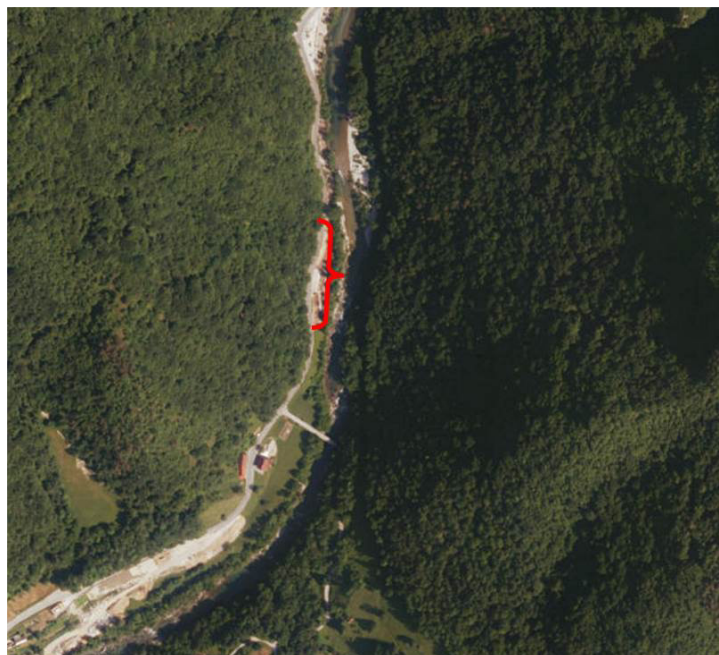


E/1.3	TEHNIČNO POROČILO
--------------	--------------------------

1087		004.0301	T.1.1	
-------------	--	-----------------	--------------	--

1. SPLOŠNO

Investitor Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo je naročil izdelavo projektne dokumentacije za izdelavo PZI: Sanacija usada na cesti G2-102/1087 Dolenja Trebuša – Želin (II. odsek) od km 5+600 do km 5+700. Na obravnavanem odseku ceste je bila v septembru 2019 izvedena rekonstrukcija, na lokaciji obravnavanega usada z dograditvijo nasipa. Že po nekaj mesecih so bili opaženi posedki vozišča ter polkrožna razpoka na asfaltu ki je nakazovala na pojav nestabilnosti. Zgornji odlomni rob poteka cca. 2,0 m od roba levega vozišča v smeri naraščanja stacionaž. Vplivno območje plazine vpliva praktično na celotno vozišče. Dolžina poškodovanega vozišča je cca 32, dolžina potrebne sanacije pa 65 m. Na sami lokaciji je tudi pod cesto opaziti vidne morfološke oblike terena, ki kažejo na plazenje materiala.



Slika 1: Približna lokacija usada v profilih P284 do 286 (vir: Atlas okolja).



Slika 2: Pogled na usad, odlomni robo plazu na cestišču (23.1.2020)



Slika 3: Stanje na dan 24.3. nova preplastitev je v dobrem mesecu dni ponovno počila (označeno s sprejem)

Skladno z naročilom smo na lokaciji plazju izvedli dve sondažni vrtini dolžin 11,7 in 7,0 m, ki smo ju opremili z inklinometri. Območje plazju in okolica sta bili ustrezno geološko geotehnično pregledana in dokumentirana. Odvzeti so bili 4 vzorci za laboratorijske geomehanske raziskave. Na podlagi rezultatov je bila narejena presoja stabilnosti v enem karakterističnem profilu in izdelano predmetno geološko geotehnično poročilo, ki obsega interpretacijo raziskav, karakteristike tal in podaja geotehnične pogoje za sanacijo plazju in stabiliziranje brežin.

Za obravnavano območje je bil izdelan geodetski posnetek, na katerem so prikazane lokacije terenskih raziskav ter inženirsko-geološka karta. Sestava tal je prikazana na enem prečnem prerezu .

2. OPIS IZVEDENE REKONSTRUKCIJE CESTE

Rekonstrukcija ceste je bila izvedena na osnovi PZI projektne dokumentacije katero je izdelal Proniz d.o.o. št projekta C-205/11-PZI-1. Za potrebe rekonstrukcije je bil izdelan GG elaborat št C-205/11-PZI-2004200/2, oktober 2012, dopolnjeno marec 2013, izdelovalec GI ZRMK. Povzemamo podane pogoje za izvedbo nasipov in priprave temeljnih tal:

T.1.1.5.2 Pogoji izvedbe nasipov

Proste nasipne brežine (izven podpornih zidov) bodo dosegale višine do ca 5 m in v povprečju ne več kot 2 – 3 m. Nasipi bodo grajeni z lokalnim izkopnim materialom in delno s pripeljanim kamnolomniškim kamnitim materialom ter se jih utrdi v naklon 1:1,5. Nove površine nasipov se takoj humusira in zatravi.

