S.1 NASLOVNA STRAN

Vrsta načrta:	GEOTEHNIČNI ELABORAT
Naročnik:	Občina Šempeter-Vrtojba Trg Ivana Roba 3 a 5290 Šempeter pri Gorici
Objekt:	Kolesarska pot ob LC Vrtojba - Križcjan, v dolžini 940 m
Za gradnjo:	NOVOGRADNJA
Projektant:	Geotrias d.o.o. Dimičeva ulica 14 1000 Ljubljana
Odgovorni projektant:	Klemen Sotlar, univ.dipl.inž.geol., IZS RG 0069
Odgovorni vodja projekta:	Borut Dovžak .dipl.inž.gradb., IZS G 1606
Številka projekta:	Biro Črta projektiranje in inženiring d.o.o.
Številka elaborata:	022-SK/2024
Kraj in datum izdelave poročila:	Ljubljana, april 2024

GEOTRIAS
DRUŽBA ZA GEOLOŠKI INŽENIRING D.O.O.

KLEMEN SOTLAR
univ. dipl. inž. geol.
IZS RG0069

VSEBINA

1.0 UVOD

2.0 GEOGRAFSKE IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA
- 2.1 LITOLOŠKO STRATIGRAFSKI PREGLED OBRAVNAVANEGA PROSTORA

3.0 HIDROGEOLOŠKI OPIS

4.0 TERENSKE RAZISKAVE
- 4.1 INŽENIRSKO GEOLOŠKO KARTIRANJE
- 4.2 SONDAŽNI JAŠKI IN MERITVE S KROŽNO PLOŠČO

5.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKI OPIS IN GEOLOŠKO GEOMEHANSKI MODEL TERENA
- 5.1 P1 – P6 in na koncu trase (SJ-3)
- 5.2 P6 – P18

6.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

7.0 IZKOPNE KATEGORIJE

8.0 PRIPOROČILA IN OPOZORILA

FOTODOKUMENTACIJA

1.0 UVOD

Po naročilu občine Šempeter – Vrtojba, smo izvedli inženirsko geološki pregled kolesarske trase med Vrtojbo in Križcjanem, v dolžini 940 m. Predvidena trasa poteka ob lokalni cesti. Trasa poteka večinoma po aluvialnih naplavinah reke Soče, vendar tangira z flišnim hribovjem, kar bo v geološkem smislu pomenilo večjo prisotnost drobnozrnatih zemljin. Zaradi širitve obstoječe ceste, bodo predvidoma potrebni posegi v cestne useke in širitve obstoječih nasipov.

V poročilu podajamo rezultate geotehničinih preiskav tal s sondažnimi jaški in meritve zbitosti materiala v jaških Evd s krožno ploščo.

