

## 1.0 SPLOŠNI DEL

Po naročilu Občine Laško je izdelan elaborat- geotehnično mnenje sanacije zemeljskega usad na JP Trobni dol- Bratec.

### 1.1 Opis obstoječega stanje

Predmetni odsek javne poti poteka v mešanem profilu in prečka dokaj strmo severovzhodno pobočje v rahlem vzponu. Obnova ceste je bila izvedena v letu 2014 in je obsegala izvedbo nove konstrukcije zgornjega ustroja, ureditve odvodnjavanja in zavarovanje ceste in del brežine v desnem dolinskem robu z podporno konstrukcijo izvedeno iz zabitih jeklenih profilov, založenih z lesenimi plodi ter vezna AB gredo preko profilov v dolžini 10.4 m.

V mesecu marcu 2015 so se po daljšem deževnem obdobju v robu cestnega telesa- bankini in brežini pod cesto aktivirale zemeljske mase v obliki manjšega zemeljskega usada. To je imelo za posledico premaknitev izvedene podporne konstrukcije iz vertikalne osi za nekaj decimetrov cca oziroma. Podporna konstrukcija je pretežno premaknjena, odlomi rob pa se nadaljuje še ca 5.0 m nad podporno konstrukcijo v smeri severa. Širina labilnega območja ca 15.5 m in dolžine ca 20 m. Asfaltno vozišče marca 2015 še ni bilo poškodovano. Po ponovnem ogledu marca 2016 pa se je labilno območje razširilo v zaledni del asfaltne cestišča kjer so vidne poškodbe v obliki razpok in poseđenem robu katere zajemajo do 1/2 širine vozišča, nagib podporne konstrukcije pa se povečal.

Zaradi aktivnosti usada in večanja nagiba podporne konstrukcije je prevoznost ceste sicer zagotovljena. Po oceni je podporna konstrukcija na meji porušitve, neravnine v vozišču pa bistveno zmanjšujejo prometna varnost.

## 2.0 TEREŠKA DELA

### 2.1 Opis sondažnih del

Na karakterističnem mestu srednjega zalednega dele izvedene podporne konstrukcije je bila za ugotovitev strukturnega sestava temeljnega polprostora in oceno mehanskih lastnosti zemljin ter hribine s strojno vrtalno garnituro izvrtana ena sondažna vrtina, globine 4.5 m. Sondažna dela so izvedena v mesecu juniju 2015. Jedra so dobljena na suho z vidia kronami premera 128-101 mm.

Na osnovi enostavnih identifikacijskih preizkusov ja na terenu določen strukturni sestav tal z razvrstitvijo zemljin po AC klasifikaciji, rezultati so podani v preglednici:

vrtina V1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0,0-1,5	umetni nasip (lomljenec)	UN
1,5-2,8	peščeni melj, težko gnetne konsistence s peskom in koščki preperelega laporja (rjave barve)	ML
2,8-3,2	preperel lapor ( svetlo sive barve)	
3,2-4,5	lapor ( svetlo sive barve)	

## 2.2 Terenske preiskave in meritve

Gostotni sestav je v sondažnih vrtinah določen na osnovi penetracijskih testov s standardnim dinamičnim penetrometrom (SPT). Skupaj sta bili v sondažni vrtini izvedeni 2 preiskavi.

Za vrednotenje rezultatov Standardnega Penetracijskega Testa je merodajno število udarcev prosto-padajoče uteži (masa uteži: 63,5 kg, višina pada: 76,5 cm) za ugrez standardne konice 30,5 cm. Za vrednotenje penetrabilnosti pa je merodajen ugrez konice v cm za 60 udarcev penetracijskega bata.

Korekcija rezultatov po SIST EN ISO 22476-3:2005.

$(N_1)_{60} = N \cdot K \cdot K_{60} \cdot \lambda \cdot C_N$  ... normalna vrednost korekcije

$(N_1)_{60} / I_D^2 = 60 \Rightarrow I_D = ((N_1)_{60} / 60)^{1/2}$  ..... indeks relativne gostote

- korekcijski faktorji:

$K=0,75$  ... korekcijski faktor pri uporabi konice

$K_{60}=1,32$  ... korekcijski faktor zaradi izgube energije

$\lambda$  .... faktor dolžine drogova;  $\lambda = 0,75$  (3-4 m);  $\lambda = 0,85$  (4-6 m);  $\lambda = 0,95$  (6-10 m)

$C_N$  ... faktor gostote zemljin

Tabela 1: Vrednotenje rezultatov SPT preiskav z upoštevanimi parametri za izračun:

vrtina	globina m	izmerjeni N ud./30 cm	izmerjeni P cm/60ud.	$(N_1)_{60}$	$I_D$ (%)	AC klasifikacija stanje gostote/ penetrabilnost
V1	2,2	10	/	10,2	41	melj z pekrom, rahlo do srednje gosto
	4,2	/	18			lapor, visoko penetrabilen

## 2.3 Opazovanje nivoja talne vode

V času izvajanja sondažnih del pojav talne precejne vode ni registriran.

