

### **3.1.3 TEHNIČNO POROČILO**

## 1.0 SPLOŠNI OPIS

Po naročilu Občine Laško so bila izvedena osnovna raziskovalna dela za ugotovitev pogojev sanacije zemeljskega plazu v km 0.680 na JP 701120 Lahomno- Stopce- Vrh. Raziskovalna dela so kabinetno obdelana na osnovi katerih je izdelan izvedbeni načrt sanacije plazu oziroma zavarovanja ceste.

Obnova ceste bo na predmetnem odseku med P34 in P36 ( km 0.660 do km 0.700) izvedena z delno korekcijo horizontalnih elementov obstoječe ceste, nadgradnjo in razširitvijo levega- severnega roba.

Osnove za izdelavo načrta so projekt obnove ceste in geodetski posnetek stanja podjetja GG INPO d.o.o. Slovenj Gradec, števil. projekta 1377/08, januar 2009. Pri izdelavi načrta je upoštevan normalni profil ceste 4.0 m, asfaltno vozišče 3.0 m, asfaltna mulda širine 50 cm in bankina z JVO širine 75 cm.

### 1.1 Terenske razmere

Predmetni odsek ceste je izveden v makadamski prečka dokaj položno severno orientirano pobočje nad ozko dolinico neimenovanega potoka.

Aktivnost plazenja tal so vidne v cestnem telesu v dolžini 27 m ter pobočju pod cesto v dolžini do 36 m. Ta se kaže v obliki izrazitega čelnega loma ki zajema tudi do 1/3 širine vozišča. V pobočju pod cesto sta formirana izrazita bočna lom iz nivoja ceste, v nižje ležečem delu pa izrazito nagubano terenska linija in naravi zemljin kateri segajo do območja potoka. N celotnem območju so na več mestih opazne prosto izcedne talne vode in površinska zamočvirjenost.

Glede na zatečeno stanje plazu je vidno, da se deformacije pojavljajo že daljše časovno obdobje kjer se je prevoznost zagotavljala z kamnitim nasipavanjem. Na odseku od km 0+680 do km 0+690 brežina zavarovan z opornim kamnitim zidom svetle višine do 4.0 m. Deformacije v cestnem delu in pobočju pod njo so pogojene z občasno prekomerno zasičenostjo preperinskega pokrova zemljin nad hribinsko podlago. Ta pa je pogojena z pojavom večje količine precejnih vod in vpliva površinskih vod, hitrost dreniranje precejnih vod skozi polprostor in koncentracija površinskih vod pa se odraža v stalnih posedkih in lomih cestnega telesa, vertikalnih lomih in popolnoma porušeni povrhnjici v nižje ležečem delu pobočja do roba potoka.

Za izvedbo obnove ceste bo na predmetnem odseku predhodno potrebna sanacija plazu oziroma zavarovanje brežine po celotni labilni širini.

## 2.0 RAZISKOVALNA DELA

V karakterističnih mestih in profilih sta bila strojno izkopana dva sondažna izkopa skupne globine 4.6 m ter z lažjo strojno vrtalno garnituro izvrtani dve sondažni vrtine, skupne globine 6,0 m. Jedra sondažnih vrtin so dobljena na suho z vidia kronami premera 101-81 mm.

Na osnovi enostavnih identifikacijskih preizkusov ja na terenu določen strukturni sestav tal z razvrstitvijo zemljin po AC klasifikaciji.

Enoosna tlačna trdnost vezanih zemljin ( $q_u$ ) je na terenu določena še na osnovi preiskav enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom pri približno konstantni hitrosti deformacij.

Tabela 1: Kriteriji za oceno terenskih preiskav enoosne tlačne trdnosti  $q_u$

VEZANE ZEMLJINE		
štev.udarcev za 30,5 cm (N)	konsistenca	enoosna tlačna trdnosti $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )
< 2	židka do lahko gnetna	< 25
2-4	lahko gnetna	25-50
4-8	srednje gnetna	50-100
8-15	težko gnetna	100-200
15-30	poltrdna	200-400
> 30	trdna	> 400

Situativna lega izvedenih vrtin razvidna iz priložene priložene gradbene situacije obnove ceste in vrtin, poglavje 3.1.6, štev. priloge 1.

