


PZI rekonstrukcije ceste R2-407/1145 od km 7,050 do 9,100 in nadomestne gradnje treh objektov v km 7,850 (LJ 5057), 7920 in 8,490 pri Horjulu

E2 Geološko – geomehanski elaborat

Odgovorni izdelovalec	Marko Žibert, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-2411)
Avtor	Nejc Mihevc dipl. inž. geol. (UN) Tadej Rotar, univ. dipl. inž. geol. Vanja Selan, univ. dipl. inž. grad. Žan Turnšek, dipl. inž. geoteh. (UN)
Številka elaborata	200172-GG
Številka projekta	200172
Vrsta projekta	PZI (končno)
Kraj in datum	Ljubljana, december 2021
Številka dokumenta	200172-GG
Različica	0.0

Kontrolni list

Številka načrta	200172-GG
Številka dokumenta	200172-GG
Naročnik	DRSI – Direkcija RS za infrastrukturo Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
Investitor	DRSI – Direkcija RS za infrastrukturo Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Projektant načrta	ELEA iC projektiranje in svetovanje d.o.o. Dunajska cesta 21, SI-1000 Ljubljana, Slovenija T +386 (1) 474 10 00, F +386 (1) 474 10 01 info@elea.si, www.elea.si
Avtor	Nejc Mihevc dipl. inž. geol. (UN) Tadej Rotar, univ. dipl. inž. geol. Vanja Selan, univ. dipl. inž. grad. Žan Turnšek, dipl. inž. geoteh. (UN)
Odgovorni izdelovalec	Marko Žibert, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-2411) <div style="text-align: right;">Osebni žig in podpis</div> <div style="text-align: right;"></div>

Datum	Različica	Avtor	Pregledal	Odobril
29.8.	0.0	NM, TR, ŽT, VS	NM, VS	NM

Kazalo vsebine

1	Projektne osnove.....	5
1.1	Geološki in inženirsko - geološki pregled območja.....	5
1.1.1	Splošni geološki pregled	5
1.1.2	Inženirsko – geološki pregled trase	6
1.1.2.1	Odsek P1 (7.0+19.31) do P9 (7.1+79.31)	6
1.1.2.2	Odsek P9 (7.1+79.31) do P56 (8.1+19.31).....	6
1.1.2.3	Odsek P56 (8.1+19.31) do P60 (8.1+99.31).....	7
1.1.2.4	Odsek P60 (8.1+99.31) do P76 (8.5+19.31).....	7
1.1.2.5	Odsek P76 (8.5+19.31) do P80 (8.5+99.31).....	7
1.1.2.6	Odsek P80 (8.5+99.31) do P101 (9.0+7.07).....	7
1.1.3	Seizmičnost terena.....	7
2	Geomehanske preiskave.....	8
2.1	Geomehanske preiskave faze IDP	8
2.1.1	Geomehansko vrtanje in SPT preiskave v vrtinah	8
2.1.2	Sondažni jaški v voziščnih konstrukcijah in meritve nosilnosti tal.....	9
2.1.3	Laboratorijske preiskave v fazi IDP.....	10
2.2	Geomehanske preiskave faze PZI in komentar rezultatov.....	10
2.2.1	Geomehansko vrtanje in preiskave SPT v vrtinah	10
2.2.2	Preiskave s statičnim penetrometrom – CPTu	12
2.2.3	Preiskave z dinamičnim penetrometrom – DPSH.....	13
2.2.4	Sondažni razkopi	13
2.2.5	Sondažni jaški za potrebe določanja sestave voziščne konstrukcije.....	14
2.2.6	Laboratorijske preiskave.....	15
3	Geomehanski modeli tal in vrednosti geomehanskih parametrov	18
3.1	Geomehanski model tal- trasa	18
3.2	Geomehanski model tal in vrednosti geomehanskih parametrov – prepust km 7,850.....	21
3.4	Geomehanski model tal in vrednosti geomehanskih parametrov– prepust 7,920	22
3.5	Geomehanski model tal in vrednosti geomehanskih parametrov – prepust 8,490	22
3.7	Geomehanski model tal na območju podpornega zidu P-5 do P-7	23
4	Geomehanski izračuni in smernice za izvedbo trase in prepustov	24
4.1	Geotehnični monitoring.....	24
5	Zaključek.....	25

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Podatki o izvedenih geomehanskih vrtinah.....	8
Preglednica 2: Rezultati SPT faze IDP.....	8
Preglednica 3: Rezultati v fazi IDP izvedenih sondažnih jaškov.....	9
Preglednica 4: Rezultati v fazi IDP izvedenih sondažnih jaškov.....	9
Preglednica 5: Podatki o izvedenih vrtinah - faza PZI.....	10
Preglednica 6: Pregled in rezultati izvedenih SPT preiskav - faza PZI.....	11
Preglednica 7: Lokacije v fazi PZI izvedenih CPTu preiskav.....	12
Preglednica 8: Podatki o izvedeni DPSH meritvi.....	13
Preglednica 9: Pregled izvedenih sondažnih razkopov in rezultatov meritev Evd.....	13
Preglednica 10: Lokacije in rezultati v fazi PZI izvedenih raziskav obstoječe voziščne konstrukcije.....	14
Preglednica 11: Opis izdvojenih inženirsko - geoloških enot.....	19
Preglednica 12: Fotografije posameznih inženirsko - geoloških enot.....	20
Preglednica 13: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - prepust km 7,850.....	21
Preglednica 14: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - prepust km 7,920.....	22
Preglednica 15: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - prepust km 8,490.....	22
Preglednica 16: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - OK od P5-P7.....	23

Kazalo slik

Slika 1: Obravnavana trasa.....	5
Slika 2: Fotografija labilne brežine.....	6
Slika 3: Karta potresne nevarnosti. vir: ARSO.....	7

1 Projektne osnove

Projekt obravnava geološko – geomehanske pogoje na območju na katerem je predvidena rekonstrukcija regionalne ceste R2-407/1145 od km 7,050 do km 9,010. Na obravnavanem območju se v zatečenem stanju nahajajo trije škatlasti prepusti (km 7,850, km 7,920; km 8,490) in trije cevni prepusti (km 7,500, km 7,700, km 8,350).

V okviru osnov za projektiranje navedenega odseka smo izdelali pregled predhodno izvedenih geološko – geomehanskih raziskav, izvedli dodatne geološko – geomehanske preiskave, izvedli analizo vseh izvedenih preiskav. V okviru geološko – geomehanskega elaborata smo opisali geološko – geomehanske razmere na območju rekonstrukcije nasipov in trase ceste. Obravnavana trasa na ortofoto posnetku je prikazana na sliki 1.



Slika 1: Obravnavana trasa.

1.1 Geološki in inženirsko - geološki pregled območja

1.1.1 Splošni geološki pregled

Splošni geološki opis povzemamo po Osnovni geološki karti in tolmaču lista Kranj (ZGZ, Beograd, 1974).