Visoki nasipi bodo izven podpornih zidov lokalno nalegali na ravnine in za njihovo utrditev ter zaščito niso potrebni posebni ukrepi. Na odsekih, kjer se peta novega nasipa približa robu sedanjega platoja ter s tem prehodu v spodnjo brežino ali mestoma sega na prevoj pobočja, se tla v širini do 2 m poglobi in utrdi v globino ca 1 m. S tem bodo zamenjani sedaj rahlo odloženi nehomogeni materiali bankine in deponij. Povsod, kjer se peta nasipa ujame na prehod platoja v pobočje proti Idrijci, se vznožje nasipa zavaruje s protierozijsko kamnito zaščito. Na prehodih preko sedanjega nasipa ali preko naravno nagnjenega pobočja se podlago ustrezno stopniči.

Izven tlorisa sedanje ceste se debelino humusa upošteva v iznosu do 30 cm. Gruščenatemu humusu se pred odzidom primeša na mestu zdrobljeno vejevje, grmovje in drevesne panje.

Vse lokacije potrebnega podpiranja nasipov so tudi dogovorjene s projektantom. V primeru, da predlagani nasipi prostorsko niso izvedljivi (odkup zemljišč), bo potrebno na posameznih odsekih določiti nove podporne ukrepe.

T.1.1.5.3 Priprava temeljnih tal

Temeljna tla vkopov in nizkih nasipov bodo oblikovana v mešanih kamnitih materialih sedanje ceste, materialih kamnitih nasipov in v različno glinastih in gručnatih materialih rahlih nasutij ter v kamninah različne kvalitete.

Zaradi prevladujoče gručnate, kamnite in prodnate sestave temeljnih tal na pretežnem delu stacionaže vgradnjo ločilnega geosintetika pod prvo plast nasipa, oziroma pod posteljico nizke nivelete ne predvidevamo. Temeljna tla se zgolj mehansko utrdi in nadgradi s posteljico, oziroma s prvo plastjo nasipa.

Ločilni geosintetik bi načeloma bil smislen le pod ozkimi pasovi nasipa, ki nalega na ravnino nad Idrijco. Na stopničeni osnovi bodo temeljna tla gručnata ali prodnata in tam geotekstilija ni potrebna. Ob delih v mokrem obdobju je vgradnja ločilnega sloja smiselna in takrat se za geosintetik upošteva sledeče:

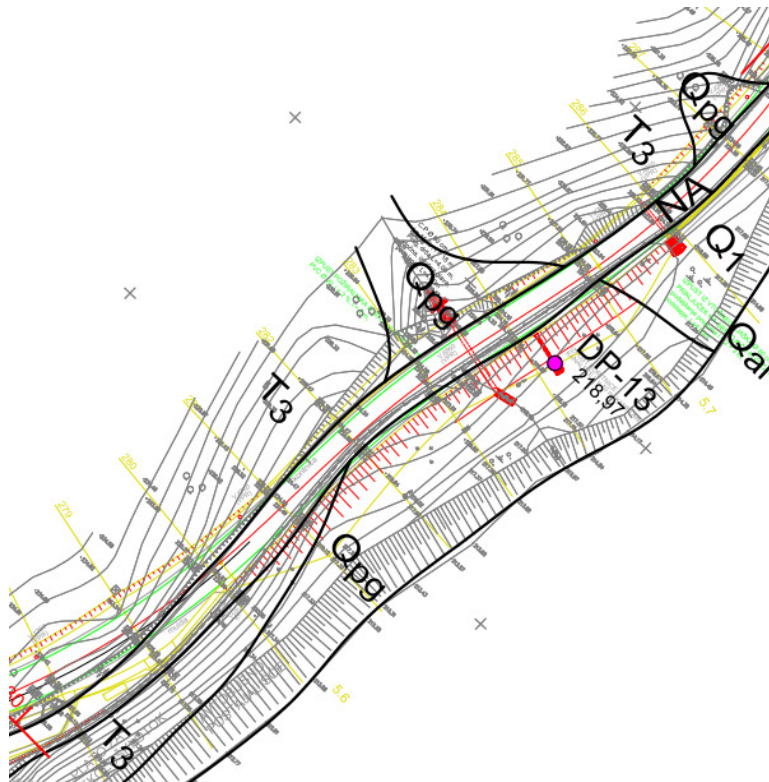
- **nosilnost temeljnih tal:** razred S₁ (majhna do srednja nosilnost) → CBR = 2 – 3 %, E_{v2} = 10 – 20 MPa
- **nasipni material:** razred B (materiali z ostrorobimi zrni premera < 150 mm)
- **prometna obremenitev v času gradnje:** > 500 MN
- **minimalna natezna trdnost:** T_{min} = 14 kN/m
- **minimalni raztezek:** ε_{min} ≥ 30 %
- **odpornost na preboj:** O_d < 30 mm, oziroma statični prebodni preizkus F_p > 2000 N
- **minimalna debelina nasipne plasti:** h = 40 cm

Pri nizki niveleti (vkopi manj kot ca 0,5 m pod nehribinskim in nekamnitim terenom in nasipi z višino manj kot ca 1 m nad sedanjimi površinami) se vgradi posteljico debeline ca 50 cm, oziroma se s poglobitvami temeljnih tal doseže, da bo potrebna kamnita cestna konstrukcija visoka vsaj 0,8 – 1,0 m.