## 3.0 GEOLOŠKO GEOTEHNIČNE ZNAČILNOSTI

Iz izvedene raziskovalne sondažne vrtine povzamem, da je v območju roba ceste izveden nasip debeline 1,5 m kamnite lomljenca, temeljen meljnih zemljinah s peskom in vložki ali koščki preperele hribine, debeline 1,3 m. V globini 3,2 m se pojavi osnova hribina laporja kateri je v kontaktni coni v debelini 0,4 m zmerno preperel. Meljne zemljine s peskom so pretežno težko gnetnih konsistenc oziroma rahlega do srednje gostega sestava z indeksom relativne gostote  $I_D = 41\%$  s strižnimi lastnosti zemljin v mejah kot notranjega

Elaborat- geotehnično mnenje s predlogom sanacije

trenja  $\varphi = 18-20^\circ$  pri koheziji  $c=0-4 \text{ kN/m}^2$ . Preperela hribina laporja srednje gostega do gostega sestava s strižnimi lastnosti zemljin v mejah kot notranjega trenja  $\varphi = 34-36^\circ$  pri koheziji  $c=10-15 \text{ kN/m}^2$ . Lapornata hribina pa zelo gostega sestava oziroma visoko penetrabilna  $P= 18 \text{ cm/ 60 ud. SPT}$ , s strižnimi lastnostmi  $\varphi >36^\circ$  pri koheziji  $c>25 \text{ kN/m}^2$ .

V območju plazu se na osnovi popisa vrtn ločijo naslednje geotehnične enote:

- cestni nasip: nasip v podlagi cestišča, debeline do 1.5 m
- paket vezanih zemljin: peščeni melji s peskom, debeline 1.3 m
- preperela hribina, debeline 0.4 m
- podlaga: lapor

### 3.1 Ocena vzrokov nastanka usada

Glede na sistem izvedbe podporne konstrukcije za zabijanjem jeklenih profilov ocenjujem, da globina temeljenja sega skozi preperelo hribino in kontaktno cono z lapornato hribino in ima ustrezne oziroma potrebne dolžine vpetja. Glede na strukture ugotovljenega polprostora ocenjujem, da se drsna cona formirala v sloju občasno zasičenih meljnih zemljin v globini ca 2.4-2.8 m pod niveleto ceste.

## 4.0 PREDLOG SANACIJE

### 4.1 Zasnova

Za trajno sanacijo usada in zavarovanje cestnega telesa je med robom asfalta in obstoječo podporno konstrukcijo predvideva izvedba konzolno vpete pilotne stena, skupne dolžine 16.90 m, v osnem odmiku 0.90 m od roba asfalta. Steno sestavlja 17 pilotov, dolžine 5.0 m, vpeti sidrani v hribino laporja minimalno 2.2 m, premera 50 cm na medosnem razmiku 1.0 m. Piloti so na krono povezani z vezno gredo  $b/h= 60/50 \text{ cm}$ . Ta višinsko sega 12 cm nad niveleto roba asfalta. Konstrukcija zgornjega ustroja ceste se obnovi z izrezanjem obstoječega asfalta, tamponsko izravnavo in vgradnjo asfaltne sloja.

### 4.2 Tehnologija izvedbe

Dela pri izvedbi sanacijske oporne konstrukcije se izvedejo po naslednjem vrstnem redu:

- ureditve delne zapore ceste
- delovni plato v nivoje bankine
- zakoličba pilotov z ustreznim zavarovanjem
- izvedba pilotov in vezne grede
- sanacija cestišča

Izkopi za pilote se izvedejo z garnituro za izkope teh s sprotnim cevljenjem in rotacijske tehnike.

Izkope pilotov mora prevzeti geomehanik, kateri bo vršil kontrolo vpenjanja z določitvijo končne globine izkopov glede na gostotni in strukturni sestav tal.

Po izdelavi pilotov se izvede izkop za vezno gredo ter odstrani nekvaliteten ali odvečen vrhnji beton do kote spodnjega roba vezne grede.

Piloti se izvedejo iz betona C25/30, armiran z glavno armaturo S 500, vzdolžno armaturo  $8 \phi 18$  mm in spiralno armaturo  $\phi 10 / 15$  cm. Piloti so povezani z vezno gredo iz vodoneprepustnega betona C25/30 XF4 (zmrzlinso odporen) armirani z glavno armaturo  $8 \phi 14$  mm, stremena  $\phi 10 / 25$  cm.

Zaščitni sloj betona je 5 cm.

Na temeljna tla pod vezno gredo se vgradi izravnalni sloj pustega betona C15/20 v debelini 5-10 cm.

## 5.0 ZAKLJUČKI

Zaradi aktivnosti usada in večanja nagiba podporne konstrukcije katera je po oceni na meji porušitve predlagamo takojšno sanacijo ker je pri intenzivnejših padavinah pričakovati lom v celotnem vozišču.

Kvaliteta vgrajenega materiala mora v vseh kvalitetnih parametrih ustrezati veljavnim predpisom in standardom.

Maribor, marec 2016

Sestavil:  
Danilo Muhič, dipl.inž.grad.