Širše območje Horjula ima zelo pestro in raznoliko geološko zgradbo, ki je posledica pestrega tektonskega dogajanja na širšem ozemlju. Na širšem območju trase izdajajo triasni lapornati apnenci, dolomiti in peščeni skrilavci, ki vpadajo z naklonom 45° v smeri JJZ. Triasni psevdofiljski skladi ($T_{2,3}$) z vpodom 60° v smeri J in triasni T_3^1 apnenci z vključki pisanega peščenjaka v smeri 55° SSZ.

Na ožjem območju trase so odloženi predvsem jezerski in barjanski sedimenti znotraj katerih se pojavljajo aluvialni nanosi potokov (Kisovnik, Šujica), ki prečkajo navedeno območje.

Prelomi na obravnavanem območju imajo generalno dinarsko smer SZ-JV.

1.1.2 Inženirsko – geološki pregled trase

1.1.2.1 Odsek P1 (7.0+19.31) do P9 (7.1+79.31)

Med profili P1- P3 trasa poteka po ravninskem delu. Med profili P3-P9 bo potrebno za zagotavljanje nivelete trase in razširitve vozišča na desni strani izvesti vkope v pobočje, ki blago pada v smeri jugovzhoda. Vkopi v zatečenem stanju so izvedeni v ocenjenem naklonu 3:2 (56°), višine do 2 m. Na zgornjem robu obstoječe brežine se pojavljajo odlomni robovi oz. razpoke v zemljini, ki so posledica prestrme ureditve brežine. (slika 2). Levi rob vozišča je izveden na nivoju ravnice.



Slika 2: Fotografija labilne brežine.

1.1.2.2 Odsek P9 (7.1+79.31) do P56 (8.1+19.31)

Med profili P9-P56 trasa poteka po ravnem zamočvirjenem terenu, ki je levo in desno od trase prepreden z hidromelioracijskimi jarki. Od profila cca. P8 do P43 je na desni strani vozišča izveden zaledni drenažni jarek, ki se izteka v potok Šujica (P43;7.8+59.31). Vozišče na desnem delu je urejeno v nizkem nasipu (<1m), katerega brežine so urejene v naklonu cca. 2:3. Enako velja za levi del nasipa, ki je še nižji vendar na terenu ni razviden, ker so levo od cestišča odloženi nasipi manjših debelin, ki omogočajo direktni prehod kmetijski mehanizaciji iz vozišča na okoliška polja. Na terenu je tovrstna situacija prisotna na levi strani obstoječega vozišča do profila P52. Na navedenem odseku se nahajata dva večja škafasta prepusta in sicer prvi čez potok Šujica na stacionaži 7.8+59 in drugi čez hidromelioracijski jarek na stacionaži 7.9+28.

1.1.2.3 Odsek P56 (8.1+19.31) do P60 (8.1+99.31)

Na območju med profili P56 do P61 je trasa rahlo vkopana. Za potrebe izvedbe kolesarske steze bo potrebno na desni strani vozišča med profiloma P56 in P58 izvesti poseg v obstoječo brežino. Na celotnem odseku se na desni strani obstoječega vozišča nahaja zaledni drenažni jarek.

1.1.2.4 Odsek P60 (8.1+99.31) do P76 (8.5+19.31)

Na območju med profili P61 in P76 trasa ponovno poteka preko ravninskega zamočvirjenega terena, ki je prepreden z hidromelioracijskimi jarki. Na območju med profili P75-P76 se nahaja prepust, ki omogoča vodenje nivelete čez pritok Bukalškega grabna. Prepust bo potrebno za potrebe rekonstrukcije ceste in izgradnje kolesarske steze zgraditi na novo. Trasa poteka v nizkem nasipu (<1m), nad nivojem okoliškega terena.

1.1.2.5 Odsek P76 (8.5+19.31) do P80 (8.5+99.31)

Na navedenem odseku se na desni strani vozišča dviga pobočje, v katerega bo potrebno v okviru rekonstrukcije ceste urediti brežino. Na levi strani vozišča bo trasa izvedena v nizkem nasipu.

1.1.2.6 Odsek P80 (8.5+99.31) do P101 (9.0+7.07)

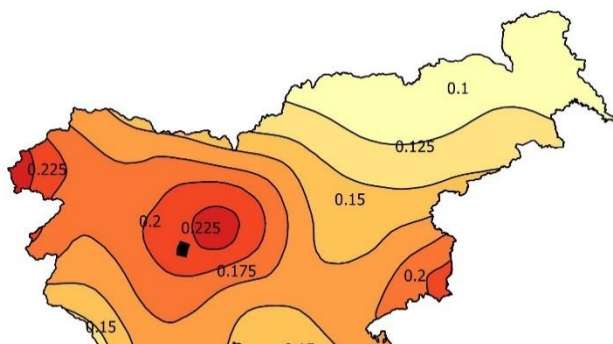
Na navedenem odseku trasa poteka po ravninskem svetu. Na celotnem desnem robu trase je izveden drenažni jarek, ki koncentrira površinske pritoke iz območja zahodno ležečih pobočij.

1.1.3 Seizmičnost terena

Glede na karto potresne nevarnosti lokacijo uvrščamo v območje na katerem je pri projektiranju potrebno upoštevati horizontalni pospešek $a_g=0,200 \times g$ (slika 3), ki ga je potrebno pomnožiti z ustreznim faktorjem S , ki je predpisan za določen tip tal.

Glede na razdelitev tipov tal podanih v Eurocode 8, ki tla razvršča v sedem (7) tipov temeljnih tal na podlagi hitrosti strižnega valovanja v zgornjih 30 m stratigrafskega profila, standardnih penetracijskih preizkusih, strižni trdnosti tal, tla uvrščamo v naslednje tipe tal:

- A – skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala, $S=1,0$
- E – profil tal, kjer površinska aluvialna plast, debeline med 5 in 20 metri, id z vrednostmi v_s , ki ustrezajo tipoma C ali D, leži na bolj togem materialu z $v_s > 800 \text{ m/s}$, $S=1,7$.



Slika 3: Karta potresne nevarnosti. vir: ARSO

2 Geomehanske preiskave

2.1 Geomehanske preiskave faze IDP

V spodnjih podpoglavjih podajamo pregled v fazi IDP izvedenih geološko – geomehanskih raziskav.

2.1.1 Geomehansko vrtanje in SPT preiskave v vrtinah

V fazi IDP so bile izvedene tri (3) geomehanske vrtine. Podatke o geomehanskih vrtinah iz faze IDP podajamo v preglednici 1.

Preglednica 1: Podatki o izvedenih geomehanskih vrtinah.

IME VRTINE	GLOBINA VRTINE	D96/TM		D48/GK*		NADMORSKA VIŠINA	NIVO PODZEMNE VODE
		X	Y	X	Y		
V-1	22,0 m	445689.43	97267.72	96775.9	446048.4	332,8	7,2 m
V-2	10,0 m	445679.49	97197.66	96712.2	446037.5	332,7	1,7 m
V-3	6,0 m	445604.92	96647.19	96160.5	445992.9	335,0	1,4 m

*V prilogi P.8.a. Popisi in fotografije vrtin so koordinate podane v Državnem koordinatnem sistemu D48/GK.