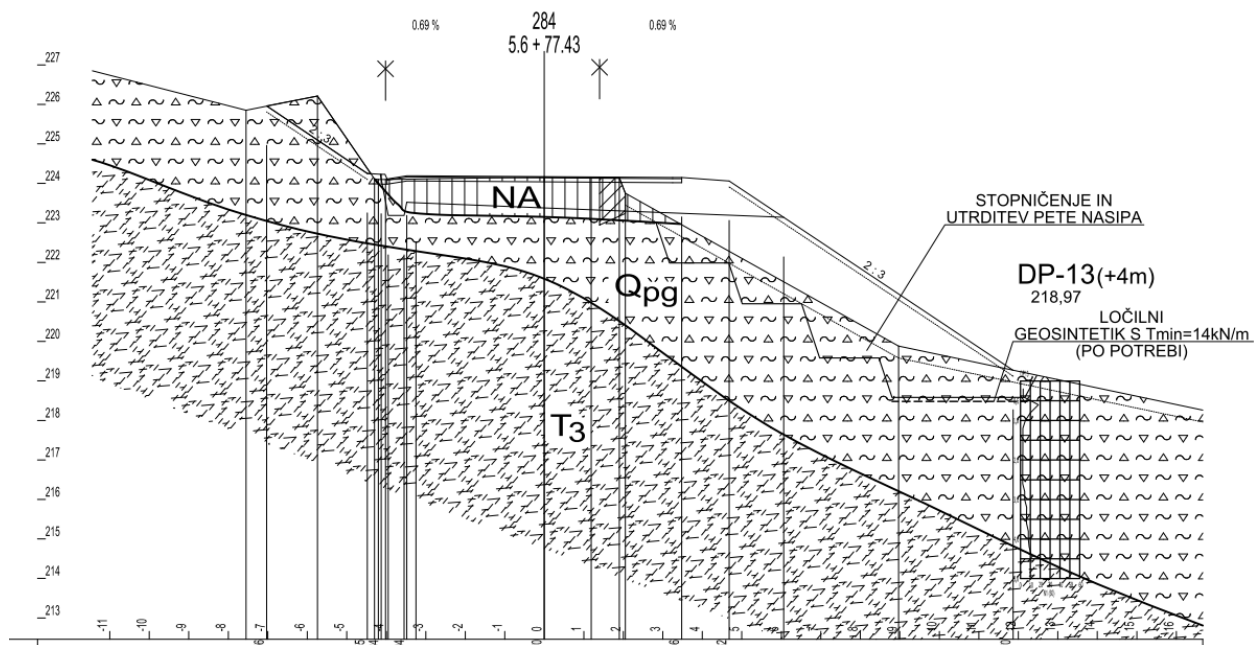
Povsod, kjer nasipi in njihove Pete nalegajo na neutrjene robove terena v smeri spusta proti Idrijci, se izvede ca 2 m široke in ca 1 m globoke zaseke za zamenjavo tal, ob primeru, ko nasip seže čez plato na brežino proti reki, se podlago primerno stopniči, peto pa se vkoplje 1 m pod terenom.

Na obravnavani lokaciji med P284 in P285 so bile v območju predvidene Pete nasipa izvedena meritve s težkim dinamičnim penetrometrom DPSH – DP-13. Na podlagi meritev je bil izdelan prečni geološki profil s predvidenim stopničenjem ter utrditvijo Pete nasipa. Ukrepi so bili med

gradnjo izveden, dodatno so bila predlagana in izvedena še kamnita rebra za izpuste vode iz pete nasipa v Idrijco.



Slika 4: Izsek iz geološke situacije z vrisano lokacijo DP-13



Slika 5: Prečni geološki profil P284

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
 Dimičeva 12, 1000 LJUBLJANA

Dolenja Trebuša - Želin

Naročnik:	Družba RS za ceste	Oprema:	Pagani TG 63-100	En. faktor - Er:	73% (k60=1,22)	Y:	415274.00	2/2
Objekt:	GZ-106/1037 D. Trebuša - Želin	Bat:	63,5kg, 0,75 m	Spec. delo/ud:	2236 J/cm ²	X:	106400.00	Nivo PV:
Preiskava:	M. Kromar, M. Kancičar	Drogovje:	Φ=32mm, 6,4kg/m	Sonda:	DP-13	Z:	218,97	ni
Obdelal:	M. U. Pavlič, IZS RG0129	Konica:	20cm ² /90°	Datum:	december, 2011			

