

## 1.0 SPLOŠNI DEL

Po naročilu Občine Laško je na osnovi raziskovalnih del izdelan enostavni geotehnični elaborat sanacije zemeljskega usada na LC 200130 Lahomno- Reka- Doblatina, pri stanovanjskem objektu Požnica 6.

Za ugotovitev vzrokov labilnosti in izdelavo elaborata so bila izvedena naslednja dela:

- izdelava geodetskega načrta labilnega območja
- izvedba sondažnih vrtin za ugotovitev strukturnega sestava tal
- meritve gladine podtalne vode v vrtinah
- terenske meritve
- vrednotenje rezultatov preiskav

Predmetni odsek lokalne ceste poteka po grebenu nad dokaj strmim zahodno orientiranim pobočjem kjer so se v cestnem telesu in pobočju pod cesto aktivirale zemeljske mase v obliki zemeljskega plazu. Labilno območje je vidno v izrazitem čelnem lomu cestnega telesa višien do 0.6 m in povrhnjice pobočja pod cesto v širini ca 11.0 m in dolžini ca 24 m. Čelni odlomni rob usada zajema  $1/2$  širine cestnega telesa ter se nadaljuje v bočni smeri po padnici pobočja kjer je formiran dokaj izrazit nariv zemljin. Pobočje pod cesto ima povprečni naklon 20 do 29°.

Glede na zatečeno stanje plazu je vidno, da so deformacije v cestnem telesu in pobočnem delu pod cesto nastale zaradi trenutnega zdrsa v mesecu novembru 2013 z izrazito porušitvijo in manjšim premikom zemeljskih mas. Velikost deformacij in obseg labilnega območja pa nakazuje na možnosti nadaljnjih pomikov v temeljnih tleh v območje cestnega telesa in zaledja. Hitrost in velikost deformacij je pogojena z količino padavin pri zelo neugodnih vremenskih razmerah. Prosto izcednih vod ni bilo opaziti.

Cestišče je izvedeno v asfaltni izvedbi 3.0 m z bankinama širine 0.6-1.0 m. Takoj po nastanku usada so bili izvedeni interventni sanacijski ukrepi z kamnitim zasipom loma in posedka v cesti za zagotovitev prevoznosti ceste ter postavitve opozorilne prometne singalizacije. Pri neugodnih vremenskih razmerah pogojenimi z večjo količino padavin pa je pričakovati nadaljevanje drsenje tal z vertikalnimi deformacijami v cestišču ter možnostjo širitev loma tudi v zaledni ceste ter v bočnih smereh.

## 2.0 RAZISKOVALNA DELA

Na karakterističnih mestih in profilih so bile z lahko strojno vrtno garnituro izvrtani tri sondažne vrtine globine 1.5 do 3.5 m, skupne globine 7,5 m.

Situativna lega izvedenih sondažnih vrtin razvidna iz priložene situacije obstoječega stanja in vrtin, poglavje 1.6, štev. priloge 1.6.2.

Strukturni sestav tal je na terenu določen na osnovi enostavnih identifikacijskih preizkusov z razvrstitvijo zemljin po AC klasifikaciji.

Rezultati sondažnih del so podani v preglednicah:

vertina V1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-1.2	pusta do peščena glina, srednje gnetne konsistence (rjave barve)- jedro razmočeno	CI-CL
1.2-2.0	peščena glina do peščeni melj, srednje do težko gnetne konsistence z vložki preperelega skrilavca (rjave barve)- jedro razmočeno	CL-ML
2.0-2.8	preperel skrilavec (sivo rjave barve)	
2.8-3.5	glinast skrilavec (sive barve)	

vertina V2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-1.0	pusta do peščena glina, srednje gnetne konsistence (rjave barve)	CI-CL
1.0-1.7	preperel skrilavec (sivo rjave barve)	
1.7-2.5	glinast skrilavec (svetlo sive do sive barve)	

vertina V3

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.5	pusta do peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence (rjave barve)	CI-CL
0.5-1.0	preperel skrilavec (sivo rjave barve)	
1.0-1.5	glinast skrilavec (svetlo sive do sive barve)	

## 2.1 Terenske preiskave in meritve

Enoosna tlačna trdnost vezanih zemljin ( $q_u$ ) je na terenu določena na osnovi preiskav enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom pri približno konstantni hitrosti deformacij. Rezultati so podani v tabeli 1.