Rezultati SPT preiskav izvedenih v fazi IDP so podani v preglednici 2.

Preglednica 2: Rezultati SPT faze IDP.

IME VRTINE	K60	GLOBINA SPT	N	P	(N1)60	USCS klasifikacija	GOSTOTNO/KONSISTENČNO STANJE, PENETRABILNOST
V-1	1,37	6,7	24	/	20	GM	srednje gosto
V-1	1,37	10,2	31	/	26	GM	srednje gosto
V-1	1,37	12,5	47	/	37	GC	gosto
V-2	1,37	3,2	12	/	14	GM	srednje gosto
V-2	1,37	6,5	2	/	2	MH	židko
V-2	1,37	9,2	/	0,5	/	apnenec	zelo nizka penetrabilnost
V-3	1,37	3,4	16	/	19	GC	srednje gosto
V-3	1,37	6,2	87	15,1	/	peščenjak	visoka penetrabilnost

Popisi vrtin faze IDP so podani v prilogi P.8.a Popisi in fotografije vrtin.

2.1.2 Sondažni jaški v voziščnih konstrukcijah in meritve nosilnosti tal

V okviru terenskih raziskav faze IDP je bilo izvedenih pet (5) sondažnih jaškov. Lokacije in rezultati izvedenih jaškov so podani v preglednici 3.

Preglednica 3: Rezultati v fazi IDP izvedenih sondažnih jaškov.

IME JAŠKA	GLOBINA JAŠKA	D48/GK*		D69/TM		NADMORSKA VIŠINA	DEBELINA ASFALTA	GLOBINA LDP – Panda 2
		X	Y	X	Y			
J-1	0,7 m	96922,30	446053,50	445682.40	97408.92	334,1	2+7 cm	0,7-0,96
J-2	0,65 m	96657,80	446050,90	445679.78	97144.41	334,2	2+6 cm	0,7-1,45
J-3	0,5 m	96440,80	446020,90	445649.80	96927.40	336,25	2+7 cm	0,45-1,1
J-4	0,5 m	96280,60	446001,30	445630.20	96767.20	335,8	2+6 cm	0,45-1,2
J-5	0,55 m	96101,10	446023,90	445652.80	96587.70	336,75	2+6 cm	0,55-1,2

*V prilogi P.8.b. Popis in fotografije sondažnih jaškov v obstoječo voziščno konstrukcijo so koordinate podane v Državnem koordinatnem sistemu D48/GK.

V jaških je bila sistematsko popisana sestava voziščne konstrukcije, merjene se bile vrednosti Evd na podlagi katerih je bila podana ocena vrednosti CBR. Rezultati so podani v preglednici 4.

Preglednica 4: Rezultati v fazi IDP izvedenih sondažnih jaškov.

IME JAŠKA	GLOBINA SLOJA [m]	OPIS ZEMLJINE	Evd [MPa]	OCENA Ev2 [MPa]	OCENA CBR [%]
J-1	0,15	GM-tampon	60,81	>120	>35
	0,35	GM-tampon	50,56	111	30
	0,6	GC-nasip	26,1	60	10
J-2	0,1	GM-tampon	66,18	>120	>35
	0,4	GM-nasip	44,03	99	24
J-3	0,1	GM-tampon	75,5	>120	>35
	0,35	U.N./CL	11	24	2-3
J-4	0,1	GM-tampon	93,36	>120	>35
	0,2	GM-tampon	40,83	93	21
J-5	0,1	GM-tampon	70,98	>120	>35
	0,15	GM-tampon	97,83	>120	>35
	0,2	GM-tampon	67,16	>120	>35
	0,3	GM-nasip	86,28	>120	>35

Popisi sondažnih jaškov v obstoječo voziščno konstrukcijo v fazi IDP so priloženi v prilogi P.8.b, rezultati meritev Evd v prilogi P.8.c., rezultati sondiranja Panda 2 v prilogi P.8.d.

2.1.3 Laboratorijske preiskave v fazi IDP

V okviru geološko – geomehanskih raziskav so bile izvedene naslednje laboratorijske preiskave vzorcev:

- Preiskave vlažnosti – 5 preiskav
- Preiskave prostorninske gostote – 2 preiskavi
- Preiskave Atterbergovih meja plastičnosti – 4 preiskave
- Preiskave direktnega striga – 1 preiskava
- Preiskave zrnivosti – 5 preiskav
- Edometrske preiskave – 1 preiskava
- Preiskave nedrenirane strižne trdnosti – 4 preiskave
- Preiskave z metilen modro – 5 preiskav

Rezultati izvedenih preiskav so podani v prilogi P.8.e Laboratorijske preiskave.

2.2 Geomehanske preiskave faze PZI in komentar rezultatov

V spodnjih podpoglavjih podajamo pregled v fazi IZP/PZI izvedenih geološko – geomehanskih raziskav.

2.2.1 Geomehansko vrtanje in preiskave SPT v vrtinah

Geomehansko vrtanje je potekalo 10.-11.6.2020. Skupno so bile na območju prepustov izvedene tri (3) vrtine, v skupni globini 29,0 m. Vrtalna dela je izvajalo podjetje ROVS d.o.o. z vrtalno garnituro Fraste PL. Dodatno, sta bili za potrebe določanja geomehanskih lastnosti tal, 30.6.-1.7.2021, na območju podpornega zidu izvedeni še dve (2) vrtini, s skupno globino 30,0 m. Vrtalna dela je izvajalo podjetje GEOtrans d.o.o. z vrtalno garnituro Longyear.

Jedra vrtin so bila sistematično popisana, v vrtinah so bili izvedeni standardni penetracijski testi. Iz jeder vrtin (VRH-1 in VRH-2) so bili na podlagi presoje geologa odvzeti vzorci vrtin in predani v laboratorij podjetja ZAG.

Podatke o vrtinah izvedenih v fazi PZI podajamo v preglednici 5. Lokacije preiskav so sledile usmeritvam podanim v projektni nalogi. Situacijsko so lokacije izvedenih preiskav prikazane v prilogi G.020 Situacija raziskav in IG Karta.

Preglednica 5: Podatki o izvedenih vrtinah - faza PZI.

IME VRTINE	GLOBINA VRTINE	D96/TM		NADMORSKA VIŠINA	GLOBINA DO PODZEMNE VODE
		X	Y		
VRH-1/2020	13,0 m	446048,40	96775,90	333,5	4,2 m
VRH-2/2020	13,0 m	446037,50	96712,20	332,60	3,0 m
VRH-3/2020	5,0 m	445992,90	96160,50	335,60	2,0 m
VRH-4/2021	15,0 m	446042.05	97783.9	335,90	11,5 m
VRH-5/2021	15,0 m	446048.40	97805.30	335,90	9,5 m

Vrtina VRH-1 izkazuje, da se na območju izvedbe pojavlja značilno menjavanje barjanskih in aluvialnih sedimentov/slojev. Barjanski sedimenti predstavljajo sloje gline in melja, medtem ko aluvialne sedimente zastopajo sloji zaglinjenega proda in peska. Podobno sestavo izkazuje tudi vrtini VRH-2/2020 in VRH-5/2021. Hribinska podlaga je bila dosežena v vrtini VRH-3/2020, kar je pričakovano glede na bližino pobočja, ki se nahaja jugozahodno od izvedene vrtine. V vrtini VRH-4/2021 je zabeležen laporovec, ki predstavlja pretrto hribinsko podlago.