globina	N _{20ss}	rd	qd	N	γ [kN/m ³]	σ [kN/m ²]	N ₆₀	Id [%]	φ' [°]	qu [kPa]	cs [kPa]	E [Mpa]	AC	gost/kons
-0.20	1.00	0.85	0.83	1.50	19.60	1.92	3.59	18.43	28.25			5.22	GM	RA
-0.40	1.00	0.85	0.81	1.50	19.60	3.84	3.52	18.20	28.23			5.18	GM	RA
-0.60	7.00	5.97	5.60	10.50	19.60	5.76	24.20	64.52	35.94			16.49	GM	SGO
-0.80	4.00	3.41	3.14	6.00	19.60	7.68	13.58	46.10	32.24			9.71	GM	SGO
-1.00	2.00	1.71	1.54	3.00	19.60	9.60	6.67	28.25	29.54			6.60	GM	RA
-1.20	1.00	0.85	0.76	1.50	19.60	11.52	3.28	17.35	28.12			5.07	GM	RA
-1.40	1.00	0.85	0.74	1.50	19.60	13.44	3.22	17.16	28.10			5.05	GM	RA
-1.60	1.00	0.85	0.73	1.50	19.60	15.36	3.16	16.97	28.07			5.02	GM	RA
-1.80	1.00	0.85	0.72	1.50	19.60	17.28	3.11	16.79	28.05			5.00	GM	RA
-2.00	1.00	0.85	0.71	1.50	19.60	19.20	3.06	16.61	28.03			4.98	GM	RA
-2.20	1.00	0.85	0.70	1.50	19.60	21.12	3.01	16.44	28.01			4.96	GM	RA
-2.40	1.00	0.85	0.69	1.50	19.60	23.04	2.96	16.28	27.99			4.93	GM	ZRA
-2.60	1.00	0.85	0.68	1.50	19.60	24.96	2.92	16.11	27.97			4.91	GM	ZRA
-2.80	2.00	1.71	1.33	3.00	19.60	26.88	5.74	25.44	29.16			6.19	GM	RA
-3.00	2.00	1.71	1.31	3.00	19.60	28.80	5.66	25.16	29.12			6.15	GM	RA
-3.20	3.00	2.56	1.94	4.50	19.60	30.72	8.36	33.13	30.22			7.36	GM	SGO
-3.40	3.00	2.56	1.91	4.50	19.60	32.64	8.24	32.79	30.17			7.31	GM	SGO
-3.60	3.00	2.56	1.88	4.50	19.60	34.56	8.12	32.46	30.12			7.25	GM	SGO
-3.80	4.00	3.41	2.47	6.00	19.60	36.48	10.67	39.25	31.13			8.40	GM	SGO
-4.00	4.00	3.41	2.44	6.00	19.60	38.40	10.52	38.87	31.08			8.33	GM	SGO
-4.20	4.00	3.41	2.41	6.00	19.60	40.32	10.37	38.50	31.02			8.89	GM	SGO
-4.40	5.00	4.26	2.97	7.50	19.60	42.24	12.79	44.33	31.95			10.12	GM	SGO
-4.60	68.00	57.98	39.79	0.00	19.60	44.16	0.00					0.00	GM	

Slika 6: Rezultati meritev DP-13. Pod krovno rahlo plastjo 0-40cm (verjetno humus in melj) se nahaja kompaktnjša (verjetno gruščnata) plast 40-60cm nato pa do globine rahla do zelo rahla plast zemljine z ocenjenim razmeroma nizkim strižnim kotom. Hribinska osnova se nahaja na globini 4,60m

Ob pregledu tal za peto nasipa je bilo ugotovljeno da temeljna tla tvori peščen melj in meljast pesek E_{vd} med 5 in 10MPa. Zaradi projektne zahteve ter zaradi razmeroma slabo nosilni tal je bila izvedena kamnita pete širine 2m in globine 1m, vgradnjo ločinega geosintetika ter izvedbo kamnitih reber za zagotavljanje odvodnje kamnitih pet v smeri Idrije.



Slika 7: Temeljna tla v P284 pred izvedbo poglobitve za kamnito peto.



Slika 8: Kamnito rebro za potrebe odvodnje kamnite pete



Slika 9: Gradnja priključnega nasipa v P 284. Uporabljal se je dobro skeleten dolomitni grušč. Izvajalo se je stopničenje v obsegu kolikor ga je dopuščala gradnja pod prometom

3. TERENSKE RAZISKAVE

3.1 Geomehanske vrtnine

Vrtalna dela so obsegala izdelavo dveh sondažnih vrtin skupne globine 18,7 m s spremljajočimi raziskavami med vrtanjem (SPT, meritev nivoja vode). Dela so bila izvedena v februarju 2020 (10. – 11.2.2020), izvajalec geomehanskega vrtanja je bilo podjetje ROVS d.o.o..