Tabela 1: Rezultati meritev enoosne tlačne trdnosti  $q_u$

vertina	globina (m)	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	stanje konsistence
V1	1.0	85	srednje gnetno
	1.8	115	srednje do težko gnetno
V2	0.8	75	srednje gnetno

Gostotni sestav oziroma penetrabilnost hribine je v sondažnih vrtinah določen na osnovi preiskav s standardnim dinamičnim penetrometrom (SPT). Za vrednotenje Standardnega Penetracijskega Testa penetrabilnosti je merodajno merodajen ugrez konice v cm za 60 udarcev penetracijskega bata. (masa uteži: 63,5 kg, višina pada: 76,5 cm).

Tabela 2: Rezultati preiskav

vrtna	globina m	izmerjeni P cm /60ud	penetrabilnost
V 1	3,3	24 cm	zelo visoka
V 2	2,2	26 cm	zelo visoka
V 3	1,3	20 cm	zelo visoka

## 2.2 Opazovanje pojava talne vode

Podtalna precejna voda v času izvedbe raziskovalnih del ni registrirana. V vrhnji coni glinastih, meljih in peščenih zemljin pa je opazno omočenost zemljin kar nakazuje na občasne pojave precejnih vod vezane na večjo količino padavin.

## 3.0 OPIS GEOLOŠKO GEOTEHNIČNIH RAZMER

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 karbonskega glinastega skrilavca, kremenovega peščenjaka in konglomerata z geološko oznako C,P.

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 in meljne zemljine ter preperela hribinska podlage. Barva je rjava, siva in svetlo siva.

Preko podlage je odložena preperela osnovna hribina skrilavca ter sloj glinaste in glinasto meljne preperine. Glinasto meljna preperina se pojavlja kot pusta in peščena glina CI, CL in peščeni melj ML z vložki preperile hribine. Povprečna debelina glinasto meljnega pokrova je 1.0-2.0 m v pobočnem območju pod cesto, v zalednem delu ceste pa 0.5 m. Debelina preperile hribine pa 0.5-0.8 m.

Terenske preiskave so pokazale, da je pretežni del glinenega pokrova v naravno odloženih oblikah težko gnetne in težko gnetne do poltrdne. Omočen vrhnji glinastih in glinasto meljnih zemljine pa srednje gneten in srednje gneten do težko gneten z enosno tlačno trdnostjo  $q_u = 75-115 \text{ kN/m}^2$ , s strižnimi lastnosti zemljin v mejah kot notranjega trenja  $\varphi = 16-20^\circ$  pri koheziji  $c=0-2 \text{ kN/m}^2$ . Osnovna hribina je zelo gostega sestava, pretežno zelo visoko penetrabilna  $P= 20-26 \text{ cm/ 60 ud. SPT}$  s strižni lastnostmi  $\varphi >36^\circ$  pri koheziji  $c=20 \text{ kN/m}^2$ .

V hidro geološkem smislu se v obravnavanem prostoru ločita praktično nepropustna podlaga in slabše vodopropustne zemljine pobočnega pokrova, debeline do 2.0 m. Inženirsko geološke lastnosti ki pogojujejo stabilnostne karakteristike tal so v preperinskem

pokrovu v glavnem slabe. Pri normalnem dreniranju oziroma precejanju podzemnih vod so zemljine pokrova so te stabilne tudi pri relativno strmih naklonih. Občasni pojav večje količine precejnih in površinskih vod pa obremenjujejo povrhnjico kar povzroča nastanek strižnih con, usled česa se pojavljajo plitva plazenja oziroma zdrsi z vodo prepojenega preperinskega pokrova.

### 3.0 PREDLOG SANACIJE

Za sanacijo usad glede na plitvo lego stabilne hribine, predlagamo izvedbo podporne konstrukcije v brežini pod cesto s sistemom odvodnjavanja talnih precejnih vod iz zaledja.

Model podporne konstrukcije predstavlja kamnita zložba, temeljena v hribini skrilavca minimalno 0.3 m oziroma do 3.0 m pod površjem terena. Kamnita zložba je predvidena v srednjem delu brežine pod cesto z odmikom 3.60 m od levega roba asfalta. Tlorisno je zložba ravna, dolžine 13.85 m. Nad zložbo je v terasastem zaseku predvidena delna zamenjava zemljin oziroma izvedba novega cestnega nasipa v območja loma iz prodno peščenega materiala ali drobljenega kamnitega materialom do planuma zgornjega ustroja oziroma 30 cm pod niveleto ceste. Brežina končne ureditve je v naklonu  $n=1:1,5$ .

#### 3.1 Stabilnostna presoja sanacije

Za predvideno sanacijo zemeljskega plazju je izvedena stabilnostna analiza po metodo mejnih ravnovesnih stanj, računalniški program Cobus-Larix 5 z upoštevanimi mehanskimi lastnostmi karakterističnih slojev, prevzete iz točke 3.