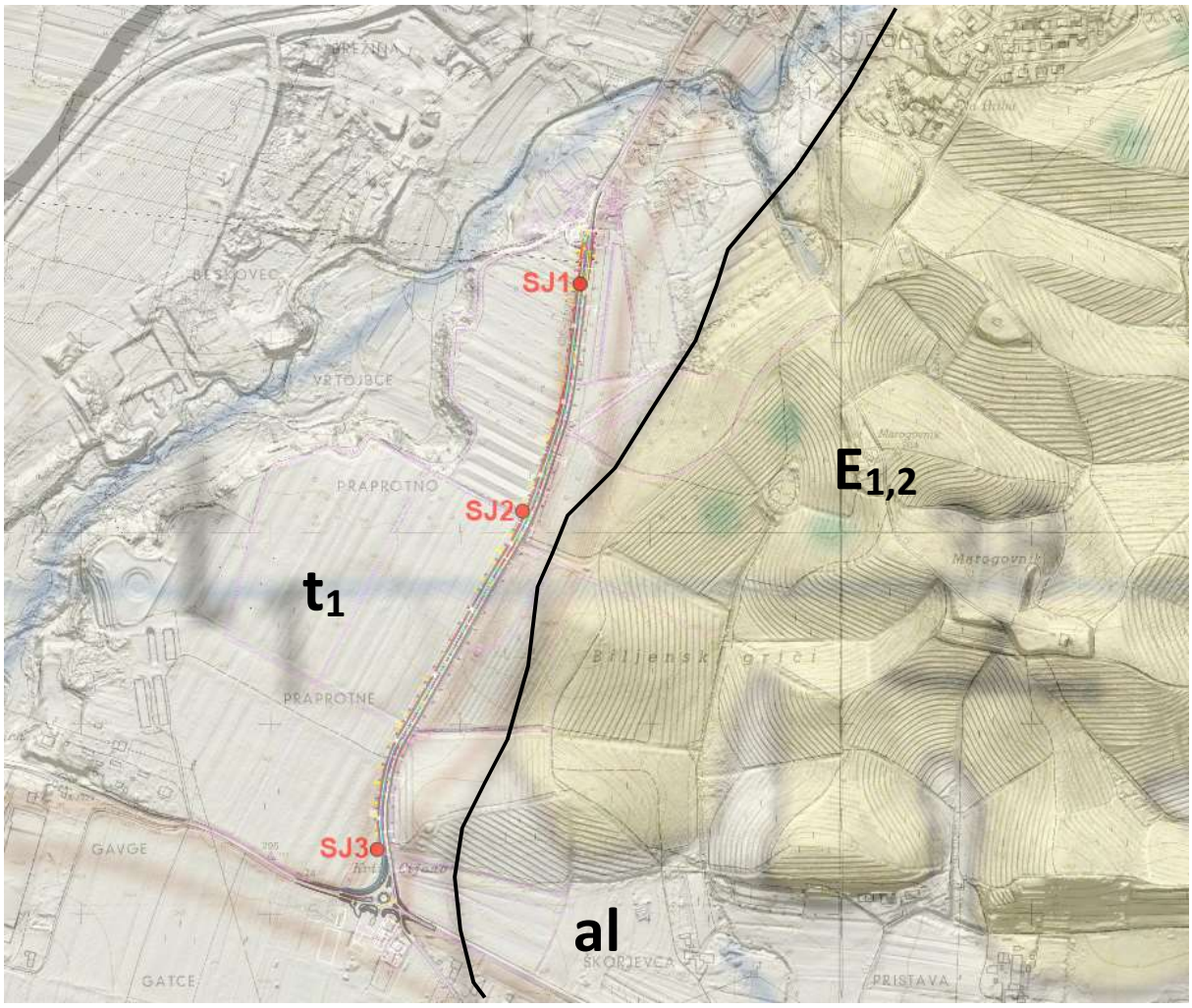
Območje se nahaja severno od reke Vipave in ob zahodnem robu Biljenskih gričev. Območje gradijo terasni sedimente (t_1-spodnja terasa), ki jih gradijo prodi, katere je je odlagala reka Soča in tudi reka Vipava. Prisoten bo tudi vpliv flišnih rezidualov, saj trasa poteka tik ob zahodnem robu Biljenskih gričev.



Slika 1: Predvidena trasa (rdeča linija) na DOF_2014 (obdelano s Surfer). Z zelenimi krogi so označena mesta sondažnih jaškov.

