MK inženiring

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

NASLOVNA STRAN

ELABORAT:

GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO Z DIMENZIONIRANJEM VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE - po recenziji

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

INVESTITOR:
OBČINA HORJUL
Občinski trg 1, 1354 Horjul

NAZIV GRADNJE:
UREDITEV POVRŠINE ZA PEŠCE IN KOLESARJE OB REGIONALNI CESTI R2-407/1145 Ljubljanica - Vrhnika od km 4+500 do km 5+500

VRSTA GRADNJE:
novogradnja

DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	PZI – projekt za izvedbo
številka projekta	CS-1266/17 (CITY STUDIO d.o.o., Zemljemerska 12, Ljubljana)

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO Z DIMENZIONIRANJEM VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE
številka načrta	D-19272
datum izdelave	OKTOBER 2020, dopolnjeno po recenziji DECEMBER 2021

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega inženirja	MARKO KLOKOČOVNIK univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	IZS G-1709
podpis poobl. inženirja	MARKO KLOKOČOVNIK univ. dipl. inž. grad. IZS G-1709

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	CITY STUDIO d.o.o.
naslov	Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana
vodja projekta	IGOR STAVREVIĆ, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	IZS G-3876
odgovorna oseba projektanta	MARIA ZLOBEC, univ.dipl.inž.arh.
podpis odg. osebe projektanta	

1145	0041.00	004.0301	S.1	

MK inženiring

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

KAZALO VSEBINE ELABORATA št. D-19272

S.1	**Naslovna stran**	
S.3.2	**Kazalo vsebine elaborata**	
S.6	**Dokumentacija o recenziji elaborata**	
T.1.1	**Tehnično poročilo**	
T.1	**Splošno**	
T.2	**Terenske raziskave in laboratorijske preiskave**	
T.2.1	Terenske raziskave	
T.2.2	Laboratorijske preiskave	
T.3	**Geološko – geotehnični opis**	
T.4	**Stabilnost brežin**	
T.4.1	Izračun stabilnosti brežin	
T.4.2	Pogoji za izvedbo vkopov	
T.4.3	Pogoji za izvedbo nasipov	
T.5	**Pogoji temeljenja objektov**	
T.6	**Podatki za dimenzioniranje voziščne konstrukcije**	
T.6.1	Stanje obstoječe voziščne konstrukcije	
T.6.2	Projektni podatki	
T.6.3	Prometna obremenitev	
T.6.4	Sestava in nosilnost temeljnih tal	
T.6.5	Hidrološki in klimatski pogoji	
T.7	**Dimenzioniranje voziščne konstrukcije**	
T.7.1	Minimalne debeline plasti	
T.7.2	Analiza potrebnih ukrepov	
T.7.3	Predlog konstrukcijskih rešitev	
T.8	**Geotehnični pogoji izgradnje**	
T.9	**Zaključki in predlogi**	
G	**Risbe**	
G.1	Pregledna karta	
G.2	Situacija z vrisanimi mesti sondažnih raziskav	
G.3	Geološko-geotehnični prečni prerezi	
P	**Priloge**	
P.1	Prikaz laboratorijskih preiskav	
P.2	Foto dokumentacija	
P.3	Rezultati sondiranja z dinamičnim penetrometrom	
P.4	Geotehnični profil vrtin	
P.5	Stabilnostne analize in izračuni nosilnosti tal	

MK inženiring

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

DOKUMENTACIJA O RECENZIJI ELABORATA

Dokumenti o pregledu projektne dokumentacije

V nadaljevanju so priloženi naslednji dokumenti, nastali v procesu recenzijskega pregleda projektne dokumentacije:

- poročilo o pregledu projektne dokumentacije,
- odgovori projektanta na pripombe recenzenta,
- izjava recenzenta.

naš znak: **2006420-27-SZ**

datum: **14.01.2021**

RECENZIJSKO POROČILO o pregledu **PROJEKTNE DOKUMENTACIJE**

Področje recenzije:	**Geološko-geotehnično poročilo in dimenzioniranje voziščne konstrukcije**
Recenzent:	Simon Žiberna, univ. dipl. inž. grad.

I. Ključni podatki o pregledani dokumentaciji

Investitor:	Občina Horjul Občinski trg 1 1354 Horjul
Objekt:	**Ureditev površine za pešce in kolesarje ob regionalni cesti R2-407/1145 Ljubljanica – Vrhnika od km 4+500 do km 5+500**
Vrsta projektne dokumentacije:	PZI
Načrt/elaborat:	Geološko-geotehnično poročilo z dimenzioniranjem voziščne konstrukcije
Projektant:	MK INŽENIRING d.o.o., Stegne 27, 1000 Ljubljana
Vodja projekta:	Igor Stavrevič, univ. dipl. inž. grad., G-3876
Odgovorna oseba projektanta:	Marko Klokočovnik, univ. dipl. inž. grad., G-1709
št. projekta:	CS-1266/17 (City studio d.o.o., Zemljemerska 12, Ljubljana)
št. načrta:	D-19272
Kraj in datum načrta:	Ljubljana, oktober 2020
Število map:	1

II. Splošno

Pregledali smo geološko-geotehnično poročilo z dimenzioniranjem vozišče konstrukcije projekt PZI za ureditev površine za pešce in kolesarje ob regionalni cesti R2-407/1145 Ljubljanica – Vrhnika od km 4+500 do km 5+500, V tem poročilu je bilo pregledano tako geološko-geotehnično poročilo kot tudi dimenzioniranje vozišče konstrukcije.

Projekt predvideva izvedbo nove poti za kolesarje in pešce, ki bo odsekoma služila tudi kot večnamenska pot. Trasa nove poti v celoti poteka po levi strani regionalne ceste. Ob tem je predvidena tudi ureditev odvodnjavanja ceste, površin za kolesarje in pešce ter zalednih voda, ureditev vseh priključkov in uvozov, in na delu izgradnja cestne razsvetljave.

Geološka zgradba je pestra, saj obravnavano območje gradijo srednje triadni skladi ladinske stopnje iz tufa, tufskega peščenjaka, glinastega skrilavca in apnenca. Na obrobju gričevja in hribovja je odložen glinasti deluvij, v dolinah pa aluvialne glinaste naplavine rek in potokov, ki v ravninskem delu prehajajo v jezerske sedimente.

III. Mnenja, napotki in pripombe

Glede na projektno nalogo je bilo potrebno izvesti najmanj 4 sondažne jaške z odvzemom vzorcev in meritvami CBR. V okviru izdelave poročila je bilo dejansko izvedenih 10 sondažnih izkopov, dve geomehanski vrtini skupne globine 8,0 m in štirje dinamični penetracijski preskusi. Število izvedenih sondažnih izkopov je tako veliko večje od minimalnih zahtev. Glede na zelo spremenljivo geološko zgradbo lahko pohvalimo projektanta za takšno odločitev.

Potek trase po pododsekih je dobro opisan.

Pogoji za izvedbo vkopov, nasipov in temeljenja objektov so podani pregledno in zelo podrobno.

