
8	J-6/18*		1,10	ML	-	-	-

*OPOMBA: *Odvzet vzorec glinasto meljnih tal za določitev CBR v laboratoriju*

5. LABORATORIJSKE PREISKAVE

Med izkopom sondažnih jaškov smo za geomehanske laboratorijske preiskave odvzeli več vzorcev zemljin. Za potrebe predmetnega poročila je bilo preiskanih pet (5) vzorcev. Laboratorijske preiskave zemljin so potekale v laboratoriju za mehaniko tal Geoinženiringa d.o.o. v Ljubljani. Laboratorijske preiskave zemljin so bile izvedene v skladu z veljavnimi standardi, ki so, skupaj z izvedenimi laboratorijskimi preiskavami, navedeni v preglednici 3.

V nadaljevanju poročila podajamo izvleček rezultatov laboratorijskih preiskav, podroben potek in rezultati pa so podani v prilogi P.3.

Preglednica 3: seznam opravljenih laboratorijskih preiskav z navedbo veljavnih standardov

Preiskava	Standard	Št. preiskav
Ugotavljanje zrnavostne sestave	SIST ISO TS 17892-4:2004	3
Določitev CBR v laboratoriju	SIST EN 13286-47:2004	2

5.1 Zrnavostna sestava

Trem (3) vzorcem smo po metodi z mokrim sejanjem v kombinaciji z areometrično preiskavo izmerili zrnavostno sestavo. Na podlagi zrnavosti smo vzorce klasificirali kot slabo granulirane prode (GP). Rezultati preiskav so podani v preglednici 4, zrnavostne krivulje so podane v prilogi P.3.

Preglednica 4: rezultati preiskave zrnavosti vzorcev

Jašek	Srednja globina [m]	Klasifikacija po USCS	Delež zrn [%]		Količnik enakomernosti $C_u = d_{60}/d_{10}$
			Zrna do 0,063 mm	Zrna do 0,02 mm	
J-2/18	0,30	GP	5,4	-	27,50
J-2/18	0,70	GP	6,6	-	50,0
J-3/18	0,75	GP	4,5	-	43,8

5.2 CBR

CBR (Californian Bearing Ratio - kalifornijski indeks nosilnosti) se v laboratoriju določa na vzorcih preiskanih pri naravni vlagi, odvzetih na terenu s cilindrom. Postopek sloni na določitvi nosilnosti za posamezne materiale in predstavlja razmerje med dejansko (za preizkušanec) in standardizirano obremenitvijo, ki je potrebna pri izvedbi preizkusa materiala po določenem postopku, tj. vtisnjenje valjastega bata s površino 19,6 cm^2 s hitrostjo 1,27 mm/min v preiskovani material 2,54 mm globoko. Rezultati preiskave so podani v preglednici 5, podroben potek preiskave je podan v prilogi P.3.

Preglednica 5: vrednosti laboratorijsko določenega CBR

Jašek	Srednja globina [m]	Klasifikacija po USCS	CBR- laboratorij [%]	
			$CBR_{2,54}$	$CBR_{5,08}$
J-5/18	1,3	CL-ML	5,90	5,91
J-6/18	1,1	ML	2,65	2,77

6. VHODNI PODATKI ZA DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

Na podlagi izkopov sondažnih jaškov, je sestava tal na lokaciji sledeča: pod plastjo humusa (do debeline 0,25 m) oziroma asfalta (do debeline 0,12 m) se do globine med 0,6 m in 2,7 m nahaja umetni nasip UN- obstoječa vozišča konstrukcija, ki ga gradijo zameljeni, zaglinjeni in slabo granulirani grušči (GP-GM, GP, GC-GP, GC). Pod umetnim nasipom se v jaških J-5/18, J-6/18 in J-19/18 na globinah med 1,0 m in 1,8 m, do dna izkopov, pojavi glina (CL-CH, CL-ML, CH) težkognetne do poltrdne konsistence. V jaških J-1/18, J-2/18 in J-18/18 globlje plasti umetnega nasipa gradi elektrofiltrski pepel.

Za določitev nosilnosti temeljnih tal smo izvedli šest (6) meritev z deflektometrom na lokacijah sondažnih jaškov J-1/18, J-2/18 in J-3/18. Iz jaškov J-5/18 in J-16/18 smo odvzeli vzorca za laboratorijsko določitev CBR. Na podlagi meritev in rezultatov laboratorijskih preiskav za potrebe dimenzioniranja vozišče konstrukcije, predlagamo naslednje vrednosti CBR in E_{v2}:

- **CBR= 2,8 %** na planumu glinasto meljnih raščenih tal,
- **CBR = 34,0 %, E_{v2} = 119 MPa** na planumu kamnite grede.

Na podlagi krivulj zrnavosti ugotavljamo, da preiskani vzorci izpolnjujejo zahteve za vgradnjo v nevezano nosilno plast:

- količnik enakomernosti $C_u = d_{60}/d_{10}$ (zahteva: C_u= 6– 50 drobljena in mešana zrna),
- delež zrn do 0,063 mm (zahteva: do 8 %),
- delež zrn do 0,02 mm (zahteva: do 3 %).

Rezultati laboratorijskih preiskav zrnavosti so podani v poglavju 5 in v prilogi P.3.

7. POGOJI GRADNJE PRIPADAJOČIH OBJEKTOV

Teren na lokaciji obeh avtocestnih priključkov je slabo nosilen in močno deformabilen. Vsaka dodatna obtežba s širitvijo nasipa se bo rezultirala v posedanju terena, ki se bo odvijalo na daljši časovni rok. Tudi stabilnost brežin nasipov je v takih geotehničnih pogojih problematična.