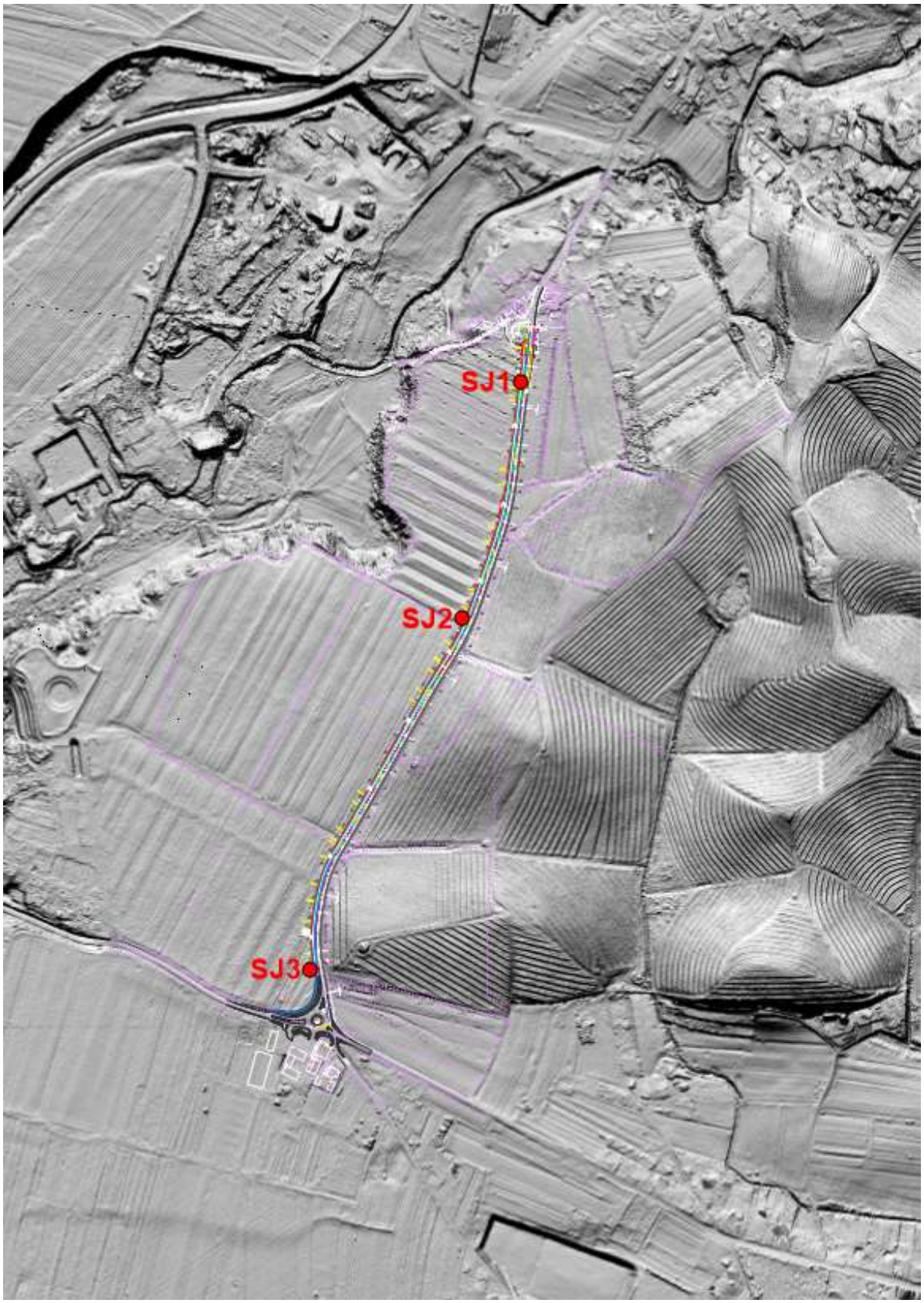
2.0 GEOGRAFSKE IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA

Na obravnavanem prostoru, v dolini reke Vipave, ki se v tem delu stika z vplivnim območjem reke Soče, sta obe reki odlagali aluvialne naplavine, Kasneje pa so z denudacijo flišnega gričevja dolino neenakomerno prekril sloj glinenih sedimentov. Tako danes opazujemo na površini pretežno gline in melje z vmesnimi plastmi prodov in peskov, proti zahodu se sicer ta glineni sloj tanjša in na površini pogosto že takoj nastopajo prodno peščene zemljine.



Slika 2: OGK, List Gorica (izrez ni v merilu) za senčen prikaz. Sondažni jaški so označeni.

LEGENDA:	
al	Aluvialni nanosi rek in potokov
t_1^1 t_2^1	Terasni sedimenti (t1- spodnja terasa; t2 – zgornja terasa
E_{12}	Fliš – menjava plasti laporja in peščenjaka



Slika 3:Senčen model terena na katerem lepo izstopaji biljenski griči in meja med tersanimi sedimenti Trasa in sondažni jaški so prikazani.

2.1 LITOLOŠKO STRATIGRAFSKI PREGLED OBRAVNAVANEGA PROSTORA

Eocenski klastični (flišni) sedimenti ($E_{1,2}$)

Obravnavana trasa leži na ozemlju, ki ga v osnovi gradijo eocenski klastični sedimenti ($E_{1,2}$) ali njihovi reziduali. Imenujemo jih tudi flišni sedimenti, za katere je značilno ritmično in ciklično menjavanje glinovcev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov.