Rezultati so podani v preglednicah:

sonda J1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-1.3	pusta glina, srednje gnetne konsistence, rjave barve ( $q_u = 60$ kN/m <sup>2</sup> )- zelo razmočeno	CI
1.3-1.6	organska glina, srednje gnetne konsistence, sive barve – zelo razmočeno	OH
1.6-1.7	enakomerno granuliran drobni pesek, svetlo rjave barve	SU
1.7-2.1	Lapor, sive barve	

sonda J2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.7	umetni nasip ( glina z gruščem)	UN
0.7-2.2	pusta do peščena glina, srednje gnetne konsistence s samicami peščenjaka ,rjave barve ( $q_u = 75$ kN/m <sup>2</sup> )	CI-CL
2.2-2.5	lapor, sive barve	

## vrtina V1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-1.0	pusta do peščena glina, srednje gnetne konsistence, rjave barve ( $q_u = 60 \text{ kN/m}^2$ )- razmočeno	CI-CL
1.0-1.6	organska glina, srednje gnetne konsistence (sive barve) – razmočeno	OH
1.6-2.3	peščena glina do peščen, težko gnetne konsistence s kosi laporja (sive barve)	CL-ML
2.3-2.5	preperel lapor (sive barve)	
2.5-3.0	lapor (sive barve)	

## vrtina V2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-1.1	pusta do peščena glina, srednje gnetne konsistence, rjave barve- razmočeno	CI-CL
1.1-1.4	organska glina, srednje gnetne konsistence, sive barve ( $q_u = 55 \text{ kN/m}^2$ ) – razmočeno	OH
1.4-2.1	peščena glina do peščen, težko gnetne konsistence s kosi laporja in vložki peska, sive barve ( $q_u = 155 \text{ kN/m}^2$ )	CL-ML
2.1-2.5	preperel lapor, sive barve	
2.5-3.0	lapor, sive barve	

## 2.1 Opazovanje nivoja talne vode

Podtalna precejna voda je bil registrirana na celotne raziskanega območju. Nivo podtalnih precejnih so registrirani v naslednjih nivojih in jaških oziroma vrtinah so podani v tabeli 1, cona nad hribino pa je bila v zelo omočena.

oznaka vrtine	pojav talne vode	nivo talne vode
J 1	-1.1 m	-1.1 m
J 2	-1.5 m	-1.5 m
V 1	-1.6 m	-0.8 m
V 2	-1.2 m	-0.8 m

Tabela 1:

## 3.0 GEOLOŠKO GEOTEHNIČNE RAZMERE

Pri določitvi geološka opis in zgradbe so upoštevani in uporabljeni podatki iz osnovne geološke katre, list Celje L 33-55 v merilu 1:100 000 z tolmačem.

Predmetno raziskano območje predstavlja nizko gričevnato področje Savskega pogorja katero je v osnovi zgrajeno iz miocenskega laškega laporja z geološko oznako M<sub>2</sub>.

Podlaga je pretežno kompaktna slabo do močno pretrta in na površini preperela, slabše vezana in gruščnata, prekrita z kvartarnim pokrovom preperine. Preperinski pokrov sestavljajo pretežno v glinaste, meljne in peščene zemljine ter grušči hribinske podlage. Barva je rjava, sivo rjava in siva.

Preko podlage je odložena preperela hribina ter sloj glinastih, meljih in peščenih zemljin ter cestnega nasipa . Glinasto meljna preperina se pojavlja kot pusta CI, peščena glina CL, organska glina OH in peščeni melj ML, peski SU pa so enakomerno granulirani. V zemljinah se prisotne vložki peska, kosi laporja in samice peščenjaka. Povprečna debelina glinasto meljnega in peščenega pokrova je 1.7-2.5 m, debelina preperele hribine pa do 0.5 m.

Inženirsko geološke lastnosti ki pogojujejo stabilnostne karakteristike tal so v preperinskem pokrovu v glavnem zelo slabe. Iz terenskih razmer in opravljenih raziskav je ocenjeno, da je del cestnega telesa in celotno pobočje pod cesto porušeno kar je vidno v izrazitem odlomu in popolnoma porušeni povrhnjici do roba doline potoka. Pri normalnem dreniranju oziroma precejanju podzemnih vod so zemljine pokrova stabilne tudi pri relativno strmih naklonih. Pri povečani količine precejnih vod iz zaledja pa se te zaradi slabše vodoprepustnosti prekomerno zasičijo, pri povišanem hidrostatskem tlaku pa pride do spremembe ravnotežnih pogojev z zniževanjem kohezijske odpornosti. Na osnovi izvedenih raziskovalnih del je raziskano območje močno obremenjeno s talno precejno vodo kar je vidno tudi v prosti izcednih vodah po celotnem pobočnem območju pod cesto.