Na podlagi arhivskih vrtin, ki so bile izvedene na oziroma v okolici obravnavanega območja (nadvoz čez AC, most čez Ljubljanico), smo izračunali posedke terena, ki pa zaradi pomankljivih podatkov predstavljajo zgolj aproksimativno oceno pričakovanih posedkov.

Na vzhodnem delu AC priključka, kjer bo predvidoma krožišče K1, lahko pričakujemo do 7 cm posedkov na območju širitve nasipa (upoštevali smo največjo možno prometno obremenitev). Krožišče K1 je večinoma locirano na obstoječem cestnem nasipu, ki se je sčasoma že konsolidiral, zato predvidoma na tem mestu ne bodo potrebne posebne izboljšave temeljnih tal.

Na zahodnem delu AC priključka, kjer bo predvidoma krožišče K2, lahko pričakujemo na območju novega nasipa posedke preko 20 cm, vpliv posedanja pa se bo čutil tudi na območju obstoječega AC priključka, kjer lahko pričakujemo posedke med 10 in 15 cm. Predvidevamo naslednje variante izvedbe krožišča:

- izvedba predobtežbenega nasipa na območju novega nasipa krožišča predvidoma za dobo 6 – 12 mesecev (po potrebi predhodna vgradnja vertikalnih drenaž ali gruščnatih kolov),
- izvedba nasipa na AB plošči, podprti z AB trenjskimi koli,
- izvedba krožišča kot AB objekt, temeljen globoko na AB kolih,
- izvedba nasipa iz super lahkih materialov (penjeno steklo, ekspandirana glina).

Izračune posedkov na območju krožišč K1 in K2 podajamo v prilogi P.4. V izračunih posedkov smo upoštevali sestavo tal dobljeno iz arhivskih vrtin PV-2, PV-3 (krožišče K1) in PV-5 (krožišče K2).

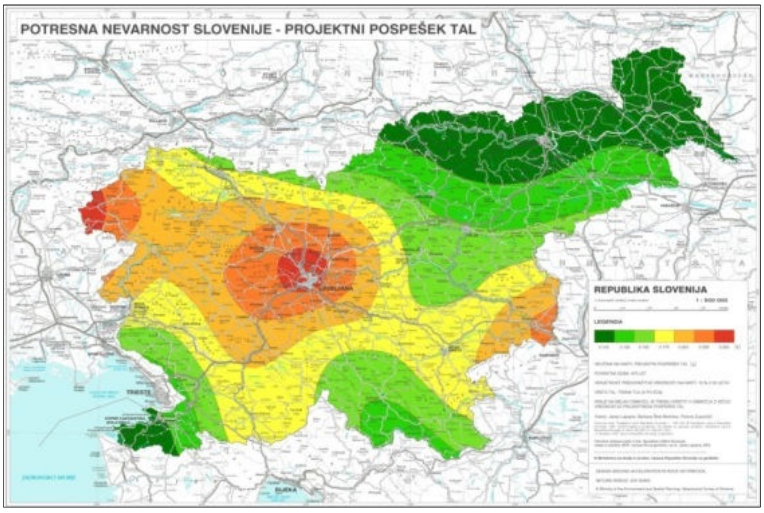
Za natančnejši izračun posedkov in konsolidacijskega časa ter potrebne dolžine in nosilnosti AB kolov pod temeljno ploščo nasipa, bi bilo potrebno območje krožišča K2 preveriti z dodatnima sondažnima vrtinama do globine 30 m.

8. SEIZMIČNOST RAZISKOVANEGA OBMOČJA

Projektni pospešek tal je po EC8 (evropski predstandard Eurocode 8) enak največjemu pospešku tal. To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Projektni pospešek tal je določen za povratno dobo 475 let, ki ustreza verjetnosti 90 %, da vrednosti ne bodo presežene v 50 letih. Povratna doba je povprečen čas med prekoračitvami vrednosti projektnega pospeška tal na dani lokaciji.

Vrednosti projektnega pospeška tal na karti (Slika 3) veljajo za tla vrste A (trdna tla). Za druge vrste tal je potrebno projektni pospešek tal pomnožiti z ustreznim koeficientom tal S. Vrednosti koeficienta tal S so določene v EC8. Na lokaciji je vrednost projektnega pospeška tal **a_g= 0,225 g**. Podatke povzemamo po Karti makroseizmičnih intenzitet Slovenije za povratno dobo potresov 475 let in po karti projektnih pospeškov tal a_g.

Tip tal na obravnavi lokaciji uvrščamo v tip tal D, to je: sedimenti rahlih do srednje gostih nevezljivih zemljin (z nekaj mehkimi vezljivimi plastmi ali brez njih) ali pretežno mehkih do trdnih vezljivih zemljin. Koeficient tal S za tip tal D je **S=1,35**.



Slika 2: karta projektnih pospeškov tal (vir: http://www.arso.si/potresi/potresna%20nevarnost, 2017)

V Ljubljani, avgust 2018

Pripravil:
Mirjana Kraljič Kenk, univ. dipl. inž. grad., G-1785
Maja Vochl Černe, dipl.inž.grad.

9/02.4.2 PRILOGE

P.1 Geotehnični profili vrtin (M 1:100) in jaškov s fotografijami (M 1:20)

P.2 Rezultati meritev E_{vd} z deflektometrom

P.3 Rezultati laboratorijskih preiskav vzorcev

P.4 Izračun posedkov v območju krožišč K1 in K2

9/02.5 RISBE

G.120 IG karta z vrisanimi lokacijami raziskovalnih sond, M 1:1000

G.142 Vzdolžni profil preko območja krožišča K1, M1:250