Vrtanje je potekalo rotacijsko, na suho, s 100%-nim jedrovanjem. Med vrtanjem so se v nekoherentnih zemljinah in hribini izvajali standardni dinamični testi (SPT). Med vrtanjem je bil merjen nivo talne vode. Jedro je bilo popisano, klasificirano po AC in fotografirano. Geotehnični profili vrtin z rezultati spremljajočih raziskav in fotodokumentacije jedra so prikazani na prilogah 1.1 do 1.6. Osnovni podatki o vrtinah so podani v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Podatki o sondažnih vrtinah (koordinate v sistemu GK)

Oznaka vrtine	Globina vrtine	Y	X	Z
V-1	11,7 m	415272	106421	224,3 m
V-2	7 m	415283	106418	217,7 m

Standardni penetracijski test (SPT)

Za oceno trdnostnih in deformacijskih parametrov nekoherentnih in koherentnih zemljin ter penetrabilnosti hribine sta bila v vsaki vrtini izvedena po dva standardna penetracijska testa (v nadaljevanju SPT), skupaj 4 testi. Izmerjeno vrednost N smo korigirali v skladu s standardom SIST EN 1997-2:2007. Upoštevana je dolžina zunanega drogova $d = 1,5$ m. Energijski faktor vrtalne garniture je $ER_r/60 = 0,94$. Rezultati in interpretacija so zbrani v preglednicah 2 in 3.

Preglednica 2: Interpretacija SPT preizkusov

Vrtina	Globina z	Klasifikacija	N	σ_v'	$L = z + d$	λ	c_N	N_{60}	$(N_1)_{60}$
	m		št. ud.	kPa	m			št. ud.	št. ud.
V-1	2,0	GC	10	40	3,5	0,75	1,43	9,40	10,07
V-1	4,0	GC	18	80	5,5	0,85	1,11	16,92	15,98
V-2	2,0	SM/ML	4	39,3	3,5	0,75	1,25	3,76	7,70
V-2	4,0	SM/ML	6	56,3	5,5	0,85	1,17	5,64	9,00

Preglednica 3: Trdnostni in deformacijski parametri nekoherentnih zemljin

Vrtina	Globina	Klasifikacija	$(N_1)_{60}$	D_r (Skempton)	ϕ (Skempton)	M_v (Begemann)
	m		št. ud. / 30 cm	%	°	kPa
V-1	2	GC	10,07	38,7	30,7	19286
V-1	4	GC	15,98	49,1	32,8	15976
V-2	2	ML/SM	7,70	33,8	29,9	4109
V-2	4	ML/SM	9,00	36,8	30,4	4500

Meritve nivoja podzemne vode

Vodo med vrtanjem je bila zabeležena v obeh vrtinah. V vrtini V-1 smo vodo zabeležili na globini 9,7 m in v vrtini V-2 na globini 2,0 m, kar ustreza nivoju Idrijce. Meritve vode smo opravili tudi ob meritvah inklinometrov.

Nivo vode v V-1 je bil - 8,4 m (26.2.2020) in -10,5 m (24.3.2020) merjeno od terena.

Nivo vode v V-2 je bil - 2,36 m (26.2.2020) in -2,59 m (24.3.2020) merjeno od terena.

Meritve z ročnim penetrometrom

Koherentne zemljine so bile merjene z ročnim penetrimetrom. Večinoma so se glinene in zaglinjene plasti pojavljale v lahki do srednje gnetni konsistenci, v vrtini V-2 se je mestoma pojavljala v peščenim meljih do zameljenih peskih tudi glina židke konsistence.

4. INKLINOMETRSKE MERITVE

Po programu so bile predvidene 4 meritve inklinometrov. Ničelna ter še 3 meritve. Ničelno meritev smo izvedli 14 dni po vgradnji inklinometrov, Vse ostale pa v razmaku na en mesec. Zadnja meritev je bila izvedena 29.5.2020.

Pri meritvi spuščamo inklinometriško sondo v vrtino oz. v inklinometersko cev po dveh utorih, ki sta med seboj pravokotna, kar nam omogoči, da je posledično tudi sonda orientirana kot želimo oz. v določeno smer. Inklinometerske cevi (enega od utorov v cevi A+) vedno vgradimo v smeri pričakovanega premika.

Sonda vsebuje dva zelo občutljiva merilnika gravitacijskega pospeška, katerih osi sta prav tako obrnjeni za 90°, in merita inklinacijo v dveh pravokotnih smereh. Meritev se izvede oz. sonda zabeleži podatke na vsakih 0,5 m globine v smeri A (za A+ smer smo v vseh štirih vrtinah izbrali usmerjenost po pobočju navzdol), in ponovno v smeri A-. Zabeleži se nagib, ki se naknadno pretvori v zamik. Na tak način lahko nato iz vsake naslednje meritve in posledične razlike, izračunamo horizontalni zmik po vertikali, ki nam lahko kaže na drsine in podobno. Rezultati horizontalnih pomikov v osi A in v osi B v odvisnosti od globine, so prikazani v prilogi 3. Merilna napaka instrumenta znaša $\pm 0,2$ mm/odčitek.