Prometne obremenitve so glede na razpoložljive podatke upoštevane primerno.

Globina zmrzovanja je upoštevana korektno.

Pregledovano dokumentacijo je potrebno dopolniti ali dodatno obrazložiti skladno s sledečimi pripombami:

1. Inženirsko geološke karakteristike podane v točki T.3.3 se ne ujemajo s karakteristikami materialov upoštevanih v točki T.4.1 Izračun stabilnosti brežin in karakteristikami upoštevanimi v točki T.5 Pogoji temeljenja objektov. Karakteristike materialov naj se uskladijo.
2. V točki T.5 Pogoji temeljenja objektov je pri enem od zidov predvideno plitvo temeljenje na globini 1,0 m, pri drugih dveh pa na 1,2 m, čeprav gre pri drugih dveh primerih za podlago z boljšimi geomehanskimi karakteristikami. Projektant naj pojasni razlike.
3. Med P35 in P37 so v zaledni brežini predvideni večji posegi oziroma izkopi (zagotavljanje še varnega naklona brežine 1:1). Glede na to, da se na obravnavanem območju v osnovi nahaja hribina dolomita prekrita s plastjo gline me zanima, ali je bilo preverjena ureditev brežine v strmejšem naklonu o uporabi dodatne zaščite (jeklena zaščitna mreža,...)?
4. Predlog vozišče konstrukcije večnamenske poti podan v točki T.7.3 Predlog konstrukcijskih rešitev, ne zagotavlja ustrezne zmrzlinske odpornosti (vsaj na delu).
5. V točki T.7.3 Predlog konstrukcijskih rešitev je pri večnamenski poti, ki bo namenjena samo pešcem in kolesarjem je pri sestavi vozišče konstrukcije navedeno, da se asfaltna zmes AC 8

surf B70/100 A5 izvede v debelini 5 cm, kar ni skladno s TSC 06.300/06.410:2009 Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti.

6. Na kakšen način je na delih večnamenske poti, ki naj bi bila namenjena samo pešcem in kolesarjem, preprečen dostop ostalih vozil?

Pregledano dokumentacijo je potrebno dopolniti, popraviti ali razložiti skladno s pripombami.

Pripravil:

Simon Žiberna, univ. dipl. inž. grad.

MK inženiring

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Odgovori projektanta na poročilo o pregledu projektne dokumentacije

Objekt:
Ureditev površine za pešce in kolesarje ob regionalni cesti R2-407/1145 Ljubljanica – Vrhnika od km 4+500 do 5+500

Projektna dokumentacija:
Geološko geotehnično poročilo z dimenzioniranjem vozišče konstrukcije, D-19272, oktober 2020, faza PZI.

Recenzent:
Simon Žiberna, univ.dipl.inž.grad.

1. Inženirsko geološke karakteristike podane v točki T.3.3 se ne ujemajo s karakteristikami materialov upoštevanih v točki T.4.1 Izračun stabilnosti brežin in karakteristikami upoštevanimi v točki T.5 Pogoji temeljenja objektov. Karakteristike materialov naj se uskladijo.

Pripomba recenzenta je upoštevana. Karakteristike smo uskladili in v tekst dodali pojasnila. Do razlik pri glinenih plasteh je prišlo, ker smo pri stabilnostnih analizah in temeljenju upoštevali ugotovitve terenskih raziskav, ki so pokazali da krovnino sestavljajo gline in zaglinjen grušč, v točki T.3.3. pa je podan razpon rezultatov laboratorijskih preiskav glin.

2. V točki T.5 Pogoji temeljenja objektov je pri enem od zidov predvideno plitvo temeljenje na globini 1,0 m, pri drugih dveh pa na 1,2 m, čeprav gre pri drugih dveh primerih za podlago z boljšimi geomehanskimi karakteristikami. Projektant naj pojasni razlike.

Večjo globino smo predvideli pri višjih kamnitih zložbah.

3. Med P35 in P37 so v zaledni brežini predvideni večji posegi oziroma izkopi (zagotavljanje še varnega naklona brežine 1:1). Glede na to, da se na obravnavanem območju v osnovi nahaja hribina dolomita prekrita s plastjo gline me zanima, ali je bilo preverjena ureditev brežine v strmejšem naklonu o uporabi dodatne zaščite (jeklena zaščitna mreža,...)?

Vzdolž relativno kratkega odseka se sestava tal hitro spreminja. Kot pravilno ugotavlja recenzent bi bil lahko v kamniti hribini naklon tudi bolj strm. Čeprav smo naredili veliko terenskih raziskav pa ni mogoče izključiti odsekoma večjih debelin glineno gruščnate krovnine zato smo bili pri določanju naklonov konzervativni. V kolikor se bo pri gradnji pokazalo, da je nad kamnito hribino na teh profilih res vseskozi tanka plast krovnine, se lahko naklon tudi poveča in brežino zaščiti z mrežo.

4. Predlog vozišče konstrukcije večnamenske poti podan v točki T.7.3 Predlog konstrukcijskih rešitev, ne zagotavlja ustrezne zmrzlinske odpornosti (vsaj na delu).

MK inženiring

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Naše tehnične specifikacije zahtevajo za voziščne konstrukcije globino zmrzlinsko varnih materialov v razponu 60% do 80% od absolutne globine zmrzovanja. S predlagano konstrukcijo večnamenske poti zagotavljamo več kot 60% zmrzlinsko varnost pri čemer se ob odsotnosti nacionalnih predpisov za pločnike in kolesarske steze oslanjamo na nemške smernice RSTO za površine namenjene osebnemu prometu (bauklasse VI).

5. V točki T.7.3 Predlog konstrukcijskih rešitev je pri večnamenski poti, ki bo namenjena samo pešcem in kolesarjem je pri sestavi voziščne konstrukcije navedeno, da se asfaltna zmes AC 8 surf B70/100 A5 izvede v debelini 5 cm, kar ni skladno s TSC 06.300/06.410:2009 Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih plasti.

Pripomba recenzenta je upoštevana. Asfaltno zmes smo spremenili v AC 11 surf.

6. Na kakšen način je na delih večnamenske poti, ki naj bi bila namenjena samo pešcem in kolesarjem, preprečen dostop ostalih vozil?

Pripomba je naslovljena na projektanta ceste. Deli večnamenske poti namenjeni občasnemu prometu bodo asfaltirani z obrabno nosilno asfaltno plastjo.

Marko Klokočovnik, univ.dipl.inž.grad.

Izjava recenzenta o dopolnitvi dokumentacije po recenziji

Podpisani (a):	**Simon Žiberna, univ. dipl. inž. grad.**
Naslov:	**GI ZRMK d.o.o., Dimičeva 12** **1000 Ljubljana**

Potrjujem, da je dokumentacija za:

Projekt:	**Ureditev površine za pešce in kolesarje ob regionalni cesti R2-407/1145 Ljubljanica – Vrhnika od km 4+500 do km 5+500**
Faza projektiranja:	**PZI**
Načrt:	**Geološko geotehnično poročilo z dimenzioniranjem voziščne konstrukcije**
Projektant:	**Marko Klokočovnik, univ. dipl. inž. grad.**
Št. načrta:	**D-19272**
Datum:	**oktober 2020**

dopolnjena skladno z zahtevami Poročila o recenziji z dne 14.01.2021 in sklepi recenzijske obravnave dne 01.04.2021.