V vrtinah so bili izvajani standardni penetracijski testi (SPT). Standardna penetracijska preiskava se uporablja za oceno trdnostnih in deformabilnostnih karakteristik zemljin. Meritve so bile izvedene v skladu s standardom SIST EN ISO 22476-3:2005.

Rezultati SPT preiskav izvedenih v fazi PZI so podani v preglednici 6.

Preglednica 6: Pregled in rezultati izvedenih SPT preiskav - faza PZI.

IME VRTINE	K60	GLOBINA SPT	N	P	USCS klasifikacija	GOSTOTNO/KONSISTENČNO STANJE, PENETRABILNOST
VRH-1/2020	1,02	3,0	9	/	CH	Težko gnetno
VRH-1/2020	1,02	6,0	7	/	SM-ML	srednje gnetno
VRH-1/2020	1,02	9,0	26	/	GC	srednje gsto
VRH-1/2020	1,02	12,0	35	/	GM	gsto
VRH-2/2020	1,02	3,0	4	/	CH	lahko do srednje gnetno
VRH-2/2020	1,02	6,0	13	/	GC	srednje gsto
VRH-2/2020	1,02	9,0	9	/	GC	rahlo
VRH-2/2020	1,02	12,0	/	6cm	peščenjak	srednja penetrabilnost
VRH-3/2020	1,02	3,0	83	/	preperel peščenjak	zelo gsto
VRH-3/2020	1,02	5,0	/	10cm	preperel peščenjak	visoka penetrabilnost
VRH-4/2020	0,77	2,0	23	/	Nasip	Srednje gsto
VRH-4/2020	0,77	5,0	39	/	Preperel laporovec	Gosto
VRH-4/2020	0,77	8,0	42	/	Preperel laporovec	Gosto
VRH-4/2020	0,77	11,0	48	/	Preperel laporovec	Gosto
VRH-4/2020	0,77	15,0	50	/	Preperel laporovec	Gosto – Zelo gsto
VRH-5/2020	0,77	3,0	15	/	SC	Srednje gsto
VRH-5/2020	0,77	6,0	22	/	SC	Srednje gsto
VRH-5/2020	0,77	9,0	31	/	SC	Gosto
VRH-5/2020	0,77	12,0	27	/	GC	Srednje gsto

Rezultati SPT preiskav v vrtinah izkazujejo, da so koherentne zemljine odložene v razponu konsistenčnih stanj od srednje gnetnega do težkognetnega stanja. Sloji nekoherentnih zemljin izkazujejo rahlo do srednje gsto gostotno stanje. Preperela hribinska podlaga izkazuje srednje do zelo visoko penetrabilnost v njenem zgornjem delu zelo gsto gostotno stanje, kar je posledica prisotnosti preperelosti hribinskega sloja v njenem zgornjem delu.

2.2.2 Preiskave s statičnim penetrometrom – CPTu

Meritve s statičnim penetrometrom (CPTu) je dne 6.7.2020 izvedlo podjetje Geogaia d.o.o. V sklopu meritev so bile izvajane meritve upadov pornih tlakov (disipacije). Meritve so bile izvajane z garnituro Pagani TS63-100. Skupaj so bile izvedene štiri (4) sonde CPTu.

Podatke o CPTu meritvah podajamo v preglednici 7. Detajlnejši rezultati z opisom preiskav so podani v prilogi P.2. Poročilo o izvedenih CPTu meritvah. Situacijsko so lokacije izvedenih preiskav prikazane v prilogi G.020 Situacija raziskav in IG Karta.

Preglednica 7: Lokacije v fazi PZI izvedenih CPTu preiskav.

IME SONDE	GLOBINA SONDE	D96/TM		NADMORSKA VIŠINA
		X	Y	
CPT-1	16,28 m	445682,9	97444,9	333,7 m
CPT-2	16,05 m	445689,3	97364,6	333,5 m
CPT-3	16,05 m	445654,5	96875,7	335,2 m
CPT-4	11,30 m	445633,7	96745,4	336,1 m

Rezultati meritve CPTu-1 izkazujejo, da je pri površini odložen umetni nasip v rahlem gostotnem stanju v debelini cca. 0,5m, pod njim se nahaja sloj gline in melja v težkognetnem konsistenčnem stanju. Trdnostno – deformacijske lastnosti sloja melja in gline z globino upadajo do globine cca. 1,8 m. Pod to globino se nahajata glina in melj srednje gnetne konsistence do globine 6,2 m, kjer se v debelini cca. 7 m nahaja sloj zaglinjenega proda in grušča. Pod njim je ponovno odložen sloj težkognetne gline.

Rezultati meritve CPTu-2 izkazujejo podobno sestavo kot rezultati meritve CPTu-1.

Rezultati meritve CPTu-3 izkazujejo, da se do globine cca. 3,0 m od kote terena nahajajo gline in melji v srednje gnetni konsistenci, od globine 3,0 m do globine 6,2 m sloj z večjo vsebnostjo leč peska, proda in/ali grušča v rahlem gostotnem stanju. Pod navedenimi sloji se nahaja glina in melj težkognetne do poltrdne konsistence.

Meritve CPTu-4 je izkazala, da se pod tanjšim slojem nasipa do globine 6,1 m nahaja glina in melj srednje in težko gnetne konsistence pod katerim se nahaja sloj z večjo vsebnostjo peščene in gruščnate frakcije do globine cca. 9,5 m. Pod njim se nahaja močno preperela hribinska podlaga v srednje gostem gostotnem stanju.

2.2.3 Preiskave z dinamičnim penetrometrom – DPSH

Meritev z dinamičnim penetrometrom (DPSH) je izvedlo podjetje Geogaia d.o.o. Meritev je bila izvedena z garnituro Pagani TS63-100.

Podatke o meritvi DPSH podajamo v preglednici 8. Detajlnejši rezultati z opisom preiskav so podani v prilogi P.3. Rezultati izvedenih DPSH preiskav. Situacijsko so lokacije izvedenih preiskav prikazane v prilogi G.020 IG karta s situacijo preiskav.

Preglednica 8: Podatki o izvedeni DPSH meritvi.