V preglednici 4 so prikazani podatki o inklinometriških vrtinah, kot so oznaka, koordinate, globina in azimut osi A+. V preglednici 4 so podani splošni podatki o inklinometriških vrtinah

Preglednica 4: Splošni podatki o inklinometriških vrtinah

Oznaka inklinometra	Dolžina inklinometra	Y	X	Azimut osi A+ [°]
V-1	12,0	415272	106421	100°
V-2	6,5	415283	106418	95°

Preglednica 5: Podatki o nivoju vode v inklinometriških vrtinah

	V-1	V-2
26.2.2020	-8,62 m	-2,77 m
24.3.2020	-10,5 m	-3,0 m
29.4.2020	-10,62 m	-3,07 m
29.5.2020	-10,45 m	-2,93 m

4.1 Rezultati meritev

- V-1

Po prvi meritvi smo zabeležili kumulativni premik za 3 mm v smeri A. Premiki v smeri B so do -1,5 mm. Nakazuje se ena drsina in to na globini okoli -9,5 m. Zaradi kratkega termina spremljanja inklinometra smo zabeležili samo en premik. Druga in tretja meritev sta bili praktično identični.

- V-2

Po prvi meritvi smo zabeležili kumulativni premik za 5 mm v smeri A. Premiki v smeri B so zanemarljivi. V drugi in tretji meritvi pa teh pomikov ni bilo več. To si razlagamo, da so za pomik, najverjetneje krivi pritiski zalednih voda. V tem inklinometru najverjetneje ni drsine, oz. je le ta plitvo.

5. LABORATORIJSKE PREISKAVE

V geomehanskem laboratoriju IGMAT d.d. sta bila preiskana dva vzorca zemljin. Klasifikacija vzorcev je pokazala sledeče:

Cestni nasip:

- V-1 (globina 2,1 – 2,5 m) – zameljen prod/gruč
- Količnik zrnivosti: 105,4
- Količnik ukrivljenosti: 5,3
- Delež finih zrn: 7,4%

V-1, globina 7,70 – 7,90 m, visoko plastičen melj MH srednje gnetne konsistence (SiH):

- naravna vlaga $w = 50,2 \%$,
- meja židkosti $w_L = 58,5 \%$,
- meja plastičnosti $w_p = 20,5 \%$,
- indeks plastičnosti $I_p = 38,0 \%$,
- indeks konsistence $I_c = 0,4$,
- naravna gostota $\rho = 1,610 \text{ t/m}^3$,
- suha gostota $\rho_s = 1,072 \text{ t/m}^3$,
- drenirana strižna preiskava: kohezija $c = 16 \text{ kPa}$, strižni kot $\varphi = 33^\circ$,
- Modul elastičnosti 1190 kPa (100 kPa), 2355 kPa (200 kPa), 3491 (400 kPa)

Potek preiskav in rezultati so zbrani na prilogah 3.1 do 3.4.

6. GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI OPIS TERENA

Na sliki 3 prilagamo izsek iz Osnovne geološke karte, list Tolmin in Videm z označeno obravnavano mikrolokacijo in povzemamo sestavo širšega področja po pripadajočem tolmaču OGK.



Slika 10: Izsek iz OGK, list Tolmin in Videm z označeno lokacijo (ni v merilu).

Obravnavano območje pokrivajo zgornje triasne kamnine masivnega debeložrnatega dolomita in masivnega apnenca ($1T_3^1$). Prav tako pa se zaradi Idrijce tukaj nahajajo tudi aluvialni sedimenti v obliki glinastih, zameljenih peskov oz. peščenih meljev in glin.

Obravnavani odsek ceste poteka preko pobočja v približnem naklonu 30° . Na levi strani (gledano v smeri naraščanja stacionaž) je vkop v brežino, na desni proti Idrijci pa je nasutje. V preteklosti je bila to najverjetneje kolovozna pot, ki je bila nasuta, cesto so nato rekonstruirali in razširili in izvedli s stopničenjem. Kljub zadnji, po pravilih, izvedeni fazi dograditve, pa je najverjetneje zaradi povečane obtežbe (razširjen nasip), vseeno prišlo do splazitve.

Z izvedenimi sondažnimi vrtinami smo ugotovili sestavo tal. Vrtini sta bili postavljeni na način, da smo v največji možni meri zaobjeli usad. Vrtina V-1 je bila izvedena na zunanjem robu ceste na bankini, vrtina V-2 pa na izravnavi pod cesto in brežino nad Idrijco. Vrtino V-1 sestavlja 6,0 m nasipa, ki je sestavljen iz rahlega do srednje gostega slabo zrnatega in meljastega grušča in glinastega grušča (GM/GC). V nasipu smo zasledili tudi možne drsine na globini 2,0 m in 4,0 – 4,5 m globine. Pod nasipom se nato nahaja 60 cm zaglinjenih gruščev, ki prehajajo v lahko do srednje gnetno glino (GC/CH). Od globine 6,6 m dalje nato sledimo meljno do peščeno glino in melj srednje gnetne konsistence (CH/MH), ki je najverjetneje posledica poplavljanja Idrijce. Pod tem na globini 10,8 m sledi dolomitna podlaga.