Ljubljana, december 2021

Odgovorni recenzent:

Simon Žiberna, univ. dipl. inž. grad.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

TEHNIČNO POROČILO

T.1 Splošno

Ob regionalni cesti R2-407/1145 Ljubljanica - Vrhnika se bo, od km 4+500 do km 5+500, zgradila nova pot za kolesarje in pešce, ki bo odsekoma služila tudi kot večnamenska pot. Trasa nove poti poteka po levi strani regionalne ceste. Prvotno je bila projektirana trasa večnamenske poti na pododseku od km 4+760 do km 5+080 odmaknjena od regionalne ceste in je potekala nekoliko dvignjena v brežini nad cesto. V zaključni fazi izdelave PZI je bila trasa poti nato prestavljena tik ob regionalno cesto.

Pregledna karta odseka je podana v prilogi G1.

Izvesti je geološko-geomehanski ogled terena s terenskimi raziskavami. Na osnovi rezultatov terenskih preiskav in upoštevaje ugotovitve o sestavi terena ter prometne obremenitve je izdelati geološko-geotehnično poročilo z dimenzioniranjem vozišče konstrukcije.

T.2 Terenske raziskave in laboratorijske preiskave

T.2.1 Terenske raziskave

Na obravnavanem območju je bil izveden geološko-geomehanski pregled terena. Z namenom ugotovitve sestave temeljnih tal in obstoječe vozišče konstrukcije je bilo izvedenih 10 sondnih izkopov, dve sondažni vrtini in štirje dinamični penetracijski preskusi. Odvzeti so bili vzorci za laboratorijske preiskave.

Sondiranje z lahkim dinamičnim penetrometrom (DPL)

Izvedeni so bili štirje lahki dinamični penetracijski preskusi DPL globine od 0,6 do 2,9 metra po standardu SIST EN ISO 22476-2:2005.

Princip preiskave je spuščanje uteži teže 6,0 kg z višine 50 cm na drogovje, pri tem pa se beleži število udarcev, potrebnih za penetracijo konice za 10 cm. Energijski faktor zabijalne naprave za SPT vrednotenje je Er/60 = 1,00. Rezultati so preračunani na vrednosti SPT, na podlagi korelacij za SPT pa so določene deformacijske in trdnostne karakteristike zemljin.

V preglednicah v nadaljevanju so povzeti intervali deformacijskih in trdnostnih parametrov, ki so bili ugotovljeni s sondiranjem.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Preglednica 1: Interpretacija DPL-1

Globina (m)	Zemljina	S_u (kPa)	φ (°)	E (MPa)
0,0-0,8	glina do melj CL-ML	23 – 33		2,2 – 3,3
0,8-2,1	zaglinjen/zameljen grušč		30 – 34	20,8 – 28,3
2,1-2.7	preperel dolomit/glinovec		33 – 36	28,7 – 31,7

Preglednica 2: Interpretacija DPL-2

Globina (m)	Zemljina	S_u (kPa)	φ (°)	E (MPa)
0,0-0,9	glina do melj CL/ML	14 – 52		2,4 – 4,1
0,9-2,2	zaglinjen/zameljen grušč		31 – 34	20,8 – 25,1
2,2-2,9	preperel dolomit/glinavec		36 – 38	26,9 – 34,1

Preglednica 3: Interpretacija DPL-3

Globina (m)	Zemljina	S_u (kPa)	φ (°)	E (MPa)
0,0-0,9	glina do melj CL/ML	9 – 28		2,0 – 3,3
0,9-2,4	zaglinjen/zameljen grušč		34 – 38	17,4 – 36,8
2,4-2,5	preperel dolomit/glinavec		39	39,3

Preglednica 4: Interpretacija DPL-4

Globina (m)	Zemljina	S_u (kPa)	φ (°)	E (MPa)
0,0-0,5	glina do melj CL/ML	37 – 57		2,0 – 4,4
0,5-0,6	preperel dolomit/glinavec		41	47,9

Pregledna situacija z vrisanimi mesti dinamičnih penetracijskih preskusov je podana v prilogi G2, podrobni rezultati raziskav in interpretacija pa v prilogi P3.

Sondažno vrtanje

Sondažno vrtanje (vrtini z oznako V-1 in V-2) je izvajalo podjetje Rovs d.o.o. v avgustu 2019, z vrtalno garnituro Fraste. Vrtanje se je izvajalo na suho, s 100 % jedrovanjem. Energijski faktor zabijalne naprave je Er/60 = 0,93. Dolžina vrtine V-1 je znašala 3 m in sega dva metra v kamnito podlago. Dolžina vrtine V-2 je znašala 5 m in sega dva metra pod koto temelja zidu. Med vrtanjem se je na različnih globinah izvedla vzporedna preiskava standardnih penetracijskih testov (SPT). Izvrtano jedro je bilo geomehansko geološko pregledano ter vizualno klasificirano.

Pregledna situacija z vrisanimi lokacijami vrtin je podana v prilogi G2, geotehnični profil vrtin pa v prilogi P4.

Vrtini sta pokazali naslednjo sestavo tal:

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Vrtina V-1, globina 3,0 m, km 4+835, gozdna pot nad regionalno cesto

0,00 - 0,23 m nasip gozdne poti (gramoz s primesjo gline in humusa)
0,23 - 1,15 m svetlo rjava glina CL, trdne konsistence (vzorec V1-1)
1,15 - 1,50 m močno preperel dolomit
1,50 - 3,00 m hribina iz dolomita, bele barve

Na globini 2 m je bila izvedena SPT preiskava. Na globini 0,65 m je bil odvzet vzorec gline, za laboratorijske preiskave leznih mej in strižnih karakteristik. Pojav vode v vrtini ni bil ugotovljen.

Vrtina V-2, globina 5,0 m, km 5+010, pot nad vkopno brežino regionalne ceste

0,00 - 0,30 m humusna zemljina
0,30 - 0,50 m rjava glina s primesjo grušča
0,50 - 1,00 m svetlo rjava glina, težkognetna do poltrdna
1,00 - 2,30 m glina s primesjo drobljivih zrn belega tufa/dolomitne moke
2,30 - 5,00 m grušč zelenega tufita in bele dolomitne moke pomešan z glino

Na globinah 2 m in 4 m je bila izvedena SPT preiskava. Pojav vode v vrtini ni bil ugotovljen.

Standardni penetracijski testi (SPT)

V vrtinah so bili za oceno trdnostnih in deformacijskih parametrov izvedeni standardni penetracijski testi (v nadaljevanju SPT).