IME SONDE	GLOBINA SONDE [m]	D96/TM		NADMORSKA VIŠINA [m]
		X	Y	
DPSH-1	12,8	446053,00	97816,00	338,20

2.2.4 Sondažni razkopi

V sklopu terenskih raziskav je bilo izvedenih deset (10) sondažnih razkopov. Razkopi so bili izvedeni pod nadzorom geologa, ki je izkopani material ustrezno geomehansko popisal in klasificiral. Sondažni razkopi so bili izvedeni za potrebe določanja geomehanskih lastnosti raščenih tal na območju, kjer trasa poteka po vkopih. Lokacije izvedenih raziskav so podane v prilogi G.020 IG karta s situacijo preiskav. Rezultati sondažnih razkopov so priloženi v prilogi P.4. Popisi sondažnih razkopov. Koordinate, globina in rezultati meritev Evd z dinamično ploščo so podani v preglednici 9.

Preglednica 9: Pregled izvedenih sondažnih razkopov in rezultatov meritev Evd.

IME JAŠKA	GLOBINA SONDE	D96/TM		NADMORSKA VIŠINA	MERITVE Z DINAMIČNO PLOŠČO	
		X	Y		Globina	Evd [MPa]
SR-1	2,6 m	446029.15	97736.11	335,80 m	0,8 m	7,31
SR-2	1,6 m	445659.99	96981.78	336,90 m	0,7 m	16,25
SR-3	2,5 m	445640.60	96927.27	337,30 m	0,7 m	12,86
SR-4	1,0 m	445621.75	96617.49	337,60 m	0,6 m	9,47
SR-5	2,3 m	445658.89	96564.53	336,95 m	0,5 m	20,02
SR-6	2,5 m	445972.61	97632.95	334,90 m	0,3 m	20,70
					1,0 m	10,82
					1,6 m	4,68
SR-7	3,0 m	445890.17	97591.55	334,76 m	0,8 m	5,91
SR-8	3,0 m	445704.76	97518.93	334,56 m	0,4 m	7,93
SR-9	2,5 m	445689.15	97346.57	334,00 m	0,9 m	7,55
SR-10	2,6 m	445691.43	97288.75	334,10 m	1,5 m	6,21

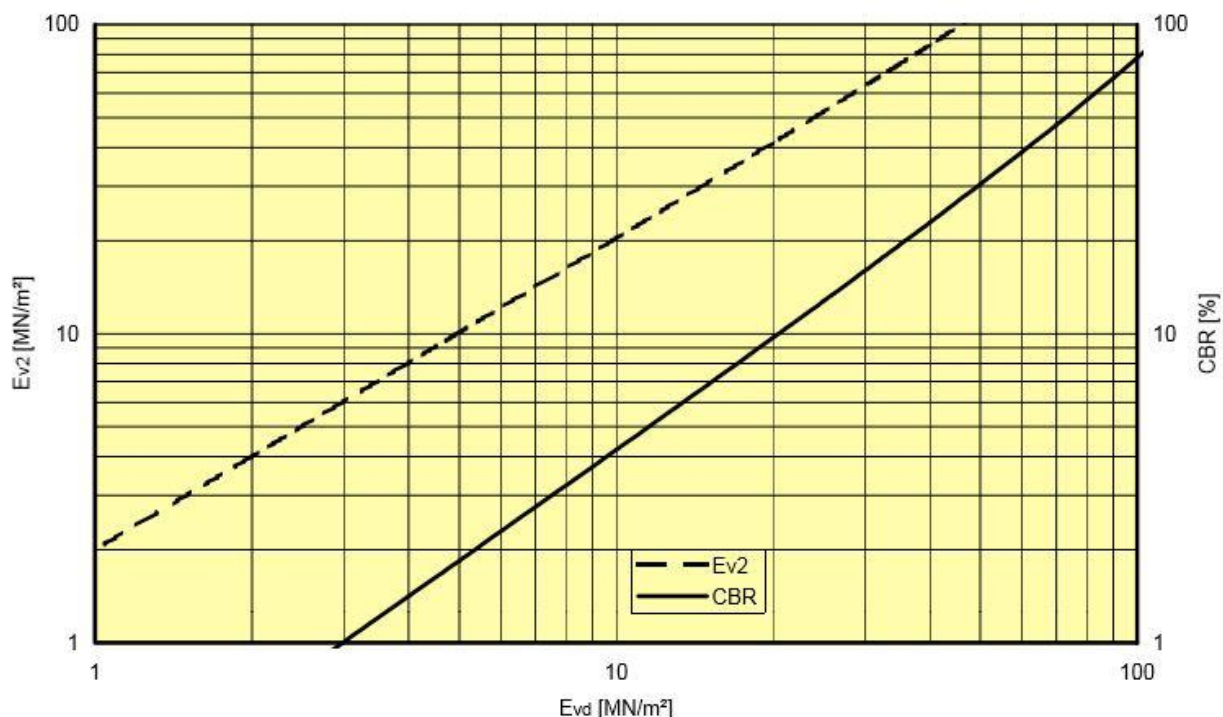
2.2.5 Sondažni jaški za potrebe določanja sestave voziščne konstrukcije

V okviru geološko – geomehanskih raziskav so bili izvedeni dodatni sondažni jaški za določevanje kvalitete in sestave obstoječe voziščne konstrukcije. V izvedenih jaških je bil z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo merjen dinamični deformacijski modul (Evd). Lokacije preiskav in povzetek rezultatov raziskav podajamo v preglednici 10. Poročilo o izvedenih sondažnih jaških je podano v prilogi P.5. Popisi sondažnih jaškov v obstoječo voziščno konstrukcijo. Sondažne jaške je izvedlo podjetje Geogaia d.o.o., lokacije izvedenih sond so prikazane v prilogi G.020 IG karta s situacijo preiskav.

Preglednica 10: Lokacije in rezultati v fazi PZI izvedenih raziskav obstoječe voziščne konstrukcije.

IME JAŠKA	STACIONAŽA	SMER	MERITVE Z DINAMIČNO PLOŠČO		
			globina	Evd	ocena CBR
SV-1/2020	km 8,9	desno	0,13	80,4	>50%
			0,30	81,2	>50%
			0,48	65,6	>40%
			0,56	59,5	>40%
			0,80	32,5	18%
SV-2/2020	km 8,3	levo	0,10	62,0	>40%
			0,23	56,7	>30%
			0,35	60,3	>40%
			0,45	52,0	>30%
			0,60	28,4	15%
SV-3/2020	km 8,0	levo	0,70	30,3	<15%
			0,10	60,6	>40%
			0,23	48,9	>20%
			0,40	44,7	>20%
SV-4/2020	km 7,7	levo	0,52	28,9	15%
			0,10	80,6	>50%
			0,23	54,0	>30%
			0,40	51,5	>30%
SV-5/2020	km 7,2	desno	0,55	12,6	5%
			0,10	87,5	>50%
			0,18	72,6	>50%
			0,28	53,7	>30%
			0,45	33,2	18%

Ocena vrednosti CBR je podana na podlagi izmerjene vrednosti Evd in pretvorbe izvedene na podlagi spodnjega grafa.



2.2.6 Laboratorijske preiskave

V sklopu laboratorijskih preiskav je bilo preiskanih 16 vzorcev odvzetih tokom predhodno navedenih terenskih preiskav. Rezultati laboratorijskih preiskav vzorcev so podani na strani 16 in 17. Poročilo o izvedenih laboratorijskih preiskavah je priloženo v prilogi P.6. Poročilo o izvedenih laboratorijskih preiskavah.