Glinovci in meljevci poimenovani tudi laporji predstavljajo siv in zelen, mestoma moder kamninski agregat, ki so najpogostejši litološki element med flišnimi sedimenti. Sveži so sive do zelenkasto sive in tudi modro sive barve. Plastovitost predstavljajo pretežno ravne diskontinuitete, na nekaterih odkritih površinah pa opazujemo tudi izrazito iverasto krojitev. Kamnina je podvržena preperevanju. Preperevanje sega v globino do nekaj metrov. Debelina lapornih plasti v povprečju znaša 2 - 3 cm in vsebujejo do 70 % glinenih mineralov. Zaradi tega so podvrženi intenzivnemu preperevanju (eroziji) in v stiku z vodo razpadajo v mastno do pusto glino. V primeru, da vsebujejo 70 % karbonatnega veziva, jih poimenujemo **laporovci**. Ti so mehansko bolj odporni od glinovcev in meljevcev, vendar manj od peščenjakov. Laporji vsebujejo povprečno 35 do 45% $CaCO_3$, pri temu procent variira do 10,2% pri glinastem laporju in 76% pri laporju.

Peščenjak nastopa v različno debelih plasteh, v povprečju so plasti debele 2-30 cm. Prevladujejo drobno in drobno do srednje zrnati peščenjaki. Sveži so obarvani svetlo sive do sive barve, prepereli pa so rjavi in značilno razpokani. Kamninski agregat je trden in ima apneno vezivo. Peščenjak je zelo odporen proti preperevanje in eroziji. Značilno je conalno prodiranje procesov preperevanja v kamnine. Peščenjaki so srednje in drobnozrnati z velikostjo zrn od 0,3 do 0,08 mm. Nastopajo kremen, kalcit, mikrokristalni litoidni fragmenti, glinenci, sljuda in majhna množina akcesornih težkih mineralov.

Debelino flišnih plasti v Vipavski dolini cenimo na okoli 600 metrov.

Preperina fliša

Nad hribinsko podlago nastopajo koluvialno - deluvialne zemljine, ki so produkt razpada flišnih kamenin. Prevladujejo gline in melji, grušč je le v sledovih. V obravnavanem primeru debelina deluvija (gline) po podatkih sondaž sega globlje od 1,9 m (SJ-2). Debelina deluvija se lokalno spreminja, kar je povezavi z mestom preiskav pobočje/ravnina). Sklepamo, da so tla v dolinskih delih na mnogo mestih že antropogeno spremenjena z nasipavanji odvečnega materiala, ki je ostajal pri preoblikovanju pobočij v terase, pa tudi zaradi nadvišanja dna doline, ki je bil pretežno zaglinjen in je zaradi slabe vodoprepustnosti voda tudi zastajala na površini.

Aluvij

V tem prostoru sta velike količine prodnatega materiala odlagali reki Vipava in Soča. Prav v tem delu je po OGK, List Gorica prehod v soške naplavine, JV od konca trase pa že nahajamo naplavine reke Vipave.

3.0 HIDROGEOLOŠKI OPIS

Hidrogeološke značilnosti zaznamuje tektonska enota in posledično litološka zgradba terena. V hidrografskem smislu pripada območje porečjema Soče in Vipave. Hidrografska mreža je dobro razvejana, s številnimi manjšimi vodotoki in erozijskimi grapami.

Za obravnavano območje sta značilna dva vodonosnika:

- Prvi vodonosnik predstavlja aluvialni vodonosniki ob reki Soči. Za aluvij je značilna medzrnska poroznost. Vodonosnik je obširen, srednje izdaten. Koeficient prepustnosti teh materialov je k= 5 x 10^{-3} m/s do 5 x 10^{-5} m/s.
- Drugi vodonosnik predstavlja preperinski del in matično kamnino – fliš vipavske doline. Za te kamnine je značilna razpoklinska poroznost. V takšnih kamninah se pojavljajo manjši vodonosniki z lokalnimi in omejenimi viri podzemne vode. Koeficient prepustnosti preperinskega dela teh materialov je k= 1 x 10^{-5} m/s do 1 x 10^{-7} m/s. Za matične kamnine je značilen koeficient prepustnosti k= 1 x 10^{-6} m/s do 5 x 10^{-8} m/s.

Ob izkopih sondažnih jaškov talne vode nismo sledili. Dotoki vode so odvisni od vremenskih razmer med gradnjo.

4.0 TERENSKE RAZISKAVE

Terenske raziskave so obsegale inženirsko geološko kartiranje in izvedbo treh sondažnih jaškov, ki smo jih izvedli tik ob trasi predvidene poti.