Izmerjeno vrednost N smo korigirali v skladu s standardom SIST EN 1997-2:2007. Dolžina zunanjega drogovja je upoštevana d = 1,5 m. Energijski faktor vrtalne garniture je Er/60 = 0,93. Rezultati in interpretacija so zbrani v spodnji preglednici.

Preglednica 5: Interpretacija SPT preizkusov

						Korekcijski faktorji		Korigirane vrednosti			
Vrtina	Globina z	Klasifikacija	N	σ_v'	L = z + d	λ	c_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$	p_{60}	$(p_1)_{60}$
	m		št. ud.	kPa	m			št. ud.	št. ud.	cm/60ud	cm/60ud
V-1	2,0	dolomit	200	40	3,5	0,75	1,55	**186**	**215,6**	**9,7**	**8,3**
V-2	2,0	glinast tuf	8	40	3,5	0,75	1,43	**11,7**	**12,5**	/	/
V-2	4,0	gruščnat tuf	20	80	5,5	0,85	1,07	**29,2**	**26,6**	/	/

Preglednica 6: Trdnostni in deformacijski parametri koherentnih zemljin

Vrtina	Globina z	Klasifikacija	N_{60}	$(N_1)_{60}$	q_u	M_v
	m		št. ud.	št. ud.	kPa	kPa
V-2	2,0	glinast tuf	11,7	12,5	164	5.265
V-2	4,0	gruščnat tuf	29,2	26,6	355	13.140

q_u enoosna tlačna trdnost; Terzaghi in Peck, 1946 (nedrenirana strižna trdnost $s_u = q_u / 2$)
M_v modul stisljivosti; Stroud in Butler, 1975

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Preglednica 5: Enoosna tlačna trdnost hribine

Vrtina	Globina z	Klasifikacija	$(p_1)_{60}$	q_u
	m		cm/60 ud.	MPa
V-1	2,0	dolomit	8,3	52,9

Sondni izkopi

Sonda S1: km 5+440, leva brežina obcestnega jarka

0,00 - 0,25 m humusna zemljina
0,25 - 0,90 m meljna glina rjave barve (vzorec S-1)

Iz plasti meljne gline je bil na globini 0,6 m odvzet vzorec za laboratorijske preiskave. Na različnih globinah so bile izvedene meritve enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom, ki je znašala od 0,75 do 1,00 kg/cm^2. Z namenom ugotovitve nosilnosti temeljnih tal je bila v sondnem izkopu, na globini 0,40 m, izvedena kontrolna meritev dinamičnega deformacijskega modula s krožno ploščo s padajočo utežjo po TSC 06.720, ki je znašala E_{vd} = 5,8 MN/m^2. V izkop je dotekala voda.

Sonda S2: km 5+150, obcestni jarek

0,00 - 0,25 m humusna zemljina
0,25 - 0,80 m glina oranžne barve s primesjo grušča skrilavca in dolomita
0,80 - 1,00 m glina belkaste barve s primesjo peska in grušča

Na globini 0,9 m je bila izvedena meritev enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom, ki je znašala 1,50 kg/cm^2. izkop je bil suh

Sonda S3: km 5+060, kolovoz nad cesto

0,00 - 0,15 m humusna zemljina
0,15 - 0,35 m umetno nasutje iz gramoza
0,35 - 1,50 m glinast tuf belkaste barve, mehek

Izkop je bil suh.

Sonda S4: km 4+900, brežina ob gozdni poti

0,00 - 1,00 m glina in glina s primesjo grušča
1,00 - dalje dolomitna hribina, delno preperela

Izkop je bil suh.

Sonda S5: km 4+840, gozdna cesta, brežina 3 m nad regionalno cesto

0,00 - 2,00 m glina in glina s primesjo grušča
2,00 - dalje dolomitna hribina, delno preperela

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Izkop je bil suh.

Sonda S6: km 4+770, 1 m levo od cestnega robnika

0,00 - 0,20 m humusna zemljina
0,20 - 0,40 m glina z gruščem
0,40 - 1,00 m sivo rjava meljna glina

Z namenom ugotovitve nosilnosti temeljnih tal je bila v sondnem izkopu, na globini 0,40 m, izvedena kontrolna meritev dinamičnega deformacijskega modula s krožno ploščo s padajočo utežjo po TSC 06.720, ki je znašala E_{vd} = 7,8 MN/m^2. Izkop je bil suh.

Sonda S7: km 4+600, dno obcestnega jarka

0,00 - 0,25 m humusna zemljina
0,05 - 0,35 m svetlo rjava glina
0,35 - 0,65 m rjava glina

Izkop je bil suh.

Sonda S7: km 4+600, leva brežina obcestnega jarka

0,00 - 0,25 m humusna zemljina
0,25 - 0,60 m umetno nasutje iz zaglinjenega proda
0,60 - 0,90 m svetlo rjava glina
0,90 - 1,20 m rjava glina

Sonda S1 dodatno: P33, km 4+790, 1 m od levega roba ceste

0,00 - 0,30 m humusna zemljina s koreninami in umeten peščen nasip
0,30 - 0,42 m rjava glina s primesjo gramoza
0,42 - 0,55 m temno rjava glina s primesjo gramoza
0,55 - 0,95 m svetlo rjava glina, trdne konsistence
0,95 - 1,40 m svetlo rjav glinavec s sivimi lisami, v delu izkopa dolomit

Na globini od 1,05 m dalje je bil v delu izkopa izdanek dolomita. Izkop je bil suh.

Sonda S2 dodatno: P34, km 4+809, brežina ob gozdni poti, 1,5 m od roba poti

0,00 - 0,35 m humusna zemljina s koreninami
0,35 - 0,85 m svetlo rjava glina s črnim oprhom
0,85 - 1,85 m rjava meljna glina do melj, trdne konsistence (vzorec S2)

Na globini 1,50 m je bil odvzet vzorec meljne gline za laboratorijske preiskave leznih mej. Na globini 1,00 m je bila izvedena meritev enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom, ki je znašala 3,50 kg/cm^2. Ob strani izkopa je bilo po vertikali videti plast glinavca temno sive barve (morda plazina). Izkop je bil suh.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Sonda S3 dodatno: P36, km 4+855, brežina pod gozdno potjo, 1,5 m od levega roba ceste

0,00 - 0,40 m humusna zemljina
0,40 - 0,88 m rjava glina s kosi grušča sivo rjave barve, poltrdna
0,88 - 1,20 m rjava glina, poltrdna
1,20 - 1,35 m preperel dolomit, zaglinjen
1,35 m - dalje dolomitna hribina

Na globini 0,70 m je bila izvedena meritev enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom, ki je znašala 2,00 kg/cm^2. Izkop je bil suh.

Pregledna situacija z vrisanimi mesti sondnih izkopov je podana v prilogi G2.

T.2.2 Laboratorijske preiskave

Na vzorcih materialov, odvzetih iz sondnih izkopov so bile opravljene osnovne preiskave in sicer:

- naravna vlažnost,
- lezne meje,
- strižne karakteristike.