Analiza je izvedena za prečni profil P2 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 )
- $\gamma_{G,stab}=1.00$  ( 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  $P_y= 10,0 \text{ kN/m}^2$  ( zelo lahek promet )
- za mehanske lastnosti kamnite zložbe je upoštevano: specifična teža  $\gamma=23 \text{ kN/m}^3$ ,  
strižne lastnosti  $\phi=38^\circ$ ,  $c=20 \text{ kN/m}^2$ .

Iz rezultati stabilnostne presoje podane v poglavju 1.4 je za predvidene elemente sanacije oziroma zavarovanja dobljen minimalni faktor varnosti proti zdrsu  $F_{min}=1.28$ , kar zagotavlja stabilnost cestnega telesa.

#### 4.0 OPIS IZVEDBE SANACIJE

Dela pri izvedbi sanacije se izvedejo v fazah; izvedba kamnite zložbe, odvodnjavanje, izvedba cestnega nasipa, erozijska zaščite celotne brežine, planiranje površin. V končni fazi se obnovi cestišče.

Delovni plato za izvedbo kamnite zložbe se izvede po rampi iz južne smeri trase lokalne ceste. Dovoz je po obstoječi cesti, dela se izvajajo ob delni polovični zapori ceste.

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

#### 4.1 Tehnologija izvedbe

Izkopi za izvedbo zložbe se izvedejo s širokim izkopom v delovnem naklonu  $n=4:1$ , v kampadah maksimalne dolžine do 5.0 m. Dinamiko del je prilagoditi tako, da se v dnevno izkopanih kampadah izvede vsaj 2/3 višine oporne konstrukcije.

Kamnita zložba je locirana v brežini pod cesto z odmikom 3.60 m od levega roba asfalta. Kamnita podporna zložba je peti širine 1.0 m in skupne višine na kroni 2-3.3.0 m, pri naklonu 4:1. Zložba je grajena iz kosov grobega lomljenca volumna 0.02- 0.15 m<sup>3</sup> z betonskim vezivom 30%, kvalitete C16/20. Na zalednem delu zložbe 60 cm se zložbe izvede brez betonskega veziva. Na temeljna tla se vgradi izravnalni sloj pustega betona C10/15 v debelini 20 cm.

Vzdolžna drenažna veja se izvede v notranjem robu zidu na betonsko podlago zložbe. Za odvodno cev je izbrana trdostenska drenažna cev DN100 mm zaščiten z enoznatim drenažnim zasipom, debeline 30-40 cm nad temenom cevi.

Drenažna odvodna cev je vgrajena iz smeri severa proti jugu z vzdolžnim padcem 12.5 %, kjer je predviden zbirni slepi jašek BC  $\phi$  50 cm, višine 1.0 m.

Nad kamnito zložbo se v terasastem zaseku izvede zamenjava zemljin oziroma izgradnja novega cestnega nasipa iz prodno peščenega materiala ali drobljenega kamnitega lomljenca do kote planuma spodnjega ustroja, širina zaseka je do 1.0 m, delovni naklon izkopnih brežin  $n=1:1$ . Končna ureditve brežine je v naklonu  $n=1:1,5$  in se erozijsko zaščiti s posejanjem travnega semena. Vgrajevaje se izvaja v plateh debeline do 40 cm kjer je potrebno doseči optimalno gostoto v vrednosti MPP 95-97% ali  $E_{v2} > 60$  MPa na vsakem vgrajenem sloju. Brežina pod zložbo se strojno splanira.

Odvod precejnih vod iz zložbe se uredi iz zbirnega slepega jaška na južnem delu zložbe s prostim iztokom v območje obstoječega odvoda grape. Za odvodno cev je izbrana stigmafleks cev DN 160 mm, dolžine 41.0 m. Na iztoku se izdelata iztočna glava iz kamna v betonu.

#### **4.2 Obnova cestišča**

V območju sanacije usada se v celoti obnovi cestišče z vgradnjo tamponskega sloja debeline 30 cm in asfalta AC 16 base B50/70 A4, debeline 7 cm. Cestišče se obnovi v širini asfaltnega vozišča 3.0 m ( obstoječa širina v navezavi), bankina širina 0.50- 1.0 m in dolžini 15.0 m

#### **5.0 ZAKLJUČEK**

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

Pri izvajanju sanacijskih del je obvezna prisotnost projektantskega in geomehanskega nadzora, kateri bo ugotavljal dejansko stanje ter podajal eventualna potrebna nadaljna navodila glede na razmere v času izvede ter projektne rešitve.

Maribor; marec 2014

Sestavil:  
Danilo MUHIČ dipl.inž.grad.