4.1 INŽENIRSKO GEOLOŠKO KARTIRANJE

Kolesarska pot poteka vseskozi ob lokalni cesti in sicer deloma po/ob odvodnjevalnem kanalu, katerega se bo zasipalo in deloma po kmetijskih površinah. cestnem telesu, tako da bistvenih IG znakov, kot so izrazito posedanje ceste, ne opazujemo. V izkopih se pričakuje pretežno meljno glinena zemljina, možni so tudi posamezni tanjši sloji proda, po katerih se lahko preceja talna voda.

4.2 SONDAŽNI JAŠKI IN MERITVE S KROŽNO PLOŠČO

SJ 1, globina 1,9 m

0,0 – 0,9 m	meljna glina s posameznimi prodniki, rjave barve (ŽP;60 cm=230 kPa)
0,9 – 1,9 m	melj s prodniki velikosti do 2,0 cm in kosi flišnih kamnin. Z globino % prodnikov raste, na 1,9 m velikost 4,0 cm

Vode ni. Cesta ca 30 cm nižje od terena in SJ1.





FOTO 1-3: Izkop SJ -1

SJ 2, globina 1,8 m

0,0 – 0,4 m humus + melj, temno rjave barve

0,4 – 1,8 m melj do meljna glina (ŽP; 80cm=250 kPa) svetlo rjave barve in kosi flišnih kamnin. Vode ni.





FOTO 4-6: Izkop SJ -2 in meritve Evd s krožno ploščo

Na globini 0,9 m smo izvedli tudi test zgoščenosti zemljin z lahko padajočo utežjo ZFG 3.0 (DPL) za določitev modula stisljivosti. Rezultati so sledeči:

Evd = 16,42 MPa
Ms = 19,70 MPa
Ev2 = 32,84 MPa

Meritve dinamičnega deformacijskega modula (Evd) so primerljive z modulom stisljivosti (Ms) v razmerju Ms = Evd x 1,3 za zaobljene zemljine (strokovno mnenje o kontroli nosilnosti po postopku s krožno ploščo in lahko padajočo utežjo, prof.dr. Žmavc). Ev2 = Evd x 2 (orientacijsko).

SJ 3, globina 1,5 m

0,0 – 0,8 m	Zaglinjen prod svetlo rjave barve (ŽP; 60cm=250 kPa)
0,8 – 1,0 m	flišni grušč, zaglinjen, temno rjave barve
1,0 – 1,3 m	zaglinjen prod, podrejeno flišni grušč, temno rjave barve
1,3 – 1,5 m	prod svetlo rjave barve, sledovi grušča.



FOTO 4-6: Izkop SJ -3 in meritve Evd s krožno ploščo. Na globini 1,1 m smo pretrgali alkatensko cev.

Na globini 0,6 m smo izvedli tudi test zgoščenosti zemljin z lahko padajočo utežjo ZFG 3.0 (DPL) za določitev modula stisljivosti. Rezultati so sledeči:

Evd = 19,33 MPa
Ms = 23,20 MPa
Ev2 = 38,66 MPa

Meritve dinamičnega deformacijskega modula (Evd) so primerljive z modulom stisljivosti (Ms) v razmerju Ms = Evd x 1,3 za zaobljene zemljine (strokovno mnenje o kontroli nosilnosti po postopku s krožno ploščo in lahko padajočo utežjo, prof.dr. Žmavc). Ev2 = Evd x 2 (orientacijsko).

5.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKI OPIS IN GEOLOŠKO GEOMEHANSKI MODEL TERENA

Traso kolesarske steze lahko razdelimo na tri posamezne odseke, ki se med sabo razlikujejo predvsem po tem ali steza poteka v aluvialni ravnici ali v območju vpliva flišnega gričevja, kjer v izkopih ne pričakujemo prodno peščenih zasipov.

Tako traso do P6 predvidoma gradijo aluvialne naplavine reke Soče ki je odlagala pretežno prodnat material, prav tako prode opazujemo v izkopu v SJ-3, na koncu trase. V območju tangiranja z biljenskimi griči (P6 - P18) pa nastopajo meljne gline in melji. Z globino pa že prehajamo v močno preperel fliš. Materiali so pretežno v težko gnetnem do poltrdnem konsistenčnem stanju. Z globino se vlažnost nekoliko poveča, tako da se v globinah večjih od 1,80 m, lokalno pojavljajo materiali v lahko do srednje gnetnem konsistenčnem stanju, vendar izkopi ne bodo segali tako globoko.