Povzetek rezultatov je podan v nadaljevanju, podrobni rezultati laboratorijskih preiskav pa v prilogi P1.

Sonda S1, vzorec odvzet na globini 0,6 m (meljna glina CL-ML)
naravna vlaga: Wn = 35,2 %
meja plastičnosti: Wp = 25,4 %
meja židkosti: Wl = 46,0 %
indeks plastičnosti: Ip = 20,6 %
indeks konsistence: Ic = 0,53

Vrtina V-1, vzorec odvzet na globini 0,65 m (meljna glina CL)
naravna vlaga: Wn = 20,5 %
meja plastičnosti: Wp = 25 %
meja židkosti: Wl = 44 %
indeks plastičnosti: Ip = 19 %
indeks konsistence: Ic = 1,26
strižni kot $\varphi = 26{,}0^{\circ}$
kohezija = 0,6 kPa

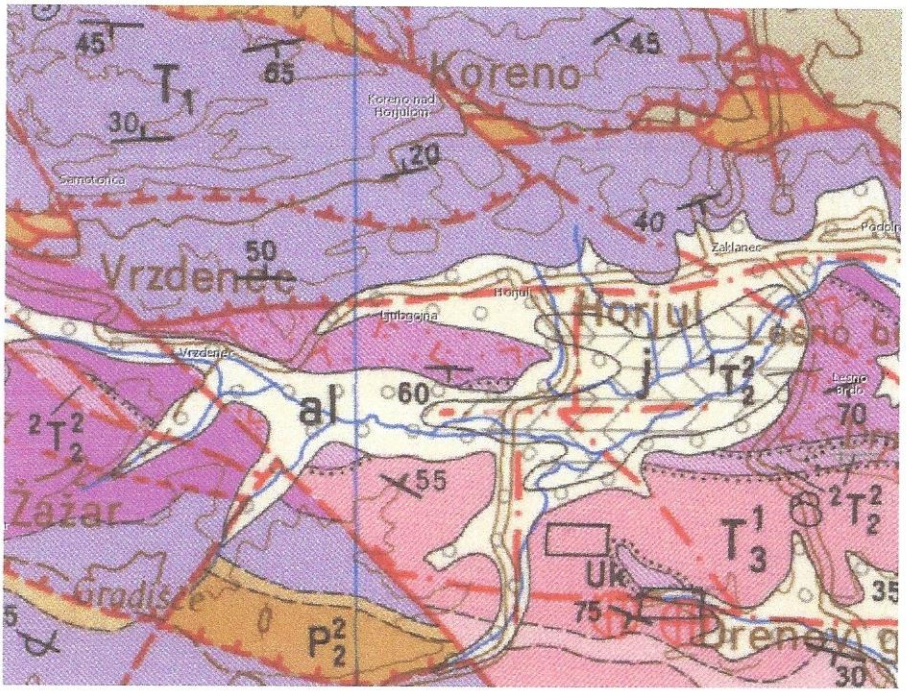
Sonda S2 dodatna, vzorec odvzet na globini 1,5 m (meljna glina MH)
naravna vlaga: Wn = 51,4%
meja plastičnosti: Wp = 57 %
meja židkosti: Wl = 120 %
indeks plastičnosti: Ip = 64 %
indeks konsistence: Ic = 1,08
strižni kot $\varphi = 18{,}2^{\circ}$
kohezija = 0,3 kPa

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

T.3 Geološko-geotehnični opis

T.3.1 Geološka zgradba in hidrogeološke značilnosti

Trasa poteka po razgibanem terenu, ki ga gradijo srednje triadni skladi ladinske stopnje ($_1T_2^2$) iz tufa, tufskega peščenjaka, glinastega skrilavca in apnenca. V splošnem prevladujejo tufiti, ki prehajajo v peščenjake. Značilna je drobna plastovitost in pogosto menjavanje s ploščastimi apnenci. Lokalno se pojavljajo vmes plasti dolomita. Na obrobju gričevja in hribovja je odložen glinasti deluvij v dolinah pa aluvialne glinaste naplavine (al) rek in potokov, ki v ravninskem delu prehajajo v jezerske sedimente.



Razpokan apnenec in dolomit sta dobro prepustna. Peščenjak, skrilavec in glinaste deluvialne ter aluvialne naplavine so slabše vodoprepustne. Ob močnih ter dolgotrajnih padavinah, se lahko voda nekaj časa zadrži na ravnih predelih in v depresijah.

T.3.2 Geotehnični opis področja

Obravnavani odsek regionalne ceste poteka od naselja Vrzdenec do naselja Ljubgojna. Okoliški teren zavzemajo kmetijske travniške površine in na krajšem odseku gozd. Trasa večnamenske poti poteka po levi strani regionalne ceste.

<u>Pododsek od km 4+500 do 4+600</u>
Trasa poteka po ravnici v vznožju pobočja. Po levi strani ceste poteka globok jarek za odvodnjavanje meteornih voda. Temeljna tla sestavlja rjava meljna glina. Lokalna depresija med pobočjem in cestnim nasipom je umetno nasuta z glinenim in prodnim materialom.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Pododsek od km 4+600 do 4+900
Trasa ceste v vzponu prečka pobočje v mešanem prečnem prerezu v visokem nasipu na desni strani in globokem vkopu na levi strani ceste, kjer je predvidena izgradnja večnamenske poti. Temeljna tla gradi v začetnem delu apnenec prekrit z debelo plastjo gline in gline z gruščem. Od km 4+800 dalje hribinsko podlago gradi dolomit, ki v območju km 4+900 preide v skrilavi glinavec.

Pododsek od km 4+900 do 5+100
Trasa ceste v globokem obojestranskem vkopu prečka lokalni greben. Hribino na tem pododseku gradijo drobno skrilavi glinavec, glinast nesprijet tuf belkaste barve in drobnozrnati grušč zelenega tufita pomešan z glino oranžno rjave barve.

Pododsek od km 5+100 do 5+500
Trasa ceste poteka v blagem spustu z niveleto v višini terena in v plitvem vkopu proti naselju Ljubgojna kjer se v zadnjem delu trase zravna in poteka v nizkem nasipu preko ravnice do prvih hiš naselja. Po celi dolžini trase je izveden obojestranski jarek za odvodnjavanje. Temeljna tla sestavljajo deluvialne glinene naplavine s primesjo grušča, na ravnici na koncu odseka pa slabo nosilna sivo rjava meljna glina. Teren na ravnini je delno zamočvirjen.

Za osnovno hribinsko podlago apnenca in dolomita je značilna močno razčlenjena neravna površina. Na kratkih razdaljah se globina hribinske osnove in s tem debelina glinastega pokrova spreminja. Glineni pokrov doseže debelino tudi več metrov. Področje je stabilno, brez vidnih plazovitih con. Na strmejših vkopih je mestoma opaziti sledi manjših lokalnih površinskih usadov in delovanja erozije.