Na odvzetih vzorcih so bile izvedene naslednje preiskave:

- Opis zemljin – SIST EN ISO 14688-1:2018
- Klasifikacija zemljin – SIST EN ISO 14688-2:2018 (U.S.C.S) in SIST EN ISO 14688-2:2004
- Določitev naravne vlažnosti – SIST EN ISO 17891-1:2015
- Določitev Atterbergovih meja plastičnosti – SIST TS CEN ISO/TS 17892-12:2004
- Določitev prostorninske mase – SIST EN ISO 17892-2:2015
- Določitev nedrenirane strižne trdnosti – SIST EN ISO 17892-6:2017
- Določitev modula stisljivosti v edometru – SIST EN ISO 17892-5:2017
- Določitev koeficienta prepustnosti v edometru – SIST-TS CEN ISO/TS 17892-11:2014
- Določite strižne trdnosti zemljine v direktnem strižnem aparatu – SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004
- Določitev zrnavostne sestave – SIST EN 933-1:2012 in SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004

Vzorec	Opis	Klasifikacija		Naravnostna vlaga	Konzistenčna moč			Indeks plastičnosti	Indeks zlikotnosti	Prostorninska masa		Ročni penetrometer	Modul elastičnosti					Vodopropustnost		Direktni aliq	Zrnovitost			Opomba
		SIST EN ISO 14688-2:2018 (UPC31)	SIST EN ISO 14688-2:2004		w _p	w _L	w _p			ρ _d	ρ _m		25	50	100	200	400	50 kPa	100 kPa		q _u	c _u	c _v	
VRH-1/2020	Pusta glina, srednje gnetna, siva	CIM		28,8	21,8	44,8	23,0	0,3	0,7	1,95	1,51	80	6550	9010	8880	11700	1,21E-10	8,40E-11	19,0	21				
VRH-2/2020	Mašna glina, lahko gnetna, siva, vmes organskih (tes)	CH		47,6	25,4	66,8	41,4	0,5	0,5	1,80	1,32	< 50	3190	2060	2300	3320	5240	3,28E-10	7,31E-11	17,0	17			
SR-1	Pusta glina s peščeniimi lečami, srednje gnetna, svetlo rjava	CIM		33,4	23,1	48,5	25,4	0,4	0,6	1,74	1,17	50-100												
SR-3	Pusta glina, srednje gnetna, svetlo rjava siva	CIM		24,6	18,5	36,3	17,8	0,3	0,7	2,05	1,65	150-175	3720	6600	6030	8320	-	4,56E-10	-	22,5	26			
SR-9	Mašna glina, težko gnetna, rjava	CH		28,4	22,7	56,3	33,6	0,2	0,8	1,90	1,48	-	3620	4200	4560	5350	-	4,02E-10	-	24,5	20			
SR-10	Pusta glina, srednje gnetna, temno rjava	CIM		30,0	23,2	44,7	21,5	0,3	0,7	1,84	1,42	150	2180	2610	3700	4020	-	2,60E-10	-	27,5	15			
SV-1	Mejasto peščen gruč, svetlo siv	mGr	saGr																			43,5	1,8	6,0
	Mejasto peščen gruč, svetlo siv	mGr	Gr																			15,8	1,7	3,6
	Zaglinjen gruč, rjav	mGr	saGr																			65,4	4,2	7,5
	Glinast gruč, rjav	cGr	sasiGr																			756,8	1,1	15,5
																								4,2

Vzorec	Opis #	Klasifikacija #	Nara- vna vlaga	Konsistenčna moja		Indeks plasti- čnosti	Indeks židko- sti	Indeks konsi- stence	Prostorninska maza		Ročni penetro- moter #	Neduni- rana stična trdnost #	Modul stisljivosti E_{mod}						Vodopro- pustnost #			Direktna sitig T_{12}				Zrnarost				Opombe				
				w	w _p				w _L	I _p			I _L	I _C	ρ	I _u	R _p	c _u / c _{u,ref}	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	obremenilna stopinja ml/s #	50 kPa ml/s #	100 kPa ml/s #	φ°	c' kPa	C _u #		C _u %	<0,063 mm <0,002 mm % #		
SV-3	Globina m	SIST EN ISO 14699-2:2016 (USC2) #	%	%	%	%																												
	0,15- 0,5	Zaglinjen gručč, rjav	mGr (GP-GC)	saGr																														
SV-4	0,5- 0,65	Mejasto peščen gručč, svetlo siv	mGr (GP-GM)	Gr																														
	0,15- 0,4	Zaglinjen gručč, rjav	mGr (GP-GC)	Gr																														
SV-5	0,4- 0,55	Grušč, svetlo siv	mGr (GW)	Gr																														
	0,0- 0,3	Zaglinjen gručč, svetlo siv	mGr (GW-GC)	saGr																														
SV-5	0,3- 0,55	svetlo siv	cGr (GW-GC)	saGr																														

3 Geomehanski modeli tal in vrednosti geomehanskih parametrov

3.1 Geomehanski model tal- trasa

Geomehanski model tal podajamo na podlagi vseh izvedenih geološko – geomehanskih raziskav na obravnavani trasi. Razdelitev in klasifikacija na posamezne geološke enote je izdelana na podlagi vseh izvedenih preiskav in inženirsko – geološkega kartiranja in pregleda trase. Opisi izdvojenih inženirsko – geoloških enot na trasi so podani v preglednici 11.

NA -1 – nasipi obstoječe regionalne ceste

Od kote obstoječe ceste pod asfaltno podlago debeline od 0,07 do 0,13 m se nahaja do globine 1,2 m nasip grajen iz tampona (peščen grušč) v debelini 0,1-0,15 m. Pod le tem je odložen peščeno meljni grušč. Debelina celotnega nasipa na podlagi izvedenih raziskav znaša do 1,2 m. Debelina nasipa na podlagi izvedenih raziskav ni enakomerna.

Geomehanske karakteristike obravnavanega sloja:

- Prostorninska teža: 20-21 Mg/m³
- Strižni kot: 36-38°
- Kohezija: 0-1 kPa
- Evd: 28,4-87,5 MPa, povprečno: 55,7 MPa

NA-2 – nasipi za potrebe izravnave okoliških zemljišč

Nasipi se na trasi nahajajo z namenom premoščanja višinske razlike med obstoječim terenom in okoliškimi kmetijskimi površinami. Grajeni so iz gline in zaglinjenega grušča pomešanega s humusom.

- Prostorninska teža: 17-19 Mg/m³
- Strižni kot: 22-24° – inženirska ocena
- Kohezija: 0-3 kPa – inženirska ocena
- Deformacijski modul: 1-3 MPa – na podlagi inženirske ocene

j – barjanski sedimenti

Barjanski sedimenti so grajeni iz gline in melja znotraj katerih se nahajajo organski ostanki. Konsistenčna stanja navedenih zemljin so od srednje do težkognetnih konsistenc.