V vrtini V-2 pa pod tanko plastjo melja z organskimi ostanki sledimo do globine 1,5 m zameljen peščen grušč (GM), ki je najverjetneje nasutje od urejanja brežin, pod tem sledi 5,3 m debela plast poplavnih sedimentov Idrijce, ki jih sestavljajo menjajoče se plasti peščenega melja do rahlega zameljenega peska z glino do meljno glino (MH/SM), ki je mestoma tudi židka. Vmes se pojavljajo tudi do 5 cm debele plasti organskih snovi, ki so posledica poplav. Od 6,8 m dalje smo prišli v preperelo podlago dolomita.

Obe vrtini sta se opremili kot inklinometra.

Podtalnica je bila ugotovljena v obeh vrtinah, približno na nivoju Idrijce. V vrtini V-1 na 9,7 m in v vrtini V-2 na 2,0 m globine. Globina podzemne vode je bila pomerjena tudi pri ničelni inklinometriški meritvi in je bila zabeležena v vrtini V-1 na 8,62 m in v vrtini V-2 na 2,77 m. Ta globina vode je bila upoštevana tudi pri računanju stabilnosti in v geološkem prečnem profilu.

Na pobočju je na obravnavanem območju ena večja grapa, ki je kanalizirana, vendar zaradi večjih debelin pobočnega grušča, voda prej ponikne in teče skozi ter pod nasip. Predlagamo, da se grapo obloži čim višje in s tem v večji meri zajeti vodo.

Glede na inklinometriške meritve ugotavljamo, da ima zaledna voda velik vpliv na mehanizem plaz.



Slika 4: Pogled na usad in odlomni rob na cesti.

Preglednica 7: Fizikalne karakteristike zemljin

Opis	Prostorninska teža	Strižni kot	Kohezija	Modul stisljivosti
	kN/m ³	°	kPa	kPa
Umetni nasip (cestni)	21,0	34 – 36	0	20.000 – 30.000
Umetni nasip (GP/GM/GC)	21,0	30 – 32	0– 1	7500 – 12000
Umetni nasip - dograjen	20,0	30 – 32	0– 1	7500 – 12000
Nasip Idrijce (GM/MH)	20,0	28 – 30	0 – 1	4500 – 7000
CH/MH/SM	18,5 – 19,5	27 – 33	1 – 6	1500 – 5500
Židka glina	17,5 – 18,5	20 - 22	1 - 3	500 - 1500
Dolomit	24 - 25	45–50	50 – 100	200000 – 500000

7. STABILNOSTNE ANALIZE

Stabilnostne analize smo izdelali s programom Slide 6.0.

S povratno stabilnostno analizo stanja ob zdrsuh so določene strižne karakteristike materiala, pri katerih je računski faktor varnosti $\gamma_R \approx 1,0$. Karakteristike zemljin niso reducirane ($\gamma_\phi = \gamma_c = 1,0$). Analizi smo naredili v profilu P-285 (preko vrtine V-1 in V-2). Potek profila je prikazan na situaciji (G.1)

Analizi je narejena tudi na podlagi rezultatov inklinometriških meritev. Plazina poteka v plasti CH/MH/SM ter plasti židke gline, ki je na meji prehoda v nepreperelo hribino. Temu pritruje tudi nezadosten faktor varnosti (poligonalna) $F=0,971$. Pri tem so prikazali še nekaj preostalih drsin s faktorjem varnosti blizu 1,000.

V povratni analizih uporabljene karakteristike so podane v preglednici 8.

Preglednica 8: Fizikalne karakteristike zemljin v povratnih analizah

Opis	Prostorninska teža	Strižni kot	Kohezija
	kN/m ³	°	kPa
Umetni nasip (cestni)	21,0	34	0
Umetni nasip (GP/GM/GC)	21,0	31	0
Umetni nasip - dograjen	20,0	30	0
Nasip Idrijce (GM/MH)	20,0	28	0
CH/MH/SM	19	29	1
Židka glina	18	20	1
Dolomit	24	50	45

Rezultat izračunov je prikazan na prilogi 5.1 – 5.2, kjer je glavna drsina označena prav tako pa so prikazane tudi vse drsine z nezadostnim faktorjem varnosti $\gamma_R < 1,25$. Vrednost faktorja varnosti aktivne drsine oz. drsine po kateri je že splazelo.

8. GEOTEHNIČNI POGOJI ZA IZVEDBO IN SANACIJO PLAZU

8.1 Opis obstoječega stanja

Regionalna cesta G2-102/1087 Dolenja Trebuša – Želin na odseku v km 5+600 do km 5+700km poteka urezana v pobočje na eni strani in na nasipu na drugi strani. Na območju so bile pred preplastitvijo vidne poškodbe vozišča oz. odlomni rob usada. Nastala je vidna razpoka (odlomni rob), kljub novi voziščni konstrukciji. Lepo se je nakazal usad, kar je prikazano tudi na slikah 2 in 4.