T.3.3 Inženirsko geološke karakteristike

Projekt predvideva izgradnjo opornih zidov na levi strani ceste od km 4+780 do 5+070 nad katerimi bo potekala novozgrajena kolesarska steza. V nadaljevanju podajamo inženirsko geološke karakteristike temeljnih tal:

gline: φ = 18 - 26°, c = 1 - 5 kN/m^2, γ = 16-18 kN/m^3,
zaglinjeni grušči: φ = 26 - 30°, c = 1 - 2 kN/m^2, γ = 18-20 kN/m^3
tufi: φ = 30 - 34°, c = 0 kN/m^2, γ = 18-20 kN/m^3,
dolomitna hribina: φ = 35°, c = 40 kN/m^2, γ = 22-23 kN/m^3.

T.4 Stabilnost brežin

T.4.1 Izračun stabilnosti brežin

Pri izgradnji večnamenske poti projekt predvideva posege v obstoječe vkopne brežine z opornimi zidovi in izvedbo trajnih vkopnih brežin. Stabilnostne analize so izvedene na prečnih prerezih prvotnega poteka trase.

Stabilnostne analize vkopa so izvedene s programom Slide 6.0 (Rocscience). Izvedene so stabilnostne analize vkopne brežine v profilu P34 (km 4+810) in v profilu P38 (km 4+890), kjer so bili predvideni posegi v glinenih zemljinah največji. Delni faktorji varnosti so upoštevani po SIST EN 1997-1, pristop 3 (zahtevan pri računih stabilnosti):

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

- strižni kot (drenirano stanje) $\gamma_\varphi = 1{,}25$,
- kohezija (drenirano stanje) $\gamma_c = 1{,}25$,
- odpor pri globalni stabilnosti $\gamma_R = 1{,}0$.

Obstoječe brežine imajo, na območju med km 4+800 in 4+900 kjer so predvideni največji posegi, nagib med 1:1 in 2:3. Temeljna tla na tem odseku sestavlja dolomitna hribina, ki je prekrita s plastjo glinene krovnine. Debelina glinene krovnine, ki jo sestavlja glina in zaglinjen grušč znaša odsekoma tudi več kot 2 metra in se vzdolž trase ter po prečnem profilu spreminja. Vkop bo izveden pretežno v glineni zemljini, mestoma pa je zaradi neravne podlage pričakovati izdanke kamnite hribine. V analizi upoštevane trdnostne karakteristike zemljin so podane v spodnji preglednici.

Zemljina	γ	φ	c
	kN / m^3	°	kPa
Glinena krovnina	18,5	25,0	5
hribina	22,0	35,0	40

S stabilnostno analizo so preverjene možne izvedbe vkopa:

- vkopna brežina v nagibu 2:3,
- vkopna brežina v nagibu 1:1.

Profil 34:
Pri izvedbi vkopne brežine nad kolesarsko stezo v nagibu 1:1 je varnostni faktor nekoliko prenizek $\gamma_R = 0{,}928$ (priloga 1) - nestabilno.
V primeru izvedbe celotne vkopne brežine nad kolesarsko stezo v nagibu 2:3 je varnostni faktor ustrezen $\gamma_R = 1{,}087 > 1{,}0$ (priloga 2) - stabilno.

Profil 38:
Pri izvedbi vkopne brežine nad kolesarsko stezo v nagibu 1:1 do višine 2,5 m in zgornjim delom v nagibu 2:3 je varnostni faktor ustrezen $\gamma_R = 1{,}078$ (priloga 3) – stabilno.

Rezultati analiz so podrobno prikazani v prilogi P5 (listi priloga 1,2,3).

T.4.2 Pogoji za izvedbo vkopov

Izkopi obstoječega vozišča in glinenih zemljin spadajo v 3. kategorijo. Izkop kamnite hribine spada pretežno v 4. kategorijo in le delno v 5. kategorijo. Kategorizacija je določena skladno z dopolnili splošnih in tehničnih pogojev (knjiga IV, izdana leta 2001) k posebnim tehničnim pogojem Skupnosti za ceste Slovenije za zemeljska dela in veljavnih TSC 09.000:2006 popisi del pri gradnji cest.

Trajne vkopne brežine je oblikovati v naklonu 2:3 ali blažjem (v dolomitu in apnencu bi bile brežine sicer stabilne tudi v naklonu 1:1 a je, zaradi odsekoma debele plasti glinene krovnine, tak naklon generalno gledano prestrm). Tako oblikovane brežine se humusira in

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

zatravi. Izvajanje izkopov naj poteka pod stalnim strokovnim geomehanskim nadzorom. V kolikor se bi pri gradnji pokazalo, da je med profili P35 in P37 kamnita hribina prekrita le s tanko plastjo krovnine in brez večjih žepov gline, se brežino na tem pododseku po navodilih geomehanika lahko izvede v večjem naklonu in zaščiti z žično mrežo.

Oporne konstrukcije je možno izvajati kontaktno. Izvajanje izkopov za kontaktno izvedbo v naklonu do 3:1 in temeljenje zidu naj poteka v kampadah dolžine do 6 metrov. Izvajanje izkopov naj poteka pod stalnim strokovnim geomehanskim nadzorom. V primeru padavin ali daljšega časa izvajanja del je potrebno začasni izkop gradbene jame varovati.

T.4.3 Pogoji za izvedbo nasipov

Nasipe se izvede iz kamnitega materiala z naklonom brežine 2:3. Tako oblikovane brežine se humusira in zatravi. Pred izvedbo nasipov je odstraniti humus v debelini ca 25 cm. Priključevanje nasipov višjih od enega metra je izvesti s stopničenjem.

Na odseku od km 5+300 dalje:
Pred vgradnjo nasipov je na glinena temeljna tla položiti ločitveni geosintetik (T_{min} = 16 KN/m, ε_{min} = 30%, Fp = 2000 N). Predlagamo, da se nasipe nad obstoječim jarkom izvede takoj ob začetku gradbenih del in s tem omogoči čim daljši čas konsolidacije temeljnih tal pod nasipi še v času gradnje.

T.5 Pogoji temeljenja objektov

Projekt predvideva izgradnjo opornih zidov in kamnitih zložb z namenom zmanjšanja posegov v strmo brežino na levi strani ceste, kjer je predvidena izgradnja nove kolesarske poti in sicer:

- P14 - P17 (km 4+500 do 4+550) oporni zid svetle višine do 2,00 m,
- P16 – P17 (km 4+540 do 4+550) desno podporni zid svetle višine do 1,20 m,
- P33 – P36 (km 4+790 do 4+850) kamnita zložba svetle višine do 5,80 m,
- P43 – P49 (km 4+980 do 5+080) kamnita zložba svetle višine do 4,60 m,

V nadaljevanju podajamo pogoje temeljenja. Nosilnost tal je izračunana po standardu SIST EN 1997-1, dodatek D.

V izračunih so upoštevane naslednje ocenjene vrednosti projektnih obremenitev:

- delež horizontalne obtežbe 35% vertikalne obtežbe,
- ekscentričnost rezultante B/6,
- dolžina kampade 6 m,
- širina temelja 1,60 m do 2,50 metra,
- globina temeljenja 1,20 metra.