- Naravna vlaga: 24,6-47,6%
- Prostorninska teža: 18-20 Mg/m³
- Strižni kot: 17-27° – na podlagi laboratorijskih preiskav
- Kohezija: 15-26 kPa – na podlagi laboratorijskih preiskav
- Nedrenirana strižna trdnost: 28-126 kPa – na podlagi CPTu testov
- Modul elastičnosti: na podlagi edometra
 - Obremenitev 25 kPa: 2180 – 3720 kPa
 - Obremenitev 50 kPa: 2060 – 6600 kPa
 - Obremenitev 100 kPa: 3700 – 9010 kPa
 - Obremenitev 200 kPa: 3320 – 8880 kPa
 - Obremenitev 400 kPa: 5240 – 1170 kPa
- Vodoprepustnost:
 - 1,21 x 10⁻¹⁰ m/s do 4,56 x 10⁻¹⁰ m/s – iz edometra pri obremenitvi 50 kPa

- $7,31 \times 10^{-11}$ do $8,4 \times 10^{-11}$ m/s – iz edometra pri obremenitvi 100 kPa
- $1,8 \times 10^{-6}$ do $8,8 \times 10^{-7}$ m/s – iz CPTu testa na podlagi izvedenih disipacij
- CBR – 3-5% - na podlagi meritev z dinamično ploščo

Qal – aluvialni sedimenti potokov

Aluvialni sedimenti potokov se nahajajo pod in znotraj sloja barjanskih sedimentov v obliki leč in zasipanih starih paleostrug. Grajeni so iz zaglinjenih in zameljenih gruščev in peskov.

- Prostorninska teža: 20-21 Mg/m³
- Strižni kot: 29-33° – na podlagi izvedenih SPT testov
- Kohezija: 1-5 kPa – inženirska ocena
- Deformacijski modul: 18,5-24,4 MPa – na podlagi izvedenih SPT in CPTu testov

HB – hribina





Hribinski sloji se nahajajo pod zgoraj navedenimi sloji. V zgornjem delu so močno prepereli.

Preglednica 11: Opis izdvojenih inženirsko - geoloških enot.

Inženirsko geološka enota	Opis
NA1	Nasipi obstoječe regionalne ceste debeline do 1,2 m
NA2	Nasipi izvedeni za potrebe izravnave okoliških zemljišč grajeni iz zaglinjenega grušča in gline
j	barjanski sedimenti – glina in melj, židke, lahkognetne, srednjegnetne, težkognetne konsistence z organskimi ostanki
Q _{al}	aluvialni sedimenti potokov, ki se pojavljajo pod in znotraj barjanskih sedimentov, zaglinjeni grušči in meljni peski
HB	predkvartarna hribinska podlaga v zgornjem delu preperela

Prikaz posameznih IG enot na fotografijah jeder vrtin je prikazan v preglednici 12.

Preglednica 12: Fotografije posameznih inženirsko - geoloških enot.

Inženirsko o geološka enota	Fotografija enote
NA	
j	
Qal	
HB	

3.2 Geomehanski model tal in vrednosti geomehanskih parametrov – prepust km 7,850

Na območju obravnavanega prepusta se pod umetnim nasipom debeline 0,7 m nahaja pusta in organska glina težkognetne konsistence v debelini cca. 4,2 m (sloj 1), pod njo se nahaja sloj glineno meljnega grušča (sloj 2) v debelini 0,7 m pod katerim je odložen sloj peščenega melja in glineno meljnega peska v debelini 1 m (sloj 3). Znotraj tega sloja se pojavljajo leče organske gline v debelini do 0,4 m, pod navedenim slojem se nahaja sloj glineno meljnega grušča (sloj 4) v srednje gostem do gostem konsistenčnem stanju. V času vrtanja je bil določen nivo podzemne vode na koti -4,2 m pod površjem vendar se lahko v času bogatejših vodnih bilanc dvigne na nivo okoliškega terena. Geomehanski parametri na območju obravnavanega prepusta so navedeni v preglednici 13.

Preglednica 13: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - prepust km 7,850

SLOJ	OPIS	Prostorninska teža [kN/m ³]	Kohezija [kPa]	Strižni kot [°]	Nedrenirana strižna trdnost [kPa]	Eoed [kPa]
Sloj 1*	CL (CIM)	19	21	19	40-60	6550
Sloj 2**	GC, rahlo	19	2	28	/	12000
Sloj 3***	SM-ML	19	4	22	/	6000
Sloj 4****	GC, srednje gosto do gosto	20	2	30	/	22700

*parametri ocenjeni na podlagi lab. Rezultatov vzorca VRH-1/2020, globina 2,3-2,6 m.

**parametri ocenjeni na podlagi inženirske presoje

***parametri določeni na podlagi izvedenega SPT testa, N=7, globina 6m in rezultatov CPTu testov na trasi

****parametri določeni na podlagi SPT testov izvedenih v vrtini VRH-1/2020, na globini 9 in 12m in inženirske presoje

3.4 Geomehanski model tal in vrednosti geomehanskih parametrov – prepust 7,920

Na območju obravnavanega prepusta se pod obstoječim prepustom nahaja umetni napis debeline 0,6 m (sloj 1), pod njim pa cca 0,4 m debel sloj zaglinjenega grušča v rahlem do srednjem gostem gostotnem stanju (sloj 2). Pod njim je odložen sloj peščene in mastne gline težkognetne konsistence v debelini cca. 2m (sloj 3). Pod njo je odložen sloj zaglinjenega grušča v rahlem do srednje gostem gostotnem stanju do globine 11m (sloj 2), znotraj sloja se pojavljajo leče gline in meljnega peska v debelini do 0,5 m. Pod slojem zaglinjenega grušča se nahaja močno preperela hribinska podlaga (sloj 4). Geomehanski parametri upoštevani v izračunu so podani v preglednici 14.

Preglednica 14: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - prepust km 7,920

SLOJ	OPIS	Prostorninska teža [kN/m ³]	Kohezija [kPa]	Strižni kot [°]	Nedrenirana strižna trdnost [kPa]	Eoed [kPa]
Sloj 1*	NA 1 - nasip	20	2	21	50	6000
Sloj 2**	GC, rahlo	19	2	28	/	12000
Sloj 3***	CL (CIM)	19	21	19	40-60	6550
Sloj 4***	SM-ML	19	4	22	/	6000

*parametri ocenjeni na podlagi inženirske ocene.

**parametri ocenjeni na podlagi inženirske presoje

***parametri določeni na podlagi rezultatov bližnjih CPTu preiskav

3.5 Geomehanski model tal in vrednosti geomehanskih parametrov – prepust 8,490

Na območju obravnavanega prepusta se nahaja sloj gline v debelini do 3m (sloj 1). Pod slojem gline se nahaja sloj zaglinjenega peska debeline cca 0,6 m (sloja 2). Sledi sloj močno zaglinjenega proda v debelini cca. 1,2 m (sloj 3). Pod njim se nahaja hribinska podlaga (sloj 4).