Odlomni rob se je pojavil cca. 2,0 m od levega roba cestišča. Vplivno območje plazine vpliva praktično na celotno vozišče, območje plazine obsega tako cca. 32 m dolžine vozišča. Na sami lokaciji je tudi pod cesto opaziti vidne morfološke oblike terena, ki kažejo na plazenje materiala.

Izrivni rob se nakazuje na dnu umetnega nasipa. Vendar je to le ena od drsin. Glavna drsina poteka globlje na meji med hribino in nanosi Idrijce.

8.2 Predlog sanacije plazu

Za sanacijo plazu predlagamo izvedbo oporne konstrukcije – pilotna stena na brežini pod cesto. Pilotna stena mora biti vpeta v plast dolomita, ki se prične na cca 10,5 m. Dolžina sanacije bo cca. 65 m in jo je potrebno projektno obdelati. V statični analizi se upoštevajo trdnostno deformacijski parametri, podani v preglednicah 7 in 8. Po končani izvedbi pilotne stene bo potrebno ublažiti naklon brežine med pilotno steno ter Idrijco.

8.3 Izvedba izkopov in zasipov

Izkop za delovni plato za izvedbo pilotov bo delno izveden v asfaltu (debelina 0,8 do 1,1 m) in delno v nasipu. Začasni izkopi se izvedejo v naklonu do 2:3, pri bolj strmih brežinah pa je potrebno izkop zavarovati – npr. mreža in torkret beton.

Izkopi se bodo večinoma izvajali v 3. kategoriji zemljine (nasip, glina, grušč).

Zasipni klin grede se izvede iz nekoherentnega materiala (GW, GP) granulacije 0/125 mm, ki se utrdi po plasteh debeline 30 – 40 cm.

8.4 Sanacija ceste

Po končani izvedbi pilotne stene se pristopi k sanaciji ceste. Vozišče na območju plazu se izvede skladno z elaboratom dimenzioniranja voziščne konstrukcije, ki je bil izdelan v sklopu projekta obnove celotnega odseka.

9. ZAKLJUČEK

Investitor Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo je naročil izdelavo projektne dokumentacije za izdelavo PZI: Sanacija usada na cesti G2-102/1087 Dolenja Trebuša – Želin (II. odsek) od km 5+600 do km 5+700. Že nekaj mesecev po izvedeni rekonstrukciji ceste ja na območju dograditve nasipa nastal usad s polkrožnim odlomnim robom na vozišču. Zgornji odlomni rob poteka cca. 2,0 m od roba levega vozišča v smeri naraščanja stacionaž. Vplivno območje plazine vpliva praktično na celotno vozišče. Dolžina poškodovanega vozišča je cca 32, dolžina sanacije pa 65 m. Na sami lokaciji je tudi pod cesto opaziti vidne morfološke oblike terena, ki kažejo na plazenje materiala.

Glavna cesta na odseku od km 5+600 do km 5+700 poteka v mešanem profilu. Na obravnavanem območju so vidne razpoke na cestišču. Malo pred pričetkom izvedbe raziskav so opravili

preplastitev asfalta. Po dobrem mesecu dni so vidne razpoke v preplastitvi. Aktivna drsina, ki je dokazana z inklinometriškimi meritvami ter povratno analizo je na območju V-1 na globini 9,5 m ter na območju V-2 na globini 5-5,5 m. Izrivni ter odlomni robovi so nakazani tudi na pobočju pod cesto.

Obravnavano območje gradi cestni nasip. Pod nasipom so zemljine, ki jih je nanesla Idrijca. Pod nanosi Idrijce je hribina – zg. triasni dolomit.

Z izvedenimi sondažnimi vrtinami smo ugotovili sestavo tal. Dve vrtini smo izvedli na način, da smo preiskali kritični profil. Prva vrtina je bila izvedena na vrhu cestnega nasipa, druga pa na ravnici pod nasipom. Obe vrtini smo opremili z inklinometriškimi cevmi.

Po izvedenih terenskih, laboratorijskih preiskavah ter inklinometriškimi meritvami ocenjujemo, da aktivna drsina z odlomnim robom na cesti poteka po meji med nanosi Idrijce in hribino.

Za sanacijo plazu predlagamo izvedbo oporne konstrukcije – pilotne stene na brežini pod cesto. Dolžina sanacije bo cca. 65 m in jo je potrebno projektno obdelati.

Predlagamo, da se meritve inklinometrov podaljša za eno leto ter se na tak način pridobi kvalitetnejše podatke o mehanizmu plazine. Meritve naj se izvajajo na 3 mesece z obdobjim poročilom.

Med izvedbo del je potrebna prisotnost geomehanika.

Obdelali:

Julijan Bratun, univ.dipl.inž.geol.

Dr. Mojca Bratun, univ.dipl.inž.geol.

Marko Bebar, inž.grad.

Datum: Maj 2020