V kolikor bodo dimenzije temeljev, delež horizontalne obremenitve in ekscentričnosti rezultante za najbolj neugodno kombinacijo obtežb bistveno drugačne, se izračuni ponovijo po točnih podatkih iz statičnih računov. Projektna nosilnost tal je podana kot napetost

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

($R_{vd}/A`$) z upoštevanim faktorjem na odpor tal γ_R = 1,4 in se mora v statičnem računu primerjati s projektno obremenitvijo z upoštevanjem ustreznih faktorjev za zunanje obtežbe.

P14 - P17 (km 4+500 do 4+550)

Zid svetle višine od 0,8 do 2,0 metra je možno **temeljiti plitvo na globini 1,00 meter v temeljnih tleh iz gline** in zaglinjenega grušča. Pri računu nosilnosti tal so upoštevane naslednje strižne karakteristike glinenih temeljnih tal:

strižni kot φ = 25°,
kohezija c = 5 kPa.

V spodnji tabeli je podana projektna nosilnost tal za različne širine temelja za globino temeljenja 1,0 meter.

globina tem.	širina temelja	Nosilnost tal	nos. tal s prodno blazino
m	m	R_{vd}/A' (kN/m^2)	R_{vd}/A' (kN/m^2)
1,0	1,2	**120**	**165**
1,0	1,6	**135**	**170**
1,0	1,9	**145**	**180**

Izračuni so podani v prilogi P5, kjer so razvidni vsi upoštevani vhodni podatki in rezultati.

V kolikor se pod temelji pojavijo glinene zemljine v srednje gnetnem konsistenčnem stanju, se te zemljine odstranijo in nadomestijo s prodno peščenim materialom ali pa se temelje podbetonira. Zasipni klin za zidom je izvesti iz kamnitega materiala, v vznožju zasipnega klina pa izvesti horizontalno odvodnjavanje. Posedkov ni pričakovati oziroma bodo zanemarljivi. Izvajanje izkopov in temeljenje zidov naj poteka v kampadah dolžine do 6 metrov in pod strokovnim geomehanskim nadzorom.

P33 – P36 (km 4+790 do 4+850)

Kamnito zložbo svetle višine od 1,6 do 5,8 metra je možno **temeljiti plitvo na globini 1,20 metra v kamnitih temeljnih tleh** iz dolomita. Pri dolomitni hribini smo pri stabilnostnih analizah upoštevali karakteristike φ = 35°, c = 40 kN/m^2, γ = 22 kN/m^3, pri računu nosilnosti tal pa upoštevamo, da je kamnina v površinskem delu bolj razpokana zato pri izračunu konzervativno upoštevamo nekoliko slabše strižne karakteristike temeljnih tal iz razpokanega, delno preperelega dolomita:

strižni kot φ = 41°,
kohezija c = 0 kPa.

V spodnji tabeli je podana projektna nosilnost tal za globino temeljenja 1,2 metra.

globina tem.	širina temelja	Nosilnost tal
m	m	R_{vd}/A' (kN/m^2)
1,2	1,6 do 1,9	**>600**

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Izračuni so podani v prilogi P5, kjer so razvidni vsi upoštevani vhodni podatki in rezultati.

V kolikor se pod temelji pojavijo zemljine, se te **zemljine odstranijo vse do kamnite podlage in nadomestijo s pustim betonom**. Kamnita zložba se izvede kontaktno. Iz dolomitne hribine se lahko izceja voda zato je na stiku hribina - zložba vgraditi drenažni geokompozit sestavljen iz ekstrudirane geomreže in filtrne geotekstilije. Predvideti je tudi večje število barbakan.

Posedkov ni pričakovati oziroma bodo zanemarljivi. Izvajanje izkopov in temeljenje zidov naj poteka v kampadah dolžine do 6 metrov in pod strokovnim geomehanskim nadzorom.

P43 – P49 (km 4+980 do 5+080)

Kamnito zložbo svetle višine od 1,0 do 4,6 metra je možno **temeljiti plitvo na globini 1,20 metra v temeljnih tleh iz glinastega tufa**. Pri računu nosilnosti tal so upoštevane naslednje strižne karakteristike temeljnih tal iz :

strižni kot $\varphi = 30°$,
kohezija $c = 0$ kPa.

V spodnji tabeli je podana projektna nosilnost tal za različne širine temelja za globino temeljenja 1,2 metra.

globina tem.	širina temelja	Nosilnost tal
m	m	R_{vd}/A' (kN/m^2)
1,2	1,6	**175**
1,2	1,9	**190**
1,2	2,2	**200**

Izračuni so podani v prilogi P5, kjer so razvidni vsi upoštevani vhodni podatki in rezultati.

V kolikor se pod temelji pojavijo glinene zemljine v srednje gnetnem konsistenčnem stanju, se te zemljine odstranijo in nadomestijo s pustim betonom. Kamnita zložba se izvede kontaktno. Iz hribine iz glinastega tufa se lahko, po plasteh ki vsebujejo drobni grušč zelenega tufita, preceja voda, zato je na stiku hribina - zložba vgraditi drenažni geokompozit sestavljen iz ekstrudirane geomreže in filtrne geotekstilije. Predvideti je tudi večje število barbakan.

Posedkov ni pričakovati oziroma bodo zanemarljivi. Izvajanje izkopov in temeljenje zidov naj poteka v kampadah dolžine do 6 metrov in pod strokovnim geomehanskim nadzorom.

T.6 Podatki za dimenzioniranje vozišče konstrukcije

T.6.1 Stanje obstoječe vozišče konstrukcije

Kolesarska pot se bo izvedla na novo, na levi strani regionalne ceste.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Izgled trase po kateri bo potekala pot je podan v prilogi P2 (foto dokumentacija).

T.6.2 Projektni podatki

Širina večnamenske poti: 2,50 metra
Število prometnih pasov za vozila: 1
Vzdolžni naklon: do 5%
Planska doba: 20 let z 1% letno rastjo prometa.

T.6.3 Prometna obremenitev

Večnamenska pot je primarno namenjena kolesarjem in pešcem. Le mestoma je namenjena tudi prometu traktorjev in ostalih (dostop lastnikom zemljišč do parcel, vzdrževalna dela). Povprečna dnevna totalna ekvivalentna prometna obremenitev, v prehodih nominalne osne obremenitve, je za večnamensko pot ocenjena pod 5 prehodov nominalne osne obremenitve (NOO) 100 kN.

Merodajna prometna obremenitev v prihodnjem 20 letnem obdobju, upoštevaje 1%-no letno rast prometne obremenitve in dodatne vplive značilnosti ceste znaša:

T_{20} = 365 x 5 x 1,4 x 1,05 x 1,08 x 22 = 0,6 x 10^5 prehodov NOO 100 kN
kar predstavlja zelo lahko prometno obremenitev.