Preglednica 15: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - prepust km 8,490

SLOJ	OPIS	Prostorninska teža [kN/m ³]	Kohezija [kPa]	Strižni kot [°]	Nedrenirana strižna trdnost [kPa]	Eoed [kPa]
Sloj 1*	CL	19	21	19	/	6000
Sloj 2*	SM-ML	19	4	22	/	6000
Sloj 3*	GC	19	2	28	/	12000
Sloj 4*	HB, preperela	26	20	30	/	150 000

*Določeno na podlagi rezultatov raziskav na trasi.

3.7 Geomehanski model tal na območju podpornega zidu P-5 do P-7

Obravnavan podporni zid se nahaja na območju profilov P-5 do P-7. Konstrukcija bo premoščala višinsko razliko med obstoječim terenom in hodnikom za pešce. Na območju izvedbe konstrukcije se trenutno nahaja brežina v ocenjenem naklonu 1:1, ki je nestabilna saj je iz morfologije brežine razvidno, da so se v preteklosti izvajali plitvi pripovršinski zdrsi v smeri obstoječe ceste.

Na območju izvedbe brežine se v zatečenem stanju v pripovršinskem sloju nahaja nasip (NA2). Debelina nasipa na podlagi izvedenih preiskav znaša do 2,4 m, pod nasipom so med stacionažami P4-P6 odloženi zbiti zaglinjeni peski v debelini do 7 m. Pod njimi se nahaja zaglinjen grušč. Med stacionažami P6-P8 se pod nasipom (NA2) nahaja hribinska podlaga grajena iz tektonsko pretrtega in preperelega laporovca z ohranjeno strukturo kamnine.

Preglednica 16: Preglednica karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov - OK od P5-P7

SLOJ	OPIS	Prostorninska teža [kN/m ³]	Kohezija [kPa]	Strižni kot [°]	Nedrenirana strižna trdnost [kPa]	Eoed [kPa]
Sloj 1	NA2– nasip, organska in pusta glina	19	3	24	50	6 000
Sloj 2	Zaglinjen pesek, srednje gost	19	2	30	-	12 000
Sloj 3	GC, srednje gost	21	2	28	-	24 000
Sloj 4	Lapor, preperel	26	20	30	-	80 000

4 Geomehanski izračuni in smernice za izvedbo trase in prepustov

Rezultati, s komentarji analiz in usmeritvami glede gradnje objektov so predstavljeni v prilogi P.7. Geomehanski izračuni.

Na podlagi izvedenih izračunov, je za prepuste ugotovljeno, da bo zadoščala zamenjava temeljnih tal pod prepusti v debelini tamponske blazine 0,5 m.

Rang računskih posedkov prepustov je do 7,2 cm pri tem, da se razširitveni del vseh prepustov posede bolj od obstoječega dela tal. En del posedkov se bo izvršil med gradnjo, drugi pa tudi po njej, prav tako se bodo vršili posedki okoliškega nasipa, zato svetujemo, da se s finalno izvedbo asfaltnih plasti počaka, da se izvršijo predvidene deformacije.

Moduli reakcije tal za prepuste so podrobneje opisani v P.7. in znašajo:

- Šujica od 1800 do 2600 kN/m
- Vodni jarek od 1600 do 2400 kN/m
- Bukalški graben od 2500 do 13300 kN/m

Za potrebe izvedbe oporne konstrukcije je bila izvedena povratna analiza za določitev strižnega kota obstoječega terena. Ta znaša $\varphi=28^\circ$. Nato je bila izvedena globalna stabilnost končne konstrukcije kamnite zložbe po PP3 (brez in z upoštevanjem potresne obtežbe). Varnostna faktorja zadoščata zahtevani končni varnosti $FS \geq 1.0$.

Za potrebe izvedbe konstrukcije je potrebno izvesti vkop z največjo višino do 5,5 m. Naklon začasnega vkopa je 3:1. Izkop in kamnito zložbo je potrebno izdelati po kampadah, največje širine 6 m.

Glede izvedbe trase pa velja sledeče:

- Območja vkopov se izvedejo v naklonu 2:3
- Na območju razširitve ceste, kjer se pojavljajo plasti glinenega materiala je potrebna položitev ločilnega geosintetika na raščena tla, s predhodno zamenjavo organske plasti
- Na podlagi izračunov bodo posedki nasipa med gradnjo znašali do 4 cm, po končani gradnji zaradi obremenitve ceste pa še dodatnih do 3 cm. Posedki se bodo vršili sproti z gradnjo.
- Vgradnja dokončne plasti asfaltne površine naj se izvede po dokončni izgradnji vseh faz prepustov in nasipov zato da se pred izvedbo končne plasti asfalta izvršijo predvideni posedki do katerih bo prišlo med posameznimi fazami gradnje.

4.1 Geotehnični monitoring

Med izvedbo izkopov, začasnih platojev, kamnite zložbe in prepustov je obvezna geodetska, geomehanska in kontrolna spremljava. Predlaga se naslednje meritve:

- geodetske meritve zakoličbe zložbe in prepustov ter spremljava premikov med gradnjo;
- stalna geotehnična spremljava izvedbe začasnih izkopov in delovnih platojev ter sestave temeljnih tal na območju zložbe, prepustov in trase.

Merske točke za čas gradnje na prepustih in zložbi oziroma na terenu ter pogostost meritev predpiše projektant. Med gradnjo se to lahko spremeni glede na napredovanje del po navodilih geomehanskega nadzora.

V primeru, da se med dvema meritvama izmeri nenadne večje premike, je potrebno obvezno obvestiti projektantski nadzor.

5 Zaključek

V sklopu priprave geološko – geomehanskega poročila smo za potrebe projektiranja; PZI rekonstrukcije ceste R2-407/1145 od km 7,050 do 9,100 in nadomestne gradnje treh objektov v km 7,850 (LJ 5057), 7920 in 8,490 pri Horjulu izvedli geološko – geomehanske raziskave, podali geološko – geomehanske razmere, nosilnosti raščnih tal, oceno posedkov ter geomehanska navodila za izvedbo trase in objektov.

Na podlagi navedenega ugotavljamo naslednje:

- Območja vkopov se izvedejo v naklonu 2:3
- Na območju razširitve ceste, kjer se pojavljajo plasti glinenega materiala je potrebna položitev ločilnega geosintetika na raščena tla, s predhodno zamenjavo organske plasti
- Na podlagi izračunov bodo posedki nasipa med gradnjo znašali do 4 cm, po končani gradnji zaradi obremenitve ceste pa še dodatnih do 3 cm. Posedki se bodo vršili sproti z gradnjo.
- Vgradnja dokončne plasti asfaltne površine naj se izvede po dokončni izgradnji vseh faz prepustov in nasipov zato da se pred izvedbo končne plasti asfalta izvršijo predvideni posedki do katerih bo prišlo med posameznimi fazami gradnje.
- Začasni vkop za oporno konstrukcijo oz. kamnito zložbo bo izveden v naklonu 3:1.