Terenske preiskave so pokazale, da je pretežni del glineno meljnega pokrova v naravno odloženih oblikah težko gnetne konsistence , z enoosnimi tlačnimi trdnostmi  $q_u = 155 \text{ kN/m}^2$ , strižne lastnosti zemljin so v mejah kot notranjega trenja  $\varphi = 23-25^\circ$  pri koheziji  $c=2-5 \text{ kN/m}^2$ . V omočeni sredini pa so zemljine srednje gnetne, z enoosnimi tlačnimi trdnostmi  $q_u = 55-75 \text{ kN/m}^2$ , strižne lastnosti zemljin so v mejah kot notranjega trenja  $\varphi = 18-20^\circ$  pri koheziji  $c=0$ . Hribinska podlaga pa nastopa kot zelo gostega sestava, pretežno srednje do visoko penetrabilna, kjer so strižne lastnosti, kot notranjega trenja  $\varphi > 36^\circ$  in koheziji  $c= 15-30 \text{ kN/m}^2$ .

#### 4.0 ELEMENTI SANACIJE

Za sanacijo plazu oziroma stabilizacijo cestnega telesa na odseku od km 0+664 do km 0+694 je glede na terenske razmere in plitvi lego stabilne hribine predvidena izvedba podporne konstrukcije pod cesto in zalednega odvodnjavanja.

Model podporne konstrukcije predstavlja kamnita zložba, temeljena v hribini laporja minimalno 0.3 m oziroma do 2.4 m pod površjem terena . Kamnita zložba je predvidena v srednjem delu brežine z osnim odmikom 9.0 m od levega roba projektirane obnove osi ceste. Tlorisno je zložba rahlo ukrivljena prilagojena robu vozišča. Skupna dolžina podporne konstrukcije je 26,95 m. Nad zložbo je v terasastih zasekih predvidena pretežna zamenjava zemljin oziroma izvedba novega cestnega nasipa iz prodno peščenega materiala ali drobljenega kamnitega materialom do obstoječe kote nivelete ceste. Brežina končne ureditve je v naklonu  $n=1:1,5$  do  $1:2$ .

#### 4.1 Stabilnostna presoja

Za predvideno sanacijo zemeljskega plazu je izvedena stabilnostna analiza po metodo mejnih ravnovesnih stanj, računalniški program Cobus-Larix 5 z upoštevanimi mehanskimi lastnostmi zemeljskega polprostora iz točke 3.0, podane v tabeli 2.

opis sloja	prost. teža $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	strižni kot $\phi$ (°)	kohezija $c$ (kN/m <sup>2</sup> )
hribina laporja	21.0	36	15
glina, sgk	18.0	18	0
cestni nasip	20.0	36	0.5
kamnita zložba	18.0	26	7

Analiza je izvedena za prečni profil P35 v skladu z SIST EN 1997-1 za prevzet projektni pristop 2 (DA2). Slednji predpisuje naslednje parcialne faktorje za vplive, parametre zemljin in odpore.

- faktorji za vplive:  $\gamma_{G;dst}=1.35$

$\gamma_{G;dst}=1.35$  ( za aktivni zem. pritisk )

$\gamma_{G;stb}=1.00$  ( teža zemljine pred steno )

- faktor za odpor

$\gamma_{R,e}=1.4$  ( za pasivni zem. pritisk )

- faktorji za parametre zemljin

$\gamma=1.10$

- nadomestna prometna obremenitev voznega pasu  $P_y= 10,0$  kN/m<sup>2</sup> ( zelo lahek promet)

Iz rezultati stabilnostne presoje podane v poglavju 3.1.4 je za predvidene elemente sanacije oziroma zavarovanja dobljen minimalni faktor varnosti proti zdrsu  $F_{min}=1.26$ , kar zagotavlja stabilnost cestnega telesa.

#### 5.0 TEHNOLOGIJA GRADNJE

##### 5.1 Dovozne gradbišče poti in delovni plato

Gradbiščna cesta za izvedbo kamnite zložbe in novega cestnega nasipa se izvede iz zahodne smeri- Lahomno in priključnega dovoza, v širini minimalno 3,0 m do delovnega platoja. Material iz izkopov za dovozne ceste se delno nasipa delno pa začasno deponira, površina pa gramozira v debelini 20 cm z mehansko utrditvijo. Po končanih sanacijskih delih se uredijo brežine v prvotno stanje.

Delovni plato za izvedbo kamnite zložbe se izvede z rahlim ukopom v pobočje in nasipom do ca 1,5 m. Širina delovnega platoja je 3,0 m. Ukopna brežine je v naklonu  $n=1:1$ . Dovoz na delovni plato se uredi po dovozni gradbiščni poti iz smeri zahoda.

##### 5.2 Organizacija prometa med gradnjo

Sanacija plazu se bo izvajala ob polovični zapori ceste. Zapora se uredi s postavitvijo predpisane signalizacije in obvestilnih tabel, enosmeri promet pa urejen s semaforizacijo.