Globina zamenjave materiala za kolesarsko stezo bo verjetno sledila globini obcestnega jarka, ki sega ca 0,6 m pod cesto. V brežini kanala opazujemo tako tako karbonatni lomljenec (nasip ceste), kot tudi prodno in meljno glineno zemljino.



FOTO 7-9: Obcestni kanal v območju med SJ-1 in SJ-2

5.1 P1 – P6 in na koncu trase (SJ-3)

V tem delu pričakujemo pod vrhnjo plastjo meljne gline postopen prehod v prodno peščene zemljine, ki so v zgornjem delu zameljene in zaglinjene. Z globino čistost soških prodov narašča, kar je odvisno tudi od

drugih faktorjev (bližina flišnih tal, višina talne vode). Prehod iz meljnih zemljin v prodne lahko variira med 0,6 in 1,0 m, mestoma pa lahko tudi globlje (v starih rečnih rokavih).

Do globine 0,9 m nastopajo pretežno gline in melji s posameznimi prodniki. Večji % prodnih zemljin je globlje, zato bodo izkopi predvidoma v prevladujočih drobnozrnatih sedimentih, manj v zaglinjenih prodih.

5.2 P6 – P18

V območju tangiranja z biljenskimi griči (SJ-2; ocenjeno med P6 in P18) bodo v izkopih nastopale meljne gline in melji, pretežno v težko gnetnem do poltrdnem konsistenčnem stanju.

Karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov posameznih litoloških členov smo določili na osnovi in-situ preiskav v bližnji okolici in smo jih primerjali z arhivskimi podatki. Zaradi velikega raztrosa podatkov izberemo konservativne vrednosti.

6.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav in analogije s podobnimi materiali v okolici smo določili naslednje karakteristične vrednosti osnovnih geomehanskih parametrov:

Preglednica 8: Karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov

material	**Naravna prostor. teža**	**Enoosna tlačna trdnost**	**Strižni kot**	**kohezija**	**Modul stisljivosti**
	γ	**q_u**	**φ**	**c**	**M_v**
	[kN/m^3]	**[kPa]**	**[°]**	**[kPa]**	**[MPa]**
Umetni nasip – državna cesta [GP]	20	-	38 – 42	0	30
Glina, meljna glina [CL - ML]	18	60 - 100	23 - 25	2 - 5	3,5 – 12
Meljni peski [SM]	18	100 - 150	25 - 27	3 - 5	6,0 – 15
Zameljen grušč, prod [GM]	19	-	30 - 32	0	15 - 20
Preperel flišni lapor	24	1.200 – 2.000	32 - 35	7 - 10	20 - 40

Preglednica 9: Karakteristične vrednosti koeficientov vodoprepustosti:

material	**Koeficient vodoprepustnosti**
	k
	[m/s]
Umetni nasip – regionalna cesta [GP]	$2{,}5\text{x}10^{-4}$ – $5{,}0 \text{ x } 10^{-3}$
Glina, meljna glina [CL - ML]	$5\text{x}10^{-8}$ – $1{,}0 \text{ x } 10^{-5}$
Meljni pesek [SM]	$5{,}0\text{x}10^{-5}$ – $5{,}0 \text{ x } 10^{-4}$
Zameljen grušč, prod [GM]	$1{,}0\text{x}10^{-5}$ – $1{,}0 \text{ x } 10^{-4}$
Preperel flišni lapor	$5{,}0\text{x}10^{-10}$ – $5{,}0 \text{ x } 10^{-8}$

Simbol Oznaka	Ime	Uporabnost kot posteljica, če ni podvržen mrazu	Uporabnost kot spodnji nosilni sloj (subbase), če ni podvržen mrazu	Uporabnost za zgornji nosilni sloj, če ni podvržen mrazu	Občutljivost na zmrzal	Posedanje in nabrekanje
GW	Dobro graduiran prod ali prodnato peščena mešanica, malo ali nič drobnih delcev	odličen	odličen	dober	ni do nizka	praktično nič
GP	Slabo graduiran prod ali prodnato peščena mešanica, malo ali nič drobnih delcev	dober do odličen	dober	zadovoljiv do dober	ni do nizka	praktično nič
GM [d] [u]	Meljast prod, prodno-peščeno-meljasta mešanica	dober do odličen	dober	zadovoljiv do dober	srednja	zelo malo
		dober do odličen	zadovoljiv	slab do neprimeren	nizka do srednja	malo

7.0 IZKOPNE KATEGORIJE

Za kategorizacijo izkopa smo uporabili razvrstitev kamnin in zemljin po **Dopolnilih splošnih tehničnih pogojev (IV. knjiga) – Dopolnjena izdaja, Družbe za državne ceste, Ljubljana, 2001**.