T.6.4 Sestava in nosilnost temeljnih tal

Na trasi obravnavanega odseka je bilo izvedenih sedem sondnih izkopov, ki so pokazali, da temeljna tla sestavlja kamnita hribina prekrita s plastjo glinene zemljine, deluvialna glina s primesjo grušča, na ravninskih delih pa slabše nosilna meljna glina v srednje gnetnem konsistenčnem stanju. Na osnovi rezultatov terenskih meritev privzamemo za dimenzioniranje nosilnost glinenih temeljnih tal E_{vs2} = 15 MPa (CBR = 3 %).

T.6.5 Hidrološki in klimatski pogoji

Na obravnavanem območju znaša globina zmrzovanja približno 95 cm. Ob upoštevanju neugodnih hidroloških pogojev (niveleta v vkopu) in zmrzlinsko neodpornemu materialu v temeljnih tleh je potrebna debelina zmrzlinsko odpornega materiala:

h_{min} cesta = 95 x 0,8 = 76 cm.
h_{min} pločnik = 95 x 0,6 = 57 cm.

T.7 Dimenzioniranje vozišče konstrukcije

T.7.1 Minimalne debeline plasti

Konstrukcijski ukrep dimenzioniramo upoštevaje metode:

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

- TSC 06.520, ki temelji na izsledkih AASHO-testa,
- po R. Floss-u (debelina posteljice).

Za prevzem skupne prometne obremenitve v obdobju 20 let, 0,06 mio prehodov NOO 100kN, ustreza nova vozišča konstrukcija, ki sestoji iz:

6 cm asfaltna obloga
20 cm tamponski drobljenec
40 cm kamnita posteljica

T.7.2 Analiza potrebnih ukrepov

Večnamenska pot se bo zgradila ob glavni cesti na novo. Izvesti je izkop in vgradnjo nove vozišče konstrukcije. Zaradi izredno majhne prometne obremenitve se vozno površino izvede iz enoslojne obrabno nosilne asfaltne plasti.

T.7.3 Predlog konstrukcijskih rešitev

Na osnovi ugotovitev o sestavi temeljnih tal, prometne obremenitve ter izvedenega dimenzioniranja predlagamo naslednje.

Večnamenska pot

na večnamenski poti širine 2,50 m, ki bo namenjena poleg pešcem in kolesarjem tudi kmetijskim strojem in ostalim vozilom (traktorji, vzdrževalna vozila, ...) vgradnjo nove vozišče konstrukcije v sestavi:

6 cm obrabno nosilna asfaltna plast iz AC 16 surf B70/100 A4
20 cm tamponski drobljenec
40 cm kamnita posteljica (50 cm od km 5+300 dalje)

Na odseku od km 5+300 dalje je na glinena temeljna tla potrebno položiti ločitveni geosintetik.

Pot za kolesarje in pešce

Na poti širine 2,50 m, ki bo namenjena samo pešcem in kolesarjem predlagamo vgradnjo nove vozišče konstrukcije v sestavi:

5 cm obrabna asfaltna plast iz AC 11 surf B70/100 A5
20 cm tamponski drobljenec
35 cm kamnita posteljica (50 cm od km 5+300 dalje)

Na odseku od km 5+300 dalje je na glinena temeljna tla potrebno položiti ločitveni geosintetik.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Avtobusna postajališča

Izvede se vgradnja nove vozišče konstrukcije v sestavi:

3 cm	obrabna asfaltna plast iz AC 8 surf B70/100 A3
8 cm	nosilna asfaltna plast iz AC 22 base B00/70 A3
20 cm	tamponski drobljenec
50 cm	kamnita posteljica

T.8 Geotehnični pogoji izgradnje

T.8.1 Kvaliteta materialov

Proizvedeni in vgrajeni cestogradbeni materiali in delovni postopki morajo ustrezati zahtevam kakovosti po Tehničnih specifikacijah za ceste in Posebnih tehničnih pogojih Direkcije Republike Slovenije za ceste ter njihovim dopolnilom. Izvajalec mora zagotavljati notranjo kontrolo kvalitete skladno z navedenimi predpisi.

T.8.2 Zgostitev in nosilnost slojev konstrukcije

Zahtevana nosilnost in zbitost posameznih plasti:

- na planumu temeljnih tal nosilnost 15 MPa, zbitost 95 % glede na SPP,
- na planumu nasipnih kamnitih plasti zbitost 95% glede na MPP,
- na planumu tamponske plasti vozišča nosilnost 100 MPa, zbitost 98 % glede na MPP,
- na planumu tamponske plasti hodnika nosilnost 80 MPa, zbitost 98 % glede na MPP.

T.9 Zaključki in predlogi

Projekt predvideva izgradnjo nove večnamenske poti na levi strani regionalne ceste. Temeljna tla so zelo heterogena, sestavljajo jih kamnine (apnenec, dolomit, skrilavec, glinasti tufi) deluvialne gline s primesjo grušča, na ravniskih zamočvirjenih predelih pa aluvialne slabo nosilne meljne gline.

Na odsekih, kjer trasa poteka v hribini se vkopne brežine izvede v naklonu 2:3. Zid od km 4+500 do 4+550 višine do 2 metra je možno temeljiti plitvo na globini 1,00 meter v temeljnih tleh iz gline. Projektna nosilnost glinenih tal je R_{vd} / A` = 120 do 145 kPa. Kamnito zložbo višine do 5,8 metra od km 4+790 do 4+850 je možno temeljiti plitvo na globini 1,20 metra v kamnitih temeljnih tleh iz dolomita. V kolikor se pod temelji pojavijo zemljine, se te odstranijo vse do kamnite podlage in nadomestijo s pustim betonom. Projektna nosilnost kamnitih tal je R_{vd} / A` > 600 kPa. Kamnito zložbo višine do 4,6 metra od km 4+980 do 5+080 je možno temeljiti plitvo na globini 1,20 metra v temeljnih tleh iz glinastega tufa. Projektna nosilnost glinenih tal je $R_{vd}$ / A` = 175 do 200 kPa. Kjer se kamnita zložba izvaja kontaktno je na stiku hribina-zložba vgraditi drenažni geokompozit sestavljen iz ekstrudirane geomreže in filtrne geotekstilije. Predvideti je tudi večje število barbakan. Posedkov ni pričakovati oziroma bodo zanemarljivi.

Stegne 27, 1000 Ljubljana
tel: 01/ 518-90-37, gsm: 031/ 750-466, fax: 01/ 518-90-38
mail: info@mk-inzeniring.si, web: www.mk-inzeniring.si

Izvajanje izkopov in temeljenje zidov naj poteka v kampadah dolžine do 6 metrov in pod stalnim strokovnim geomehanskim nadzorom. Na območju med P35 in P37 lahko geomehanski nadzor med gradnjo odredi izvedbo vkopne brežine v dolomitni hribini tudi v večjem naklonu. V primeru izvedbe z večjim naklonom se izvede zaščito kamnite brežine z žično mrežo.

Obdelal:
Marko Klokočovnik, univ.dipl.inž.grad.
Sara Bevc, dipl.inž.geol.

MARKO KLOKOČOVNIK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1709