### 5.3 Deponije

Izkopni material za izvedbo pilotov se v celoti deponira na trajni deponiji. Za deponiranje mora izvajalec del pridobiti potrebna soglasja upravljalca.

### 5.4 Tehnologija izvedbe

Kamnita zložba se izvede iz nivoja delovnega platoja v kampadah maksimalne dolžine 5.0 m oziroma se ta prilagodi dejanskim razmeram pri izvedbi del. Izkopi za izvedbo zložbe se izvedejo v širokem izkopu in v delovnem naklonu  $n=3:1$ . Dinamiko del je prilagoditi tako, da se v dnevno izkopanih kampadah izvede vsaj  $3/4$  višine zložbe. Glede na razmere bo potrebno delno zavarovanje oziroma razpiranje izkopov. Dela je izvedbi kamnitih drenažnih reber je izvajati tako, da se pri zlaganju kamnitih blokov doseže čim boljša zaklinjenost.

Izkope za temeljenje zložbe mora prevzeti geomehanik, kateri bo potrdil ustreznost temeljnih tal ter določil končno globino izkopa.

Kamnita zložba poteka v srednje delu pobočja po celotnem labilnem območju. V peti je zložba širine 1.5 m, skupne višine 2.3-2.5 m. Zložba je v celoti ukopana, temeljenje v hribini laporja z minimalnim ukopom 0.30 m. Skupna dolžine zložbe je 26.95 m. Tlorisno je zid rahlo ukrivljena prilagojena projektirani krivini roba obnove ceste.

Oporna konstrukcija-kamnita zložba je zgrajen iz obstojnih manjših kamnitih blokov dolomita, tonalita ali podobno, v betonu C 16/20. Razmerje med kamniti bloki in betonom je približno 70:30. Zaledni del je zložba v širini 50 cm brez betona. Posteljica je izvedena na izravnalnem betonu C 10/15, debeline 20 cm.

Nad kamnito podporno konstrukcijo se v terasastih zasekih izvede pretežna zamenjava zemljin oziroma izgradnja novega cestnega nasipa s prodno peščenega materialom ali drobnim kamnitim lomljencem od kote obstoječe nivelete ceste oziroma se lahko delno izvede nasip in zgornji ustroj obnove ceste. Širina zasekov do 4.0 m, delovni naklon brežine  $n=1:1$ . Vgrajevanje se vrši v plasteh debeline do 40 cm do optimalne gostote oziroma vrednosti 95-97% Proctorjeve gostote. Pri vgradnji je upoštevati tehnične pogoje za rekonstrukcije in obnove cest. Končna ureditve brežine je v naklonu  $n=1:1,5-1:2$ . Obstoječ kamniti oporni zid se zasipa.



## 5.5 Odvodnjavanje

Vzdolžna drenažna veja se izvede v notranjem robu zložbe na betonsko podlago zložbe. Za odvodno cev je izbrana trdostenska drenažna cev  $\phi 150$  mm zaščitena z enoznatim drenažnim lomljencem, debeline 40 cm nad temenom cevi. Drenažna odvodna cev je vgrajena iz smeri vzhoda in zahoda z vzdolžnim padcem 5-20 % proti srednjemu delu zložbe. Precejne vode iz zaledja zložbe in nasipa se preko revizijskega jaška BC  $\phi 80$  cm, lociranega v srednjem delu zložbe speljejo preko odvodne cevi Stigmafleks  $\phi 200$  mm v niže ležeči potok. Na iztoku v brežini potoka se izdelata iztočna glava in kamna v betonu.

V načrtu obnove ceste je predvidena cestna drenaža na zalednem notranjem delu ceste. Glede na razmere obremenitve polprostora z talno zaledno precejno vodo predlagamo izvede le te iz nivoja obstoječe ceste v globino 1.0-1.3 m, do obstoječega oziroma novega cevnega prepusta v km 0.616 ( med P31 in P32) kjer se uredi iztok.

## 5.6 Količbeni podatki

Ti se navezujejo na količbene podatke obnove ceste. Zakoličbo podporne kamnite konstrukcije je izvesti skladno z elementi obnove ceste v predvidenih odmikih.

## 6.0 ZAKLJUČKI

Pri izvedbi sanacijskih del je obvezna prisotnost geomehanskega in projektantskega nadzora, kateri bo ugotavljal dejansko stanje ter podajal eventualna potrebna nadaljna navodila ali spremembe projektiranih elementov.

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

Maribor; maj 2013

Sestavil:  
Danilo MUHIČ dipl.inž.grad.