Izkop bo večinoma potekal v meljno - peščenih glinah in prodih, ki pripadajo III. izkopni kategoriji in so zastopani 100 %.

8.0 PRIPOROČILA IN OPOZORILA

Pri izkopih bodo temeljna tla večinoma predstavljale Meljne gline - težkognetne do poltrdne konsistence z modulom stisljivosti Ms do 16,0 MPa, v primeru dotokov vode pa se karakteristike lahko tudi močno poslabšajo, zato pri pripravi temeljnih tal v pogojih nastopanja razmočenih in slabo nosilnih glin tako svetujemo:

1. V primeru pojavljanja židkih in lahkognetnih glin je smiselno položiti ločilni geosintetik
2. Izkopi naj se izvajajo v kar se da suhem vremenu.
3. Izkope do globine 2,0 m se lahko izdela z nagibom brežin, ne večjim od 1,75: 1 (60°). Globlje izkope je potrebno ustrezno zaščititi.
4. V primeru prisotnosti podzemne vode je potrebno zagotoviti ustrezno črpanje vode iz izdelanih izkopov oziroma gradbenih jam.
5. Zasip gradbene jame v cestnih telesih naj se izvaja s karbonatnim drobljencem, ki se ga vgrajuje v
6. zahtevana minimalna nosilnost planuma posameznih plasti – voziščna konstrukcija:

- na planumu temeljnih tal nosilnost EV2 >= 20 MPa , zgoščenost 95 % po SPP,
- na planumu kamnitega nasipa nosilnost EV2 >= 50 MPa, zgoščenost 98 % po MPP,
- na planumu kamnite posteljice nosilnost EV2 >= 90 MPa, EV2/EV1 < 3.0, zgoščenost 98 % po MPP,
- na planumu tamponske plasti nosilnost EV2 >= 120 MPa, EV2/EV1 < 2.2, zgoščenost 98 % po MPP

V primeru, da je ob izvedbi tekoče kontrole kvalitete ugotovljena manjša nosilnost planuma temeljnih tal

od predvidene s projektom, je potrebno izvesti dodatne ukrepe, kot npr. povečati globino izkopa in vgraditi plast kamnitega nasipnega materiala (min. 30 cm). Po dogovoru je mogoče uporabiti tudi drug ustrezen ukrep in nosilnost temeljnih tal izboljšati npr. z vgradnjo nosilnega geotekstila (PP tkanine natezne trdnosti min. 40kN/m). Na delih kjer temeljna tla sestavljajo melj in glina, naj se za preprečitev mešanja materialov vgradi plast ločilnega geotekstila (PP tkanine natezne trdnosti min. 25kN/m).

Po ureditvi in prevzemu planuma temeljnih tal naj se predvidi vgradnja spodnje nevezane nosilne plasti (posteljice) iz zmrzlinsko odpornega kamnitega drobljenca iz apnenca frakcije 0/125 mm. Kamniti material za posteljico mora ustrezati vsem načelom in kriterijem, ki so podani v tehničnih specifikacijah za javne ceste (TSC 06.100 : 2003).

Po ureditvi in prevzetju planuma posteljice sledi vgradnja zgornje nevezane nosilne plasti (tampona) iz zmrzlinsko odpornega kamnitega drobljenca iz apnenca frakcije 0/32 mm. Kamniti material za tampon mora ustrezati vsem načelom in kriterijem, ki so podani v tehničnih specifikacijah za javne ceste (TSC 06.200 : 2003).

Pri vgradnji kamnitih materialov za spodnjo in zgornjo nevezano nosilno plast voziščne konstrukcije mora biti vseskozi zagotovljeno sprotno zgoščevanje plasti z ustreznimi stroji (valjarji in vibro nabijali). Doseženo stopnjo zgoščenosti (kompaktnosti) in nosilnost plasti je potrebno preverjati sproti z izvedbo meritev nosilnosti z dinamično in statično ploščo.

V Ljubljani, 9.4.2024

Obdelal:
Klemen SOTLAR, univ.dipl.inž.geol.

FOTODOKUMENTACIJA





